



HAL
open science

Modéliser l'effet des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles : innovation orpheline et architecte de l'inconnu

Marine Agogué

► **To cite this version:**

Marine Agogué. Modéliser l'effet des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles : innovation orpheline et architecte de l'inconnu. Gestion et management. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, 2012. Français. NNT : 2012ENMP0039 . pastel-00767164

HAL Id: pastel-00767164

<https://pastel.hal.science/pastel-00767164v1>

Submitted on 19 Dec 2012

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

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

École doctorale n° 396 : Économie, Organisations & Société

Doctorat ParisTech

T H È S E

pour obtenir le grade de docteur délivré par

l'École nationale supérieure des mines de Paris

Spécialité " Sciences de Gestion "

présentée et soutenue publiquement par

Marine AGOGUÉ

le 15 octobre 2012

Modéliser l'effet des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles

Innovation orpheline et architecte de l'inconnu

Directeur de thèse : **Pascal LE MASSON**

Jury

M. Gérald COMTET , Directeur du cluster I-Care	Suffragant
M. François-Xavier DE VAUJANY , Professeur, DRM, Université Paris-Dauphine	Rapporteur
M. Olivier HOUDE , Professeur, LaPsyDé, Université Paris-Descartes	Suffragant
M. Sylvain LENFLE , Maître de conférence - HDR, THEMA, Université de Cergy-Pontoise	Rapporteur
M. Patrick LLERENA , Professeur, BETA, Université de Strasbourg	Suffragant
M. Laurent SIMON , Professeur, Service de l'enseignement du management, HEC Montreal	Suffragant
M. Pascal LE MASSON , Professeur, Centre de Gestion Scientifique, Mines ParisTech	Directeur de thèse

Mines ParisTech 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,

Et en mémoire des lapins buveurs de mauvais café

REMERCIEMENTS

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance à Pascal Le Masson pour avoir accepté, il y a trois ans, d'encadrer mes recherches. Il a su nourrir mon travail de son expérience et de ses idées avec un grand enthousiasme et une pédagogie certaine. La thèse présentée ici lui doit beaucoup. J'ai énormément appris à ses côtés, même (ou surtout ?) dans les moments de décontenancement. Je le remercie en particulier de m'avoir dit que « *la thèse n'est pas la priorité pour le moment* » en milieu de troisième année de thèse et d'avoir eu parfaitement raison.

Je tiens à remercier Benoit Weil pour son intérêt pour mes travaux et pour avoir suscité des échanges nombreux et nourris. Sa capacité à trouver un fil conducteur dans un bazar de discours de doctorant m'a toujours poussée en avant.

Je tiens à remercier Gérald Comtet du cluster I-Care et Bernard Sutter de l'association ARIEL de m'avoir ouvert les portes de leurs organisations respectives et permis de mener les recherches-interventions présentées dans la thèse.

Je tiens à remercier Mathieu Cassotti de m'avoir fait découvrir le monde étrange de la psychologie cognitive. Ses conseils, ses relectures précises et pertinentes, ses suggestions ont toujours été des plus stimulantes. Nous avons encore quelques œufs à jeter (sans les casser !). Je remercie de plus toute l'équipe du laboratoire LaPsyDé de l'université Paris Descartes qui a permis que les expériences présentées dans la thèse (notamment chez l'enfant) puissent avoir lieu.

Je tiens à remercier Armand Hatchuel, Blanche Segrestin et Franck Aggeri qui m'ont fait de nombreux retours sur mes travaux de thèse, et qui, par leurs éclairages différents, ont suscité mon questionnement.

Je tiens à remercier Sophie Hooge, pour ses relectures franches et constructives (et pour avoir chassé les « ainsi », les « alors » (et autres parenthèses lourdes)), pour la richesse intellectuelle de nos échanges et pour avoir accepté de penser avec moi à « C-K pour les nuls ». Les enseignements menés à ses côtés ont été parmi les meilleurs moments de mon doctorat.

Je tiens à remercier Anna Yström pour nos nombreux échanges et notre collaboration fructueuse.

Je tiens à remercier Elsa Berthet, avec qui le travail chez Nutriset a été un vrai plaisir, pour ses retours toujours pertinents.

Je tiens à remercier les diverses personnes avec qui j'ai eu le plaisir de collaborer ces trois dernières années : Eric Ballot, Mathias Béjean, Mélodie Cartel, Thomas Gillier, Akin Kazakçi, Frédéric Kletz, Philippe Lefebvre et Douglas Robinson. Je remercie l'ensemble des chercheurs et des doctorants du laboratoire, ainsi que les assistantes Céline Bourdon, Stéphanie Brunet et Martine Jouanon, pour leur travail de facilitatrices, ô combien précieux.

Je tiens à remercier Clément Dupont et Caroline Ledédenté, pour leurs expertises respectives en équations différentielles et en cuisine.

Sur un plan plus personnel, je tiens à remercier vivement mes parents, pour leur soutien de tous les instants, pour avoir relu de nombreuses versions de ce document, pour répondre au téléphone quand une crise passe sans forcément tout comprendre à mes pérégrinations, et pour savoir répondre quand on leur demande ce que je fais dans la vie. Et bien répondre, qui plus est. Merci à eux.

Je tiens à remercier ma troupe de copines, qui ont su accepter que ma vie soit un peu chaotique et qui ont excusé mon indisponibilité chronique, tout en répondant « présentes » au moindre besoin. Merci Anlor, Caro, Co, Do, Eré, Hélo, Laeti, Liz, Lydia, Mimi, et Mon'. J'ai une pensée aussi pour mes compagnons de route parisiens, les X-PhD-Bio, et pour Clémounou.

Merci à tous ceux qui m'ont soutenu et écouté pendant 3 ans. Et qui sont aussi ceux qui m'ont accompagnée au labo ces trois dernières années. Je mesure la chance d'être si bien entourée.

Merci à ceux qui sont passés par là avant moi, et qui m'ont prodigué leurs conseils : je me souviendrai longtemps des encouragements d'Akin, Paris et Yacine, ainsi que des séances de psychopapouilles de Cédric.

Merci à ceux qui passeront par là après moi, et à qui, j'espère, je prodiguerai d'aussi bons conseils : Elsa, Fred et Fred, Kevin, Olga et Olga, le chemin est devant vous.

Merci à Manu, dont l'initiation vivide au métier de chercheur par le ~~Kinet~~ Kineto la manière forte m'a assuré d'une charmante légende urbaine au bout de deux mois de thèse. Ses conseils sur les cours de comptabilité et la rédaction m'ont été des plus précieux.

Merci à Jeanne pour notre attrait partagé pour les réparations d'escalators RATP, pour les shots de tequila, pour danser tellement bien sur « *Single Ladies* » et pour m'avoir permis (parfois) (souvent) de me sentir une geekette un peu moins seule à son contact.

Merci à Mélodie pour sa non-connaissance de la Guadeloupe (« y a marqué Boudin »), pour son franc-parler tellement *weird*, pour son sourire de princesse quand elle met son diadème, pour

aimer danser sur Francky Vincent au Merle et pour avoir renoncé à écrire un ouvrage intitulé « les Névroses de Marine ».

Merci à Ingi, mon compagnon de route de la première heure, pour avoir chanté très faux « *Suddenly I see* » en Charente-Maritime autour d'un Croze-Hermitage, pour le tour du monde en une Exposition Universelle, pour savoir porter un pull orange avec classe, pour m'avoir cuisiné (entre autres) une sauce roquefort très miam, pour ne pas tenir plus que moi au Kineto et pour avoir su être une épaule réconfortante quand le vent tournait. *C'est ton tour, maintenant, chicken.*

Merci à Sophie, pour avoir pensé à se marier histoire de me changer les idées les derniers weekends de rédaction de thèse (le maniement de Karcher n'a donc plus aucun secret pour moi), pour savoir monter des meubles Ikea avec le sourire, pour aimer les circuits « fessiers » (surtout le lundi midi)(2 minutes !!), pour toutes les pauses café sur la terrasse à refaire le monde, pour les quelques larmes essuyées et pour avoir, tout simplement et en toutes circonstances, été là.

Enfin, merci à Mathieu, pour sa patience, son écoute, sa foi indéfectible en mon travail, son humour, et pour les ~~quelques~~ nombreuses crises d'angoisse qu'il a essuyé à grand coup de blagues sur les œufs.

And I wish I was a comet, to crash at your feet, just to be remembered.

« La moindre chose contient un peu d'inconnu : Trouvons-le ! »

Guy de Maupassant, Pierre et Jean

SOMMAIRE

Introduction générale : Appréhender les dynamiques industrielles contemporaines sous l'angle de la conception et de la psychologie cognitive 20

Chapitre I – Contexte et problématique de recherche 21

1. L'étude des dynamiques industrielles et des processus d'innovation dépassant le cadre de l'entreprise....21
2. Les crises contemporaines de l'industrie..... 24
 - 2.1. Une dichotomie classique : un marché sans offre technologique versus une technologie sans débouché sur le marché..... 25
 - 2.2. Des situations empiriques en dehors du paradigme marché versus technologie qui soulignent des difficultés dans les activités de conception 26
3. Comprendre les blocages des dynamiques industrielles : une approche mixte par les théories de la conception et les sciences cognitives 29
 - 3.1. La conception, ressort caché des dynamiques industrielles..... 29
 - 3.2. Les biais cognitifs dans les processus de raisonnement : étude de phénomènes au niveau individuel31
 - 3.3. Etendre l'étude des biais cognitifs individuels aux situations en collectif..... 32
4. La problématique de recherche 32

Chapitre II – Etudier les blocages des dynamiques industrielles contemporaines : rationalisation et méthodologie de recherche33

1. L'étude d'un cas extrême de blocage de dynamique industrielle : l'innovation orpheline 33
 - 1.1. L'analyse d'un cas paroxystique 33
 - 1.2. Une démarche d'exploration d'une phénoménologie nouvelle pour construire trois questions de recherche 34
2. Un balayage de différents niveaux théoriques..... 34
3. L'itinéraire de recherche et la mobilisation de différentes approches méthodologiques..... 35
 - 3.1. La découverte de l'innovation orpheline : reprise d'une étude de cas antérieure 36
 - 3.2. Les causes de l'innovation orpheline : le choix d'une approche modélisatrice des dynamiques industrielles appuyée par une simulation économique 36
 - 3.3. Le diagnostic de l'innovation orpheline : construction d'un outil de mesure et mobilisation d'un protocole de validation expérimentale..... 37
 - 3.4. La sortie de l'innovation orpheline et l'étude des contingences au travers d'études de cas 38
 - 3.5. Synthèse de l'itinéraire de recherche et des méthodologies employées 40

Conclusion : Synopsis de la thèse 41

Partie 1 : Une situation de crise des dynamiques industrielles contemporaines : le cas de l'innovation orpheline 48

Chapitre III – Un cas d'étude d'une nouvelle phénoménologie : l'innovation orpheline 49

1. Analyse d'une situation critique : le cas de la sécurité des deux-roues 49
2. Terminologie de l'innovation orpheline par analogie à la notion de maladie orpheline..... 52
3. Caractérisation de l'innovation orpheline 53

Chapitre IV – Une revue de la littérature des facteurs explicatifs des blocages des dynamiques industrielles : mise en évidence du blocage cognitif comme facteur déterminant de l'innovation orpheline.....56

1. Les blocages des dynamiques industrielles vus par les sciences de gestion : apports et limites pour expliquer l'innovation orpheline..... 56
 - 1.1. Le levier de l'acquisition de connaissances pour éviter les blocages des dynamiques industrielles 57
 - 1.2. Le verrou institutionnel et le phénomène de *path-dependence* pour expliquer l'enfermement d'un secteur sur une trajectoire unique..... 59
 - 1.3. Le blocage cognitif, une dimension oubliée et réhabilitée par la conception innovante 64
2. Le blocage cognitif : l'apport de la psychologie cognitive pour l'étude des dynamiques industrielles 69
 - 2.1. Les biais cognitifs dans la prise de décision 70
 - 2.2. Les biais cognitifs dans les situations de conception : les effets de fixation 74
 - 2.3. Mobiliser le cadre des théories de la conception innovante pour comprendre le blocage cognitif dans les dynamiques industrielles77

Conclusion de la partie 1 – Une nouvelle phénoménologie, l'innovation orpheline, et une cause possible, la fixation collective, ce qui soulève trois questions de recherche 81

Partie 2 : Un modèle théorique d'échanges entre acteurs dans l'inconnu : La dynamique des imaginaires, variable cachée de la croissance industrielle 86

Chapitre V - Modéliser la croissance et les blocages industriels à partir des modalités d'échanges entre acteurs économiques pour la conception de biens nouveaux 87

1. Modéliser les dynamiques industrielles : une approche par les échanges entre acteurs économiques 87
2. Cahier des charges d'un modèle d'échanges entre acteurs concepteurs rendant compte de l'innovation orpheline..... 89
3. Une modélisation des dynamiques industrielles : l'imaginaire, variable clé des échanges entre acteurs pour la conception de biens nouveaux..... 90
 - 3.1. Préambule : capacités d'action d'un acteur dans une activité de conception 90
 - 3.2. Une conception sans coordination : le cas de l'usager concepteur 92
 - 3.3. La coordination entre deux acteurs sur un bien : mécanisme d'offre et de demande..... 94
 - 3.4. La coordination entre deux acteurs sur une demande : le mécanisme de prescription..... 99
 - 3.5. La coordination d'acteurs concepteurs sur un inconnu : l'espace des imaginaires, ressource de conception innovante 103

Conclusion : Une modélisation des dynamiques industrielles à trois dimensions : biens, connaissances, imaginaires.	111
Chapitre VI - Revisiter la notion d'industrie.....	114
1. Les imaginaires, un nouveau potentiel endogène de l'industrie	114
1.1. La notion de potentiel de valeur.....	114
1.2. Application de la modélisation à une situation d'innovation orpheline empirique, le cas de la sécurité des deux-roues	115
1.3. Les imaginaires, facteur caché de l'innovation orpheline	117
2. Les capacités de conception au sein d'une industrie : capacité de conjonction et capacité de disjonction	118
3. « Faire industrie », construire un espace d'action collective sur l'imaginaire.....	119
4. Perspectives économiques de l'explicitation d'une nouvelle variable de la croissance	121
Conclusion : Interprétation du phénomène d'innovation orpheline et des conditions de la relance d'une dynamique industrielle	123
Partie 3 : Diagnostiquer l'innovation orpheline : mise au point et validation d'un instrument	128
Chapitre VII - Le référentiel C-K, un outil pour objectiver les verrous à la conception innovante.....	129
1. De la construction d'un instrument de diagnostic.....	129
1.1. L'instrument scientifique : conditions d'existence et mise en œuvre.....	129
1.2. La spécificité de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline	131
1.3. Valider un outil de diagnostic	131
2. Diagnostiquer l'innovation orpheline et la fixation collective : caractériser le manque d'interaction entre des imaginaires.....	132
2.1. Le cadre théorique de la conception pour diagnostiquer l'innovation orpheline.....	133
2.2. Les formalismes de la théorie C-K.....	133
2.3. Les apports de la conception innovante pour visualiser des effets de fixation et des capacités d'expansion : formulation de deux hypothèses.....	137
3. Proposition d'un outil : le référentiel C-K pour caractériser une situation d'innovation orpheline	138
3.1. Le diagramme C-K, un outil de conception	139
3.2. D'un diagramme à un référentiel C-K : étapes de construction d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline	140
3.3. Vision critique du référentiel C-K et biais éventuels.....	144
3.4. Validation du référentiel.....	144
Chapitre VIII - Validation du référentiel C-K comme outil de mesure de la fixation individuelle : une approche expérimentale par les sciences cognitives.....	147
1. Mesure de la fixation individuelle en psychologie cognitive	147
2. Description du protocole expérimental : une tâche de conception, le lâcher d'œuf.....	148
3. Construction d'un référentiel C-K sur une tâche de conception, le lâcher d'œuf.....	149

4. Validation de la robustesse du référentiel par analyse d'une distribution de réponses	152
--	-----

Chapitre IX - Validation empirique de l'outil de diagnostic : le cas des nouvelles technologiques au service de l'autonomie des personnes âgées 155

1. Symptômes d'une dynamique industrielle bloquée	155
2. Protocole de validation.....	157
3. Application de la méthodologie de construction d'un référentiel C-K et analyse de la fixation collective.....	158
4. Le référentiel au delà du diagnostic.....	164

Conclusion de la partie 3 - Retour sur le cas de la sécurité des deux-roues et ouverture managériale 167

Partie 4 : Gérer la sortie de l'innovation orpheline : l'architecte de l'inconnu, nouvel acteur des dynamiques industrielles contemporaines ? 174

Chapitre X – Effets managériaux du référentiel : émergence de la figure de l'architecte et limites d'un outil de diagnostic pour sortir de l'innovation orpheline 176

1. Une première empirie d'un acteur se saisissant d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline : le cas de l'association ARIEL	176
1.1. La valorisation énergétique de la biomasse : une innovation orpheline	177
1.2. L'association ARIEL, catalyseur des relations au sein de l'écosystème franco-ukrainien	178
1.3. Le séminaire de lancement du programme CODEST France-Ukraine.....	178
1.4. Analyser un écosystème en situation d'innovation orpheline après un séminaire de lancement : construction d'un référentiel C-K.....	179
2. Une nouvelle figure d'acteur, l'architecte de l'inconnu	182
3. Limites de la portée d'action du référentiel C-K.....	183

Chapitre XI – Construction d'une logique d'action possible sur l'interaction entre des imaginaires 185

1. Etude du rôle de l'exemple dans les situations de conception par une démarche en psychologie cognitive ..	185
1.1. Une hypothèse quant à l'impact de la nature de l'exemple pour sortir des effets de fixation	186
1.2. Expérimentation de l'impact des exemples pour sortir des effets de fixation	187
1.3. L'exposition à un exemple : effet de stimulation ou effet d'abstraction ?.....	191
Conclusion.....	195
2. Construction d'une méthodologie de « défixation » pour sortir de l'innovation orpheline.....	196

Chapitre XII – Application d'une méthodologie de défixation dans une situation empirique d'innovation orpheline : expérimentation collective avec le cluster I-Care, architecte de l'inconnu..... 200

1. Déploiement de la méthodologie de défixation sur le cas de l'aide à l'autonomie des personnes âgées...	201
1.1. Caractériser l'innovation orpheline et en construire un diagnostic	202
1.2. Identification de la fixation collective et construction d'exemples expansifs.....	203

1.3. Sortir de l'innovation orpheline : un séminaire de conception innovante en collectif pour agir sur l'interaction entre les imaginaires	204
1.4. Le suivi de la thématique : mise en place d'actions génératrices variées.....	206
2. Structuration des activités d'un cluster régional : le cluster I-Care, un architecte de l'inconnu.....	208
3. Appropriation d'une méthodologie : les activités du cluster I-Care sur la thématique des implants personnalisés et sur le traitement du cancer par les sciences de l'ingénieur	208
Chapitre XIII – Figure managériale de l'architecte de l'inconnu	211
1. Modèle cognitif, modèle d'action et performance de l'architecte.....	211
2. Positionnement de la figure de l'architecte par rapport aux rôles classiques des processus d'innovation.....	213
3. L'architecte de l'inconnu, un nouvel acteur ?	216
3.1. Un architecte-entrepreneur sans référentiel : le cas de Nutriset	216
3.2. Une forme collégiale de l'architecte de l'inconnu : le cas de la Lunar Society	220
Conclusion : l'architecte, catalyseur d'une action pour sortir de l'innovation orpheline	222
Conclusion générale.....	228
1. Messages principaux de la thèse : résultats et limites de l'étude d'une phénoménologie nouvelle.....	228
2. Des notions enrichies par le travail de recherche.....	230
3. Des implications managériales pour le pilotage des écosystèmes innovants	231
4. Un travail qui soulève des questions dans différents champs disciplinaires.....	232
Références bibliographiques.....	234
Liste des publications associées à la thèse.....	244
Annexes	245
Table des figures	251

Introduction générale : Appréhender les dynamiques industrielles contemporaines sous l'angle de la conception et de la psychologie cognitive

Chapitre I – Contexte et problématique de recherche

1. L'étude des dynamiques industrielles et des processus d'innovation dépassant le cadre de l'entreprise
2. Les crises contemporaines de l'industrie
3. Comprendre les blocages des dynamiques industrielles : une approche duale par les théories de la conception et les sciences cognitives
4. La problématique de recherche

Chapitre II – Etudier les blocages des dynamiques industrielles contemporaines : rationalisation et méthodologie de recherche

1. L'étude d'un cas extrême de blocage de dynamique industrielle : l'innovation orpheline
2. Un balayage de différents niveaux théoriques
3. L'itinéraire de recherche et la mobilisation de différentes approches méthodologiques

Conclusion – Synopsis de la thèse

Le visible ouvre nos regards sur l'invisible (Anaxagore)

INTRODUCTION GENERALE : APPREHENDER LES DYNAMIQUES INDUSTRIELLES CONTEMPORAINES SOUS L'ANGLE DE LA CONCEPTION ET DE LA PSYCHOLOGIE COGNITIVE

Le changement de nature des processus industriels suscite aujourd'hui de nombreux enjeux quant à la compréhension de la croissance économique, de ses composantes ainsi que des leviers d'action qui peuvent la stimuler. En effet, les activités d'innovation appelant créativité et renouvellement des métiers et des compétences sont aujourd'hui au cœur des problématiques industrielles. La maîtrise des dynamiques industrielles dans un contexte d'innovation devient une préoccupation légitime et de nombreuses actions sont menées dans ce sens, qu'elles soient conduites par un industriel cherchant un avantage compétitif dans le pilotage de son écosystème d'affaires ou par des instances publiques ayant pour vocation de stimuler l'économie *via* l'innovation. La tendance à étudier ces processus selon les coûts de production et de la rationalité des agents dans les prises de décision semble trop limitée aux vues des enjeux contemporains. L'enjeu scientifique aujourd'hui est d'intégrer dans l'étude des dynamiques industrielles les raisonnements de conception et les biais cognitifs dans les raisonnements créatifs.

Ainsi, la question des blocages des dynamiques industrielles s'avère cruciale et nécessite un effort théorique pour permettre de mieux cerner la nature des causes de ces blocages. En particulier, l'impact des biais cognitifs sur les mécanismes d'essor ou de stagnation d'une dynamique industrielle reste encore à explorer. Nous proposons de mobiliser deux approches pour étudier les blocages de dynamique industrielle: les théories de la conception pour étudier les processus d'innovation et les modèles en psychologie cognitive pour relier les biais cognitifs individuels et collectifs à la caractérisation de blocages d'une dynamique industrielle. La thèse étudie ainsi comment une approche en conception peut permettre d'expliquer les blocages cognitifs des dynamiques industrielles et de proposer des leviers d'action pour les débloquer.

L'introduction de la thèse discutera dans un premier temps du contexte académique des travaux présentés et exposera la problématique de recherche (Chapitre I). Nous présenterons ensuite comment l'étude de cette problématique a conduit à construire un itinéraire de recherche dont nous exposerons la méthodologie (Chapitre II). Cela permettra d'exposer les différents cadres théoriques mobiliser pour comprendre les logiques de conception et les phénomènes cognitifs au sein des dynamiques industrielles. La conclusion résumera la structure du document ainsi que les principaux résultats avancés dans la thèse.

Chapitre I – Contexte et problématique de recherche

Nous allons aborder, dans le cadre de la thèse, la question du blocage des dynamiques industrielles. Afin de situer cette problématique, nous présenterons dans le premier chapitre les travaux contemporains en sciences de gestion qui se sont attachés à l'étude des dynamiques industrielles (I.1) et nous situerons la place de l'étude des blocages des dynamiques dans ces travaux (II.2). Nous montrerons en quoi une approche conjuguant conception et sciences cognitives est pertinente (II.3) puis nous formulerons la problématique de recherche (II.4).

1. L'étude des dynamiques industrielles et des processus d'innovation dépassant le cadre de l'entreprise

Depuis de nombreuses années, les chercheurs en gestion se sont penchés sur les processus d'innovation qui permettent à différents acteurs de renouveler leur offre de produits ou de services, et de faire évoluer les modèles d'affaires et les valeurs associés. L'étude de ces processus d'innovation s'est fait généralement au niveau du projet (Henderson & Clark, 1990 ; Gareil, 1998 ; Lenfle, 2008 ; Hooge, 2010) ou de l'entreprise (Le Masson, Weil & Hatchuel, 2006). Cependant, une entreprise n'est pas un élément isolé. Elle s'inscrit dans un écosystème d'acteurs, un réseau incluant par exemple le fournisseur, le client, le prescripteur. Elle n'est donc pas une structure indépendante, mais un élément d'un ensemble de collectifs en interaction, que ce soit par exemple sous des formes de compétition, de complémentarité ou de symbiose. Il apparaît donc pertinent d'étudier les processus d'innovation à une maille d'analyse dépassant le cadre strict de l'entreprise. Divers angles ont déjà été adoptés pour décrire une dynamique industrielle, au sens de l'ensemble des interactions entre un acteur économique et son environnement, du point de vue de la compétitivité et de la productivité.

La notion de cluster développée par Porter (1998) désigne des concentrations géographiques d'acteurs – académiques, industriels, institutionnels – autour d'une thématique spécifique. Ainsi, le district italien du cuir et de la confection (Becattini, 2002), la *Silicon Valley* (Saxenian, 1994) ou encore le cluster du vin californien (Porter, 1998) sont devenus des exemples emblématiques d'un phénomène pourtant connu depuis des années, à savoir que la proximité et la localisation ont une importance forte dans les dynamiques industrielles (Marshall, 1920; Becattini, 1979; Krugman, 1991). Cette notion de cluster permet de souligner les impacts de la co-localisation sur la productivité des entreprises en facilitant notamment l'accès à la main d'œuvre et aux fournisseurs. La co-localisation impacte également les capacités individuelles à innover en facilitant les stratégies de co-développement impliquant les partenaires et les fournisseurs, ainsi qu'en fluidifiant les échanges de biens, de technologies mais aussi de connaissances tacites par des mécanismes de débordement de connaissances (ou *knowledge spillover*) (Audretsch & Feldman, 1996).

Approfondissant ce focus sur les modalités de la circulation de la connaissance au sein de collectifs, les travaux de Cohendet, Créplet, et Dupouët (2003) ont amené à la caractérisation des communautés de pratique et des communautés épistémiques, structures construites sur une adhésion

de l'ensemble des membres à une passion commune ou à une autorité procédurale. Ces communautés peuvent s'incarner dans différentes structures, et sont alors des espaces qui déclenchent « le processus de création de connaissance » (*ibid.*). La communauté de pratique se distingue de la communauté épistémique dans les modalités structurelles et organisationnelles : la communauté épistémique est structurée dans le but explicite de produire de nouvelles connaissances, alors que ces nouvelles connaissances se développent informellement dans la communauté de pratique *via* les pratiques et les retours d'expérience sur celles-ci. Les écrits sur les communautés de pratiques montrent ainsi comment les interactions entre acteurs exécutant une même activité contribuent à faire évoluer leurs connaissances respectives (Cohendet, Grandadam & Simon 2008).

Lorsque ces communautés dépassent le cadre de l'entreprise, la question du partage de la valeur et du partage des tâches peut devenir prégnante. Poursuivant les travaux de Teece (1986) autour du partage de la valeur d'une innovation entre le concepteur et les détenteurs d'actifs complémentaires à cette innovation, Jacobides, Knudsen, et Augier (2006) ont proposé la notion d'architecture industrielle, c'est-à-dire un modèle de division du travail entre des entreprises liées entre elles. Cette littérature met en évidence les stratégies que peut déployer une entreprise pour influencer sur l'architecture de son secteur afin de créer un « avantage architectural »¹ dans sa politique d'innovation. Les relations entre les acteurs sont alors perçues comme articulées sur des interfaces qui permettent à deux entités (ou plus) de se partager le travail, dans une perspective de co-spécialisation des acteurs. La notion d'architecture industrielle apporte ainsi un éclairage sur les mécanismes de partage des tâches, ainsi que sur les règles d'appropriation de la valeur créée.

Aujourd'hui, les relations d'une entreprise avec son environnement se diversifient et ne sont plus uniquement du ressort du partage de valeur et du travail. En effet, les modalités d'échange et d'interactions entre des acteurs économiques sont complexes et peuvent recouvrir des réalités aussi diverses que la prescription, la réglementation, mais aussi les externalités négatives (comme la pollution des ressources) ou les comportements de stratégie collective (Astley & Fombrun, 1983; Yami, 2003). Pour éclairer la diversité de la nature des liens d'une entreprise avec son environnement, la notion d'écosystème est aujourd'hui devenue incontournable. Le terme « écosystème », emprunté à l'écologie, a été repris par des chercheurs en sciences sociales il y a près de vingt ans (Moore, 1993) pour mettre l'accent sur la prise en compte par les entreprises de l'environnement dans lequel elles évoluent. Beaucoup d'entreprises ont en effet compris les bénéfices qu'elles pouvaient tirer d'une meilleure coordination des différents acteurs impliqués dans leur secteur. Dans la littérature en sciences sociales, le terme d'écosystème d'affaires (*business ecosystem*) fut développé par Moore

¹ L'avantage architectural proposé par (Jacobides et al 2006) est décrit comme l'avantage concurrentiel acquis du fait de l'opportunité pour un acteur d'organiser l'architecture industrielle, et de penser sa place au sein de cette architecture en fonction de ses capacités d'action, lui permettant de capturer un partie disproportionnée des gains créés par une innovation (*ibid.* p.1206).

(*ibid.*) pour rendre compte de l'ensemble des interdépendances qui existent entre les acteurs au sein d'un réseau industriel :

« an economic community supported by a foundation of interacting organizations and individuals – the organisms of the business world (...) companies co-evolve capabilities around a new innovation: they work cooperatively and competitively to support new products, satisfy customer needs, and eventually incorporate the next round of innovations" (Moore 1993, p76)²

Cette proposition de Moore, reprise par plusieurs auteurs (Gueguen & Torrès, 2004; Iansiti & Levien, 2004; Peltoniemi & Vuori, 2004; Rohrbeck, Hölzle, & Gemünden, 2009), met en évidence les liens variés qu'entretiennent l'ensemble des acteurs économiques sur une innovation ou une famille de produits innovants en concurrence (Adner, 2006). Ces acteurs peuvent être des intégrateurs, des fournisseurs, des « complémenteurs », des clients, des prescripteurs, des financeurs, *etc.* Plusieurs fondements théoriques de la notion d'écosystème d'affaires ont déjà été avancés (Gueguen & Torres, 2004; Peltoniemi & Vuori, 2004), notamment la théorie des systèmes complexes (Stacey, 1995), et la théorie des stratégies collectives (Astley & Fombrun, 1983). Ces propositions explicitent d'une part comment la notion d'écosystème enrichit l'étude des processus d'auto-organisation des systèmes complexes, ceux-ci contenant des sous-ensembles relativement indépendants mais fortement interconnectés et interactifs. Les processus de complémentarité et de symbiose entre acteurs de différentes natures au sein d'un même écosystème renvoient, d'autre part, aux processus de coopération étudiés par la théorie des stratégies collectives.

Cette analogie avec les écosystèmes biologiques permet d'étudier la nature des relations entre un ensemble d'acteurs, en particulier les relations d'une firme avec son environnement au sens large. Cela implique de prendre en compte les phénomènes de prescription ou de régulation par exemple. Un écosystème n'est donc pas un objet en soi, mais un système observé, un cadre de référence permettant l'analyse de la nature des liens entre des acteurs économiques et caractérisant les diverses fonctions assurées par un ensemble d'agents au sein d'un milieu (Agogué, Berthet, & Hooge, 2012). Cependant, cette notion d'écosystème ne permet pas de caractériser les processus d'innovation conduits. En effet, la description exhaustive d'un écosystème n'est possible qu'à un moment donné, au travers d'une photographie de son état. Son interprétation en tant que système dynamique en constante évolution et régénération se fait en figeant la définition de la nature des acteurs et de la nature des relations que ces acteurs entretiennent entre eux. Pour prendre en compte l'innovation, il faut pouvoir caractériser l'évolution des connaissances, des compétences, des relations entre acteurs, *etc.* Ainsi, un ensemble de

² Nous prenons le parti dans cette thèse de présenter l'ensemble des citations dans leur langue d'origine, afin de laisser au lecteur l'appréciation entière du contenu cité, et proposons de façon systématique en note de bas de page une traduction du passage repris. Notre traduction : « les capacités des entreprises co-évoluent autour d'une nouvelle innovation: les acteurs travaillent en collaboration et en compétition pour concevoir de nouveaux produits, satisfaire les besoins des clients et, finalement, penser la prochaine vague d'innovations ».

travaux a ainsi porté sur l'étude de l'innovation en tant qu'activité et non en tant que résultat et produit mis sur le marché, mettant en lumière les processus de conception conduisant à l'innovation (Elmqvist, 2007; Hatchuel, 1994; Hatchuel & Weil, 2004, 2008; Le Masson, 2001; Lenfle, 2001; Midler, 2004; Segrestin, 2003; Weil, 1999). Ces recherches ont abordé en profondeur les raisonnements ainsi que les différentes formes organisationnelles permettant à une entreprise de muter vers une démarche de conception innovante. Cependant, c'est plutôt au niveau de l'entreprise que les efforts de modélisation ont jusque-là porté (Béjean, 2008; Chapel, 1997; Felk, 2011; Le Masson, Weil & Hatchuel, 2006), même si quelques travaux séminaux ont généré des éclairages divers sur la question du collectif d'innovation, que ce soit au travers de *l'open-innovation* (Benkeltoom, 2009; Chesbrough, 2003; Von Hippel & Von Krogh, 2003), des partenariats d'exploration (Segrestin, 2006), ou encore des partenariats inter-industries (Gillier, 2010).

Par conséquent, pour comprendre les dynamiques d'innovation, l'étude des processus de conception est nécessaire mais la conception reste absente de l'ensemble des modélisations de dynamique industrielle, alors que divers travaux (Segrestin, 2003; Gawer, 2009) indiquent que les processus de conception sortent aujourd'hui également du scope de l'entreprise. Nous proposons d'étudier dans la présente thèse les mécanismes industriels et économiques à l'échelle d'un collectif d'acteurs se coordonnant dans le but de concevoir, produire et proposer sur le marché des biens nouveaux. Nous choisissons d'adopter la **terminologie d'industrie** pour décrire cette maille d'analyse, même si le sens le plus courant de ce terme – un ensemble de processus de transformation de matières premières conduisant à la mise sur le marché de biens – ne permet pas de caractériser la richesse des capacités d'action des acteurs, ni la variété des modalités d'interaction et de coordination qu'ils peuvent construire. Aussi, pour nous permettre de replacer les processus de conception au cœur d'un écosystème d'acteurs économiques, nous proposons de donner un sens à la notion d'industrie différent de celui qui s'est historiquement construit. En effet, le terme d'industrie, s'il est aujourd'hui principalement utilisé pour décrire les processus de transformations de matières premières conduisant à la mise sur le marché de biens, fut longtemps employé pour décrire le savoir-faire, l'ingéniosité, l'esprit d'invention, l'aptitude. Mobiliser cette expression d'industrie nous renvoie donc à intégrer la nature des activités non seulement de production, mais aussi de conception. Comment comprendre alors plus précisément l'enrichissement de ce terme d'industrie, et comment qualifier en particulier le « faire industrie » par rapport au « faire partie d'un écosystème d'affaires » ?

2. Les crises contemporaines de l'industrie

Les études des dynamiques industrielles présentent le plus souvent les facteurs de succès, les conditions organisationnelles ou managériales conduisant à des propositions très innovantes et de fait à l'essor d'un marché ; mais les processus d'innovation ne conduisent pas nécessairement à des phénomènes de croissance. Parfois, les dynamiques industrielles se bloquent, s'enraient.

Le secteur de la domotique est un exemple typique de dynamique industrielle où il n'y a que peu de croissance. L'enjeu de la domotique est d'utiliser les développements technologiques de différents secteurs – informatique, énergétique, robotique, *etc.* – au service de l'amélioration du confort et de la sécurité dans l'habitat (Brun, 1988). L'intérêt des industriels pour la domotique débute dans le milieu des années 1980. Dès 1985-1986, différents produits sont mis sur le marché, sans pour autant rencontrer de succès, alors que l'amélioration de la qualité de vie et de l'habitat sont des sujets où une demande existe, en témoigne l'engouement marqué pour l'ameublement ou encore la décoration. De nombreuses raisons sont avancées par les acteurs du secteur pour expliquer ce manque de croissance : le manque de liberté ressenti par les clients potentiels, obligés d'acquiescer tout un ensemble de produits chez un même fournisseur, le manque de facilité d'utilisation ou encore la valeur ajoutée faible en regard d'un prix généralement élevé. Aujourd'hui encore, de nombreux efforts de recherche et développement (R&D) sont menés sur le sujet, même si le terme de domotique, trop connoté par une déception du grand public pour ces technologies qui promettaient un habitat meilleur, est souvent délaissé au profit de la formule « maison intelligente ».

2.1. Une dichotomie classique : un marché sans offre technologique versus une technologie sans débouché sur le marché

Les propositions de la littérature pour expliquer les dynamiques et les blocages de certains secteurs industriels s'articulent classiquement autour d'une dichotomie s'appuyant sur le modèle de l'offre et de la demande : si une offre ne rencontre pas de succès, c'est que la demande est inexistante, si une demande n'est pas satisfaite, c'est que l'offre n'existe pas ou tout du moins qu'elle est diffusée sur le marché de manière inadéquate. La représentation classique d'une industrie, à savoir un ensemble d'activités économiques fondées sur la transformation des matières premières, conduit en effet à penser ses blocages soit comme une demande sur un marché pour laquelle aucune ressource n'est mobilisée (marché sans technologie), soit comme une offre technologique qui ne rencontre pas le succès escompté sur le marché (technologie sans marché).

Cette dichotomie s'inscrit dans la vision « *technology-push* » / « *demand-pull* » des processus d'innovation (Chidamber & Kon, 1994). En effet, la littérature sur les avantages compétitifs liés à l'innovation est partagée entre deux approches, la première soulignant les pressions que peut exercer un marché pour influencer un changement technologique (la théorie du « *demand-pull* »), la seconde définissant l'innovation technologique comme un agent autonome de toute perspective de marché (la théorie du « *technology-push* »).

« The push argument suggests that innovation is driven by science, which in turn drives technology and application. The pull argument suggests the opposite, that

user demand is the primary factor and that markets, users and applications are, or should be, the key drivers of innovation. »³ (Chidamber & Kon, 1994)

Si aujourd'hui cette distinction fondamentale entre ces deux approches a été fortement nuancée et la capacité du marché à émettre des signaux impactant les avancées technologiques discutée (Mowery & Rosenberg, 1979), la perception contemporaine des crises de l'innovation repose encore fortement sur la dualité {marché sans technologie} ; {technologie sans marché}.

2.2. Des situations empiriques en dehors du paradigme marché versus technologie qui soulignent des difficultés dans les activités de conception

Nous proposons de contraster cette dichotomie avec différentes crises qui sont décrites dans la littérature et qui ne renvoient pas à des situations clairement identifiables comme relevant de l'une ou l'autre des explications classiques présentées ci-dessus. Il existe en effet des cas de blocages où la demande existe, où les efforts de R&D sont fournis, mais où, pourtant, la dynamique industrielle apparaît comme enrayée. On peut ainsi penser aux technologies « éternellement émergentes » ou encore aux effets de bulle technologique générée par des phénomènes d'« attentes » (ou *expectations*).

2.2.1. Les technologies éternellement émergentes

Une technologie éternellement émergente est une innovation qui se maintient durablement en phase d'émergence, et dont la croissance est prédite par l'ensemble des acteurs, alors même que son succès commercial reste inexistant (Fréry, 2000). L'auteur définit ainsi les technologies éternellement émergentes comme

« des technologies de substitution qui sont des échecs incontestables, incapables de menacer les acteurs établis, inaptés à dégager un avantage concurrentiel, condamnées par un rapport qualité-prix défavorable et par un parc installé dominant, et qui pourtant font l'objet de prévisions résolument optimistes et récurrentes pendant des périodes parfois extrêmement longues ». (ibid, p1).

Plusieurs exemples de technologies éternellement émergentes peuvent être étudiés : le visiophone, la domotique, ou encore la pile à combustible. Le cas de la pile à combustible est symptomatique de ces technologies qui semblent toujours promises à un succès futur sans le concrétiser (Blunier & Miraoui 2009). En 1839, l'avocat britannique William Grove découvre que la

³ Notre traduction : « L'argument « push » suggère que l'innovation est générée par la science, ce qui entraîne à son tour le développement technologique et son application. L'argument « pull » suggère le contraire, que la demande des utilisateurs est le principal facteur et que les marchés, les utilisateurs et les applications sont, ou devraient être, les principaux moteurs de l'innovation ».

réaction d'électrolyse inverse de l'eau produit de l'électricité : il conçoit alors le premier modèle de laboratoire de pile à combustible. Mais à la fin du XIX^{ème}, le moteur à explosion se développe pour la production décentralisée d'électricité, laissant peu de place à la concurrence, notamment aux piles à combustible à hydrogène dont le prix reste très élevé. En 1953, la pile à combustible refait surface avec la réalisation d'un premier prototype par Francis T. Bacon. Offrant de belles perspectives aux voyages spatiaux, cette technologie jouit d'une seconde vague de confiance dans les années 60. Les années 70 et le premier choc pétrolier confirment l'intérêt des chercheurs pour la pile à combustible, et la recherche fondamentale s'active autour de cette technologie. Pourtant, dans les années 80, les financements s'essoufflent, la technologie a du mal à émerger et l'Europe, exceptée l'Allemagne, décide de ralentir les recherches, contrairement aux USA, au Canada et au Japon qui poursuivent leurs efforts pour devenir leader dans le domaine. Les premiers démonstrateurs de véhicules utilisant des piles à combustibles apparaissent dans les années 90 et suscitent un regain d'intérêt pour cette technologie « propre ». Les constructeurs automobiles annoncent des lancements de voitures utilisant des piles à combustibles pour les années 2000, mais face aux difficultés d'industrialisation qu'ils rencontrent, tous repoussent les échéances. Le début du XXI^{ème} siècle marque alors le début de la désillusion, et malgré des annonces récurrentes sur le nombre de piles vendues, le marché ne décolle pas. La pile à combustible reste à ce jour encore une technologie émergente, et cela depuis désormais plus d'un siècle.

L'analyse par la littérature des situations de technologies éternellement émergentes est soutenue par l'idée que le succès de l'innovation ne réside pas uniquement dans la technologie proposée et dans l'existence d'un marché mais dans les mécanismes de diffusion et de substitution aux produits existants (Fréry, 2000).

2.2.2 Les bulles spéculatives et les phénomènes d'attente

L'émergence de nouvelles technologies peut advenir dans un contexte où la demande est forte, et suscite des phénomènes d'attentes (ou *expectations*) auprès des concepteurs et auprès de la société, des clients potentiels. Dans leur éditorial du numéro spécial sur les *expectations* du journal *Technology Analysis and Strategic Management* sorti en 2006, Borup, Brown, Konrad, et Van Lente (2006) ont défini ces attentes comme suit :

« While expectations in their general form can be defined as the state of looking forward (from Latin, exspectatio, looking, waiting for), technological expectations can more specifically be described as real-time representations of future technological situations and capabilities »⁴. (Borup et al 2006, p286)

⁴ Notre traduction : « Alors que les attentes dans leur forme générale peuvent être définies comme le fait de regarder vers l'avant (du latin, exspectatio, regarder, attendre), les attentes technologiques peuvent plus précisément être décrites comme des représentations en temps réel de situations et de capacités technologiques futures ».

La littérature a en effet révélé dans de nombreux travaux (Van Lente, 1993; Van Lente & Rip, 1998; Van Merkerk & Robinson, 2006) comment les attentes peuvent orienter les activités, fournir des cadres de travail aux concepteurs, susciter l'intérêt et attirer les investisseurs. Elles conduisent à un alignement des acteurs et des ressources dans un but commun.

« *Expectations, visions and beliefs have the dynamic of self-fulfilling prophecies, because they guide R&D activities that work towards realising them.* »⁵ (Geels & Raven, 2006)

Si ces attentes peuvent aider à mobiliser des ressources à tous les niveaux, ce phénomène n'est pas nécessairement positif. Des effets dits de bulle ou de « bulle spéculative » peuvent advenir (Borup et al., 2006; Le Masson, Aggeri, Barbier, & Caron, 2011), quand l'implication et l'investissement d'un ensemble d'acteurs sur un paradigme technologique sont suivis de propositions technologiques décevantes pour le client final, créant des préjudices en termes de réputation et d'affectation des ressources et des investissements. Les phénomènes d'attentes conduisent à un alignement des efforts au sein d'une même vision partagée ; or un tel alignement peut créer des irréversibilités lorsque retombent les bulles spéculatives suite au succès mitigé des propositions technologiques (Robinson & Propp, 2008).

Geels et Raven (2006) ont ainsi montré que le développement du biogaz et des usines de production d'une telle ressource aux Pays-Bas avait subi un phénomène de bulle spéculative entre 1978 et 2005. En effet, des effets de mode très contrastés sont apparus du fait de la diffusion de projections plus ou moins bien étayées sur les prix de l'énergie et les coûts engendrés par la construction d'usines à biogaz. La non-linéarité dans le temps de la rentabilité du biogaz aux Pays-Bas a engendré des déceptions auprès des investisseurs, des institutionnels et des clients lorsque les perspectives de rentabilité ont commencé à baisser, alors que les propositions innovantes continuaient d'affluer. Ainsi, alors que des propositions technologiques sont faites et qu'une demande existe, l'envolée des attentes peut conduire à des effets de bulle. Et l'éclatement de cette bulle de mener au rejet des innovations proposées, jugées comme décevantes au regard des promesses qui avaient été faites.

2.2.3. Sortir du paradigme technologie / marché pour comprendre les crises industrielles contemporaines

Dans les diverses situations que nous venons de décrire, la demande existe, des ressources sont mobilisées pour construire une offre, des propositions innovantes sont formulées, et pourtant aucune croissance n'est constatée. Il apparaît risqué de n'évaluer les crises des dynamiques industrielles contemporaines que sous l'angle des théories *demand-pull / technology-push*. Il semble

⁵ Notre traduction : « *Les attentes, visions et croyances ont la dynamique de prophéties auto-réalisatrices, dans le sens où elles guident les activités de R&D sur la voie qui permet de les réaliser* »

que la demande du marché et l'offre technologique jouent des rôles plus complexes dans les processus de croissance et de dynamique industrielle, et que l'interaction entre les acteurs récepteurs – supportant le « *demand pull* » – et les acteurs concepteurs – menant le « *technology push* » – doit être approfondie.

Ce paradigme technologie / marché a été critiqué, notamment par la théorie de l'acteur-réseau (Latour, 1987) qui souligne que les situations d'échanges s'opèrent au travers de processus de traduction entre une offre complexe et une demande souvent tacite et mal formulée (Callon, 1992). Ces phénomènes de traduction soulignent surtout que les mécanismes d'introduction de nouveauté sur le marché consistent à passer d'une offre non constituée à une offre constituée, par des échanges entre acteurs sur des offres et des demandes qui n'existent pas encore. Cependant, sortir de ce paradigme pour étudier les blocages à l'innovation soulève plusieurs questions : quelle est la nature de ce qui est échangé lors de ces processus de traduction ? S'il y a blocage alors même que les mécanismes de traduction entre offre et demande opèrent, ne serait-ce pas du fait de biais au sein de ce processus de traduction ? Ce biais serait-il alors d'ordre cognitif ?

3. Comprendre les blocages des dynamiques industrielles : une approche mixte par les théories de la conception et les sciences cognitives

Comment alors étudier les blocages des dynamiques industrielles sans tomber dans le piège d'une dichotomie opposant technologie et marché, et en soulignant les logiques de conception et de biais cognitifs ? Il apparaît qu'il faut remettre au centre du débat les processus de conception, qui sont jusque là peu débattus dans la littérature sur les dynamiques industrielles, alors qu'ils semblent critiques pour comprendre les crises contemporaines de l'industrie (3.1). Pour compléter l'approche par les théories de la conception, nous proposons d'adopter un angle cognitif, de nombreux travaux en sciences cognitives soulignant les biais cognitifs dans les processus de raisonnement au niveau individuel (3.2). Le cadre théorique de la conception est alors proposé comme permettant d'étendre l'étude de biais cognitifs individuels à des activités menées par des collectifs (3.3).

3.1. La conception, ressort caché des dynamiques industrielles

Comment restaurer la place de la conception dans l'action collective à la maille d'étude d'une industrie ? Les travaux menés au sein du programme ANR « R&D, Innovation et transformation des entreprises » offrent des premiers éléments de réponse⁶. Ce programme de recherche a lancé un

⁶ Le projet RITE (R&D, Innovation et transformation des entreprises) est un projet qui a été financé par l'Agence Nationale de la Recherche entre 2008 et 2011. Ce programme de recherche a été coordonné par des chercheurs du CGS de l'Ecole des Mines de Paris, et a réuni des économistes, des historiens et des sociologues. L'ensemble des travaux de la thèse a été élaboré, présenté et discuté dans ce cadre académique.

ensemble de travaux autour de la spécification d'un objet descripteur des activités de conception, le régime de conception innovante – vu comme un ensemble d'activités dans lesquelles les concepts travaillés et les connaissances mobilisées pour ce faire ne sont pas donnés au départ dans leur intégralité mais font eux-mêmes l'objet d'une activité de conception collective (Hatchuel & Weil, 2008). Ces travaux ont mis en évidence des dynamiques industrielles très contrastées en proposant un cadre théorique s'articulant sur trois plans distincts : l'espace des connaissances, l'espace des acteurs, et l'espace des concepts. Ce triptyque proposé par Weil, Le Masson et Minguet (2011) traduit les interactions entre des acteurs, leurs connaissances et leurs concepts au sein d'une dynamique industrielle. L'espace des connaissances désigne une partie des ressources de conception mobilisables par un acteur : les connaissances sur les biens existants, sur les valeurs contemporaines, sur les tendances, sur les réglementations, *etc.* Ces connaissances peuvent être tacites et non partagées par l'ensemble des acteurs. L'espace des acteurs comprend l'ensemble des parties prenantes du processus de conception : les concepteurs à proprement parler, mais aussi les législateurs, les complémenteurs, les fournisseurs, les prescripteurs, les usagers, *etc.* L'espace des acteurs recouvre ainsi des formes sociales et juridiques très variées, et rend compte de la diversité des intérêts au sein d'une même industrie. Enfin, l'espace des concepts désigne l'ensemble des concepts, des désirs, des aspirations de l'ensemble des acteurs. La nature d'un régime de conception se caractérise alors par les inconnus que les acteurs le constituant sont capables d'adresser, et par la puissance d'expansion potentielle des acteurs étant données les connaissances mobilisables (*ibid.*).

Au sein de ce cadre théorique, diverses dynamiques industrielles peuvent être étudiées, tant du point de vue de raisonnement que du point de vue organisationnel. Sur le plan du raisonnement, le programme RITE a mis en évidence que l'ensemble des connaissances, des acteurs et des concepts doivent évoluer conjointement. Parallèlement, les recherches menées dans les cas de forte croissance ont également dégagé des formes organisationnelles nouvelles, baptisées « collège de l'inconnu ». Un collège de l'inconnu est un collectif où les membres se connaissent et ont une grande influence sur le reste de l'industrie. Toutefois, le collège de l'inconnu n'est pas orienté vers un paradigme unique et précis, une technologie spécifique, mais se veut pilote de l'exploration de technologies émergentes et du renouvellement durable des concepts. La notion de « collège de l'inconnu » est une analogie avec celle de « collège invisible » proposée par Crane (1972) qui, dans l'étude des réseaux de recherche, avait analysé un cercle de chercheurs ayant des liens directs et indirects, et influençant les travaux du reste de la communauté. Ainsi, des structures telles que l'ITRS – *International Technology Roadmap for Semiconductors* – au sein de l'industrie des semi-conducteurs (Cogez, Le Masson, & Weil, 2012; Schaller & Kash, 2004) ou encore l'association « Construire en Chanvre » dans la construction utilisant des fibres végétales (Caron, Barbier, Le Masson, & Aggeri, 2008; Le Masson et al., 2011) sont des collèges de l'inconnu. Il s'agit en effet de formes d'action collective qui se situent à un niveau intermédiaire entre la firme et l'économie dans son ensemble et qui s'attachent à piloter le renouvellement de l'innovation de rupture (en termes de marché et de produit). Ces collèges de l'inconnu se rassemblent donc pour explorer collectivement de nouveaux concepts, et cela de manière répétée et soutenue.

Ainsi, une approche par les théories de la conception nous permet de modéliser les raisonnements de conception en s'appuyant sur l'étude des connaissances, des concepts et des acteurs au sein d'une dynamique industrielle.

3.2. Les biais cognitifs dans les processus de raisonnement : étude de phénomènes au niveau individuel

Au sein des travaux en conception, la question des raisonnements de conception à tenir est primordiale. Nous avons de plus souligné qu'une cause possible au blocage des dynamiques industrielles pourrait s'inscrire dans une dimension cognitive. D'autres disciplines que les sciences de gestion se sont déjà penchées sur les questions de blocage dans les processus de raisonnement, tout particulièrement au niveau cognitif. L'étude des biais cognitifs, *i.e.* des déviations du jugement par rapport à un jugement rationnel, est en effet au cœur de travaux en psychologie cognitive. Le terme « biais » fait référence au fait que l'erreur commise est souvent systématique et ses déterminants sont à rechercher dans les mécanismes mis en jeu dans le traitement cognitif appliqué à la situation donnée.

Divers travaux ont ainsi identifié des biais dans de multiples domaines : jugement de probabilité et prise de décision (Allais, 1953; Kahneman & Tversky, 1982), raisonnement déductif et inductif (Frederick, 2005; Kahneman & Tversky, 1972), ou encore relations sociales (Drozda-Senkowska, 1999). Dans le cadre de la prise de décision, les biais cognitifs ont été étudiés pour expliquer l'écart entre les décisions rationnelles selon les modèles de la théorie de la décision et les décisions effectivement prises par les individus (Kahneman, 2003; Kahneman & Frederick, 2007; Kahneman & Tversky, 1982). Plusieurs travaux ont montré que lorsqu'un biais cognitif apparaît, les stratégies pour lever ce biais conduisent à inhiber l'utilisation d'heuristiques de nature intuitive pour mobiliser des raisonnements logiques (Houdé, 1995 ; 2001). En effet, des expériences sur les biais de raisonnement, chez l'adulte et chez l'enfant, montrent que ces biais cognitifs ne résultent pas d'un manque de connaissance, mais bien d'une incapacité à inhiber une heuristique conduisant à des prises de décision ou à des résolutions de problèmes inadéquates (Houdé, 1995; Houdé & Tzourio-Mazoyer, 2003). L'inhibition est une forme de contrôle cognitif qui permet de résister aux automatismes, à l'intuition, à l'activation spontanée de connaissances et d'heuristiques (Houdé 2000). Pour sortir des biais de raisonnement résultant du conflit entre système intuitif et système logique, les individus doivent inhiber le système de type intuitif (Evans, 2008).

Les travaux en psychologie cognitive ont aujourd'hui étendu l'étude des biais cognitifs individuels aux problèmes de créativité et ont mis en évidence l'existence d'effets de fixation dans des situations de conception (Smith, Ward & Finke, 1995). Diverses études (Abraham & Windmann, 2007; Smith, Ward, & Schumacher, 1993; Smith, Ward, & Finke, 1995; Jansson & Smith, 1991) ont montré comment les individus s'appuient sur leurs connaissances existantes et sur des attributs génériques pour répondre à des tâches créatives, conduisant à l'exploration restreinte de la trajectoire de moindre de résistance (Ward et al ; 2005), *i.e.* la stratégie la plus couramment employée. Ce biais cognitif est

conditionné par l'activation spontanée de connaissances relatives aux solutions « classiques » du problème donné, et contraint l'exploration de solutions alternatives.

Si les théories de la conception permettent de modéliser l'ensemble des raisonnements créatifs au sein d'une industrie, la psychologie cognitive peut éclairer quant aux mécanismes qui conduisent des acteurs à ne pas utiliser l'ensemble des raisonnements de conception à leur disposition. Ainsi, le champ disciplinaire de la psychologie cognitive peut apporter de la substance quant à la nature du blocage que nous souhaitons étudier dans le cadre de la thèse, en mettant l'accent sur les processus cognitif sous-jacents.

3.3. Etendre l'étude des biais cognitifs individuels aux situations en collectif

Pour faire dialoguer les deux champs disciplinaires, nous proposons d'adopter une démarche similaire à celle qui a permis de faire dialoguer économistes et psychologues sur la rationalité des acteurs dans la prise de décision, à savoir s'appuyer sur un modèle théorique pour générer des discussions fructueuses (la théorie de la décision dans le cas du *problem-solving*). Dans le cadre qui nous intéresse, à savoir les situations de conception, une approche analogue conduit à proposer de se fonder sur un modèle théorique des raisonnements de conception (Le Masson et al, 2006) pour permettre le lien entre les sciences de gestion et la psychologie cognitive. Dans cette optique, nous proposons de mobiliser les modèles de la théorie de la conception innovante.

4. La problématique de recherche

Nous avons montré que toutes les dynamiques industrielles ne sont pas en pleine croissance, que les travaux en conception se sont jusque là attachés à caractériser les régimes de conception conduisant à des dynamiques de croissance et qu'il est intéressant de prendre en compte les mécanismes cognitifs sous-jacents. Il apparaît nécessaire d'enrichir la compréhension des blocages, notamment cognitifs, des dynamiques industrielles du point de vue de la conception. Le cadre théorique de la conception conduit en particulier à articuler cette compréhension selon deux angles : celui du raisonnement et celui de l'organisation. La problématique qui sous-tend l'ensemble de la thèse peut être posée selon la formulation suivante :

Une approche en conception permet-elle d'expliquer les blocages des dynamiques industrielles et de proposer des leviers d'action cognitifs et managériaux pour les débloquent ?

Chapitre II – Etudier les blocages des dynamiques industrielles contemporaines : rationalisation et méthodologie de recherche

Ayant exposé notre problématique, nous explicitons ici le cadre de notre analyse et la démarche adoptée pour expliquer les dynamiques industrielles bloquées et pour proposer des leviers d'action permettant de lever ces blocages. Pour ce faire, une approche par l'étude d'un cas extrême (Yin, 2003) de blocage de dynamique industrielle a été retenue (II.1). Cette approche permet une démarche de découverte d'une nouvelle phénoménologie, amenant à construire un chemin naviguant entre différents niveaux théoriques (II.2) et mobilisant différentes approches méthodologiques adaptées à la construction de notre propos (II.3). Nous précisons en particulier dans cette partie en quoi notre itinéraire de recherche diffère des approches méthodologiques classiques.

1. L'étude d'un cas extrême de blocage de dynamique industrielle : l'innovation orpheline

1.1. L'analyse d'un cas paroxystique

Etudier l'ensemble des blocages inhérents aux dynamiques industrielles est une tâche ambitieuse. Nous avons privilégié l'étude détaillée d'un cas extrême (Yin, 2003), combinant des les facteurs les plus contraignants et permettant d'étudier un type de blocage spécifique, avec la volonté que l'analyse de ce cas très particulier conduise à mieux comprendre les blocages des dynamiques industrielles dans leur ensemble. Cette démarche s'inscrit dans la ligne des études de cas typiques, ou paroxystiques. Pour Garel (1998), l'étude des cas typiques s'appuie sur des questionnaires ou des études cliniques – qui consistent à entrer dans les organisations pour les aider à formuler et à résoudre les problèmes qu'elles ont ressentis ou formulés (Lenfle, 2001). Cela amène le chercheur, à partir de monographies, à bâtir des typologies et à relier la formalisation de modèles, de « types idéaux », avec différentes analyses empiriques (Garel, 1998).

Dans cette perspective, la thèse se focalise sur l'étude d'une situation qui nous a semblé emblématique des blocages des dynamiques industrielles. Ainsi, nous avons choisi de nous pencher sur un cas paroxystique de situation de blocage. Nous étudierons dans la thèse des **situations où l'innovation produite par les capacités des acteurs en place est en deçà des attentes et des besoins, alors même que l'ensemble des conditions favorisant l'émergence de projets innovants semblent réunies (marché existant, financements divers, acteurs et efforts de R&D présents)**. Nous baptiserons ces situations **d'innovation orpheline** (Agogué, Le Masson, Robinson, 2012). Si l'on mobilise un langage économique pour caractériser une telle situation, il y a une « offre » (des ressources mobilisées) et il y a une « demande » : il s'agit donc d'un cas de blocage qui n'est pas explicable par les modèles classiques *{offre sans marché / demande sans offre}*.

1.2. Une démarche d'exploration d'une phénoménologie nouvelle pour construire trois questions de recherche

Le focus de la thèse sur un cas extrême de blocage de dynamique industrielle, l'innovation orpheline, permet de guider notre exploration de la problématique de recherche. Il s'agit d'étudier un nouveau phénomène, de le décrire, de le caractériser, de le modéliser, et d'étudier les moyens d'action pour le faire évoluer. La thèse s'inscrit autour de trois questions de recherche qui nous permettent d'étudier ces objets de gestion :

- (1) Quel cadre théorique adopter pour étudier les blocages des dynamiques industrielles ? Et quelle modélisation permet de cerner les facteurs causaux de l'innovation orpheline ? ;
- (2) Comment diagnostiquer les facteurs de blocage conduisant à l'innovation orpheline et quel outil pour mener un tel diagnostic sur une situation empirique ? ;
- (3) Quelles sont les modalités organisationnelles et les jeux d'acteurs permettant une action collective pour sortir de l'innovation orpheline ?

2. Un balayage de différents niveaux théoriques

La démarche de recherche s'appuie sur une série de boucles récursives de raisonnements abductifs, déductifs et inductifs (David, 1999). Ces trois formes de raisonnements sont synthétisées dans le tableau suivant :

<i>Type de raisonnement</i>	<i>Explicitation de la nature de raisonnement</i>
<i>Abduction</i>	<i>Construire une observation empirique qui relie une règle générale à une conséquence.</i>
<i>Déduction</i>	<i>Tirer une conséquence à partir d'une règle générale et d'une observation empirique</i>
<i>Induction</i>	<i>Trouver une règle générale pour rendre compte d'une conséquence si l'observation empirique est vraie.</i>

Tableau 1 - Les trois formes de raisonnement scientifique : abduction, déduction et induction (David 1999)

Tout d'abord, l'observation d'un cas permet de discuter la pertinence d'une caractérisation de l'innovation orpheline par un raisonnement abductif. Puis, une induction conduit à la construction d'un modèle théorique à partir de l'analyse empirique du cas. Une approche déductive pousse ensuite à la construction d'hypothèses de recherche à partir du modèle théorique. Enfin, la mise à l'épreuve de ces hypothèses dans plusieurs cas empiriques mobilise à nouveau une approche abductive. La discussion des contingences des outils et figures managériales proposés dans un travail de recherche

relève alors de plusieurs récursivités entre des raisonnements de type abduction / déduction / induction. Le travail du chercheur, s'appuyant constamment sur des boucles récursives de raisonnement et reliant les faits observés avec des théories intermédiaires ou plus générales, renvoie au principe de circulation entre différents niveaux théoriques proposés par (Weil, 1999b): la théorie générale, la théorie intermédiaire, la théorie empirique (dont nous proposons une synthèse dans le tableau suivant).

Niveau théorique	Définition
<i>Théorie générale</i>	<i>Ensemble des savoirs construits par théorisation des éléments empiriques et des éléments intermédiaires, qui amènent à travailler des grandes notions utiles pour penser des formes d'action</i>
<i>Théorie intermédiaire</i>	<i>Ensemble des savoirs produits rendant compte de la rationalisation acceptable dans la situation industrielle considérée, de la forme qu'elle peut prendre et de ses conditions de mise en œuvre, pour construire des modèles d'action</i>
<i>Théorie empirique</i>	<i>Ensemble des savoirs produits par l'étude de pratiques et de raisonnements empiriques permettant la mise à l'épreuve des modèles dans des contextes et la discussion des contingences</i>

Tableau 2 - La recherche comme une navigation entre différents niveaux théoriques, à savoir la théorie générale, la théorie intermédiaire et la théorie empirique, d'après (Weil, 1999)

3. L'itinéraire de recherche et la mobilisation de différentes approches méthodologiques

Il faut maintenant expliciter quelques points de méthode car nous avons construit notre itinéraire de recherche en plusieurs étapes, qui sont hétérogènes dans leurs contenus – études de cas, modélisation théorique, expérimentation – et dans la manière dont elles ont été appréhendées. L'itinéraire de recherche ne suit pas une démarche classique, qui consisterait à dresser un état de la littérature sur une question de recherche, puis à proposer une méthodologie pour explorer une question laissée en suspens par la littérature, et enfin d'étudier un ou plusieurs cas pour construire des résultats permettant d'apporter de nouveaux éléments sur la question traitée. L'étude d'une phénoménologie nouvelle, l'innovation orpheline, nous a conduit à adopter une démarche d'étude d'un événement non étudié jusque là. Pour ce faire, nous avons privilégié une approche similaire à celle qu'adoptent les physiciens pour étudier un nouveau phénomène. A savoir, (1) le caractériser et le contraster aux modèles existants dans la littérature, (2) le modéliser en tant que tel, (3) construire un instrument pour reconnaître ce phénomène dans des situations empiriques et (4) étudier les moyens d'action sur ce phénomène.

3.1. La découverte de l'innovation orpheline : reprise d'une étude de cas antérieure

Pour appréhender le phénomène d'innovation orpheline, un cas empirique d'innovation orpheline sur un matériau existant a été étudié : le cas de la sécurité des deux-roues (Guesnier & Souquiere, 2009)⁷. Le matériau existant décrivait une situation que l'analyse a conduit à qualifier *a posteriori* d'innovation orpheline. En effet, ce cas est emblématique d'une dynamique industrielle où une forte demande sociale d'innovation ne trouve pas de réponse dans un ensemble de propositions innovantes. Le cas de la sécurité des deux-roues décrit un paradoxe : alors que des financements existent pour soutenir des projets innovants et que diverses propositions d'innovation sont faites, les courbes d'accidentologie n'ont pas sensiblement baissé en 20 ans alors que ce fut le cas pour l'automobile. L'étude a été conduite par deux étudiants de l'Ecole des Mines dans une démarche exploratoire (Eisenhardt, 1989; Yin, 2003). Nous avons sélectionné ce cas car il nous a semblé rassembler le niveau d'analyse et la finesse d'information nécessaires à conduire une première étude qualitative débouchant sur la mise en évidence d'une nouvelle phénoménologie, l'innovation orpheline. Nous avons conduit cette analyse d'un cas d'étude passé en nous appuyant sur l'ensemble des notes et des documents analysés par les deux étudiants sur le secteur de la sécurité des deux-roues. Dans un souci de triangulation des données, l'analyse a été complétée par des entretiens avec les étudiants ayant conduit l'étude et avec l'équipe encadrante du Centre de Gestion Scientifique qui avait supervisé l'ensemble du travail.

3.2. Les causes de l'innovation orpheline : le choix d'une approche modélisatrice des dynamiques industrielles appuyée par une simulation économique

Une fois la situation d'innovation orpheline caractérisée sur un cas empirique, nous avons cherché à théoriser l'innovation orpheline pour en expliciter les blocages sous-jacents. Pour cela, une démarche de modélisation d'une dynamique industrielle a été choisie. En partant de la compréhension de la nature d'une industrie comme un système d'échanges entre acteurs, une modélisation des échanges de nature différentes entre deux acteurs, un concepteur et un récepteur (un offreur et un client) a été construite pas à pas à partir des hypothèses classiques de la croissance économique. Nous avons ainsi adhéré à la vision de l'activité de modélisation systémique proposée par Le Moigne (1995) : modéliser un système complexe implique de modéliser un système d'actions. En repartant des mécanismes classiques d'offre et de demande, nous avons cherché à expliciter le nombre minimum de variables permettant de comprendre le phénomène d'innovation orpheline. Cela a conduit à développer une stratégie d'investigation des facteurs qui conditionnent la croissance et dont l'explicitation permet de modéliser les différentes situations de croissance économique, y compris les

⁷ Le cas de la sécurité des deux-roues s'appuie sur le travail de grande qualité effectué courant 2009 par deux étudiants en dernière année de l'Ecole des Mines de Paris, Julien Guesnier et Marthe Souquiere au sein du pôle de compétitivité Mov'eo.

blocages. Nous n'avons néanmoins pas cherché à obtenir une modélisation qui répondrait aux critères de robustesse et d'exhaustivité des sciences économiques. L'objet de la démarche a été de construire un objet simplifié, un modèle, se concentrant sur les seuls traits jugés importants dans la thèse, à savoir la propension du modèle à rendre compte de la variété des dynamiques industrielles, croissance et blocages.

A chaque étape de modélisation – *i.e.* à chaque ajout d'une nouvelle variable dans la modélisation – se posent plusieurs questions : la modélisation permet-elle de rendre compte de l'innovation orpheline ? Si oui, selon quel paramétrage ? Si non, quelles sont limites de la modélisation et quelle pourrait être une nouvelle variable à intégrer dans le modèle ? Pour répondre à ces interrogations, une simulation de la croissance économique (comprise comme l'augmentation de la variété des biens sur un marché) a été construite à chaque étape de la modélisation. L'étude s'est concentrée sur l'explicitation des variables qu'il était nécessaire d'ajouter à la modélisation pour que la simulation associée rende compte à la fois d'une situation de croissance et d'une situation d'innovation orpheline. La simulation a permis d'analyser nos propositions de modélisation en faisant varier les paramètres un à un et en recommençant avec les mêmes conditions initiales si nécessaire. La situation d'innovation orpheline comme configuration particulière de la croissance industrielle a été utilisée dans la simulation comme critère d'évaluation de la modélisation. Dès lors que la simulation d'une certaine modélisation ne permettait pas de rendre compte de l'innovation orpheline quels que soient les paramètres choisis, alors d'autres variables ont été recherchées et intégrées. Lorsque la simulation a permis de simuler l'innovation orpheline, nous avons conclu que la dernière variable ajoutée dans la modélisation était fondamentale dans la modélisation. L'enjeu a ainsi été de construire un modèle qui rende compte d'un spectre de situations variées.

3.3. Le diagnostic de l'innovation orpheline : construction d'un outil de mesure et mobilisation d'un protocole de validation expérimentale

Pour poursuivre l'étude de l'innovation orpheline, un instrument de mesure de ce phénomène a été élaboré. Il ne s'agissait pas d'étudier un instrument existant, ni même de le co-construire avec des parties prenantes. Il s'est plutôt agi de mettre au point un protocole de conception et de validation d'un outil de diagnostic, construit à partir d'hypothèses théoriques. Une démarche de construction d'un instrument scientifique a donc été privilégiée, bien que le résultat de cette construction amène également au développement d'un outil de gestion. L'instrument scientifique est un trait d'union entre expérience et théorie, entre connaissance pure et connaissance appliquée (Helden & Hankins, 1994). Il peut incarner différentes volontés du chercheur : introduire et mesurer une grandeur pour ensuite la manipuler, la comparer, la compter ; permettre l'accès à des phénomènes indécélables autrement ; permettre l'expérimentation afin de vérifier une hypothèse ou invalider une théorie par exemple. Les différentes fonctions de l'instrument scientifique ainsi que des exemples éclairant ces fonctions sont présentés dans le tableau suivant :

<i>Fonctions de l'instrument scientifique</i>	<i>Exemples</i>
<i>Mesurer une grandeur</i>	<i>Le chronomètre permet de mesurer le temps et de comparer la durée de différents phénomènes</i>
<i>Donner accès à des phénomènes inobservables</i>	<i>L'interféromètre de Michelson permet d'observer les phénomènes d'interférence de la lumière</i>
<i>Permettre l'expérimentation</i>	<i>Un ampèremètre mesurant l'intensité d'un circuit électronique permet de valider une hypothèse quand à l'évolution de l'intensité du circuit en fonction des composants présents</i>

Tableau 3 - Le rôle de l'instrument scientifique pour le chercheur : fonctions et exemples

La construction d'un outil de diagnostic a nécessité de s'appuyer sur les conclusions théoriques de l'exercice de modélisation de l'innovation orpheline, à savoir des conclusions quant à la nature des facteurs de blocage d'une dynamique industrielle. Un ensemble d'hypothèses sur les principes théoriques de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline a donc été formulé. Valider ces hypothèses, *i.e.* valider la pertinence d'un tel outil, conduit à un ensemble d'opérations par lesquelles le chercheur met à l'épreuve la réalité d'un outil, afin d'en évaluer la précision et la fiabilité. Claude Bernard (1865) explicite ainsi que l'expérience scientifique est celle qui est constamment instituée dans le but de vérifier ou de contrôler une idée préconçue. Pour valider l'outil de diagnostic, une démarche de preuve de concept a été choisie pour conduire une démonstration de validité. La validation des hypothèses fondatrices de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline proposé dans la thèse a été encadrée par un protocole expérimental dans une démarche propre à la psychologie cognitive. Nous avons en effet mobilisé les modèles existants de cette discipline pour caractériser les biais que nous souhaitons diagnostiquer. Ainsi, certaines des hypothèses sous-jacentes à l'outil de diagnostic ont pu être testées dans une situation où l'ensemble des facteurs était contrôlé au sein d'une expérience menée en laboratoire. D'autres n'ont pu être testées dans ces mêmes conditions, et la validation a été étendue à l'étude d'une situation empirique au sein d'un collectif industriel existant, sur un cas réel d'innovation orpheline.

3.4. La sortie de l'innovation orpheline et l'étude des contingences au travers d'études de cas

L'étude de la question de la sortie de l'innovation orpheline s'est articulée en quatre temps. Tout d'abord, nous avons conduit une première étude empirique d'une managérialisation de la sortie de l'innovation orpheline, au travers d'un acteur souhaitant susciter des dynamiques d'innovation dans un secteur en situation d'impasse, le cas de la valorisation énergétique de la biomasse. L'étude de ce cas a permis de dégager les limites d'action d'un tel acteur, et a conduit à formuler des hypothèses quant aux actions nécessaires pour lever les blocages de l'innovation orpheline. Dans un second temps, ces hypothèses ont été testées selon une approche en psychologie cognitive, au travers d'un protocole expérimental constitué d'un ensemble d'expériences menées en laboratoire. Dans un troisième temps, le champ d'expérimentation a été étendu, et une mise en application des principes validés

expérimentalement a été menée au sein de l'industrie rhône-alpine de l'aide à l'autonomie des personnes âgées. Enfin, les contingences d'une telle figure managériale ont été discutées, tant sur le plan du raisonnement que sur le modèle d'action.

La caractérisation d'une nouvelle figure managériale pour sortir de l'innovation orpheline s'est appuyée sur une méthode de recherche particulière : la recherche-intervention (Hatchuel & Molet, 1986), recherche dans laquelle il y a intervention directe du chercheur dans la construction concrète de la réalité, conjointement avec la construction du cadre théorique donnant sens à la réalité construite (Hatchuel & David, 2007). Les situations de recherche-intervention sont dans leur vaste majorité issues de demandes de praticiens qui font face à des difficultés pour lesquelles il n'existe ni cadre théorique, ni pratique documentée (Hatchuel & Molet, 1986). Le chercheur quitte alors sa posture de simple observateur pour prendre celle d'accompagnant de la transformation sur une période suffisamment longue pour permettre une compréhension en profondeur des problématiques du terrain. La diversité et l'évolution des points de vue de ceux que rencontre le chercheur le conduisent à ne pas forcer des modèles préétablis sur une situation, mais à s'en détacher pour construire de concert une interprétation empirique et un cadre théorique appropriés.

La démarche de recherche-intervention a été adoptée au sein de deux industries : l'industrie des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées, entre septembre 2009 et janvier 2012, et l'industrie de la valorisation énergétique de la biomasse, entre octobre 2009 et septembre 2011. Ces deux terrains ont été choisis car ils comportaient toutes les caractéristiques d'une situation d'innovation orpheline : des ressources, des acteurs motivés, une demande sociale forte et bien identifiée, et pourtant, peu d'innovations couronnées de succès. Chaque terrain de recherche s'est constitué suite à la demande d'un acteur qui avait la volonté d'impacter la dynamique industrielle et de susciter des innovations. En ce sens, la sélection des terrains de recherche s'est opérée selon ce que Pettigrew (1990) qualifie d'« opportunité planifiée ». Ces deux cas sont apparus propices pour investiguer les leviers d'action de la sortie de l'innovation orpheline et pour dessiner une nouvelle figure managériale prenant en charge d'infléchir la dynamique industrielle. Soulignons une particularité dans la démarche de recherche-intervention adoptée : la figure managériale que nous décrivons n'existait pas en tant que telle au début de la recherche. Il préexistait certes un acteur à la recherche-intervention mais qui, traditionnellement, jouait une autre fonction au sein du collectif. Le processus de recherche-intervention a conduit à décrire non seulement des nouvelles formes d'action collective mais aussi de nouvelles figures managériales en tant que telles.

La caractérisation d'un nouvel acteur de l'innovation a été complétée au travers de deux études de contingences. Deux cas de sortie effective de situations d'innovation orpheline ont ainsi été relus *a posteriori* : le cas du traitement de la malnutrition infantile entre 1985 et 2000, et le cas de la révolution industrielle anglaise du XVIII^e siècle. Le premier cas s'est appuyé sur une collecte de données suite à des entretiens semi-directifs individuels auprès des acteurs-clé du développement de produits de traitement de la malnutrition chez les enfants de moins de 5 ans. Ces entretiens ont concerné divers profils d'acteurs pour trianguler les données, dans l'objectif d'affiner la description en apportant des éclairages complémentaires sur des événements rétrospectifs (Leonard-Barton, 1990).

Le second cas n’a pas pu faire l’objet d’une telle démarche de par le caractère historique de l’étude (l’Angleterre du XVIIIe siècle). Nous nous sommes donc appuyée sur une analyse de travaux d’historiens. Le choix d’un tel cas historique n’est pas surprenant, car comme le souligne De Vaujany (2011), de nombreux sujets d’étude des gestionnaires ont fait l’objet de travaux historiques ces trente dernières années. Ce cas historique a permis dans la thèse d’opérer une prise de recul par rapport à la proposition d’une nouvelle figure managériale, en la reliant à des formes organisationnelles, certes surprenantes, mais déjà décrites dans une autre approche par le passé.

3.5. Synthèse de l’itinéraire de recherche et des méthodologies employées

Nous considérons que l’approche présentée renvoie à un processus continu d’apprentissage entre théorie générale, théorie intermédiaire et pratique (Weil, 1999), les différents niveaux d’analyse se nourrissant les uns les autres. La figure ci-dessous présente le cheminement de notre démarche :

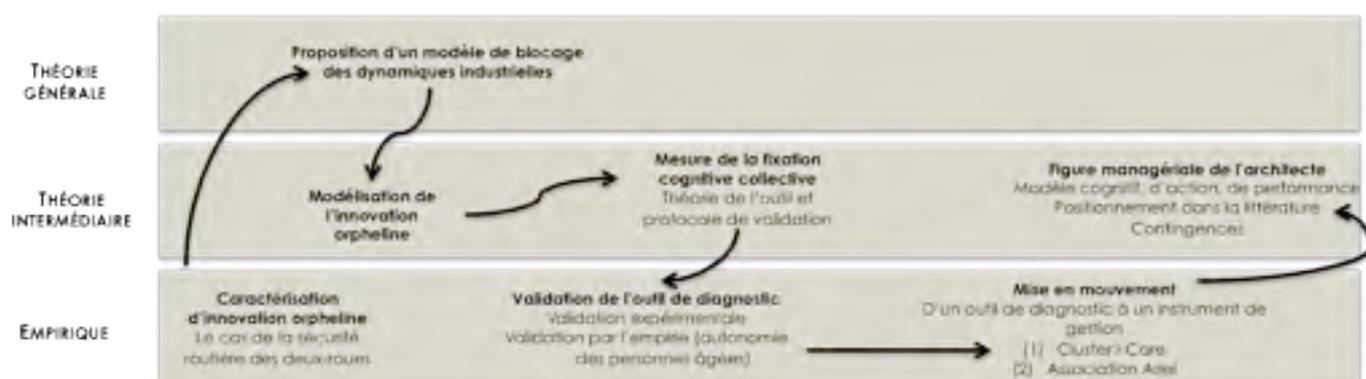


Figure 1 – Présentation des différentes étapes de la recherche, comme une navigation entre différents niveaux théoriques (théorie générale, théorie intermédiaire, théorie empirique)

Nous rappelons les différentes approches mobilisées dans le cadre de la thèse dans le tableau de synthèse ci-dessous :

Etapes de la recherche	Méthodologie employée
(1) Découverte empirique d'un phénomène nouveau, l'innovation orpheline	Analyse d'un cas étudié antérieurement
(2) Compréhension de l'innovation orpheline : théoriser les facteurs de blocages	Construction pas à pas d'une modélisation et utilisation d'une simulation pour valider la modélisation
(3) Diagnostic de l'innovation orpheline	Mise au point et validation d'un instrument de mesure des blocages de l'innovation orpheline
(4) Sortie de l'innovation orpheline : décrire les leviers d'action pour sortir de l'innovation orpheline	Démarche de recherche – intervention, puis étude des contingences via des entretiens et une analyse de travaux d'historiens

Tableau 4 – Mobilisation de différentes approches méthodologiques au sein d'un itinéraire de recherche

Conclusion : Synopsis de la thèse

S'appuyant sur une étude empirique, la **PARTIE 1** propose une caractérisation de la situation d'innovation orpheline. Les facteurs causaux de l'innovation orpheline sont positionnés par rapport aux cadres interprétatifs existants en sciences de gestion et en psychologie cognitive. **Nous montrons comment les théories de la conception permettent de faire dialoguer deux champs disciplinaires, les sciences de gestion et la psychologie cognitive, pour caractériser les effets de fixation collective qui semblent être à l'origine du phénomène d'innovation orpheline.** Cette partie se conclut par la formalisation de trois questions de recherche se proposant d'éclairer l'innovation orpheline tant sur le plan théorique que sur le plan empirique.

- Le **Chapitre III** propose une première approche de la situation d'innovation orpheline à travers le cas de la sécurité routière des deux-roues. Cela permet de discuter la terminologie du terme d'innovation orpheline en rapport avec la notion de maladie orpheline, et nous conduit à une première caractérisation de l'innovation orpheline.
- Le **Chapitre IV** présente une revue de la littérature sur les facteurs explicatifs de blocage d'une dynamique industrielle. Nous montrons que les causes de blocage pouvant mener à l'innovation orpheline qu'avancent les sciences de gestion relèvent d'un facteur-clé, le blocage cognitif. L'élargissement de la revue de littérature en dehors des disciplines gestionnaires montre que ce type de blocage a été particulièrement étudié par la psychologie cognitive, mais que la compréhension d'un tel phénomène dans un contexte industriel reste à approfondir. Nous soulignons alors comment un cadre théorique s'appuyant sur les théories de la conception permet de croiser les deux champs de littérature.
- La **conclusion** de cette partie dégage les trois questions de recherche structurant les trois parties suivantes, à savoir (1) quel modèle théorique des facteurs de blocage cognitif des dynamiques industrielles et quels facteurs explicatifs de l'innovation orpheline ? ; (2) quel diagnostic des facteurs de blocage conduisant à l'innovation orpheline et quel outil pour mener un diagnostic sur une situation empirique ? ; (3) quelles modalités organisationnelles et quels jeux d'acteurs permettant une action collective pour sortir de l'innovation orpheline ?

PRINCIPAUX RESULTATS DE LA PARTIE 1

Une situation de crise des dynamiques industrielles contemporaines : le cas de l'innovation orpheline

- Proposition d'une caractérisation de l'innovation orpheline, situation où malgré une demande sociale forte, formulée et compréhensible, les innovations proposées ne répondent pas à la demande et ne suscitent pas de croissance, alors que les connaissances à mobiliser semblent atteignables à un effort de recherche près.
- Mise en évidence du blocage cognitif dans un collectif comme facteur-clé des blocages conduisant à l'innovation orpheline : la fixation collective apparaît comme au cœur des blocages des dynamiques industrielles et les leviers d'action possibles dans des collectifs restent aujourd'hui à explorer.
- Trois questions de recherche : Quel modèle théorique pour l'innovation orpheline ? Quel outil de diagnostic d'une situation empirique ? Quelles modalités organisationnelles pour la sortie de l'innovation orpheline ?

La **PARTIE 2** propose une **modélisation théorique de la coordination entre des acteurs dans l'inconnu**, et souligne les conditions de la croissance ainsi que les facteurs de blocage. **Les imaginaires apparaissent comme la variable clé de cette modélisation, et la mauvaise circulation des imaginaires au sein d'un collectif industriel le conduit à générer des effets de fixation collective.** Le cadre théorique qui se dégage de la modélisation permet de comprendre la situation d'innovation orpheline et ses blocages, et ouvre sur deux perspectives : le diagnostic outillé de l'innovation orpheline et les conditions de l'issue de cette situation bloquée.

- Le **Chapitre V** expose pas à pas le modèle théorique proposé dans la thèse. Nous caractérisons les dynamiques industrielles comme s'articulant sur trois espaces, l'espace des biens, l'espace des connaissances et l'espace des imaginaires. L'espace des imaginaires permet d'étendre la fonction de conception et est le paramètre-clé de la croissance rendant compte de la diversité des dynamiques industrielles. Nous montrons qu'il existe ainsi trois types de coordinations entre des acteurs économiques : la coordination sur les imaginaires, la coordination sur un bien nouveau et la coordination sur une demande. Le défaut de coordination sur les imaginaires se comprend alors comme la source du blocage cognitif qui conduit à l'innovation orpheline.
- Le **Chapitre VI** développe, à partir de cette proposition théorique, les notions d'imaginaire et d'industrie. Nous élargissons la notion d'industrie telle qu'elle est classiquement comprise, en mettant en avant la dualité des capacités d'action d'un acteur concepteur, à savoir la coévolution d'une capacité de conjonction, *i.e.* capacité à mobiliser des ressources pour concevoir des biens nouveaux, et d'une capacité de disjonction, *i.e.* capacité à régénérer des imaginaires.

- La **conclusion** de ce chapitre détaille les conditions de la relance d'une dynamique industrielle, en discutant d'une part de la nécessité d'un instrument de diagnostic de l'innovation orpheline, et proposant d'autre part les conditions théoriques d'une action collective conduisant à l'essor d'une dynamique industrielle.

PRINCIPAUX RESULTATS DE LA PARTIE 2

Un modèle théorique de coordination d'acteurs concepteurs dans l'inconnu : la dynamique des imaginaires, variable cachée de la croissance industrielle

- Caractérisation d'un élément endogène de l'industrie, l'ensemble des imaginaires, dont la mauvaise interaction au sein d'un collectif conduit à la fixation collective et à l'innovation orpheline.
- Une nouvelle modalité de coordination : la coordination sur les imaginaires.
- Proposition d'une nouvelle définition de l'industrie : on définit comme industrie un ensemble d'acteurs dotés de capacités d'action disjonctives et conjonctives (capacités de production, capacités d'interprétation, capacités de conception, etc.) adressant un même ensemble d'imaginaires.

La **PARTIE 3** développe la question du **diagnostic de l'innovation orpheline**, et présente une déclinaison du modèle théorique proposé dans le chapitre 2 pour **construire un instrument de diagnostic, dénommé « référentiel C-K »**, permettant de visualiser la fixation collective, facteur de blocage menant à l'innovation orpheline.

- Le **Chapitre VII** construit à proprement parler l'outil de diagnostic, s'appuyant sur une modélisation d'un cadre cognitif partagé par les théories de la conception. Les principes théoriques de l'outil sont construits à partir de deux hypothèses : (1) l'effet de fixation individuel est assimilable à une partition restrictive (au niveau individuel) et (2) la fixation collective est assimilable à conduire des raisonnements restrictifs, caractérisant ainsi un défaut d'interaction entre des imaginaires. A partir de ces deux hypothèses, nous proposons une méthodologie pour construire un diagnostic de l'innovation orpheline à travers un instrument scientifique que nous nommons « Référentiel C-K ».
- Le **Chapitre VIII** propose une validation de la première hypothèse de cet outil de diagnostic dans une situation contrôlée en laboratoire. Pour ce faire, un protocole expérimental en psychologie cognitive est mobilisé. Cette validation est faite sur une tâche classiquement utilisée en créativité, à savoir la « tâche de l'œuf ».
- Le **Chapitre IX** propose une validation de la seconde hypothèse dans le contexte empirique de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies.

- La **conclusion** de ce chapitre reprend le cas de la sécurité des deux-roues présenté dans la partie 1 pour montrer comment, sur cet exemple qui a servi d'introduction à l'étude de l'innovation orpheline, le référentiel C-K permet effectivement de visualiser la fixation collective et de formuler un diagnostic de l'innovation orpheline. Nous discutons ensuite des limites d'action d'un tel outil pour lever la fixation cognitive et concluons sur la nécessité d'explorer les formes d'action collective permettant la sortie de l'innovation orpheline.

PRINCIPAUX RESULTATS DE LA PARTIE 3

Diagnostiquer l'innovation orpheline : mise au point et validation d'un outil

- Cadre théorique pour diagnostiquer l'innovation orpheline : une mobilisation des théories de la conception innovante pour visualiser des effets de fixation collective et des potentiels d'expansion.
- Proposition d'un outil de diagnostic, le référentiel C-K, validé par un protocole expérimental et une situation empirique, rendant compte d'une référence des interactions idéales entre imaginaires et représentant les interactions réelles et les biais éventuels.

La **PARTIE 4** analyse les **modalités de sortie de l'innovation orpheline**. Nous proposons **un nouveau modèle d'action pour construire un diagnostic de l'innovation orpheline et conduire des actions afin de lever les blocages cognitifs mis en lumière par le diagnostic**. Au travers de deux cas de recherche-intervention, nous montrons que cette logique d'action dessine un nouvel acteur, que nous nommons **architecte de l'inconnu**, dont l'incarnation peut prendre des formes organisationnelles diverses. Nous discutons la nature des actions possibles de l'architecte et proposons **une méthodologie de « défixation collective »**, s'appuyant sur **le rôle de l'exemple provocant** comme vecteur de stimulation d'un potentiel de valeur, *i.e.* l'ensemble des imaginaires singuliers d'un collectif et les interactions entre ces imaginaires.

- Le **Chapitre X** présente une nouvelle figure managériale, l'architecte de l'inconnu, dont le rôle est d'organiser la sortie de l'innovation orpheline. Au travers de l'étude d'un acteur, l'association ARIEL sur la thématique de la valorisation énergétique de la biomasse, nous faisons émerger cette nouvelle figure managériale qui prend en charge le diagnostic de l'innovation orpheline et conduit une politique de renouveau de la dynamique industrielle dans son ensemble. Nous montrons les limites de l'action d'un architecte dans un contexte où seul le référentiel C-K est mobilisé.
- Le **Chapitre XI** argumente que la construction d'un système d'action est nécessaire à la sortie de l'innovation orpheline, et propose un protocole de « défixation collective ». Cette méthodologie s'appuie sur des expériences de psychologie cognitive qui qualifient le rôle que

peut avoir un exemple provocant dans la stimulation de la créativité et dans l'exploration de raisonnements en dehors des effets de fixation collective.

- Le **Chapitre XII** expose comment cette méthodologie de défixation peut être appliquée dans une situation empirique. Le cas des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées mobilisé dans le chapitre IX est repris. Un travail de recherche-intervention mené en collaboration avec un acteur souhaitant jouer un rôle d'architecte, le cluster I-Care de la région Rhône Alpes, permet d'expérimenter la méthodologie de défixation. L'étude du cluster conduit alors à enrichir la description de l'architecte et à étudier l'appropriation d'une méthodologie et d'un outil de conception innovante.
- Le **Chapitre XIII** propose une modélisation de cette nouvelle figure managériale sur trois plans distincts : celui du raisonnement (modèle cognitif de l'architecte), celui de l'action et celui de la performance. Cela amène à discuter des différents acteurs susceptibles de jouer ce rôle, et positionne la figure managériale de l'architecte par rapport à celle de l'entrepreneur, de l'intermédiaire d'innovation et du gestionnaire de plateforme. Cette discussion s'inscrit dans une relecture de différentes figures historiques ou contemporaines comme des acteurs architectes, apportant un regard nouveau sur le succès de certaines dynamiques industrielles qui ont pourtant été des situations d'innovation orpheline.

PRINCIPAUX RESULTATS DE LA PARTIE 4

Instrumentation de la sortie de l'innovation orpheline : figure managériale de l'architecte de l'inconnu

- Emergence d'une nouvelle figure managériale, l'architecte de l'inconnu : un acteur clé des dynamiques industrielles, jouant sur les mécanismes d'expansion et permettant d'identifier et de dépasser les effets de fixation collective
- Proposition d'une méthodologie de défixation pour sortir de la fixation collective grâce aux exemples provocants : une méthodologie pour stimuler l'interaction entre des imaginaires *via* des exemples provocants, pour permettre l'augmentation des capacités de conception de l'ensemble des acteurs de l'industrie

Le présent document de thèse s'articule ainsi sur quatre parties dont le synopsis est présenté ci-dessous.

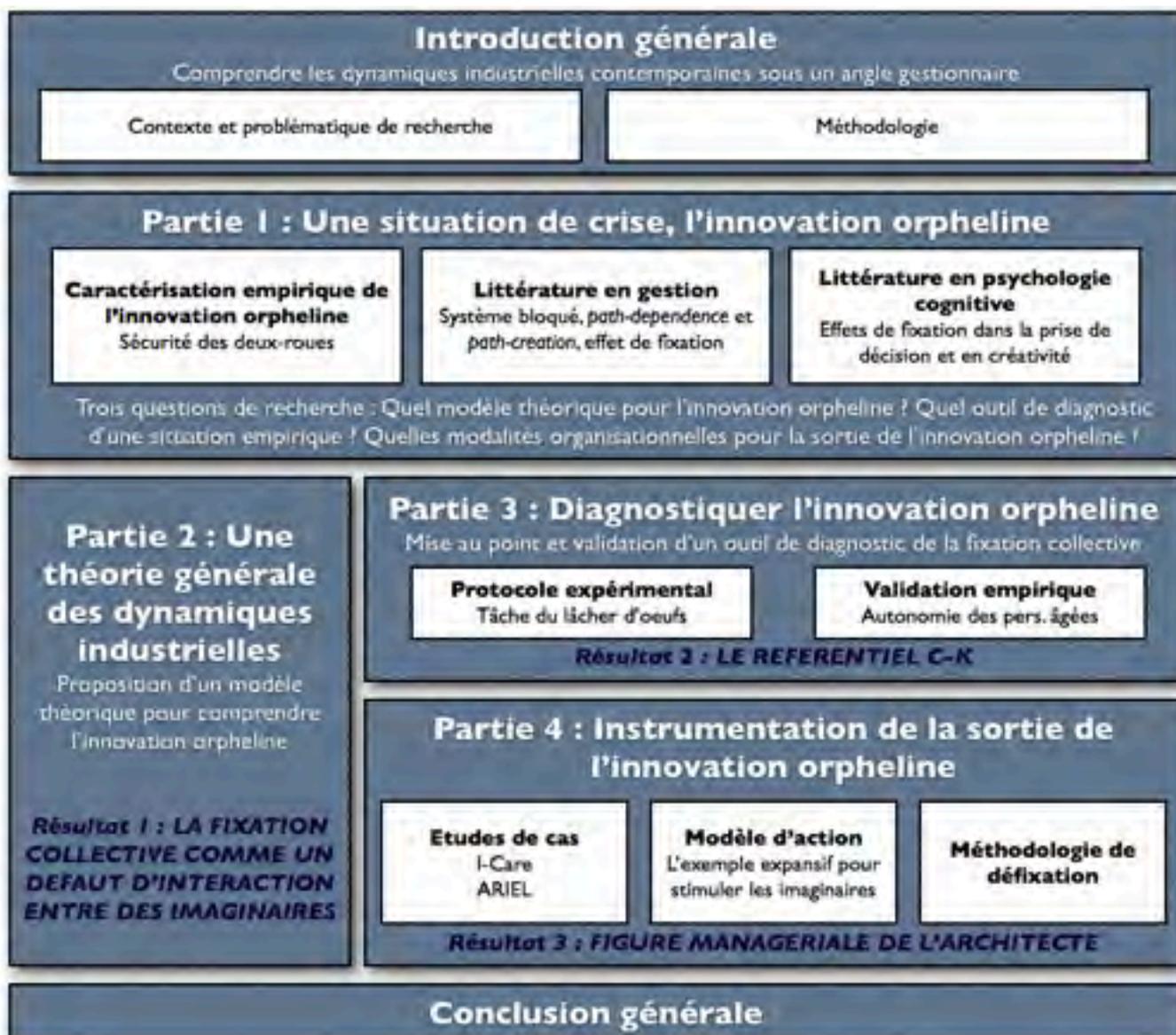


Figure 2 - Synopsis de thèse

La thèse est ainsi organisée en 4 parties et 13 chapitres. Pour faciliter la lecture et la navigation dans le document, chaque chapitre se conclut par un résumé des points principaux abordés et une synthèse de chaque partie est également proposée.

Partie 1 : Une situation de crise des dynamiques industrielles contemporaines : le cas de l'innovation orpheline

Chapitre III – Un cas d'étude d'une nouvelle phénoménologie : l'innovation orpheline

1. Analyse d'une situation critique : le cas de la sécurité des deux-roues
2. Terminologie de l'innovation orpheline par analogie à la notion de maladie orpheline
3. Caractérisation de l'innovation orpheline

Chapitre IV – Une revue de la littérature des facteurs explicatifs des blocages des dynamiques industrielles : mise en évidence du blocage cognitif comme facteur déterminant

1. Les blocages des dynamiques industrielles vus par les sciences de gestion : apports et limites pour expliquer l'innovation orpheline
2. Le blocage cognitif : l'apport de la psychologie cognitive pour l'étude des dynamiques industrielles

Conclusion : Mobiliser les apports de la psychologie cognitive et des sciences de gestion pour comprendre le blocage cognitif dans les dynamiques industrielles, le cadre des théories de la conception innovante

Conclusion de la partie 1 – Une nouvelle phénoménologie, l'innovation orpheline, et une cause possible, la fixation collective, ce qui soulève trois questions de recherche

Le pire, c'est quand le pire commence à empirer (Quino)

PARTIE 1 : UNE SITUATION DE CRISE DES DYNAMIQUES INDUSTRIELLES CONTEMPORAINES : LE CAS DE L'INNOVATION ORPHELINE

L'innovation soutenue et répétée n'est pas toujours la règle dans les secteurs industriels. Comme présenté dans l'introduction, nous étudions dans la thèse une forme extrême de blocage de dynamique industrielle : l'innovation orpheline. En effet, les fortes attentes de la société envers un secteur industriel particulier et les technologies qui y sont produites ne sont pas atteintes par les capacités d'innovation du secteur, laissant de ce fait certaines questions orphelines. Ces situations sont caractérisées par un écart entre les attentes sociétales élevées en ce qui concerne les capacités d'innovation d'un milieu et ce que celles-ci sont réellement capables de produire.

Nous adopterons dans le présent chapitre une démarche de découverte de cette nouvelle phénoménologie au travers d'une situation empirique, l'insécurité routière pour les conducteurs de deux-roues (motorisés et non motorisés).

Après avoir proposé une caractérisation de l'innovation orpheline (chapitre III), nous mobiliserons divers courants de littérature en sciences de gestion et en psychologie cognitive pour fournir des éclairages académiques variés sur les logiques d'enfermement d'un ensemble d'acteurs sur des voies limitées (chapitre IV). Nous montrerons alors comment le blocage cognitif apparaît comme prépondérant, et en quoi les théories de la conception permettent un dialogue entre une approche gestionnaire et une approche en psychologie cognitive du phénomène d'innovation orpheline.

Chapitre III – Un cas d'étude d'une nouvelle phénoménologie : l'innovation orpheline

Pour étudier le phénomène d'innovation orpheline, nous avons sélectionné et analysé un cas empirique d'innovation orpheline sur un matériau existant : le cas de la sécurité des deux-roues. Cette situation est emblématique de la situation d'innovation orpheline : une dynamique industrielle où une forte demande sociale d'innovation ne trouve pas de réponse dans un ensemble de propositions innovantes. Après une description de ce cas, nous proposerons dans un premier temps une terminologie de l'innovation orpheline par analogie à la notion de maladie orpheline, puis une caractérisation de ce phénomène nouveau.

1. Analyse d'une situation critique : le cas de la sécurité des deux-roues

Cette étude de cas a été conduite par deux étudiants de l'Ecole des Mines dans une démarche exploratoire (Eisenhardt, 1989; Yin, 2003), entre novembre 2008 et juin 2009⁸. Les deux étudiants ont conduit une analyse de la dynamique industrielle du secteur de la sécurité des deux-roues au sein du pôle de compétitivité Mov'eo et ont été encadrés par les chercheurs du CGS, le laboratoire où a été dirigée la thèse. L'étude a été menée avant le début de la thèse, et nous avons repris les éléments collectés par les étudiants dans une étude *a posteriori* de la dynamique industrielle. Ce secteur de la sécurité routière pour les deux-roues a été choisi car il a semblé rassembler le niveau d'analyse et la finesse d'informations nécessaires à conduire une première étude qualitative débouchant sur la mise en évidence d'une nouvelle phénoménologie, l'innovation orpheline.

Première cause de mortalité chez les jeunes en France, la question de l'insécurité routière est devenue depuis une dizaine d'années un des fers de lance de la politique française. En 2002, la sécurité routière devient un enjeu de santé publique majeur sous l'impulsion du chef de l'Etat.

« Je voudrais marquer ce quinquennat par trois grands chantiers qui ne sont pas de pierre. C'est d'abord la lutte contre l'insécurité routière... » (Allocution du Président de la République, Jacques Chirac, 14 juillet 2002).

Les mesures furent dans l'ensemble efficaces pour réduire sensiblement le nombre d'automobilistes tués. Un tel constat ne peut être dressé dans le cas des deux-roues, puisque la courbe d'accidentologie ne s'est pas infléchie en 20 ans. On peut ainsi, à partir des données d'accidentologie

⁸ L'ensemble des recherches sur ce cas de la sécurité des deux-roues a été menée par Julien Guesnier et Marthe Souquiere au sein du pôle de compétitivité Mov'eo et est consignée dans le rapport (Guesnier & Souquiere, 2009).

fournies par l'Observatoire National Interministériel de la Sécurité Routière (OSNIR)⁹, comparer les pourcentages de victimes par rapport au parc de véhicules sur les deux catégories que sont le deux-roues et le véhicule léger. Les courbes de la figure 3 montrent l'évolution du nombre de victimes des accidents de la route entre 1970 et 2010, rapporté au nombre de véhicules immatriculés et en circulation.

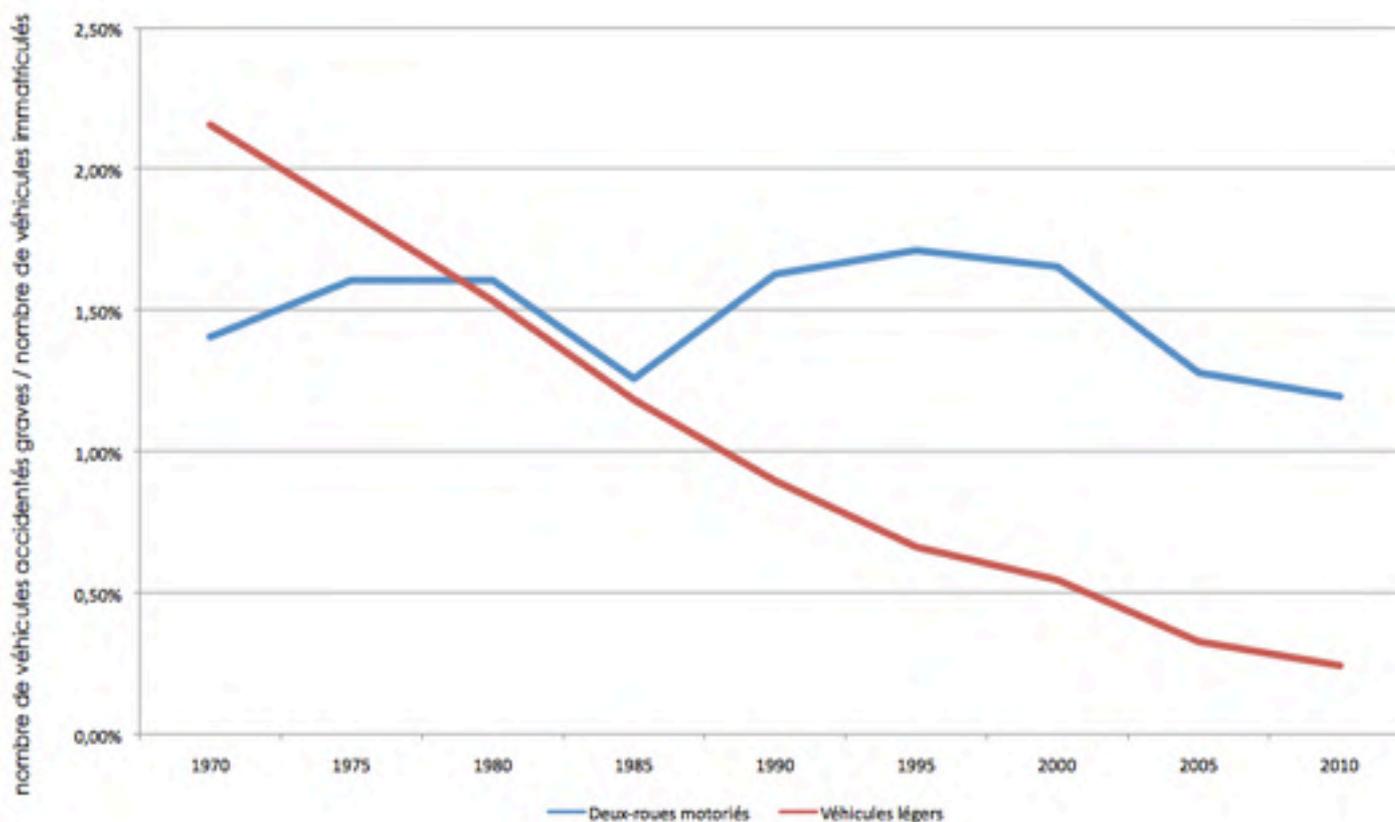


Figure 3 - Evolution de l'accidentologie des deux-roues et des véhicules légers (source OSNIR). Les courbes étudient le ratio (nombre de véhicules accidentés graves) / (nombre de véhicules immatriculés), et montrent que le pourcentage d'accidents diminue pour les véhicules légers, alors qu'il reste pratiquement constant pour les deux-roues.

La figure 3 montre que si un certain nombre de mesures ont permis de réduire massivement le nombre de tués dans l'automobile, l'accidentologie des deux-roues reste constante. Il y a de fait aujourd'hui de fortes attentes face à un phénomène qui représente une des premières causes de mortalité chez les jeunes de moins de 25 ans. Et ce n'est pas une posture nouvelle, comme en témoignent des rapports ministériels français et européens des années 1980, dont la lecture est aujourd'hui encore d'une frappante actualité. Ainsi le rapport intitulé « Cycle and light powered two-

⁹ <http://www.securite-routiere.gouv.fr>

wheeler accidents » et écrit par le group de travail « Working Group on Two-Wheeler Accidents » en 1985 au sein du comité européen de sécurité routière stipule que :

« Parliament, researchers and authorities became aware of the growing importance of traffic safety problems for the users of two-wheelers. (...) Only very few studies have been performed especially for cyclists and moped riders (and then mainly related to helmets and head tolerance » (Rapport du Working Group on Two-Wheeler Accidents, 1985)¹⁰

Pourtant, l'état de stagnation de la sécurité des conducteurs de deux-roues n'est pas dû à un manque de propositions d'innovation. Au cours des deux dernières décennies, diverses améliorations ont été apportées au matériel roulant comme aux accessoires (Guyot, 2008) : optimisation très pointue des casques, installation d'ABS (Système Anti-Blocage), mise en place d'arceaux sur les scooters afin de fournir un espace de survie au conducteur tel qu'il existe dans la voiture¹¹, ajout d'un airbag sur le véhicule¹² ou dans un sac à dos porté par le conducteur¹³. D'autres acteurs que les équipementiers ou les constructeurs de deux-roues ont été force de proposition pour diminuer le nombre de victimes. En effet, les infrastructures évoluent également (les glissières sur les autoroutes qui causaient de graves blessures aux motards qui glissaient dessous après être tombés ont été retirées), tout comme les dispositifs de modification des comportements de conduite (les radars flashant par l'arrière permettent aujourd'hui de sanctionner les deux-roues). Ce n'est donc pas faute d'idées qu'il n'y a eu que peu d'améliorations importantes de la sécurité des deux-roues depuis les rapports alarmants de 1985, car les solutions techniques proposées n'ont pas manqué. En revanche, elles ne semblent pas répondre à la problématique comme l'ont fait les innovations en matière de sécurité automobile.

Nous pouvons ainsi dessiner les premiers traits de la situation de la sécurité des deux-roues, présentés dans le tableau ci-dessous:

¹⁰ Notre traduction : « Le gouvernement, les chercheurs et les autorités sont devenus sensibles à l'importance croissante des problèmes de sécurité routière des usagers des deux-roues. (...). Très peu d'études sont dédiées aux cyclistes et aux motards – et celles qui existent sont focalisées sur le casque et les protections de la tête ».

¹¹ Tel que l'a proposé BMW avec son scooter C1 : commercialisé dès 2000, il fut retiré de la vente en 2003, pour des raisons de déclin commercial

¹² En option sur la Honda GoldWing depuis sa mise sur le marché en 2006

¹³ Les premiers prototypes d'airbag - sac à dos pour motards sont apparus en 2007. Après des prototypes timidement testés plusieurs modèles ont été mis sur le marché courant 2010, sans pour autant rencontrer de succès pour le moment.

<i>Sécurité routière des deux-roues</i>	<i>Symptômes d'une dynamique bloquée</i>
<i>Première cause de mortalité chez les jeunes, 1% des usagers, 25% des accidents. Chiffres stables depuis 1985</i>	<i>Des besoins identifiés depuis longtemps</i>
<i>De nombreux équipementiers et associations se mobilisent (ex : perfectionnement des casques)</i>	<i>Des acteurs motivés et des efforts réitérés</i>
<i>Des organismes publics impliqués</i>	<i>Contexte institutionnel favorable</i>
<i>Les courbes d'accidentologie ne diminuent pas depuis 25 ans</i>	<i>Une innovation produite qui n'est pas adéquate</i>

Tableau 5 – Analyse de l'industrie de la sécurité des deux-roues et construction des premiers symptômes de blocages de cette industrie

2. Terminologie de l'innovation orpheline par analogie à la notion de maladie orpheline

L'étude du cas de la sécurité des deux-roues met en évidence une phénoménologie nouvelle. En nous inspirant de la proposition de « groupe orphelin » développée par Michel Callon (Callon & Rabeharisoa, 2003), nous faisons la proposition de baptiser cette situation nouvelle comme une innovation orpheline (Agogué, Le Masson, & Robinson, 2012). **Une innovation orpheline s'entend comme une innovation très attendue par la société, mais qu'aucun acteur ou consortium d'acteurs n'est capable de générer, alors que les conditions évoquées par la littérature pour favoriser son émergence sont réunies** : une diversité d'acteurs présents, des possibilités de financement, des rencontres régulières des acteurs, des incitations à innover, et une demande identifiée du marché.

Nous proposons ici de discuter de la terminologie de ces situations d'innovation orpheline. Qualifier d'« innovation orpheline » ces phénomènes n'est pas sans lien avec la notion de « maladie orpheline ». Le terme « *orphan drug* » est apparu au début des années 1980 aux États-Unis en rapport avec le traitement des maladies rares (moins de 200.000 cas aux États-Unis). A cette époque émerge la volonté américaine d'encourager la recherche sur des « médicaments orphelins » :

« The Congress finds that there are many diseases and conditions (...) which affect such small numbers of individuals. (...) Adequate drugs for many of such diseases and conditions have not been developed (...); there is reason to believe that some promising orphan drugs will not be developed unless changes are made in the applicable Federal laws to reduce the costs of developing such drugs and to provide financial incentives to develop such drugs; (...) it is in the public interest to

provide such changes and incentives for the development of orphan drugs.»
(Orphan Drug Act excerpts, Public Law 97-414, as amended)¹⁴

Par extrapolation, une maladie est dite orpheline lorsqu'il n'existe pas de médicament, pas de traitement autre que ceux des symptômes. Contrairement à une tendance répandue à assimiler maladie orpheline et maladie rare, l'étude de l'émergence du terme d'*orphan drug* montre comment une maladie orpheline se distingue d'une maladie rare, maladie dont la prévalence est faible, c'est-à-dire qu'elle touche moins d'une personne sur 2 000 en France. Souvent confondus, ces deux termes ne décrivent pourtant pas la même réalité, même si la plupart des maladies orphelines sont des maladies rares. Il existe cependant des maladies fréquentes que l'on peut considérer comme orphelines, car encore peu connues, longues à diagnostiquer et sans traitement (d'où le médicament orphelin), comme certaines maladies infectieuses tropicales dans les pays en voie de développement. Le Sida peut également être considéré comme ayant été dans les années 80 une maladie orpheline, et plusieurs de ses traitements ont d'ailleurs bénéficié du statut de « *orphan drug* » aux États-Unis, malgré une prévalence supérieure à celle préconisée pour l'application de l'*Orphan Drug Act*.

Cet attribut « **orphelin** » permet ainsi de caractériser avec pertinence les situations industrielles décrites dans les lignes qui précèdent : une innovation orpheline est, de même qu'un médicament orphelin, attendue. Elle répond à des besoins sociétaux forts et n'est pourtant pas produite malgré une prise en charge par l'ensemble des acteurs mobilisés.

3. Caractérisation de l'innovation orpheline

Nous proposons alors une spécification d'une innovation orpheline, où malgré des besoins identifiés, des efforts réitérés, des acteurs motivés et un contexte institutionnel favorable, l'innovation produite reste en deçà des besoins et des attentes liés aux grandes questions sociétales soulevées.

Posons les grands critères d'une situation orpheline comme suivent :

- (1) une demande sociale forte, formulée et compréhensible ;
- (2) des innovations proposées de façon répétée par des acteurs motivés, mais ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance industrielle ;
- (3) des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près.

¹⁴ Notre traduction : « Le Congrès (américain) établit que de nombreuses maladies et conditions médicales (...) ne concernent qu'un petit nombre d'individus. (...) Pour la plupart de ces maladies, aucun traitement spécifique n'a été développé. (...) Il existe des raisons de penser que ces médicaments orphelins ne verront pas le jour si les lois fédérales n'évoluent pas pour permettre une réduction des coûts de développement et une incitation financière à développer ces médicaments orphelins. (...) Il est dans l'intérêt de la société de susciter une telle évolution des lois et de permettre le développement des médicaments orphelins. »

Cette caractérisation permet de distinguer les situations d'innovation orpheline des autres situations de dynamique sans croissance, de par les critères (1) et (3) qui affinent la définition de l'innovation orpheline. Une innovation orpheline est attendue et n'est donc pas dans le scope des technologies éternellement émergente (Fréry, 2000) comme l'est la pile à combustible tel que cela a été présenté en introduction de la thèse. Ce n'est pas non plus de l'ordre de la science-fiction : la téléportation, dont les connaissances techniques à maîtriser semblent au delà des capacités d'apprentissage et de recherche des acteurs économiques contemporains, n'est pas une innovation orpheline.

Nous positionnons ainsi l'innovation orpheline par rapport à ces grandes classes de blocages dans le tableau suivant :

<i>Des innovations qui ne suscitent pas de croissance</i>	<i>Demande sociale faible</i>	<i>Demande sociale forte</i>
<i>Connaissances qui semblent inatteignables</i>	<i>Nébuleuse d'idées farfelues et d'un intérêt limité</i>	<i>Science-fiction</i>
<i>Connaissances qui semblent atteignables</i>	<i>Technologie éternellement émergente</i>	<i>Innovation orpheline</i>

Tableau 6 - Caractérisation de l'innovation orpheline comme une innovation sans croissance malgré une demande forte et des connaissances qui semblent atteignables, et positionnement par rapport à (1) les idées farfelues qui nécessitent des efforts de recherche immenses alors qu'aucune demande n'est identifiée ; (2) les technologies éternellement émergentes où la demande sociale est faible ; (3) la science-fiction, où, si la demande pour certaines innovations est très forte, les connaissances à mobiliser sont pour l'instant inatteignables.

Ce qu'il faut retenir du chapitre III

L'objet de la thèse est d'étudier une phénoménologie nouvelle, l'innovation orpheline. Nous définissons une innovation orpheline comme une innovation très attendue par la société, mais qu'aucun acteur ou consortium d'acteurs n'est capable de générer, alors que les conditions évoquées par la littérature pour favoriser son émergence sont réunies. La sécurité des deux-roues est un exemple d'innovation orpheline : une forte demande sociale d'innovation pour enrayer l'accidentologie des conducteurs de deux-roues ne trouve pas de réponse dans un ensemble de propositions faites par des acteurs se mobilisant pourtant sur cette question.

Le terme d' « innovation orpheline » n'est pas sans lien avec celui de « maladie orpheline », i.e. une maladie pour laquelle il n'existe pas de médicament, pas de traitement autre que ceux des symptômes. Une innovation orpheline est, de même qu'un médicament orphelin, attendue. Elle répond à des besoins sociétaux forts et n'est pourtant pas conçue malgré une prise en charge par l'ensemble des acteurs.

Nous proposons de plus une caractérisation de l'innovation orpheline selon trois critères : une demande sociale forte, formulée et compréhensible ; des innovations proposées de façon répétée par des acteurs motivés, mais ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance industrielle ; des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près. Cette caractérisation permet de distinguer les situations d'innovation orpheline des autres situations de dynamique sans croissance, comme les technologies éternellement émergentes pour lesquelles la demande sociale est faible, ou encore les projets de science-fiction où, si la demande pour certaines innovations est très forte, les connaissances à mobiliser sont pour l'instant inatteignables.

Chapitre IV – Une revue de la littérature des facteurs explicatifs des blocages des dynamiques industrielles : mise en évidence du blocage cognitif comme facteur déterminant de l’innovation orpheline

Comment comprendre le phénomène d’innovation orpheline, cette innovation très attendue par la société, mais qu’aucun acteur ou consortium d’acteurs n’est capable de générer, alors que les conditions évoquées par la littérature pour favoriser son émergence sont réunies ? Ce chapitre présente une revue de la littérature des facteurs explicatifs des blocages des dynamiques industrielles. L’enjeu est d’étudier en quoi ces facteurs peuvent effectivement expliquer le phénomène d’innovation orpheline.

Dans un premier temps, nous présenterons les apports de la littérature en gestion. Différents courants caractérisent les causes possibles des blocages des dynamiques industrielles et proposent des leviers d’action sur ces facteurs de blocage. La revue de la littérature conduira à étudier trois classes de blocages : le manque de connaissances (1.1), le verrou institutionnel (1.2) et le blocage cognitif (1.3). Nous montrerons que dans les situations d’innovation orpheline, le blocage cognitif, *i.e.* la fixation collective, sont prépondérants mais que les propositions de la littérature en gestion ont plusieurs limites quant à la nature de ce blocage cognitif et aux leviers d’action pour le dépasser. Pour approfondir l’étude de la fixation collective, la littérature en psychologie cognitive sur les biais cognitifs sera présentée. Dans un premier temps, nous montrerons comment les biais cognitifs étudiés dans le cadre de la prise de décision et du *problem-solving* ont depuis plusieurs décennies été l’objet de discussions entre les économistes et les psychologues (2.1). Puis nous exposerons comment les travaux en psychologie ont depuis une quinzaine d’années étendu l’étude des biais cognitifs aux problèmes de créativité et mis en évidence l’existence d’effets de fixation dans des situations de conception (2.2). Les limites du transfert des propositions de la psychologie cognitive aux situations industrielles de conception seront discutées. Nous concluons ce chapitre en proposant de mobiliser les théories de la conception innovante pour croiser les apports des deux disciplines.

1. Les blocages des dynamiques industrielles vus par les sciences de gestion : apports et limites pour expliquer l’innovation orpheline

Divers courants de recherche en management et en théorie des organisations ont cherché à expliciter les causes de ces phénomènes d’impasse et de blocage, notamment afin de mieux comprendre les inerties organisationnelles et l’impact d’évènements passés sur les processus de décision.

*« There seems to be a broadly shared feeling that we need to understand better how organizations can lose their flexibility and become inert or even locked-in ».*¹⁵
(Sydow, Schreyögg, & Koch, 2009)

Nous présentons ici les différentes explications avancées dans la littérature en sciences sociales sur la nature des blocages des dynamiques industrielles, ainsi que les solutions qui ont pu être proposées pour en sortir. La situation d'innovation orpheline et le cas empirique de la sécurité des deux-roues permettent alors de mettre à l'épreuve ces propositions de la littérature et de mettre en évidence le ou les blocages sous-jacents à l'innovation orpheline. La revue de la littérature conduira à étudier trois classes de blocages : le manque de connaissances (1.1), le verrou institutionnel (1.2) et le blocage cognitif (1.3).

1.1. Le levier de l'acquisition de connaissances pour éviter les blocages des dynamiques industrielles

1.1.1 Le manque de connaissances techniques et sociales, un frein au développement industriel

Une explication qu'apporte la littérature quant aux causes possibles de blocage des dynamiques industrielles est l'hypothèse du manque de connaissances. Les acteurs d'une industrie peuvent en effet ne pas disposer des connaissances nécessaires à proposer des innovations, qu'elles soient technologiques, organisationnelles ou d'usages. Les activités de recherche sont ainsi des activités développées pour palier à des lacunes de connaissances, qui ne sont pas seulement technologiques et/ou scientifiques, mais peuvent être aussi sociales, éthiques, liées aux usages, ou à la réglementation, par exemple. Le découplage entre système technique et système social est central dans la notion de « système sociotechnique » proposée par Geels (2004), élargissant la perspective sectorielle du « système d'innovation » (Malerba, 2002) dont l'attention se focalise sur le développement pur d'une technologie (via des connaissances techniques), sans prendre en compte la diffusion de cette technologie, son utilisation, ou encore ses impacts sociaux. Cette notion de système sociotechnique est en ce sens assez similaire aux cadres théoriques du « système social » (Van de Ven, Polley, Garud, & Venkataraman, 1999). Divers auteurs soulignent la nécessité d'une co-évolution entre les systèmes techniques et les systèmes sociaux (Rosenkopf & Tushman, 1998; Llerena & Matt 1999), ce qui nécessite des parentissages conjoints et liés. L'historien Bertrand Gille a décrit les mécanismes de blocages qui peuvent survenir lorsque le système technique et le système social se décorrèlent. Il a ainsi utilisé la notion de « système bloqué » (Gille, 1978), et a explicité les conditions qui ont permis uniquement à l'Europe de l'Ouest d'être le lieu de révolutions technologiques successives depuis le XII^{ème} siècle. En effet, Gille montre que tous les autres systèmes techniques ont fait face, à un moment ou un autre, à un assèchement de leurs capacités d'innovation, les sauts technologiques ne se

¹⁵ Notre traduction : « De nombreux chercheurs semblent partager le même sentiment, à savoir que nous devons mieux comprendre comment des organisations peuvent perdre leur flexibilité et devenir inertes, voire même bloquées. »

produisant plus. Ainsi, de « grandes civilisations » comme la Grèce Antique, l'Amérique Précolombienne ou la Chine Ancienne ont vu un essoufflement de l'évolution des techniques. En Chine, par exemple, la stagnation de la civilisation à partir du XVI^{ème} siècle est intrinsèquement liée au blocage de la production technique. Les raisons qui sont avancées par l'auteur pour expliquer ce blocage s'appuient sur l'argument de conjectures structurelles : les percées scientifiques se raréfient et le manque de modèle théorique scientifique empêche les innovations techniques de se produire, ce à quoi s'ajoutent les rigidités administratives de la Chine Ancienne et la sclérose des structures sociales. Le manque de connaissances (qu'elles soient techniques ou non) peut ainsi apparaître comme un frein au développement industriel d'un collectif.

1.1.2 La gestion de la connaissance pour construire des stratégies d'innovation

L'activité de recherche est sous-jacente aux stratégies développées par les acteurs pour acquérir de nouvelles connaissances. La question de la gestion de la connaissance est beaucoup étudiée dans la littérature pour décrire et modéliser les différentes manières d'utiliser la connaissance pour en dégager un avantage compétitif (Firestone, 1998; Nonaka & Takeuchi, 1995). Plusieurs auteurs ont caractérisé des leviers d'action que des entreprises ont adopté pour piloter, voire même accélérer, les processus d'acquisition de nouvelles connaissances. Cohen et Levinthal (1990) montrent comment des entreprises ont développé des capacités d'absorption, *i.e.* des capacités à identifier de nouvelles connaissances, à repérer les acteurs externes qui les détiennent, et à les incorporer. Prolongeant cette perspective d'ouverture de l'entreprise pour acquérir de la connaissance, Chesbrough (2003) caractérise à travers le concept d'« open innovation » comment dans un contexte où la connaissance est distribuée, les entreprises ne peuvent pas se permettre de compter uniquement sur leurs propres recherches, mais doivent s'ouvrir à des démarches collaboratives et partenariales pour intégrer les connaissances et les innovations qu'elles ne détiennent pas. Chesbrough soutient l'idée que pour des entreprises conduisant des stratégies d'innovation ouverte, le partage de l'innovation est de fait devenu un impératif car celui-ci renforce la performance économique des firmes pratiquant ces politiques (*ibid.*). Ainsi, l'activité de recherche et le développement de stratégies d'acquisition de nouvelles connaissances sont supposés permettre de lever les blocages liés à des lacunes de connaissances.

1.1.3 Le manque de connaissances mis à l'épreuve de l'innovation orpheline

Confrontons maintenant le cas empirique d'innovation orpheline, la sécurité des deux-roues, à cette première cause de blocage. L'une des composantes de l'innovation orpheline est l'effort de recherche fourni par l'ensemble des acteurs du secteur. Dans le cas de la sécurité des deux-roues, les acteurs se mobilisant sont nombreux et variés :

- les équipementiers motos et vélo travaillant sur les casques, les vestes, les bottes, ou encore l'airbag, tels que Décathlon ou Holding Trophy, ou sur l'aide à la navigation pour le deux-roues (comme l'entreprise belge Navteq)
- les constructeurs de motos, qu'ils soient spécialisés dans le deux-roues (Honda ou Piaggio) ou également dans le secteur automobile (Peugeot) ;

- les assureurs (comme par exemple la MAIF)
- les régulateurs, qu'il s'agisse des agences d'homologation des équipements (UTAC) ou la délégation à la sécurité et à la circulation routière (Ministère de l'industrie)
- les secours (police, pompiers) et les intervenants post-accidents (hôpitaux)
- les institutions, comme la direction départementale de l'équipement en charge des infrastructures routières ou les collectivités locales qui ont un pouvoir de décision quant la gestion du trafic routier urbain et interurbain
- les laboratoires d'accidentologie, comme le CEESAR ou encore l'équipe Modélisation, Simulation et Simulateurs de conduite (MSIS) de l'Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité (INRETS)
- et enfin les collectifs d'usagers, dont le plus représentatif est la Fédération Française des Motards en Colère (FFMC), mais qui comprend aussi des acteurs comme le Club des Villes et des Territoires Cyclables.

Nombre de propositions techniques ont été formulées par ces acteurs ces deux dernières décennies et témoignent des percées technologiques : le développement de matériaux de pointe pour améliorer la résistance et la déformation minimale des casques de moto, le déploiement d'airbag autour du haut du corps ou encore l'adaptation des capteurs de roues pour le freinage d'urgence (ABS). Par ailleurs, les différents acteurs se rencontrent et échangent sur la thématique : les collectivités locales mais aussi des institutions comme le pôle de compétitivité Mov'eo organisent des rencontres sur la thématique de la sécurité des deux-roues. Ainsi, il semble que **la situation d'innovation orpheline ne soit pas due à un manque d'acquisition et d'échanges de connaissances**, de nombreux efforts de R&D étant menés et des lieux d'échanges et de rencontres permettant la circulation des connaissances au sein de l'industrie.

Cependant, l'étude de l'échange de connaissances dans le secteur de la sécurité des deux-roues pose plusieurs questions : les acteurs échangent-ils les « bonnes » connaissances, c'est-à-dire celles qui permettraient de construire des partenariats capables de sortir de l'innovation orpheline ? Les acteurs présents sont-ils impliqués dans les « bons » processus ?

1.2. Le verrou institutionnel et le phénomène de *path-dependence* pour expliquer l'enfermement d'un secteur sur une trajectoire unique

1.2.1 Le phénomène de *path-dependence*

Les conjectures structurelles, que souligne Gille (1978) dans l'étude des systèmes bloqués, renvoient à un phénomène étudié depuis plus de 25 ans par les économistes évolutionnistes : la « dépendance du sentier », ou « *path-dependence* » (Arthur, 1989; David, 1985).

Notion issue de l'économie, la *path-dependence* avait initialement pour enjeu de traduire les mécanismes d'irréversibilité dans des processus stochastiques (David, 1985, 2000), et de décrire le fait

que l'évolution à long terme d'un système dépend de son point de départ et éventuellement de perturbations (qui peuvent être le fruit du hasard) subies au cours de son histoire (Arrow, 2002).

"I will say that the process is (...) ergodic (not path-dependent) if different sequences of historical events lead to the same market outcome with probability one." (Arthur, 1989, p.118).¹⁶

La notion de *path-dependence* fut ensuite reprise par divers courants, de l'économie évolutionniste (Liebowitz & Margolis, 1995) à la sociologie historique (Mahoney, 2000). Ces auteurs ont mobilisé cette notion pour décrire l'effet d'événements passés sur les développements futurs (Sydow et al., 2009), et en particulier pour expliquer comment certaines technologies deviennent des standards alors même que leur sous-optimalité est prouvée. Le cas du clavier QWERTY est un cas emblématique de ce courant de recherche (David, 1985). Conçu pour permettre aux dactylographes de taper à bonne vitesse sur des machines à écrire sans que les marteaux ne s'entrechoquent, il n'est pas optimisé pour une vitesse pure de frappe. Le remplacement du clavier QWERTY fut inconcevable lors du basculement de la machine à écrire au clavier d'ordinateur à cause d'investissements forts en termes de formation des usagers sur le QWERTY. Pourtant la question du choc entre deux marteaux n'était plus d'actualité et la vitesse pure de frappe devenait le critère premier de performance. Lors de l'avènement de l'ordinateur, un concurrent au QWERTY apparaît : le clavier Dvorak, dont beaucoup de tests de rapidité prouvent qu'il est plus performant que le clavier QWERTY. Or, le Dvorak n'arrivera jamais à s'imposer.¹⁷

Aujourd'hui, la notion de sous-optimalité propre aux considérations économiques n'est plus au cœur des travaux en sciences sociales sur ce paradigme, et le concept de *path-dependence* est mobilisé en sociologie et en histoire pour indiquer les difficultés rencontrées lors de la déviance d'une trajectoire sociotechnique établie :

"(...) our present and future choices are conditioned by the choices that we have made in the past". (Garud & Karnøe 2001, p.2.)¹⁸

La notion de *path-dependence* a pour ambition d'aller au-delà de décrire de simples freins aux changements et des rigidités organisationnelles ou structurelles. Ce concept cherche à construire un cadre explicatif plus élaboré qui rend compte du caractère historique et déterministe de la pensée rationnelle. Ainsi, Mahoney (2000) souligne que la *path-dependence* explicite les mécanismes auto-

¹⁶ Notre traduction : « Nous nommerons ergodique (i.e. non « dépendant du sentier ») un processus dont différentes séquences d'événements passés conduisent au même résultat sur le marché avec une probabilité égale à 1. »

¹⁷ L'histoire du clavier QWERTY, et de sa conservation lors du passage de la machine à écrire au clavier d'ordinateur est décrite en détail dans (David, 1985).

¹⁸ Notre traduction : « Nos choix présents et futurs sont conditionnés par ceux que nous avons faits par le passé ».

entretenus de rendements économiques dans l'exploitation d'une voie d'innovation, *i.e.* la probabilité des étapes futures sur une voie donnée augmente à chaque étape conduite au sein de cette voie, jusqu'à ce qu'un point d'équilibre soit atteint. Lorsqu'advient un premier avantage économique (souvent dû au hasard), il se crée ensuite une situation de blocage structurel du fait des investissements engagés par les acteurs, de la structuration du milieu et des réseaux d'acteurs autour de ce paradigme initial. La *path-dependence* caractérise ainsi des situations où les compétences et l'histoire d'un milieu innovant le conduisent à s'enfermer dans les mêmes voies d'innovation (voir encadré 1).

Encadré 1 : Emergence de la *path-dependence* (Sydow et al., 2009)

Sydow (Sydow et al., 2009) a décrit l'émergence du phénomène de *path-dependence* en trois phases. La phase 1, « preformation phase », est une phase où beaucoup d'options sont possibles et où aucune des options n'apparaît préférable à une autre tant l'incertitude est élevée. Cette phase se conclut par un point critique, où des événements, souvent dus au hasard, conduisent à un investissement sur une voie particulière, et enclenchent des processus auto-entretenus d'investissements. Ce point critique marque le début de la phase 2, « formation phase », où les investissements auto-entretenus par des rendements économiques croissants conduisent à restreindre le champ des options explorées. Il devient progressivement difficile d'inverser le choix de privilégier certaines options, et une trajectoire technologique commence à émerger. La transition de la phase 2 à la phase 3, « lock-in phase » est caractérisée par un rétrécissement encore plus marqué des options explorées ce qui mène finalement à un enfermement sur une option dominante, telle que même les nouveaux entrants ne peuvent s'abstenir de l'adopter.

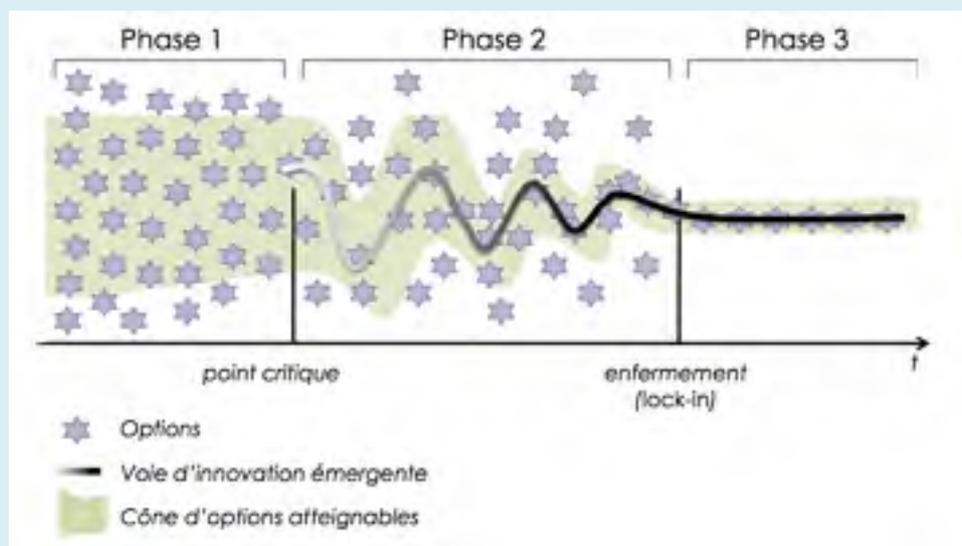


Figure 4 - Emergence de la path-dependence organisationnelle (Sydow et al 2009) en trois phases : dans la phase 1, beaucoup d'options sont possibles et aucune n'apparaît préférable à une autre. Cette phase se conclut par un point critique, début de la phase 2, où les investissements auto-entretenus par des rendements économiques croissants conduisent à restreindre le champ des options explorées. La transition de la phase 2 à la phase 3 est caractérisée par un rétrécissement encore plus marqué des options explorées ce qui mène finalement à un lock-in sur une voie d'innovation dominante.

La littérature économique avance différentes raisons pouvant expliquer pourquoi les acteurs s'engagent sur certaines voies d'innovation alors qu'elles présentent des composantes de sous-optimalité et que d'autres alternatives maximiseraient mieux le profit :

*"The path dependence literature puts forward several reasons that might explain why, even when all relevant costs and benefits are recognizable, the wealth-maximizing path might not be chosen. In one way or another, these reasons are all related to market failures: some markets do not exist; some of the affected parties are not yet born; some economic actors cannot coordinate."*¹⁹ (Liebowitz & Margolis, 1995)

Liebowitz et Margolis (1995) soulignent ainsi que la *path-dependence* institutionnelle naît d'un défaut de coordination entre des acteurs autour des mécanismes de rendements économiques et d'appréciation des différentes voies d'innovation.

1.2.2 Le rôle de l'entrepreneur pour s'écarter des cadres institutionnels existants

Sur les possibilités de s'extraire du phénomène de *path-dependence*, plusieurs auteurs ont mis en évidence la capacité de certains acteurs (le plus généralement des entrepreneurs) à s'écarter délibérément des schémas et des structures établis afin de créer de nouvelles voies d'exploration, dans un processus de « création de sentiers » (« *path-creation* ») (Garud & Karnøe, 2001, 2003) :

*" Entrepreneurs may intentionally deviate from existing artifacts and relevance structures, fully aware they may be creating inefficiencies in the present, but also aware that such steps are required to create new futures. Such a process of mindful deviation lies at the heart of path creation. (Garud & Karnøe 2001, p.6.)"*²⁰

Se positionnant en creux des travaux initiaux qui avançaient que seuls des chocs extérieurs peuvent influencer sur une trajectoire technologique une fois que celle-ci est bloquée (David, 2000), ces travaux sur la *path-creation* mettent en lumière les stratégies de déviance de certains entrepreneurs, conscients que celles-ci comportent leur lot d'inefficacité sur le court terme tout en étant sujettes à dynamiser l'innovation sur le long terme. Lorsqu'il y a un gain à s'écarter des voies existantes, ceux qui bénéficient de ce gain vont être prêts à payer les coûts de l'exploration de ce nouveau chemin

¹⁹ Notre traduction : La littérature sur la path-dependence met en avant plusieurs raisons qui pourraient expliquer pourquoi, même lorsque tous les coûts et avantages pertinents sont reconnaissables, le sentier de maximisation du profit peut ne pas être choisi. D'une manière ou d'une autre, ces raisons sont toutes liées aux défaillances du marché: certains marchés n'existent pas; d'autres n'existent qu'en partie, certains acteurs économiques ne peuvent pas se coordonner »

²⁰ Notre traduction : « les entrepreneurs peuvent s'écarter volontairement des artefacts et des structures existantes, pleinement conscients que ceux-ci peuvent être la source d'inefficacités dans le présent, mais également conscient que de telles mesures sont nécessaires pour créer un nouvel avenir. Un tel processus d'écart conscient est au cœur de la path-creation. »

(Liebowitz & Margolis, 1995). Ainsi, la création d'une nouvelle voie d'innovation peut résulter d'actions délibérées internes au champ d'innovation (Meyer & Schubert, 2007).

Un exemple étudié par (Garud & Rappa, 1994) est celui des implants auditifs cochléaires, où deux voies d'innovation étaient possibles : la voie principale, celle du canal simple, et la voie proposée par un entrepreneur déviant, celle du multi-canal. Les différences entre ces deux voies étaient manifestes non seulement concernant le type de technologie (simple ou multi-canal), mais aussi dans les routines d'évaluation (détection sonore de l'environnement ou reconnaissance vocale), les profils des utilisateurs (pour tout le monde ou à destination d'un groupe motivé) et les exigences réglementaires. Les auteurs soulignent ainsi qu'un entrepreneur peut s'écarter de la voie classique d'innovation, pour renouveler les propositions sociotechniques en jouant sur l'ensemble des facettes de l'innovation : technique, usage, valeur, réglementation, etc.

Ainsi, alors que la littérature de la *path-dependence* met l'accent sur la dépendance entre les événements futurs et les événements passés (conditions de départ, perturbations aléatoires, etc.), le courant de la *path-creation* replace l'acteur au cœur des mécanismes institutionnels, sous la forme de l'« écart conscient ». La *path-creation* insiste sur la mobilisation des ressources par les concepteurs et les entrepreneurs menant à la création de voies alternatives (Garud & Karnøe, 2001, 2003; Stack & Gartland, 2003). L'entrepreneur apparaît alors comme un acteur permettant de sortir de l'enfermement d'un collectif d'acteurs sur une voie privilégiée d'innovation, devenant porteur de l'exploration de nouvelles valeurs, au prix de coûts initiaux plus importants que ceux engendrés par l'exploitation du paradigme sociotechnique existant.

1.2.3 Le verrou institutionnel mis à l'épreuve de l'innovation orpheline

L'une des caractéristiques de l'innovation orpheline est la demande d'innovation forte émanant de la société, qui se traduit par une pluralité de moyens de financement, des aides accordées par les pouvoirs publics, une exposition du problème et des solutions proposées par les prescripteurs. Dans le cas de la sécurité des deux-roues, des communautés locales lancent régulièrement des appels à projet, l'état finance des projets innovants comme par exemple au travers du pôle de compétitivité Mov'eo, et de nombreux usagers sont prêts à investir dans l'amélioration de leur sécurité. Un tel contexte est très favorable à ce que des entrepreneurs osent se lancer sur des projets décalés pour capter une partie de cette valeur, et on observe en effet que parmi les concepteurs de l'industrie de la sécurité des deux-roues, les entrepreneurs sont force de propositions. Cependant, malgré la présence d'entrepreneurs et les propositions formulées, l'accidentologie n'évolue pas, l'innovation attendue ne se produit pas et la croissance industrielle reste très faible.

L'étude de la *path-dependence* dans le secteur de la sécurité des deux-roues pose plusieurs questions : les entrepreneurs explorent-ils les « bonnes » alternatives aux paradigmes existants ? Ont-ils les capacités à conduire les explorations nécessaires à sortir de la *path-dependence* ?

1.3. Le blocage cognitif, une dimension oubliée et réhabilitée par la conception innovante

1.3.1 De la *path-dependence* institutionnelle à la *path-dependence* cognitive

Dans les situations d'innovation orpheline, les entrepreneurs semblent rencontrer des difficultés pour proposer des pistes d'exploration novatrices. Si les innovations proposées sont toujours un peu les mêmes, les acteurs ne seraient-ils pas enfermés dans des représentations mentales partagées, mais trop restrictives ? Dans la caractérisation des processus de *path-creation*, Garud et Karnøe (2001) évoquent des aspects cognitifs pour conduire le processus de déviance :

« (...) the need to deframe. Deframing implies appreciating cognitive embeddedness in order to depart from existing 'webs of significance' in mindful ways » (Garud & Karnøe, 2001).²¹

Il y a ainsi une nécessité de sortir du cadre, ce qui implique de pouvoir identifier les représentations cognitives utilisées, ainsi que les modèles sociocognitifs (Garud & Rappa, 1994) qui opèrent afin de pouvoir s'en écarter consciemment. En d'autres termes, pour pouvoir penser « *outside of the box* », il faut déjà connaître les contours de la boîte. Cependant, il peut apparaître des effets d'attraction puissants qui limitent les explorations des possibilités technologiques en dehors du paradigme technologique²² dominant :

“Technological paradigms have a powerful exclusion effect: the efforts and the technological imagination of engineers and of the organizations they are in are focused in rather precise directions while they are, so to speak, “blind” with respect to other technological possibilities” (Dosi, 1982, p. 153).²³

Dans la même ligne de pensée, la littérature économique souligne l'existence de certaines règles ou principes cognitifs dans les dynamiques industrielles (Dosi 1982, Cohendet & Llerena 1993, Kaplan & Henderson 2005). Ces règles peuvent limiter les capacités des acteurs à explorer des alternatives au

²¹ Notre traduction : « (...) le besoin de sortir du cadre. Cela implique d'identifier les structures cognitives dans le but de s'éloigner consciemment des représentations existantes. »

²² On comprendra la notion de paradigme technologique telle qu'elle a été proposée par Dosi (1982) : “Technical paradigms are ‘models’ and ‘patterns’ for finding solutions to selected technological problems, based on selected principles derived from natural sciences and on selected material technology” (Dosi, 1982, p 152), ce que nous proposons de traduire comme suit : “Un paradigme technologique est un modèle pour trouver des solutions à des problèmes technologiques particuliers, basés sur un ensemble de règles dérivées des sciences naturelles et des principes technologiques existants ».

²³ Notre traduction : « Les paradigmes technologiques ont un fort pouvoir d'exclusion : les efforts et l'imagination des ingénieurs et de leurs organisations se focalisent dans des directions précises, ne pouvant voir les possibilités technologiques alternatives. »

paradigme existant, élargissant la notion de *path-dependence* technologique à celle de *path-dependence* cognitive (Kaplan & Tripsas, 2008; Thrane, Blaabjerg, & Møller, 2010).

"Framing activities help drive the achievement of a dominant design when one emerges, and (...) the intertwining of technological frames and organizational architecture in the era of incremental change can explain why transitions are so difficult" (Kaplan & Tripsas, 2008, p. 791).²⁴

Kaplan et Tripsas (*ibid.*) avancent en effet que l'incertitude inhérente à la nature et à la trajectoire d'une technologie nouvelle oblige les acteurs économiques travaillant sur cette technologie à faire sens de la situation avant de pouvoir agir. Cela implique que les aspects cognitifs doivent être pris en compte dans l'évolution d'un paradigme technologique. En particulier, les auteures exposent que les visions des différents acteurs peuvent ne pas être alignées entre elles, ou ne pas être alignées avec les efforts institutionnels et économiques. La vision, l'interprétation d'un certain paradigme technologique peuvent différer entre les concepteurs, les utilisateurs, les institutionnels, *etc.* La trajectoire technologique, *i.e.* l'évolution de développements technologiques dans une certaine direction, se construit cependant sur une vision partagée par l'ensemble des acteurs qui doivent se coordonner sur cette trajectoire, et est donc indirectement influencée par l'interaction entre les différentes visions des acteurs.

« Because their frames are likely to be diverse, interactions among these actors may be conflictual. Actors may therefore act purposefully to shape which frame comes to predominate in the field » (Kaplan & Tripsas, 2008, p. 792).²⁵

Pour modéliser les facteurs cognitifs dans les mécanismes de convergence sur une trajectoire technologique dominante, Kaplan et Tripsas (*ibid.*) proposent un modèle des trajectoires technologiques combinant les cadres cognitifs individuels, le cadre cognitif partagé et l'évolution de la technologie. Les auteures modélisent ainsi une coévolution entre le cadre cognitif partagé et la technologie en elle-même, et ce à travers les actions des acteurs et leurs interactions (voir encadré 2).

Ces travaux explicitent ainsi comment se constitue une représentation partagée par l'ensemble des acteurs, *i.e.* un cadre cognitif collectif permettant aux acteurs de se coordonner autour d'une trajectoire technologique dominante. Ils soulignent également que ce cadre cognitif collectif peut conduire à contraindre l'exploration d'alternatives, ce que Thrane, Blaabjerg et Møller (2010)

²⁴ Notre traduction : « La construction de cadres (cognitifs) permet la stabilisation d'un modèle conceptuel dominant quand celui-ci émerge : les liens étroits entre les cadres technologiques et l'architecture organisationnelle dans les cas de changement incrémental peuvent expliquer pourquoi les transitions (technologiques) sont si difficiles. »

²⁵ Notre traduction : « Parce que leurs cadres cognitifs sont souvent variés, les interactions entre ces acteurs peuvent être conflictuelles. Les acteurs peuvent alors agir consciemment pour façonner le cadre cognitif qui deviendra dominant dans le champ. »

interprètent comme une *path-dependence* cognitive, i.e. l'enfermement sur une voie privilégiée d'innovation du fait d'une vision partagée.

Encadré 2 : Modèle de la *path-dependence* cognitive (Kaplan & Tripsas, 2008)

Kaplan et Tripsas (*ibid.* p.797) proposent un modèle de l'émergence d'une trajectoire technologique prenant en compte les aspects cognitifs. Ce modèle repose sur trois composantes : les cadres cognitifs individuels de chaque acteur, le cadre cognitif collectif et l'évolution de la technologie. Dans ce modèle, l'interaction entre les acteurs agit sur le cadre collectif, par exemple par effet de lobby d'un des acteurs pour imposer sa propre vision. Mais la réciproque est vraie également : lorsqu'un cadre collectif commence à émerger, sa diffusion au sein des acteurs impactent les représentations de ceux-ci ainsi que les décisions d'investissement sur une ou plusieurs technologies. Ces investissements au sens large, i.e. financiers, en termes de ressources mais également en termes d'adoption de la technologie, impactent en retour le développement d'une trajectoire technologique. Ce sont en effet ces investissements qui font émerger des standards et rendent dominantes certaines innovations. En retour, la technologie contraint et enrichit les actions que les acteurs peuvent entreprendre, dans le sens où l'interprétation des acteurs de l'évolution de la technologie peut focaliser les efforts dans une direction particulière mais également ouvrir de nouvelles possibilités d'application par exemple.

En conséquence, le cadre cognitif collectif co-évolue indirectement avec la trajectoire technologique, via les actions et les interactions entre les acteurs (voir figure 5).

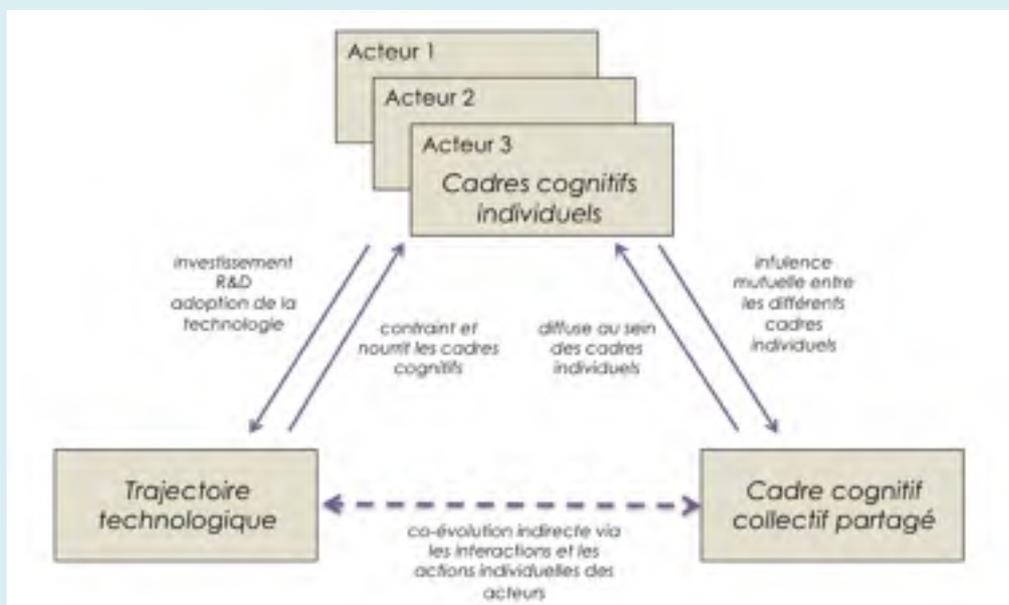


Figure 5 - Modèle cognitif d'une trajectoire technologique, (Kaplan & Tripsas, 2008) comme une coévolution avec un cadre cognitif partagé par l'ensemble des acteurs.

Ces facteurs cognitifs complètent l'approche institutionnelle et purement économique de la *path-dependence*, rendant compte d'interactions complémentaires entre les acteurs autour de ces

cadres cognitifs, partagés ou non. Il semble ainsi qu'une raison probable au blocage d'une dynamique industrielle soit d'ordre cognitif.

1.3.2 Le blocage cognitif, un facteur explicatif de l'innovation orpheline

Le blocage cognitif, *i.e.* **la fixation collective de l'ensemble des acteurs sur une vision partagée**, permet-il d'expliquer la situation d'innovation orpheline qu'est la sécurité des deux-roues ?

Depuis les années 1970, la sécurité routière a été améliorée de manière significative pour les voitures, divisant par trois le nombre de décès. Cette importante diminution est due à deux principaux facteurs, qui correspondent à deux mécanismes très différents : d'une part, des améliorations techniques dans les véhicules et les infrastructures, et d'autre part, la mise en œuvre de nouveaux règlements (Van Elslande, 2008).

L'analyse du modèle de représentation classique de la sécurité routière tel qu'il est pensé pour les automobilistes tend à considérer l'environnement comme une matière inerte, le conducteur comme un être imprévisible. Sur cette représentation, s'appuie un découplage largement diffusé et éprouvé de la sécurité routière : celle-ci est considérée comme soit la sécurité active, soit la sécurité passive (Rumar, 1999). L'objectif de la sécurité routière active est de prévenir les accidents en modifiant le comportement du conducteur, du véhicule ou de l'infrastructure (le radar ou l'ABS par exemple). Les dispositifs passifs de la sécurité routière se concentrent eux sur la réduction des lésions permanentes en offrant une zone de sécurité autour des occupants du véhicule et des protections piétons (on peut citer l'airbag, la ceinture de sécurité, les innovations sur les matériaux de l'habitacle ou sur le capot pour diminuer les dommages sur les piétons). Cette représentation partagée de la sécurité routière a conduit à la division des actions en matière de sécurité automobile en trois mondes distincts et indépendants : la sphère de l'infrastructure, la sphère du véhicule automobile et la sphère de la formation du conducteur au travers principalement du permis de conduire. Cette transposition du modèle de la sécurité automobile à la sécurité des deux-roues a conduit au même partage des tâches au sein de l'industrie : l'infrastructure, les constructeurs et équipementiers de deux-roues, et la formation.

Cependant, la vision classique de «sécurité active / passive» ne permet pas d'explicitier toutes les voies possibles d'innovation sur la sécurité routière des deux-roues : pour un conducteur de deux-roues, dans plus de 70% des cas, l'accident se produit du fait d'une interaction avec un autre véhicule (ONISR, 2009). L'interaction entre le deux-roues et un acteur tiers mobile est le facteur dominant de la sécurité de cette classe d'usagers de la route, et doit donc être prise en compte pour en comprendre l'accidentologie. Cependant agir sur l'interaction entre le deux-roues et son environnement nécessite de rediscuter le découplage qu'induit le modèle «sécurité active / passive» : il faut en particulier faire intervenir de nouveaux acteurs – les constructeurs automobiles par exemple –, rediscuter le découplage entre constructeurs et formation – des innovations sur des dispositifs de sécurité interactive nécessitent d'être intégrées dans l'apprentissage du permis de conduire, *etc.*

Il semble que, dans ce cas précis, l'innovation est orpheline du fait d'un paradigme inadapté en matière de sécurité routière. Tout d'abord, la sécurité classique tend à considérer le conducteur mais

aussi les tiers comme des êtres imprévisibles : par exemple, dans les simulations d'accidents, les capacités d'action du conducteur sont neutralisées. Le mode de pensée est finalement celui du chacun pour soi : le modèle est celui du monde clos, où l'on cherche à se protéger de son environnement. Dans le cas des deux-roues, deux grandes spécificités sont à mettre dans l'équation : (1) le conducteur, loin d'être inerte, a de nombreuses possibilités d'action à fortes conséquences au moment même de l'accident (il peut par exemple se protéger au moyen de ses mains), et (2) le véhicule ne comporte pas de zone de sécurité du fait d'une absence d'habitacle, et est de fait un système complètement ouvert sur son environnement. Un changement de paradigme semble alors nécessaire pour élargir le champ d'exploration : il faut se repositionner sur un modèle qui considère toutes les entités (conducteur, tiers...) comme étant dotées d'intelligence, un modèle de la sécurité interactive, un modèle ouvert où les systèmes dialoguent, échangent de l'information entre eux, un modèle qui force la coopération des acteurs et redéfinit le champ des possibles. Ce changement de paradigme est aujourd'hui en cours dans l'industrie automobile.

Ainsi, l'innovation orpheline peut s'expliquer par le fait d'une fixation collective, *i.e.* des représentations mentales partagées par l'ensemble des acteurs qui les fixent dans des paradigmes technologiques connus et les empêchent de s'écarter consciemment des cadres cognitifs existants pour explorer des alternatives.

1.3.3 L'interaction des cadres cognitifs individuels pour lever le blocage cognitif : proposition de la littérature et limites d'applicabilité

La littérature a mis en évidence des facteurs de nature cognitive pouvant conduire au blocage de dynamiques industrielles. La fixation collective est apparue, dans le cas de l'innovation orpheline de la sécurité des deux-roues, comme un facteur explicatif de cette situation particulière de blocage. Quelles sont les propositions faites par la littérature pour lever ce facteur ?

Le courant sur la *path-dependence* cognitive présenté précédemment montre comment se constitue un cadre cognitif collectif permettant aux acteurs de se coordonner autour d'une trajectoire technologique dominante. Ce cadre cognitif collectif peut conduire à contraindre l'exploration d'alternatives, d'où le phénomène de *path-dependence* cognitive, *i.e.* l'enfermement sur une voie privilégiée d'innovation du fait d'une vision partagée. Pour sortir des phénomènes de *path-dependence*, Thrane, Blaabjerg et Møller (2010) soulignent **l'importance d'une diversité de représentations cognitives pour soutenir les processus d'innovation**. En effet, une conséquence de ces modèles cognitifs partagés est que les efforts visant à innover se concentrent souvent dans des directions spécifiques qui s'appuient sur les réalisations, les idées et les connaissances passées. Kaplan et Tripsas (2008) ajoutent que c'est par l'interaction de cadres cognitifs individuels variés que sont explorées des trajectoires technologiques diverses.

Néanmoins, dans une situation où il y a fixation collective, et où il est nécessaire que le cadre cognitif collectif évolue, comment agir sur l'interaction entre des cadres cognitifs individuels ? Cette question est laissée aujourd'hui en suspens par la littérature.

Conclusion : le blocage cognitif, facteur déterminant

La revue de la littérature en sciences de gestion sur la nature des blocages des dynamiques industrielles a conduit à mettre en évidence l'importance du blocage cognitif dans les situations d'innovation orpheline. De plus, les limites abordées dans le cas du manque de connaissance ou de la *path-dependence* institutionnelle se réinterprètent sous l'angle du blocage cognitif. En effet, s'il y a une fixation collective de l'ensemble des acteurs sur une vision partagée qui contraint l'exploration d'alternatives, (1) quelles sont les connaissances à activer et à échanger au sein de l'industrie et (2) comment l'entrepreneur peut-il être porteur de *path-creation* et s'écarter des paradigmes existants ? Ainsi le blocage cognitif apparaît comme un facteur-clé des situations d'innovation orpheline. Ce n'est pas le facteur unique, mais si la fixation collective persiste, les actions menées sur l'acquisition de connaissances ou sur l'incitation à impliquer des entrepreneurs pour dévier des paradigmes existants ne peuvent permettre seules de sortir de l'innovation orpheline. Cependant, deux questions principales sont laissées en suspens par la littérature : quelle est la nature de la fixation collective ? Quels sont les leviers d'action concrets, déployables, applicables pour dépasser la fixation collective ?

2. Le blocage cognitif : l'apport de la psychologie cognitive pour l'étude des dynamiques industrielles

La revue de la littérature en sciences de gestion a conduit à mettre en évidence l'importance du blocage cognitif dans la situation d'innovation orpheline, mais a également soulevé plusieurs questions : quelle est la nature du blocage cognitif ? En quoi le partage de cadre cognitif peut-il conduire à un blocage de cette nature ? Comment les biais cognitifs opèrent-ils au niveau individuel et au niveau collectif, et peuvent-ils mener à une situation d'innovation orpheline ? Quels peuvent être des leviers d'action pour sortir d'un blocage cognitif ?

L'étude des biais cognitifs est au cœur de travaux en psychologie, qui ont identifié de nombreux biais dans de multiples domaines : jugement de probabilité et prise de décision (Allais, 1953; Kahneman & Tversky, 1982), raisonnement déductif et inductif (Frederick, 2005; Kahneman & Tversky, 1972), et relations sociales (Drozda-Senkowska, 1999). Ainsi, le champ disciplinaire de la psychologie cognitive peut apporter de la substance quant à la nature du blocage cognitif que nous souhaitons étudier dans le cadre de la thèse. Nous proposons donc quelques éléments de cette discipline qui nous permettent d'éclairer la notion de blocage cognitif. Dans un premier temps, nous montrerons comment les biais cognitifs étudiés dans le cadre de la prise de décision et du *problem-solving* ont depuis plusieurs décennies été l'objet de discussions entre les économistes et les psychologues (2.1). Puis nous exposerons comment les travaux en psychologie ont depuis une quinzaine d'années étendu l'étude des biais cognitifs aux problèmes de créativité et mis en évidence l'existence d'effets de fixation dans des situations de conception (2.2).

2.1. Les biais cognitifs dans la prise de décision

Le dialogue entre les sciences humaines et les sciences cognitives n'est pas nouveau, et de nombreux échanges entre ces deux disciplines ont eu lieu autour de la théorie de la décision.

2.1.1 Mise en évidence de biais dans la prise de décision

Plusieurs expériences ont montré l'écart entre les décisions rationnelles selon les modèles de la théorie de la décision (Savage, 1972; Von Neumann & Morgenstern, 1944) et les décisions effectivement prises. Le paradoxe de Allais (Allais, 1953) a ainsi remis en question l'une des bases de la théorie de la décision, i.e. l'axiome d'indépendance de la théorie de l'utilité espérée (voir encadré 3).

Encadré 3 : Le paradoxe de Allais

Les travaux de Allais remirent en cause l'axiome d'indépendance dans la théorie « d'utilité espérée », axiome élaboré par Leonard Savage dans son maître ouvrage The Foundations of statistics. Élément fondamental de la théorie de la décision, la théorie de l'utilité espérée s'appuie sur une série d'axiomes concernant l'attitude d'un individu rationnel ayant à faire des choix en situation risquée, dont l'axiome d'indépendance qui stipule que si la loterie A est préférée à la loterie B, alors, quelle que soit la loterie C et quelle que soit la probabilité p, la loterie [A (p) ; C (1-p)] est préférée à la loterie [B (p) ; C (1-p)]. Allais a démontré expérimentalement qu'il existe en fait un écart entre les décisions rationnelles que prédit la théorie de la décision et les décisions effectivement prises par un individu. Il a ainsi fait passer l'expérience suivante à un très grand nombre d'individus.

Expérience 1 : Choisir entre les deux loteries A et B suivantes :

A : [10 000 € (100 %)]

B : [15 000 € (90 %) ; 0 € (10 %)]

En règle générale, une majorité de personnes préfèrent la loterie A, qui procure un gain certain, même si l'espérance de la loterie B est supérieure : 13 500 €.

Expérience 2 : Choisir entre les loteries C et D suivantes :

C : [10 000 € (10 %) ; 0 € (90 %)]

D : [15 000 € (9 %) ; 0 € (91 %)]

En règle générale, les mêmes personnes qui préfèrent A à B préfèrent aussi la loterie D à la loterie C, parce que D procure un gain significativement plus important que C pour une probabilité de non-gain à peine plus forte. Pourtant, on voit que C : [A (10 %) ; Z (90 %)] et D : [B (10 %) ; Z (90 %)] où Z est la loterie zéro, celle qui dans tous les cas ne rapporte ni ne coûte rien : Z : [0 € (100 %)] La simultanéité de ces deux choix viole l'axiome d'indépendance, car selon cet axiome, si A est préféré à B, alors C devrait être préféré à D, ce qui n'est pas le cas en pratique.

Allais avance ainsi que l'erreur des théories économiques :

« c'est de négliger directement ou indirectement et inconsciemment la dispersion des valeurs psychologiques » (ibid., p 544).

Les implications du paradoxe de Allais ont ensuite donné lieu à de multiples développements en théorie de la décision et en économie comportementale. Parmi les développements qui ont succédé au paradoxe mis en évidence par Allais, un ensemble de recherche a décrit plus en profondeur la nature des biais cognitifs qui peuvent apparaître lors des processus de décision. Notamment, le programme « heuristique et biais » lancé par Kahneman et Tversky (Kahneman, 2003; Kahneman & Frederick, 2007; Kahneman & Tversky, 1982) permit d'approfondir la compréhension des mécanismes cognitifs pouvant conduire à des biais de raisonnement, et donc à une différence significative entre les décisions rationnelles prédites par les modèles normatifs et les décisions effectivement prises par les individus dans des contextes réels.

Pour Kahneman et Tversky (1982), la déviation du comportement d'un individu par rapport au comportement de l'agent économique rationnel réside dans l'utilisation d'heuristiques pour aider le processus décisionnel. Une heuristique est un ensemble de stratégies cognitives simplifiées qu'un individu adopte afin de faciliter la visualisation de différentes options et la prise de décision rapide, même si celle-ci peut s'avérer sous-optimale, voire fautive dans certains cas. L'ensemble des heuristiques développées par un individu peut alors entrer en conflit avec le processus rationnel et logique lors de prise de décision ou de résolution de problème (voir encadré 4).

Encadré 4 : Le processus double et les biais de raisonnement dans la résolution de problème (Frederick, 2005)

Frederick (2005) propose trois tâches pour mettre en évidence le conflit entre le processus cognitif intuitif et le processus cognitif logique dans la prise de décision :

(1) Une raquette et une balle coûtent 1,10 euros au total. La raquette coûte 1 euro de plus que la balle. Combien coûte la balle ?

(2) S'il faut 5 minutes à 5 machines pour fabriquer 5 boîtes, combien de temps faut-il à 100 machines pour fabriquer 100 boîtes ?

(3) Dans un lac, il y a une parcelle de nénuphars. Chaque jour, la parcelle double de taille. S'il faut 48 jours pour que la parcelle recouvre entièrement le lac, combien de jours faudra-t-il pour que la parcelle recouvre la moitié du lac ?

Les réponses intuitives (0,10 euro, 100 minutes, 24 jours) résultant d'heuristiques construites sur des raccourcis calculatoires sont alors en conflit avec les bonnes réponses (0,05 euros, 5 minutes, 47 jours) consécutives à un raisonnement logique où le calcul est effectivement fait.

Ces travaux mettent ainsi en lumière l'existence d'un double processus cognitif (Evans, 2003; Kahneman & Tversky, 1972) : un processus intuitif, rapide et non contrôlé, selon le chemin de moindre résistance (Ward et al, 2004) et un processus logique, argumenté, suivant les règles connues et apprises antérieurement. Le rôle et l'activation de ces deux systèmes dans la prise de décision dépendent de la tâche à réaliser (Frederick, 2005) et de l'individu : divers facteurs peuvent être déterminants, comme par exemple le temps de réponse alloué (Finucane, Alhakami, Slovic & Johnson, 2000), l'aversion au risque de l'individu (Frederick, 2005) ou encore le contexte émotionnel dans lequel se déroule la tâche (Cassotti et al., 2012).

Ces travaux sur le processus double de raisonnement ne sont pas sans lien avec les expériences de conservation de la quantité chez l'enfant menées par Piaget, psychologue spécialiste du développement de l'enfant²⁶. Dans la "Genèse du nombre chez l'enfant" (Piaget, 1941), Piaget conduit une série d'expérimentations pour mettre en évidence les processus par lesquels les enfants "construisent" le nombre. En particulier, il décrit une expérience sur la conservation de la quantité discontinue (le nombre) et montre que lors du dénombrement d'un ensemble de jetons, les enfants, avant un certain âge, ont tendance à mobiliser des heuristiques dans lesquelles il n'y a pas conservation de la notion de quantité dans différentes présentations spatiales de la série de jetons. Un enfant, avant l'âge de 6-7 ans, considère que parmi deux rangées de jetons alignés, la rangée où il y a le plus de jetons est la rangée la plus longue, indépendamment du nombre effectif de jetons. Des travaux plus récents (Wynn, 1992) s'intéressant plus précisément aux capacités des bébés de 4-5 mois ont montré que, bien avant l'âge de 6-7 ans, l'enfant a des compétences de raisonnement arithmétique. En effet, les expériences menées par Wynn indiquent que le raisonnement de dénombrement par les bébés repose sur un processus analytique mobilisant un calcul exact d'addition ou de soustraction. Cependant, l'enfant de 6-7 ans n'utilise pas cette connaissance dans la tâche des jetons, mais privilégie un ensemble d'heuristiques qu'il a développé conduisant à l'intuition que « longueur = nombre » (Houdé, 2004). L'ensemble de ces travaux montre ainsi qu'il y a une différence fondamentale entre les connaissances acquises et les raisonnements mobilisés pour résoudre certaines tâches : un individu peut détenir une connaissance mais ne pas l'utiliser dans son raisonnement.

2.1.2 Sortir des biais de raisonnement: le rôle de l'inhibition

L'ensemble des expériences sur les biais de raisonnement, chez l'adulte et chez l'enfant, montre que ces biais cognitifs ne résultent pas d'un manque de connaissance, mais bien d'une incapacité à inhiber une heuristique, conduisant à des prises de décision ou des résolutions de problèmes inadéquates (Houdé, 1995; Houdé & Tzourio-Mazoyer, 2003). L'inhibition est une forme de

²⁶ Piaget propose que l'étude de la connaissance se fasse par l'étude du développement, une connaissance n'existant pas en tant que telle mais comme caractérisant un processus, un devenir entre un état de connaissance moindre et un état de connaissance futur plus étendu. Pour ce faire, il avance que l'étude du développement de l'enfant est un terrain d'étude privilégié, dans le sens où l'enfant est en perpétuel apprentissage et développe progressivement des outils de l'intelligence logique.

contrôle cognitif qui permet de résister aux automatismes, à l'intuition, à l'activation spontanée de connaissances et d'heuristiques (Houdé 2000). Pour sortir des biais de raisonnement résultant du conflit entre système intuitif et système logique, les individus doivent inhiber le système de type intuitif (Evans, 2008). L'inhibition apparaît comme une fonction exécutive (Miyake et al., 2000), *i.e.* une fonction d'ordre supérieur faisant appel à des fonctions de base comme l'attention ou la mémoire et à l'origine de la planification des actions ainsi que de la flexibilité de l'action en cas d'évènements inattendus. Lorsque plusieurs systèmes cognitifs sont en compétition, l'inhibition est la fonction de sélection entre ces différents systèmes. Houdé (2000) a ainsi montré que dans diverses situations où un biais cognitif apparaît, les stratégies pour lever ce biais cognitif conduisent à résister à l'utilisation des heuristiques de nature intuitive, donc à les inhiber. Ainsi, que ce soit dans une tâche de construction de l'objet, de conservation de la quantité ou de raisonnement logique, le processus d'inhibition est le levier d'action pour résoudre correctement le problème donné, et pour renforcer le « bon » apprentissage (De Neys & Franssens, 2009).

Ce phénomène d'inhibition a de plus été mis en évidence par des techniques d'imageries cérébrales sur le biais d'appariement perceptif (Houdé & Tzourio-Mazoyer, 2003). Les auteurs montrent que les zones activées au sein du cerveau ne sont pas les mêmes lorsque les individus s'appuient sur des heuristiques ou lorsqu'ils inhibent ces heuristiques pour utiliser un raisonnement logique. Lorsque le système intuitif est mis en œuvre, l'activité du cerveau est située à l'arrière, au niveau de la zone sensorielle qui analyse les perceptions. Quand un individu inhibe ce système pour privilégier le système logique, l'activité du cerveau est située à l'avant, au niveau la zone préfrontale qui opère les activités logico-mathématiques et les fonctions exécutives telles que l'inhibition (Houdé 2000, 2001).

2.1.3 Une autre approche des biais cognitifs : la fixité fonctionnelle

Une autre approche des biais cognitifs est l'étude de la fixité fonctionnelle, dans des cas de *creative problem-solving*. Ces travaux se sont attachés à analyser les biais cognitifs qui conduisent un individu à utiliser un objet uniquement de la manière dont il est traditionnellement utilisé.

Duncker a défini la fixité fonctionnelle comme étant un blocage cognitif contre l'utilisation nécessaire d'un objet d'une façon inédite pour résoudre un problème (Duncker, 1945). Par exemple, si un individu a besoin d'un presse-papiers, mais qu'il n'a qu'un marteau à sa disposition, il peut ne pas voir comment le marteau peut être utilisé comme un presse-papiers. Cette incapacité à voir l'utilisation d'un marteau comme autre chose que pour enfoncer des clous résulte de la fixité fonctionnelle. L'étude de la fixité fonctionnelle chez les enfants a montré que les enfants de 5 ans ne montrent aucun signe de fixité fonctionnelle, alors que les enfants âgés de 7 ans y sont sujets (German & Defeyter, 2000): la fixité fonctionnelle apparaît ainsi comme un biais qui se développe en même temps que s'accumule la connaissances au travers de l'expérience.

Encadré 5 : Quelques tâches illustrant la fixité fonctionnelle

La tâche utilisée par (Adamson, 1952) pour mettre en évidence la fixité fonctionnelle est la suivante : « Vous disposez de plusieurs allumettes, d'une boîte de punaises et d'une bougie. Il y a un mur avec un panneau en liège vertical. Comment accrocher la bougie au mur de telle sorte que la cire ne coule pas par terre lorsque l'on allume la bougie ? ». La solution consiste à punaiser la boîte de punaises au mur et à utiliser cette boîte comme support pour la bougie. Adamson teste deux conditions expérimentales : dans un premier cas, les punaises sont dans la boîte (la fonction « boîte de punaises » est amorcée), dans le second cas, les punaises sont en dehors de la boîte. Les sujets réussissent bien plus rapidement la tâche lorsque la fonction « boîte » n'est pas amorcée. Ainsi, dans la première condition expérimentale, les participants sont sujets à la fixité fonctionnelle, i.e. ils ont plus de difficulté à résoudre la tâche lorsque la représentation de la boîte comme contenant de punaises est renforcée.

Pour l'étude de la fixité fonctionnelle chez les enfants, German et Defeyter (German & Defeyter, 2000) ont utilisé une tâche semblable à la tâche de la bougie mais plus accessible aux jeunes enfants, celle de l'ours Bobo. Des enfants ont à leur disposition une boîte en bois contenant des cubes de polystyrène et un ours, Bobo. Au mur, se trouve une étagère. Les enfants doivent permettre à l'ours Bobo de rejoindre l'étagère pour atteindre un jouet, sachant qu'il ne peut pas sauter : les enfants doivent donc construire un escalier pour faire monter Bobo sur l'étagère. La solution consiste à utiliser la boîte en bois pour que Bobo grimpe jusqu'à l'étagère. De même que dans la tâche de la bougie, deux conditions expérimentales sont comparées, à savoir avec ou sans amorce de la boîte en bois comme contenant les cubes en polystyrène. Les sujets âgés de 5 ans utilisent sans effet de fixité la boîte en bois (la connaissance « boîte = contenant » n'est pas une connaissance bloquante), alors que les sujets âgés de 7 ans sont eux sujets à la fixité fonctionnelle, i.e. ils ont plus de difficultés à résoudre la tâche lorsque la représentation de la boîte comme contenant est renforcée.

L'ensemble de ces études montre ainsi le rôle de **l'activation spontanée de connaissances** qui empêchent la résolution de tâches de *creative problem solving*. Les interprétations traditionnelles de la fixité fonctionnelle suggèrent en effet que les connaissances accumulées sur les propriétés typiques de l'objet sont automatiquement activées et bloquent l'utilisation alternative de l'objet (German & Defeyter, 2000).

2.2. Les biais cognitifs dans les situations de conception : les effets de fixation

Les situations d'innovation orpheline qui sont l'objet d'étude de la thèse ne sont pas des situations de résolution de problème, mais de conception de biens ou services nouveaux. L'enjeu n'est donc pas d'étudier les biais cognitifs lorsqu'un individu doit trouver une solution (qui existe) à un problème donné. Il s'agit de considérer des situations où il n'y a pas de « bonne » solution à un problème mais où il est nécessaire d'explorer plusieurs possibilités, de faire appel à un raisonnement créatif, de **concevoir** une solution.

Les travaux en psychologie cognitive ont depuis une quinzaine d'années étendu l'étude des biais cognitifs aux problèmes de créativité et mis en évidence l'existence d'effets de fixation dans des situations de conception. Plusieurs expériences exigeant d'explorer des solutions innovantes ont permis d'étudier les conditions dans lesquelles des individus ne parviennent pas à générer des idées innovantes, et en particulier les effets de fixation ou de fixité fonctionnelle tels qu'ils apparaissent dans la résolution de problèmes.

2.2.1 Mise en évidence d'un biais cognitif dans les processus créatifs : l'effet de fixation

Guilford (1950) dissocie les processus spécifiques de la créativité des autres processus intellectuels. Il propose que l'étude des raisonnements créatifs se fasse par l'analyse de la pensée divergente, *i.e.* par la recherche de ressources (connaissances, raisonnements, matériel, *etc.*) qui ne sont pas directement liées à la tâche créative pour faciliter l'exploration d'alternatives et la génération de multiples solutions pertinentes. La pensée divergente renvoie ainsi à la capacité d'un individu à « penser en dehors du cadre ». Les tâches de créativité les plus connues sont celles de Guilford (1967) et celles de Torrance (1974). Ces tests mesurent différents indicateurs vus comme mesurant la créativité, à savoir la fluidité, la flexibilité, et l'originalité. La fluidité correspond à la production de nombreuses réponses, la flexibilité à la diversité de la production de réponses, *i.e.* le nombre de catégories de réponses explorées. L'originalité mesure le caractère unique ou rare des réponses par rapport à l'ensemble des réponses données.

L'étude de Purcell et Gero (1996) sur les biais cognitifs en situation de conception montre que des effets de fixation et de conformité dans les activités de génération d'idées créatives se produisent lorsque les individus doivent concevoir des objets ou dispositifs nouveaux pour remplir des fonctions spécifiques. Purcell et Gero montrent en effet que les individus concepteurs semblent pris au piège par les caractéristiques d'une éventuelle solution évidente ou d'une solution déjà existante, et sont donc limités dans la génération de solutions alternatives. Jansson et Smith (1991) ont également montré que la première solution explorée, le point de départ en quelque sorte du processus de conception, conditionne les explorations futures lui succédant. La fixation cognitive dans la génération d'alternatives renvoie de plus à un ensemble de travaux qui ont permis de clarifier les obstacles que la plupart des personnes sont susceptibles de rencontrer lors de situations créatives (Abraham & Windmann, 2007; Smith, Ward, & Schumacher, 1993; Smith, Ward, & Finke, 1995; Jansson & Smith, 1991) caractérisant ainsi l'effet de fixation comme une connaissance spontanément activée dans la résolution de tâches créatives. Abraham et Windmann (2007) ont ainsi repris la tâche suivante développée par Smith, Ward, et Schumacher (1993) : des sujets ont été invités à imaginer et dessiner un animal qui vit sur une autre planète, et qui soit très différent des animaux présents sur Terre. Les auteurs ont cherché à savoir en quoi le dessin d'animal de chaque individu s'écarte des animaux terrestres, et ont mesuré si les propositions faites contenaient des caractéristiques fondamentales des animaux telles que la symétrie bilatérale, la présence de membres (comme des pattes ou des ailes), la présence des organes sensoriels (comme des yeux ou des oreilles), et ainsi de suite. Cette étude a montré comment les individus s'appuient sur leurs connaissances des animaux terrestres pour créer un nouvel animal, ce qui limite considérablement le processus créatif. Cette tendance à utiliser des

attributs génériques des animaux terrestres est très forte, quand bien même il est expressément demandé aux participants de ne pas le faire. L'étude montre ainsi que dans des situations de créativité, la trajectoire de moindre de résistance (Ward et al ; 2005) est la stratégie la plus couramment employée. Ce biais cognitif est conditionné par l'activation spontanée de connaissances relatives aux solutions « classiques » du problème donné, et contraint l'exploration de solutions alternatives.

2.2.2 L'effet de fixation dans les tâches de créativité en collectif

De plus, il y a été démontré qu'il y a un renforcement de la fixation en collectif. Typiquement, de nombreuses études sur le *brainstorming* ont prouvé qu'un groupe est moins créatif qu'un ensemble de personnes isolées (Diehl & Stroebe, 1987; Mullen et al., 1991; Stroebe & Diehl, 1994). Deux arguments sont principalement avancés pour expliquer cette différence : l'effet de conformisme – la tendance à adopter les idées d'autrui pour éviter la confrontation – et la « paresse sociale » – les individus sont moins responsables des résultats du groupe que des résultats individuels et ont donc tendance à fournir moins d'efforts (Paulus & Dzindolet, 1993). Ces deux effets impactant négativement la créativité en collectif renforcent de fait les effets de fixation individuels (Kohn & Smith, 2010; Smith et al, 2011).

Il convient cependant de préciser la notion de « collectif » telle qu'elle est abordée en sciences cognitives. L'étude de la littérature fait apparaître deux visions très contrastées du collectif : le « groupe » et une modélisation du collectif comme une interaction entre un individu et une proposition externe. Le « groupe » est un ensemble d'individus, de participants, dont les caractéristiques sont l'âge, le sexe, parfois la formation ou la position sociale. La modélisation du collectif comme une interaction entre un individu et une proposition externe repose sur un ensemble d'études sur l'impact d'un exemple sur la créativité (Smith et al., 1993 ; Ward et al., 2004). Ces travaux qui ont visé à clarifier certains obstacles auxquels la plupart des individus sont susceptibles de faire face au cours des situations créatives en interaction avec d'autres individus, et ont modélisé cette interaction comme la proposition d'un exemple à un individu.

Si la vision du collectif comme un groupe ne semble pas avoir la précision nécessaire pour étudier les collectifs de conception tels qu'ils sont étudiés en sciences de gestion, la modélisation du collectif comme un individu en interaction avec une idée, une proposition externe, nous semble pouvoir être un protocole expérimental intéressant pour étudier les effets de fixation en collectif.

2.2.3 Lever la fixation collective dans les situations d'innovation orpheline : limites des apports de la psychologie cognitive

Dans les situations de conception, la littérature propose plusieurs leviers pour dépasser les effets de fixation : l'abstraction, l'incubation, et nous reviendrons sur le processus d'inhibition développé dans le cas des biais cognitifs dans la prise de décision.

Un levier d'action possible sur la fixation dans les situations de conception est le recours à l'abstraction, *i.e.* la recherche d'un changement essentiel dans la représentation des éléments du

problème de conception (Ohlsson, 1992). Pour atteindre cette abstraction qui permet de repenser dans des termes nouveaux la situation de conception et donc de ne pas faire face aux effets de fixation dus à l'activation spontanée de connaissances sur des solutions existantes, Smith, Linsey et Kerne (2010) proposent l'utilisation d'analogies, c'est-à-dire la recherche de connaissances en dehors du cercle des connaissances classiques. Cependant la question reste ouverte sur la nature et le choix de ces analogies, car comme l'énoncent (Smith et al., 2010) :

« simply looking for any analogy in the world does not narrow the search for a rich source of potentially useful clues for overcoming design fixation. »²⁷ (ibid., p.39)

Les effets de fixation peuvent être surmontés également par l'incubation, *i.e.* le fait de mettre de côté un problème temporairement pour faire « oublier » les effets de fixation (Smith, 2003). La notion d'incubation repose sur l'idée qu'un intervalle de temps, un temps d'incubation, permet d'oublier des connaissances et/ou des exemples de solutions qui peuvent contraindre l'exploration de solutions nouvelles. De plus, surmonter des effets de fixation pourrait impliquer un processus d'inhibition tel que présenté dans les biais cognitifs dans la prise de décision, c'est-à-dire un ensemble de mécanismes conduisant à inhiber certaines activations spontanées pour privilégier d'autres systèmes cognitifs plus adaptés. On peut souligner que l'inhibition est alors un processus actif pour occulter certaines activations, ce qui demande un effort cognitif, ce qui n'est pas le cas de l'incubation par exemple. Cependant, si le processus d'inhibition caractérise la faculté à résister aux heuristiques intuitives (comme par exemple les connaissances sur les solutions existantes), dans le cas de situations de conception, il ne permet pas d'éclairer quant à la capacité à générer des alternatives en dehors des effets de fixation.

La littérature en psychologie cognitive permet ainsi de caractériser une phénoménologie individuelle très riche des effets de fixation, mais la modélisation du collectif ne permet pas de rendre compte de situations qui pourraient être transposées telles quelles dans des configurations managériales. Aussi, qu'il s'agisse de mettre en œuvre des mécanismes d'abstraction, d'incubation ou d'inhibition, comment construire des leviers d'action managériaux applicables dans les situations d'innovation orpheline ?

2.3. Mobiliser le cadre des théories de la conception innovante pour comprendre le blocage cognitif dans les dynamiques industrielles

La revue de la littérature en sciences de gestion sur la nature des blocages des dynamiques industrielles souligne l'importance du blocage cognitif dans les situations d'innovation orpheline. Le blocage cognitif apparaît comme un facteur-clé de ces situations. La littérature reste cependant évasive

²⁷ Notre traduction : « simplement rechercher une analogie quelconque ne réduit pas la recherche d'une source riche d'indices potentiellement utiles pour surmonter la fixation ».

quant à la nature de la fixation collective et les actions à entreprendre pour la dépasser, mais indique que c'est au travers de l'interaction entre les cadres cognitifs individuels des acteurs que se constituent les représentations collectives.

Nature des blocages d'une dynamique industrielle	Leviers d'action pour lever les blocages
Verrou technologique et système bloqué (Gille 1978, Van de Ven et al 1999, Malerba 2002)	Gestion de la connaissance Capacité d'absorption (Cohen & Levinthal 1990) Innovation ouverte (Chesbrough 2003)
Path-dependence : les compétences et l'histoire d'un milieu innovant le conduit à s'enfermer dans les mêmes voies d'innovation (David 1985, Arthur 1990)	Path-creation : le rôle de l'entrepreneur capable de s'écarter des paradigmes existants et d'être porteur de l'exploration de futurs nouveaux (Garud & Karnoe 2001, 2003, Stack & Garland 2003)
Blocage cognitif : l'existence de règles ou principes qui délimitent la pensée des acteurs (Thrane et al 2010, Kaplan & Tripsas 2008)	Interaction entre les différents cadres individuels pour définir un nouveau cadre cognitif collectif partagé et influencer sur la trajectoire technologique (Thrane et al 2010, Kaplan & Tripsas 2008)

Tableau 7 - Les blocages d'une dynamique industrielle, synthèse de la littérature en gestion sur la nature des blocages et sur les leviers d'action proposés par la littérature pour dépasser ces blocages

Par ailleurs, des travaux en psychologie cognitive ont étudié les biais cognitifs dans les problèmes de créativité et ont mis en évidence l'existence d'effets de fixation dans des situations de conception. Ces effets de fixation sont conditionnés par l'activation spontanée de connaissances relatives aux solutions classiques d'un problème donné, et contraignent l'exploration de solutions alternatives. Les mécanismes cognitifs proposés par la littérature pour dépasser ces effets de fixation, à savoir l'abstraction, l'incubation ou l'inhibition, ne sont pas transposables tels quels dans des contextes gestionnaires.

	Blocage cognitif
Prise de décision (problem-solving)	Biais de raisonnement (Paradoxe de Allais, Kahneman & Frederick 2002) Fixation fonctionnelle (Duncker 1945; German et al 2000) L'inhibition pour occulter l'activation de certains raisonnements (Houdé et al 2000)
Conception et créativité	Effets de fixation (Jansson & Smith 1991; Pucell & Gero 1996; Smith et al 1993) i.e. utilisation de connaissances sur des solutions existantes Amplification au sein des collectifs (effet néfaste du brainstorming) L'abstraction (Ohlsson 1984), l'incubation (Smith 2003) ou l'inhibition (Houdé et al 2000) pour dépasser les effets de fixation

Tableau 8 - Synthèse de la littérature en sciences cognitives sur les biais cognitifs dans la prise de décision et les situations de conception

Nous avons ainsi montré que deux grands champs de la littérature, les sciences de gestion et les sciences cognitives, permettent d'éclairer les blocages des dynamiques industrielles dans les situations d'innovation orpheline, sans toutefois apporter des réponses complètes quant à (1) la nature du blocage et (2) les leviers à mettre en œuvre pour sortir des situations d'innovation orpheline. Les apports de ces deux disciplines nous semblent pertinents à conjuguer pour aborder les situations d'innovation orpheline, pour en comprendre les mécanismes causaux et pour construire des leviers d'action pour s'en extraire.

Pour faire dialoguer ces deux champs disciplinaires, nous proposons d'adopter une démarche similaire à celle qui a permis de faire dialoguer économistes et psychologues sur la rationalité des acteurs dans la prise de décision. Il convient de s'appuyer sur un modèle théorique de haut niveau pour générer des discussions fructueuses, comme la théorie de la décision dans le cas du *problem-solving*. Dans le cadre des situations de conception, une approche similaire conduit à proposer de se fonder sur un modèle théorique des raisonnements de conception pour permettre de faire le lien entre les sciences de gestion et la psychologie cognitive. Dans cette optique, nous proposons de mobiliser les modèles de la théorie de la conception innovante. Ainsi, pour étudier la fixation collective, la réalité qu'elle recouvre mais aussi les moyens managériaux de la dépasser dans les situations d'innovation orpheline, nous proposons d'utiliser la théorie C-K (Hatchuel & Weil, 2002, 2009; Le Masson, Weil, & Hatchuel, 2010) qui propose un cadre théorique modélisant les raisonnements créatifs²⁸. La théorie C-K permet en effet de rendre compte des activités et notions associées à la conception innovante, la création intensive de nouvelles connaissances, la notion de créativité ou encore celle d'identité des objets. Il s'agit d'une théorie du raisonnement de conception, qui provient du monde de l'ingénierie. C'est à la fois une théorie de la conception et une théorie du raisonnement dans la conception. Elle s'appuie sur la distinction entre deux espaces en expansion : un espace de Connaissances (dit "espace K" pour Knowledge) défini comme un ensemble de propositions ayant toutes un statut logique ; un espace de Concepts ("espace C") défini par opposition, comme un ensemble de propositions indécidables, c'est-à-dire dépourvues de statut logique. Mobiliser un tel cadre formel permet de construire les bases d'un langage pour expliciter et discuter des raisonnements de conception mis en œuvre dans les organisations. Dans ce cadre, le pont entre sciences sociales et sciences cognitives peut se faire sur les questions de biais cognitifs dans les situations de conception, la théorie C-K permettant d'interpréter et de transférer les raisonnements en psychologie à la gestion, en opérant un approfondissement de ces questions sur la notion du collectif.

²⁸ Les principes de la théorie C-K seront présentés plus en détails dans le chapitre VII

Ce qu'il faut retenir du chapitre IV

La littérature nous permet-elle de comprendre cette phénoménologie nouvelle, l'innovation orpheline, et de proposer des leviers d'action pour sortir de cette situation d'impasse ?

La revue de la littérature en sciences de gestion sur la nature des blocages des dynamiques industrielles conduit à mettre en évidence l'importance du blocage cognitif dans les situations d'innovation orpheline. Les propositions faites par la littérature pour expliquer les blocages des dynamiques industrielles, comme le cas du manque de connaissance ou le verrou institutionnel (path-dependence), se réinterprètent d'une nouvelle manière sous l'angle du blocage cognitif. En effet, s'il y a une fixation collective de l'ensemble des acteurs sur une vision partagée qui contraint l'exploration d'alternatives, (1) quelles sont les connaissances à activer et à échanger au sein de l'industrie et (2) comment l'entrepreneur peut-il être porteur d'explorations nouvelles (path-creation) et s'écarter des paradigmes existants ? Ainsi le blocage cognitif apparaît comme un facteur-clé des situations d'innovation orpheline. La littérature reste cependant évasive quant à la nature de la fixation collective et les actions à entreprendre pour la dépasser, mais indique cependant que c'est au travers de l'interaction entre les cadres cognitifs individuels des acteurs que se constituent les représentations collectives.

Par ailleurs, l'étude des biais cognitifs est au cœur de nombreux travaux en psychologie cognitive. Dans le cadre de la prise de décision, les biais cognitifs ont été étudiés pour expliquer l'écart entre les décisions rationnelles selon les modèles de la théorie de la décision et les décisions effectivement prises par les individus. Plusieurs travaux ont montré que quand un biais cognitif apparaît, les stratégies pour lever ce biais conduisent à inhiber l'utilisation d'heuristiques de nature intuitive pour mobiliser des raisonnements logiques. Les travaux en psychologie cognitive ont étendu l'étude des biais cognitifs aux problèmes de créativité et ont mis en évidence l'existence d'effets de fixation dans des situations de conception. Ces effets de fixation sont conditionnés par l'activation spontanée de connaissances relatives aux solutions « classiques » d'un problème donné, et contraignent l'exploration de solutions alternatives. Les mécanismes cognitifs proposés par la littérature pour dépasser ces effets de fixation, à savoir l'abstraction, l'incubation ou l'inhibition, ne sont pas transposables tels quels dans des contextes gestionnaires.

Ainsi, deux questions principales sont laissées en suspens par la littérature : quelle est la nature de la fixation collective ? Quels sont les leviers d'action concrets, déployables, applicables pour dépasser la fixation collective ? De même que la théorie de la décision avait permis de faire dialoguer économistes et psychologues sur la rationalité des acteurs dans la prise de décision, nous proposons de mobiliser les modèles de la théorie de la conception innovante, plus particulièrement la théorie C-K, pour faire dialoguer ces deux champs de littérature et étudier la fixation collective, sa nature mais aussi les moyens managériaux pour la dépasser dans les situations d'innovation orpheline.

Conclusion de la partie 1 – Une nouvelle phénoménologie, l'innovation orpheline, et une cause possible, la fixation collective, ce qui soulève trois questions de recherche

Nous venons de décrire une situation empirique d'innovation orpheline, dans le cas de la sécurité des deux-roues. Dans cette industrie, alors que des demandes d'innovation sont explicites et entendues par divers acteurs (entre autres industriels, institutions, laboratoires de recherche, usagers), l'innovation proposée semble ne pas répondre aux attentes. Les modèles classiques proposant des explications au blocage de dynamiques industrielles ne semblent pas permettre de saisir l'ensemble des phénomènes sous-jacents à cette mise en impasse d'un ensemble d'acteurs fournissant pourtant des efforts multiples et répétés.

Cette première approche exploratoire du phénomène d'innovation orpheline soulève alors trois grandes questions de recherche qui s'articulent sur trois plans bien distincts :

Question 1 : Quel modèle théorique des dynamiques industrielles ? Quel modèle d'échanges entre des acteurs concepteurs permet d'expliquer les dynamiques de croissance et en particulier leur blocage ? En quoi ce modèle théorique permet-il de proposer une meilleure caractérisation de la fixation collective, et de l'innovation orpheline ? Quel modèle théorique de la croissance permet de mettre en lumière la nécessité dans certains cas pour des acteurs concepteurs de se coordonner dans l'inconnu afin de s'extraire des effets de fixation et des blocages cognitifs ? Comment pouvons-nous décrire les relations entre ces modalités de coordination et les effets sur la croissance, du point de vue des acteurs mais aussi du point de vue de l'ensemble du collectif ?

Question 2 : Comment diagnostiquer l'innovation orpheline ? Etant donné un modèle théorique permettant de modéliser une situation d'innovation orpheline, ses facteurs et ses dynamiques, quel peut être un outil de diagnostic d'une situation empirique d'innovation orpheline ? Si un tel outil peut se déduire du modèle théorique proposé précédemment, comment le construire et comment le valider ? Quelles sont alors les conditions d'utilisation de ces outils ?

Question 3 : Quelles logiques d'action et quelle figure d'acteur pour sortir de l'innovation orpheline ? Un outil de diagnostic de l'innovation orpheline et des conditions théoriques de sortie de l'innovation orpheline étant construit, quels sont les acteurs potentiellement candidats à organiser et gérer la sortie de l'innovation orpheline ? Une nouvelle figure émerge-t-elle, et si oui, quelles sont les conditions empiriques pour la sortie de l'innovation orpheline ?

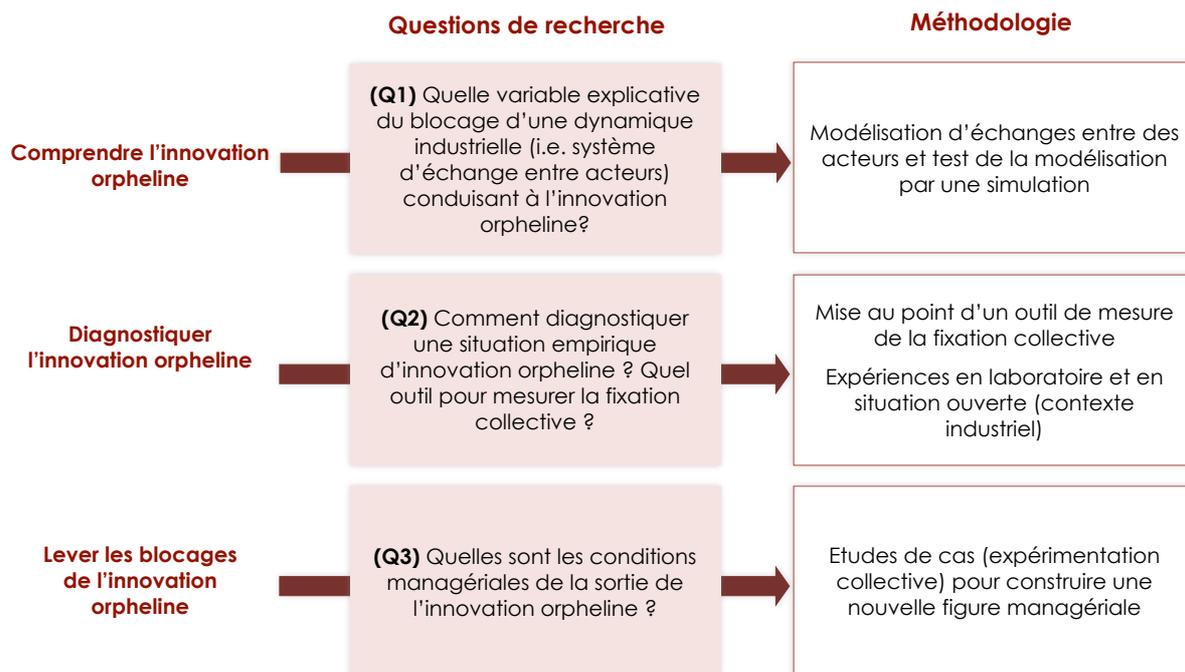


Figure 6 - Trois questions de recherche pour structurer l'étude de l'innovation orpheline

Ces trois grandes questions de recherche vont ainsi guider le développement des trois parties qui suivent : la partie 2 développera un modèle théorique d'échanges d'acteurs dans l'inconnu (modèle GKI), et discutera des conditions de croissance d'une industrie et des facteurs de blocage de ses dynamiques, en particulier la fixation collective ; la partie 3 s'attachera à construire et valider un outil de diagnostic *in situ* de l'innovation orpheline, dénommé référentiel C-K, à partir des bases posées par le modèle théorique ; enfin, la partie 4 discutera des logiques d'action permettant de relancer les dynamiques d'innovation au sein d'une industrie, et caractérisera une nouvelle figure managériale, l'architecte de l'inconnu.

SYNTHESE DE LA PARTIE 1

Une situation de crise des dynamiques industrielles contemporaines : le cas de l'innovation orpheline

L'innovation soutenue et répétée n'est pas toujours la règle dans les secteurs industriels. Nous étudions dans la thèse une forme extrême de blocage de dynamique industrielle : l'innovation orpheline. Nous avons défini une innovation orpheline comme une innovation très attendue par la société, mais qu'aucun acteur ou consortium d'acteurs n'est capable de générer, alors que les conditions évoquées par la littérature pour favoriser son émergence sont réunies. L'innovation orpheline a été caractérisée selon trois critères : une demande sociale forte, formulée et compréhensible ; des innovations proposées de façon répétée par des acteurs motivés, mais ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance industrielle ; des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près.

Comment alors expliquer cette nouvelle phénoménologie ? La littérature en sciences de gestion formule diverses propositions pour expliquer les blocages des dynamiques industrielles : le manque de connaissances, le verrou institutionnel ou encore la fixation collective, *i.e.* blocage cognitif. La confrontation de la littérature avec le phénomène d'innovation orpheline a conduit à mettre en avant l'importance du blocage cognitif dans cette situation spécifique de blocage. De plus, s'il y a une fixation collective de l'ensemble des acteurs sur une vision partagée qui contraint l'exploration d'alternatives, les autres formes de blocages prennent un sens nouveau : quelles sont les connaissances à activer et à échanger au sein de l'industrie ? Comment l'entrepreneur peut-il être porteur d'explorations nouvelles et s'écarter des paradigmes existants s'il est lui aussi fixé dans des représentations mentales ? Ainsi le blocage cognitif est apparu comme un facteur-clé des situations d'innovation orpheline.

Par ailleurs, l'étude de la littérature en psychologie cognitive a permis d'enrichir l'approche gestionnaire du blocage cognitif dans des situations de conception. Plusieurs travaux en sciences cognitives ont mis en évidence l'existence d'effets de fixation, conditionnés par l'activation spontanée de connaissances relatives aux solutions « classiques » d'un problème donné, et contraignant l'exploration de solutions alternatives. Les mécanismes cognitifs proposés par la littérature pour dépasser ces effets de fixation, à savoir l'abstraction, l'incubation ou l'inhibition, ne sont pas transposables tels quels dans des contextes gestionnaires.

Ainsi, deux questions principales ont été laissées en suspens par la littérature : quelle est la nature de la fixation collective ? Quels sont les leviers d'action concrets, déployables, applicables pour dépasser la fixation collective ? De même que la théorie de la décision avait permis de faire dialoguer

économistes et psychologues sur la rationalité des acteurs dans la prise de décision, nous avons proposé de mobiliser les modèles de la théorie de la conception innovants, plus particulièrement la théorie C-K, pour faire dialoguer ces deux champs de littérature et étudier la fixation collective, sa nature mais aussi les moyens managériaux de la dépasser dans les situations d'innovation orpheline.

Cette première partie de la thèse a conduit à élaborer trois questions de recherche éclairant la problématique générale :

- (1) quel modèle théorique des facteurs de blocage cognitif des dynamiques industrielles, facteurs explicatifs de l'innovation orpheline ? ;
- (2) quel diagnostic des facteurs de blocage conduisant à l'innovation orpheline et quel outil pour mener un diagnostic sur une situation empirique ? ;
- (3) quelles modalités organisationnelles et quels jeux d'acteurs permettant une action collective pour sortir de l'innovation orpheline ?

PUBLICATION ASSOCIEE : la présentation de la phénoménologie de l'innovation orpheline et l'étude de la littérature en gestion sur les sources de blocage des dynamiques industrielles ont fait l'objet de la publication suivante :

Agogué, M., Le Masson, P., & Robinson, D. K. R. (2012). Orphan innovation, or when path-creation goes stale : a design framework to characterize path-dependence in real time. Technology Analysis and Strategy Management.

Partie 2 : Un modèle théorique d'échanges entre acteurs concepteurs dans l'inconnu : la dynamique des imaginaires, variable cachée de la croissance industrielle

Chapitre V – Modéliser la croissance et les blocages industriels à partir des interactions entre acteurs économiques pour la conception de biens nouveaux

1. Modéliser les dynamiques industrielles : une approche par les échanges entre acteurs économiques
2. Cahier des charges d'un modèle d'échanges entre acteurs concepteurs rendant compte de l'innovation orpheline
3. Une modélisation des dynamiques industrielles : l'imaginaire, variable-clé des échanges entre acteurs pour la conception de biens nouveaux

Chapitre VI – Revisiter l'industrie

1. Les imaginaires partageables, un nouvel élément endogène de l'industrie
2. Les capacités de conception au sein d'une industrie : capacité de disjonction et capacité de conjonction
3. « Faire industrie », construire un espace d'action collective sur l'imaginaire
4. Perspectives économiques de l'explicitation d'une nouvelle variable de la croissance

Conclusion de la partie 2 – Interprétation du phénomène d'innovation orpheline et des conditions de la relance d'une dynamique industrielle

Il faut toujours connaître les limites du possible. Pas pour s'arrêter, mais pour tenter l'impossible dans les meilleures conditions. (R.Gary, Charge d'âme).

PARTIE 2 : UN MODELE THEORIQUE D'ÉCHANGES ENTRE ACTEURS DANS L'INCONNU : LA DYNAMIQUE DES IMAGINAIRES, VARIABLE CACHEE DE LA CROISSANCE INDUSTRIELLE

L'étude empirique d'un cas d'innovation orpheline a soulevé la difficulté de comprendre et d'analyser les facteurs de blocages d'une dynamique industrielle conduisant à un manque d'innovation face à une demande pourtant forte. En effet, divers auteurs ont proposé dans la littérature des explications relatives à un ensemble de blocages sur différents plans (connaissances, institutionnel, cognitif). Néanmoins, la littérature ne propose pas un modèle satisfaisant de blocage d'une dynamique industrielle dans un contexte où une attente forte de conception innovante existe et où des ressources conséquentes y sont consacrées.

La présente partie développe l'étude des dynamiques contemporaines de croissance, ainsi que des blocages qui peuvent survenir dans les activités de conception innovante en proposant un modèle d'échange entre des acteurs concepteurs. Nous tenons à préciser qu'il ne s'agit pas de mener un travail d'économiste et de proposer un modèle théorique intégrant les paramètres classiques de cette discipline, tant il s'agit d'intégrer dans un cadre macro-économique (*i.e.* uniformisé avec un nombre restreint de paramètres et de variables) des phénomènes caractérisés par leur forte hétérogénéité. Cependant, nous souhaitons utiliser les modèles classiques de la croissance économique pour montrer qu'ils ne permettent pas de rendre compte de l'innovation orpheline, et nous nous appuyerons sur les théories usuelles de la croissance endogène pour construire un cadre théorique simple permettant de modéliser blocages et croissance industrielle. Pour cela, une démarche de modélisation d'une dynamique industrielle sera adoptée. En partant de la compréhension de la nature d'une industrie comme système d'échanges entre acteurs, nous utiliserons des hypothèses classiques de la croissance économique pour construire pas à pas une modélisation des échanges entre deux acteurs, un concepteur et un récepteur (un offreur et un récepteur) (chapitre V). Une approche contrefactuelle sera présentée pour identifier les variables qu'il est nécessaire d'intégrer dans le modèle pour que celui-ci rende compte de l'innovation orpheline. Nous caractériserons les dynamiques industrielles comme s'articulant sur trois espaces : l'espace des biens, l'espace des connaissances et l'espace des imaginaires. Nous montrerons en quoi **la dimension des imaginaires est indispensable pour comprendre les phénomènes de blocage et tout particulièrement les situations d'innovation orpheline**. A partir de cette modélisation, nous **revisiterons la notion d'industrie** telle qu'elle est classiquement comprise (chapitre VI), en mettant en avant la dualité des capacités d'action d'un acteur concepteur, à savoir la coévolution d'une capacité de conjonction (capacité à mobiliser des ressources pour concevoir des biens nouveaux) et d'une capacité de disjonction (capacité à interagir sur des imaginaires).

Chapitre V - Modéliser la croissance et les blocages industriels à partir des modalités d'échanges entre acteurs économiques pour la conception de biens nouveaux

Pour étudier les dynamiques industrielles et en particulier les blocages qui peuvent subvenir, nous souhaitons modéliser les blocages qui peuvent apparaître au sein d'un collectif industriel, *i.e.* les mécanismes de blocages au sein d'un ensemble d'acteurs échangeant et interagissant. Au sein de ce chapitre, nous chercherons à modéliser le phénomène d'innovation orpheline et donc à expliciter le nombre minimum de variables permettant de comprendre cette situation singulière de blocage. Cela conduira ainsi à développer une stratégie d'investigation des facteurs qui conditionnent la croissance et dont l'explicitation permet de modéliser les différentes situations de croissance économique, y compris les blocages. Nous entreprendrons une démarche de construction pas à pas d'un modèle, en intégrant une variable après l'autre, afin d'identifier celle(s) qui conditionne(nt) l'innovation orpheline.

Dans un premier temps (V-1) sera exposée la démarche modélisatrice choisie pour rendre compte des dynamiques industrielles et des blocages qui peuvent advenir. Nous discuterons ensuite des différents critères auxquels la modélisation devra être robuste (V-2). Puis le modèle en tant que tel sera présenté (V-3) : après avoir construit une situation de référence à un seul acteur et sans coordination, nous examinerons le rôle des échanges entre plusieurs acteurs et construirons alors l'ensemble de notre raisonnement sur une situation simple d'une industrie à deux acteurs devant se coordonner autour de biens nouveaux, dans un processus de conception. Une simulation nous permettra d'étudier nos propositions de modélisations en faisant varier les paramètres un à un et en recommençant avec les mêmes conditions initiales si nécessaire. La situation d'innovation orpheline, configuration particulière de la croissance industrielle, sera alors utilisée dans la simulation comme un critère d'évaluation de la modélisation.

1. Modéliser les dynamiques industrielles : une approche par les échanges entre acteurs économiques

Les problématiques de la croissance sont l'objet d'études des économistes depuis longtemps, ceux-ci cherchant à expliquer les facteurs macro-économiques endogènes aux processus de croissance, tels que le capital, le niveau d'emploi, l'épargne, l'investissement, le progrès technique (Guellec & Ralle, 1995). Il ne s'agit pas d'adopter ici un point de vue d'économiste et de discuter des phénomènes de compétitivité, de prix de l'échange marchand ou de la nature des rendements de la croissance. Le parti pris dans le chapitre est de s'interroger sur les éléments endogènes à une industrie qu'il est nécessaire d'explicitier pour comprendre les dynamiques de croissance contemporaines et rendre compte de la situation d'innovation orpheline.

Parmi les approches de modélisation de la croissance, le modèle de Solow (1956) donne une représentation de la croissance à rendements constants, où le capital et l'emploi sont les ressources d'une fonction de production, et où l'accumulation du capital physique est à rendements constants (*i.e.* la productivité marginale du capital ne s'annule pas quand celui-ci s'accroît). Ce type de modèle considère le progrès technique comme exogène, la théorie néo-classique identifiant une seule source endogène de croissance : le capital. A l'inverse, les modèles de la croissance endogène retiennent des sources variées de facteurs de croissance : apprentissage, division du travail ou encore recherche et innovation, et mettent en avant les externalités entre différents acteurs : les investissements de l'un des acteurs peuvent influencer sur la productivité des autres (Romer, 1986). Cependant, ces travaux sur la modélisation des sources de la croissance ne permettent pas de relier la croissance des entreprises et la croissance économique, ni ne mettent pas en lumière les processus de conception qui sont à l'origine de la création de valeur au sein de l'économie. Aussi, depuis plusieurs années, les travaux en conception menés au sein du Centre de Gestion Scientifiques de Mines ParisTech ont mis en évidence la relation entre innovation, conception et croissance (Hatchuel & Le Masson, 2003, 2006; Hatchuel, Le Masson, & Weil, 2008; Le Masson, 2001, 2008). Ces recherches proposent une fonction de conception qui modélise les ressources mobilisées par un acteur (l'ensemble des biens existants et l'ensemble des connaissances à la disposition de l'acteur) et la croissance économique engendrée par l'utilisation de ces ressources. Ces travaux offrent un cadre théorique permettant de comprendre les processus de production de biens nouveaux et les phénomènes d'apprentissage associés.

Nous proposons au sein de ce chapitre de conduire une stratégie d'investigation des facteurs qui conditionnent la croissance et dont l'explicitation permet de modéliser les différentes situations de croissance économique. La situation d'innovation orpheline décrite dans la première partie est utilisée comme un scénario particulier de la croissance industrielle, permettant de mettre à l'épreuve ce modèle de dynamique industrielle. Nous cherchons ainsi à étudier si les modèles existants de la croissance permettent de rendre compte de la situation d'innovation orpheline, et si non, nous souhaitons identifier les paramètres de la croissance qui sont nécessaires à mobiliser pour reproduire cette situation particulière de blocage de la croissance. L'approche modélisatrice adoptée n'est pas une démarche classique de modélisation, au sens d'ajuster un paramètre au sein d'un modèle préexistant. Il s'agit en effet de concevoir le modèle en lui-même et de discuter des facteurs qui, dans notre cas, permettent de rendre compte des diverses dynamiques industrielles, et plus particulièrement de l'innovation orpheline. Nous pourrions opter pour une ligne de travail menant, à partir d'une situation empirique, à modéliser la diversité des différentes relations entre les acteurs, pour comprendre les modalités de coopération et d'échange qui peuvent exister, les freins individuels et collectifs au partage de connaissances nouvelles, *etc.* Nous avons privilégié une approche sur un schématisme, dans une situation minimale, permettant de modéliser le phénomène d'innovation orpheline que nous souhaitons mieux comprendre. Nous adoptons donc une démarche de modélisation progressive qui, à partir d'hypothèses de départ simples quant aux capacités d'action d'un acteur économique, permet d'étendre la fonction de conception proposée par (Le Masson, 2001) et de construire un modèle discutant de la **nature des échanges** entre différents acteurs pouvant conduire soit à une croissance

économique (perçue comme l'accroissement de la valeur accordée à la liste des biens conçus), soit à un blocage de cette croissance.

2. Cahier des charges d'un modèle d'échanges entre acteurs concepteurs rendant compte de l'innovation orpheline

Nous proposons ainsi de construire le modèle avec un nombre minimal de variables nous permettant de rendre compte des modalités de coordination entre des acteurs pouvant conduire à une croissance économique soutenue ou à un blocage de celle-ci. La croissance, dans la modélisation, sera comprise comme la variété de biens différents sur un marché. Notre modèle d'échanges entre acteurs concepteurs pour la conception de biens nouveaux devra ainsi rendre compte des phénomènes suivants :

- La liste des biens de l'industrie n'est pas définie *ex ante*, mais évolue au cours du temps, du fait de l'obsolescence des biens et du fait de la conception de biens nouveaux qui étendent la liste des biens au fur et à mesure ;
- La fonction de conception enrichit à la fois l'espace des biens et l'espace des connaissances (Le Masson, 2001) ;
- La croissance de l'espace des biens est à rendements décroissants sur un même modèle de conception dominant (*dominant design*) (Abernathy & Utterback, 1978) : la construction et la diffusion d'un modèle de conception dominant d'un produit sur un marché concurrentiel se caractérisent par la stabilisation progressive d'un ensemble de caractéristiques de base et de composants principaux de l'objet, et la croissance prend alors la forme d'une courbe en S : un départ progressif lent, puis une diffusion rapide et enfin une stabilisation avec une croissance lente ;
- Selon les modalités de coordination entre les acteurs économiques pour la conception de biens nouveaux, les dynamiques de croissance économique peuvent être soutenues ou bloquées, comme nous l'avons montré dans la partie 1 ;
- Une dynamique industrielle particulière est la situation d'innovation orpheline. Comme nous l'avons présenté dans le chapitre 3, l'innovation orpheline est caractérisée comme suit : (1) une demande sociale forte, formulée et compréhensible, c'est à dire une demande émise par des acteurs évaluant des nouveaux biens mis à leur disposition, interprétable pour être pris en compte par des acteurs souhaitant concevoir des biens pour répondre à cette demande ; (2) des innovations proposées ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance, c'est à dire que des efforts de conception sont menés, des biens nouveaux sont proposés, mais la croissance industrielle ne s'opère pas ; (3) des connaissances accessibles et atteignables à un effort de recherche près, *i.e.* des stratégies de circulation de la connaissance étant en place.

3. Une modélisation des dynamiques industrielles : l'imaginaire, variable clé des échanges entre acteurs pour la conception de biens nouveaux

Après avoir détaillé les capacités d'action d'un acteur au sein d'une dynamique industrielle (3.1), nous étudierons une situation de référence, le cas d'un acteur unique à la fois concepteur et client de sa conception : l'utilisateur-concepteur (3.2). Nous étendrons ensuite ce modèle en distinguant l'acteur qui conçoit de l'acteur qui reçoit la conception (3.3). Nous considérerons comme acteur concepteur tout acteur tenant un raisonnement de conception, et nous mettrons en regard un acteur concepteur avec un acteur récepteur. Cependant, l'acteur récepteur n'est pas uniquement le porteur d'un choix exogène et passif face à des biens proposés, adoptant ou non les propositions innovantes qui lui sont faites. C'est également un acteur capable d'exprimer des désirs au concepteur. Cela permet la modélisation des échanges qui peuvent exister entre ces deux acteurs, concepteur et récepteur, au sein d'une industrie simplifiée à deux acteurs. Dans un premier temps (3.3) nous ne modéliserons la capacité de l'acteur récepteur que comme une capacité à évaluer la conception proposée par le concepteur et à l'adopter ou non. Les capacités d'action de l'acteur récepteur, jouant alors un rôle actif dans la conception de biens nouveaux, seront ensuite étendues pour rendre compte de l'impact des prescriptions exprimées par cet acteur sur la conception menée par l'acteur concepteur (3.4). Les limites d'un modèle d'échange entre concepteur et récepteur seront décrites. Ainsi, lorsque les modalités d'échange ne s'appuient que sur des éléments connus (bien conçu ou prescription exprimée), nous montrerons pourquoi la modélisation ne permet pas de rendre compte des situations d'innovation orpheline. Dans une dernière partie (3.5), nous ajouterons une nouvelle variable dans notre modèle, que nous choisirons de nommer « imaginaire ». L'espace des imaginaires sera mis en évidence comme un élément endogène nouveau dans la fonction de conception permettant de modéliser la variété des dynamiques industrielles contemporaines.

3.1. Préambule : capacités d'action d'un acteur dans une activité de conception

Tout d'abord, posons une axiomatique quant aux capacités d'action d'un acteur dans une activité de conception. Chaque acteur de la société est doté d'une fonction d'évaluation des biens existants $v(G_n)$, d'une fonction de conception de biens nouveaux g_n et d'une fonction de prescription d_n . Un acteur économique, face à une liste de biens existants G_n , peut :

- évaluer ces biens (fonction d'évaluation $v(G_n)$),
- concevoir des biens nouveaux pour rallonger la liste des biens existants. L'extension de la liste des biens se comprendra comme le passage de la liste des biens entre la liste à l'instant n (B_1, \dots, B_k) à celle à l'instant $n+1$, (B_1, \dots, B_{k+j}). La conception g_n correspond alors à la variété de nouveaux biens proposés à l'instant $n+1$, *i.e.* B_{k+1}, \dots, B_{k+j} . On simplifiera par la suite l'extension des biens en notant G_n la liste des biens à l'instant n , et G_{n+1} celle à l'instant $n+1$, g_n étant la variété de biens nouveaux proposée pendant le pas de temps.

- exprimer des *desideratas*, exprimer une prescription quant à la nature de potentiels biens futurs et quant à la valeur accordée à ces biens futurs (d_n).

La fonction de conception s'apparente ainsi à la fonction de production d'un bien nouveau, la fonction d'évaluation à une fonction d'utilité sur les biens proposés (mais qui évoluent puisque de nouveaux biens sont proposés), la fonction d'expression d'une demande à une capacité de construire l'utilité d'un bien encore inconnu.

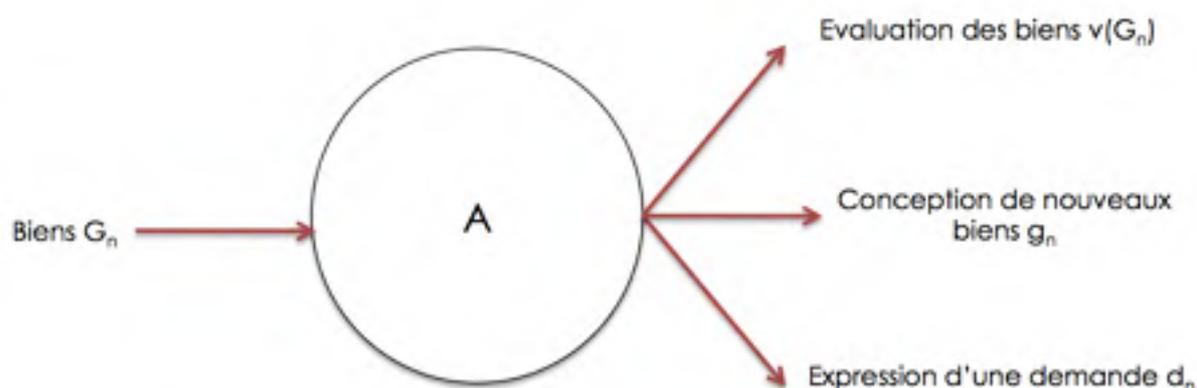


Figure 7 - Axiomatique de conception, trois capacités d'action d'un acteur : une capacité d'évaluation des biens conçus, une capacité de conception de bien nouveaux et une capacité d'expression de désirs nouveaux

En d'autres termes, chaque acteur peut évaluer les biens qu'il a à sa disposition selon son utilité personnelle, émettre des envies quant à d'éventuels biens qui pourraient l'intéresser et concevoir des biens nouveaux et différents des biens existants.

Pour expliciter la modélisation proposée dans ce chapitre, nous proposons de prendre l'exemple de l'industrie de la gastronomie comme fil conducteur pour incarner les mécanismes décrits dans ces différentes étapes de notre modélisation. Selon notre axiomatique, tout acteur A de cette industrie, en fonction des biens existants G_n , *i.e.* des restaurants, des traiteurs, des menus qui sont sur le marché, peut évaluer les offres existantes $v(G_n)$, concevoir de nouveaux plats g_n , et prescrire des envies gastronomiques nouvelles d_n .

Synthèse du préambule : On dote chaque acteur de trois capacités d'action : une fonction d'évaluation des biens existants, une fonction de conception de biens nouveaux et une fonction d'expression d'une demande.

3.2. Une conception sans coordination : le cas de l'utilisateur concepteur

Selon l'hypothèse que chaque acteur est doté d'une fonction d'évaluation des biens existants, d'une fonction de prescription et d'une fonction de conception telles que définies précédemment, un modèle de conception de biens nouveaux avec un acteur unique (et donc sans modalités de coordination ni d'échanges) est la caractérisation d'un utilisateur concepteur qui conçoit de nouveaux produits à ses fins propres, lorsque la valeur qu'il peut tirer des biens existants n'est pas suffisante au regard des désirs et des souhaits qu'il est capable d'émettre. Cette figure de l'utilisateur qui conçoit pour lui-même renvoie à la notion d'« utilisateur leader » (*lead-user*) développée en particulier par Von Hippel, (Urban & Von Hippel, 1988; von Hippel, 1982) :

“Lead users face needs that will be general in a marketplace, but they face them months or years before the bulk of that marketplace encounters them, and lead users are positioned to benefit significantly by obtaining a solution to those needs”
(Von Hippel, 1988).²⁹

Dans l'axiomatique proposée, l'utilisateur concepteur se modélise comme un acteur A, qui, étant donné un ensemble de biens (G_n), conçoit un nouveau bien g_n lui permettant de combler le différentiel entre la valeur qu'il peut retirer des biens existants et celle qu'il aspire à avoir dans le futur.

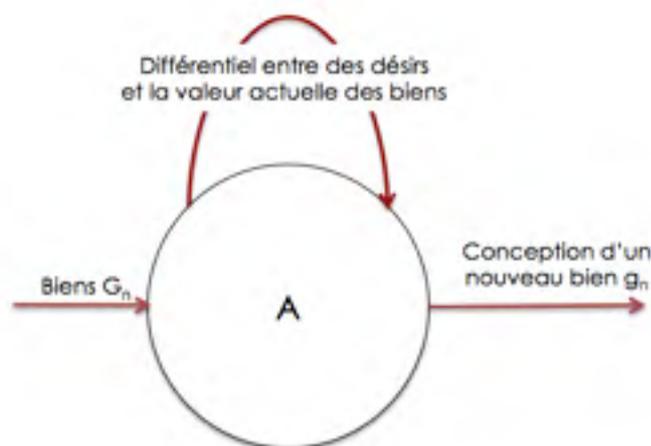


Figure 8 - Conception sans coordination, l'utilisateur concepteur qui conçoit des biens nouveaux pour augmenter l'utilité qu'il tire de la liste des biens existants

²⁹ Notre traduction : « Les utilisateurs leaders font face aux besoins du marché, mais plusieurs mois ou années avant l'ensemble du marché, et de ce fait, les utilisateurs leaders sont mieux positionnés pour bénéficier d'une solution à ces besoins ».

Ainsi, dans notre exemple de l'industrie de la gastronomie, nous aurions un acteur qui, ne trouvant pas son bonheur gustatif dans les propositions qui lui sont accessibles, décide de concevoir et préparer dans sa propre cuisine le menu dont il a envie.

De plus, en reprenant le cahier des charges précédemment présenté, nous modélisons alors la situation comme suit : étant donné un ensemble de biens (G_i) et de connaissances (K_i), le processus de conception se comprend comme une extension de cet ensemble de biens par la fonction de conception g_n , et comme une extension de l'ensemble des connaissances par les apprentissages générés au cours du processus de conception (Le Masson, 2001).

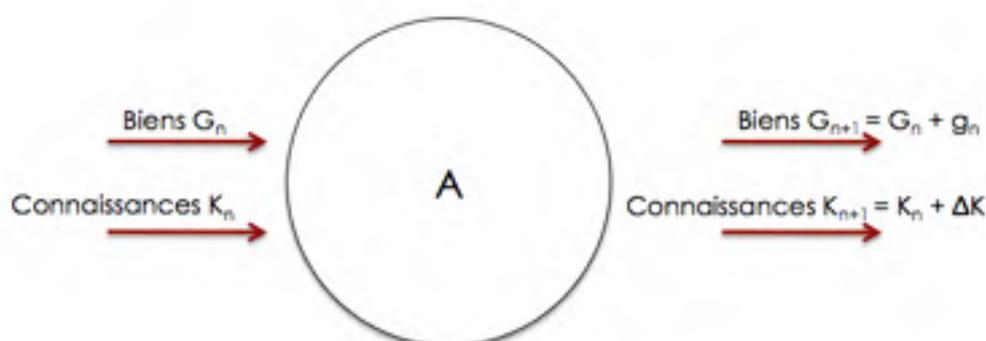


Figure 9 - Fonction de conception d'après (Le Masson 2001)

Les évolutions de la croissance dans le cas d'un acteur unique sont très variées et dépendent d'hypothèses qui sont faites sur l'acteur : est-il un bon concepteur ? quelles sont les ressources à sa disposition ? quelles sont ses connaissances quant aux biens existants ? quels sont les désirs qu'il souhaite combler ? La croissance dépend alors de paramètres exogènes. Pour prendre en compte ces facteurs, nous proposons de distinguer les deux fonctions de proposition d'un bien nouveau et de réception de ce bien, au sein d'un modèle à deux acteurs.

Synthèse d'un modèle à un seul acteur : l'utilisateur concepteur se modélise comme un acteur qui, étant donné un ensemble de biens, conçoit un nouveau bien lui permettant de combler le différentiel entre la valeur qu'il peut retirer des biens existants et celle qu'il aspire à avoir dans le futur. Cependant, dans ce modèle, la croissance de l'espace des biens dépend de paramètres exogènes à la modélisation, notamment les capacités internes de l'utilisateur concepteur. Pour prendre en compte ces facteurs, nous proposons de distinguer les deux fonctions de proposition d'un bien nouveau et de réception de ce bien, au sein d'un modèle à deux acteurs.

3.3. La coordination entre deux acteurs sur un bien : mécanisme d'offre et de demande

Le modèle de la conception par l'utilisateur concepteur est élargi en différenciant l'acteur récepteur (l'utilisateur) de l'acteur concepteur, pour rendre compte de la distinction entre les activités de conception (conduisant à l'offre) et les activités d'évaluation et de prescription (symbolisant la demande). Seront distingués dorénavant deux acteurs : l'acteur concepteur et l'acteur récepteur³⁰.

La modalité la plus simple d'échange entre un concepteur et un récepteur est le cas où le concepteur fait une offre au récepteur. Pour cela, le concepteur mobilise les ressources à sa disposition pour concevoir une proposition de bien nouveau, et la présente au récepteur. En fonction de la réception de cette conception, partie ou totalité de cette proposition conçue est sélectionnée et devient alors un bien nouveau qui étend la liste des biens existants.

Pour l'exemple de la gastronomie, cette première étape de modélisation correspond à une situation à deux acteurs, un chef concevant des plats et un gastronome recevant ces plats. Mobilisant son savoir-faire et étant donné les plats déjà proposés dans le secteur de la restauration, notre chef va concevoir un nouveau menu et proposer une variété de plats dans le menu. A l'issue de ce processus de conception, le chef va également avoir appris, par exemple sur une nouvelle cuisson ou sur une nouvelle technique de préparation d'un produit. A la vue des plats conçus et proposés, le gastronome va être séduit par certains plats, en dédaigner d'autres. Cette sélection va décider des plats proposés qui seront effectivement cuisinés et goûtés, et donc décider des nouveaux plats étendant ainsi la liste des plats existants au sens où ils seront consommés. La coordination sur le bien nouveau proposé, ici le filtre opéré par le gastronome, dépend de nombreux paramètres : ses envies, ses goûts, mais aussi la recommandation du serveur, l'avis de la dernière chronique d'un critique gastronomique influent ou les tendances dans la presse spécialisée. On peut noter que le chef n'apprend rien sur la nature de la sélection faite par l'amateur puisqu'il reçoit le choix de ce dernier sans explication.

L'extension de la liste des biens g_n est alors reçue par l'acteur récepteur et allonge la liste des biens existants. Un **coefficient de coordination α sur le bien conçu** entre le concepteur et le récepteur apparaît. Il décrit le filtre de sélection opéré par le récepteur sur l'ensemble de la proposition de conception g_n : seule les propositions de biens nouveaux sélectionnées αg_n deviennent des biens nouveaux. La conception ne produit pas uniquement des nouveaux biens mais également une nouvelle

³⁰ Cette distinction, nous en avons conscience, n'est qu'une simplification nous permettant de penser un modèle simple de coordination entre acteurs, dans le sens où un acteur concepteur peut être récepteur et vice-versa, comme nous venons de le discuter précédemment dans le cas de l'utilisateur-concepteur.

connaissance utilisable ultérieurement par le concepteur, qui est modélisée comme dépendant de g_n et de la fonction d'apprentissage L ³¹.

La modélisation des échanges sur des biens nouveaux entre concepteur et récepteur se représente comme suit :

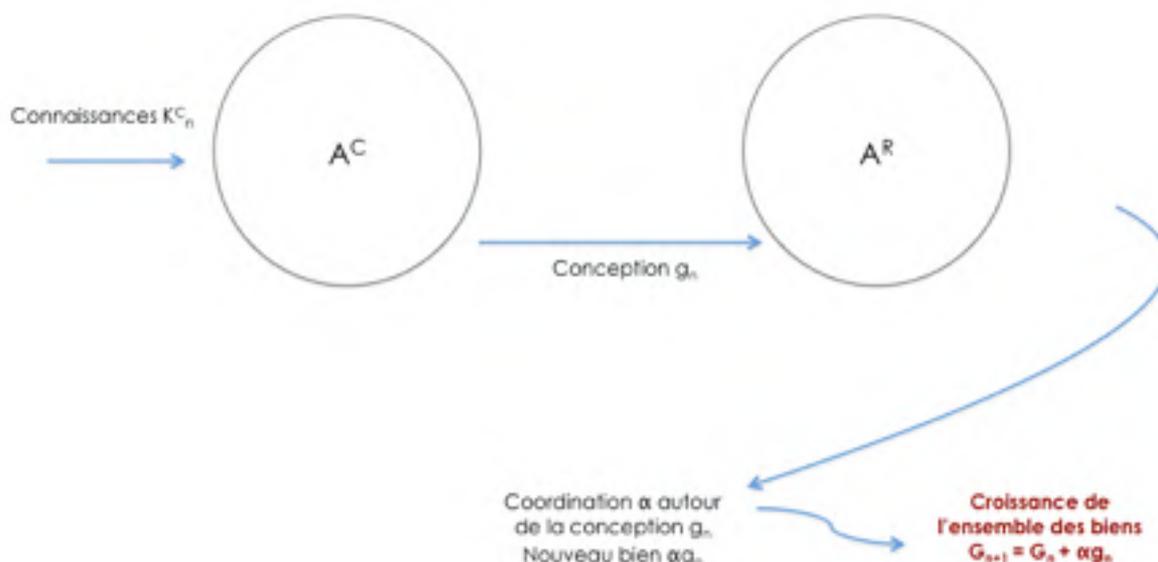


Figure 10 - Coordination sur un bien proposé par le concepteur au récepteur. L'ensemble des biens à comprendre comme la variété des biens, i.e. le nombre de biens différents sur le marché.

La modélisation décrit une évolution de l'ensemble de biens (G_n) et l'ensemble des connaissances du concepteur (K_n) que l'on peut écrire sous la simulation suivante :

- $g_n = B.K_n^a$, où a et B sont des constantes, $a < 1$ et $B > 0$ (fonction de conception que l'on choisit comme assimilée à une fonction de Cobb-Douglas à rendements décroissants ³²)

$$- G_{n+1} = G_n + \alpha g_n$$

$$- K_{n+1} = K_n + L g_n \text{ On a alors } K_{n+1} = K_n + L B K_n^a .$$

³¹ L'incrément de connaissances dû à la conception peut avoir lieu du fait de processus de conception qui ne débouchent pas sur la fonction de conception. Une exploration de nouvelles connaissances peut ainsi avoir lieu mais ne pas se traduire immédiatement dans g_n . Ainsi, en règle générale, l'apprentissage n'est pas linéaire avec g_n . Cependant, pour des raisons de simplification, nous admettrons pour ce qui suit que l'accroissement des connaissances est dû uniquement à l'apprentissage sur g_n . Dans les simulations proposées, la fonction d'apprentissage L sera considérée sous sa forme la plus simple, i.e. comme une fonction linéaire.

³² La fonction de Cobb-Douglas est une fonction largement utilisée en économie pour représenter le lien qui existe entre input et output. C'est une fonction typiquement utilisée pour simuler les fonctions de production, c'est pourquoi nous l'avons choisie pour notre simulation.

Encadré 6 : Etude de la simulation d'un modèle d'échanges sur le bien

En essayant d'exprimer les premiers termes K_1, K_2, K_3, \dots , il apparaît que donner une expression explicite simple de K_n en fonction de K_0 et n est compliqué. En effet, $K_1 = K_0 + L B K_0^a$, $K_2 = K_0 + L B K_0^a + (K_0 + L B K_0^a)^a$, etc.

Il est cependant possible d'étudier le comportement de K_n en procédant à une analogie entre les suites récurrentes et les équations différentielles. L'analogie entre suites récurrentes et équations différentielles n'est pas à notre connaissance fondée de manière théorique, mais dans certains cas c'est un bon point de départ, notamment pour un équivalent en $+\infty$. Il faut voir les termes $K_{n+1} - K_n = (K_{n+1} - K_n) / ((n+1) - n)$ comme une dérivée discrète, analogue pour les suites de la dérivée f' d'une fonction f .

Ainsi nous étudions l'équation différentielle $f'(x) = L B f(x)^a$. On divise par $(f(x))^a$ et on voit que $f'(x) f(x)^{-a}$ est la dérivée de $(1/(1-a))(f(x))^{1-a}$. Ainsi notre équation peut-elle s'écrire $1/(1-a) d/dx (f(x))^{1-a} = L B$. La résolution de cette équation différentielle donne $f(x) = ((1-a)L B x + (1-a)s)^{1/a}$ où s est une constante.

L'étude en l'infini de cette fonction donne $f(x) \sim_{+\infty} ((1-a)L B x)^{1/a}$, et on a alors $K_n \sim_{+\infty} ((1-a)L B n)^{1/a}$. Comme $G_{n+1} = G_n + \alpha B(K_n)^a$, on en déduit $G_{n+1} - G_n \sim_{+\infty} \alpha B ((1-a)L B n)^{(1-a)a}$

D'après l'étude présentée dans l'encadré 6, la croissance de l'ensemble des biens est exponentielle, toute innovation produite étant cumulative dans l'espace de biens et l'espace des connaissances. Ces hypothèses ne rendent ainsi pas compte d'une des caractéristiques de base de la croissance que nous souhaitons retrouver, à savoir une croissance à rendements décroissants.

Sur notre exemple gastronomique, on observe que certaines connaissances sur les processus de conservation des aliments à l'alcool ne sont plus utilisables une fois le réfrigérateur installé dans la cuisine, et que certains plats passent de mode et sont remplacés par des versions plus séduisantes (comme le montre aujourd'hui l'exemple de la sauce, qui disparaît de plus en plus au profit des huiles d'olive, des jus minute, etc.). Cela montre une obsolescence à la fois liée à la volatilité des connaissances et à la péremption progressive des biens.

Si l'on introduit une condition d'obsolescence de la connaissance (obs_k) ainsi qu'une condition d'obsolescence des biens (obs_g) dans notre modèle, l'obsolescence des biens traduit les effets de substitution des biens nouveaux aux biens existants, et l'obsolescence des connaissances caractérise la perte de pertinence de certaines connaissances du fait du progrès technique, mais aussi les phénomènes de désapprentissage (Hedberg, 1981; Starbuck, 1996). Si l'introduction de facteurs d'obsolescence est classique en économie, il est important cependant de noter qu'il ne s'agit pas d'une opération d'endogénéisation d'un paramètre. L'obsolescence est ici plutôt un ajustement du modèle permettant d'introduire, via la notion d'usure des biens et de la connaissance au cours du temps, une sélection des diverses courbes de croissances qui correspondent au cahier des charges présenté au

début de ce chapitre. Avec les conditions d'obsolescence, le modèle rend compte d'une croissance à rendements décroissants et non exponentielle, avec la simulation suivante :

- $g_n = B K_n^a$
- $G_{n+1} = \text{obs}_g G_n + \alpha g_n$
- $K_{n+1} = \text{obs}_k K_n + L g_n$

On a alors $K_{n+1} = \text{obs}_k K_n + L B K_n^a$ et $G_{n+1} = \text{obs}_g G_n + \alpha B K_n^a$.

Encadré 7 : Etude de la simulation d'un modèle d'échanges sur le bien avec obsolescence

En poursuivant la logique d'analogie avec les équations différentielles, nous devrions étudier l'équation différentielle $f'(x) = (\text{obs}_k - 1) f(x) + L B (f(x))^a$, dont la résolution est trop compliquée pour nous permettre d'interpréter le comportement à l'infini. Cependant nous pouvons faire une étude de l'évolution de l'espace des connaissances en étudiant les suites K_n et G_n . Soit la fonction f définie sur $[0, +\infty[$ par $f(x) = \text{obs}_k x + L B x^a$.

On a :

1. La fonction f est strictement croissante sur $[0, +\infty[$. En effet c'est la somme de deux fonctions strictement croissantes.

2. L'équation $f(x)=x$ a deux solutions : $x=0$ et $x=x_0$ où on a noté $x_0 = L B / (1 - \text{obs}_k)^{1/(1-a)}$. On a $f(x) > x$ pour $0 < x < x_0$ et $f(x) < x$ pour $x > x_0$.

D'après l'étude de f on voit qu'on a deux intervalles stables par f : $]0, x_0[$ et $]x_0, +\infty[$ (c'est-à-dire que si x est dans un de ces intervalles, c'est aussi le cas pour $f(x)$). Remarquons que si la suite K converge vers une limite l , alors en passant à la limite dans la définition de K on a $f(l) = l$, donc $l = 0$ ou $l = x_0$. On va avoir trois cas à considérer :

(a). $K_0 = x_0$, alors la suite est constante égale à x_0 .

(b). $0 < K_0 < x_0$. Alors comme l'intervalle $]0, x_0[$ est stable par f on aura pour tout n , $K_n \in]0, x_0[$. Ainsi d'après l'étude de f on aura pour tout n , $K_{n+1} - K_n = f(K_n) - K_n > 0$, donc K est croissante. Comme elle est majorée (par x_0) elle converge vers une limite $l > K_0 > 0$, et donc $l = x_0$.

(c). $K_0 > x_0$. Alors comme l'intervalle $]x_0, +\infty[$ est stable par f on aura pour tout n , $K_n > x_0$. Ainsi d'après l'étude de f on aura pour tout n , $K_{n+1} - K_n = f(K_n) - K_n < 0$, donc K est décroissante. Comme elle est minorée (par x_0) elle converge vers une limite $l \geq x_0$, et donc $l = x_0$.

Conclusion : dans tous les cas, la suite K_n converge vers $l = L B / (1 - \text{obs}_k)^{1/(1-a)}$. On démontre de même que G_n est croissante si $G_0 \in]0, x_0/(1 - \text{obs}_g)[$, majorée par $x_0/(1 - \text{obs}_g)$ et donc convergente vers cette limite.

D'après l'étude de l'encadré 7, l'ensemble des connaissances K_n et l'ensemble des biens G_n convergent et sont à rendements décroissants. On peut alors simuler sous Excel l'évolution de l'ensemble des biens et des connaissances du concepteur comme suit (figure 11) :

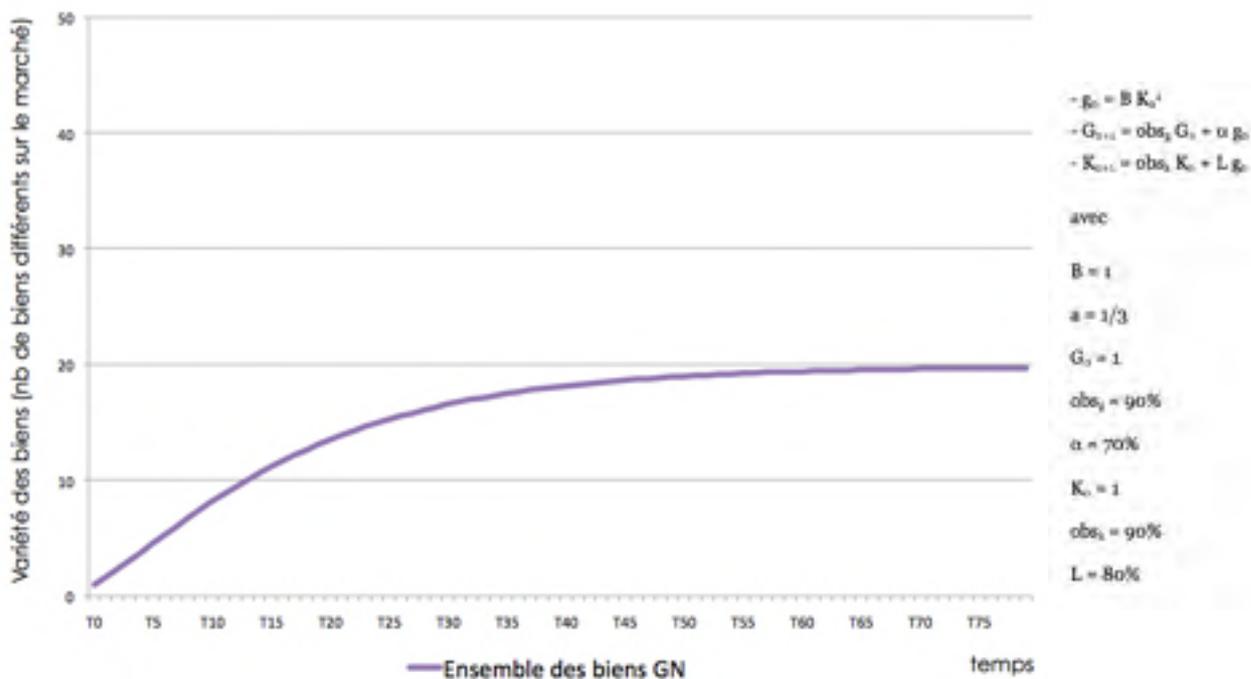


Figure 11 - Modèle de croissance sous conditions d'obsolescence et coordination sur un bien : évolution de l'ensemble des biens et des connaissances du concepteur sur une durée de 80 pas de temps selon le paramétrage indiqué sur la droite de la figure. Le choix des paramètres renvoie à une situation (1) d'obsolescence faible (obs_g et obs_k à 90%) donc de renouvellement faible des produits d'une génération à l'autre ; (2) d'apprentissage fort (L à 80%), et de bonne coordination sur le bien (α à 70%) donc de fort taux de sélection par le récepteur des biens conçus.

Grâce à l'introduction de conditions d'obsolescence, la modélisation rend compte d'une croissance à rendements décroissants. Les courbes d'évolution de l'ensemble des biens et des connaissances du concepteur permettent de simuler l'épuisement d'un *dominant design* et l'essoufflement d'une lignée de produits du point de vue d'un concepteur.

La modélisation ne permet alors de rendre compte de blocage que selon le coefficient de coordination α . Si celui-ci est suffisamment élevé, c'est-à-dire si la coordination entre concepteur et récepteur sur le bien est bonne, alors il y a croissance. Cependant, dans le cas de l'innovation orpheline, il existe une bonne coordination sur les biens proposés et pourtant, il y a blocage de la dynamique industrielle.

Synthèse d'un modèle d'échange sur le bien à deux acteurs : Le modèle de la conception par l'utilisateur concepteur est élargi en différenciant l'acteur récepteur (l'utilisateur) de l'acteur concepteur. Cela rend compte de la distinction entre les activités de conception (conduisant à l'offre) et les activités d'évaluation et de prescription (symbolisant la demande). La modalité la plus simple d'échange entre un concepteur et un récepteur est le cas où le concepteur fait une offre au récepteur. Pour cela, le concepteur mobilise les ressources (connaissances) à sa disposition pour concevoir une proposition de bien nouveau, présentée au récepteur. En fonction de la réception de cette conception, partie ou totalité de cette proposition conçue devient alors un bien nouveau qui étend la liste des biens existants. Le concepteur apprend également du processus de conception (fonction d'apprentissage). Apparaît alors **un coefficient de coordination α sur le bien conçu** entre le concepteur et le récepteur: il décrit le filtre de sélection opéré par le récepteur sur l'ensemble de la proposition de conception.

3.4. La coordination entre deux acteurs sur une demande : le mécanisme de prescription

Le premier modèle d'échange sur le bien ne permet pas pour le moment de rendre compte de la diversité des situations liées à l'acteur récepteur : la demande, les prescriptions exprimées par le récepteur n'ont dans ce premier modèle aucun impact sur le processus de conception du concepteur. En effet, l'hypothèse d'une coordination entre concepteur et récepteur seulement sur un bien existant et conçu conduit à des suppositions fortes sur la capacité d'acceptation par le récepteur d'un produit qui ne répond *a priori* à aucun besoin exprimé. Le modèle ne rend ainsi pas compte de la demande qui peut être émise par l'acteur récepteur.

Nous symétrisons le modèle et nous considérons désormais une situation à deux acteurs où l'acteur récepteur peut exprimer une demande de bien à concevoir. Cette demande, assimilable à une prescription, peut alors devenir une connaissance pour le concepteur, s'il existe un échange entre concepteur et récepteur sur la demande.

Si l'on revient à notre exemple du chef et du gastronome, l'introduction de la prescription rend compte du fait que le client peut exprimer ses envies de nouveautés auprès du chef en utilisant les connaissances dont il dispose. Ainsi, la pêche melba, le sandwich, les pommes dauphines, le potage du Barry, la cuisson Rossini ou encore la sauce Mornay sont autant d'exemples de plats créés à la demande des bourgeois au XIX^{ème} siècle. Il faut bien noter que la prescription est un « signal faible » émis par un amateur qui peut ne pas avoir les compétences nécessaires pour exprimer les saveurs, les rondeurs, les acidités, les textures gustatives qu'il recherche. La demande est ainsi généralement exprimée en compréhension (« j'aimerais un dessert qui fonde sous le palais et qui laisse un effet frais en bouche ») plutôt qu'en extension (« j'aimerais un dessert qui croise le soufflé au chocolat préparé

avec un sucre roux cuit à 121° et la fraîcheur d’une pointe de menthe, comme le fait le chef de tel restaurant »). L’ambiguïté de l’expression d’une demande la rend plus ou moins interprétable par le chef. Elle sera alors plus ou moins bien transformée en connaissances, selon le mode de communication entre les deux acteurs et surtout selon le langage dans lequel le gourmet a formulé sa demande. D’autre part, la fonction d’apprentissage du gastronome rend compte du fait qu’il apprend des plats qu’il retient du chef (et qu’il goûte !) : il peut en effet apprendre sur ses propres goûts, sur les techniques de cuisson inhabituelles employées, sur un mariage inédit de saveurs.

Ainsi, la prescription devient une nouvelle variable de la modélisation. Etant donné ses connaissances, l’acteur récepteur peut exprimer une demande de bien à concevoir. Celle-ci peut alors devenir une connaissance pour le concepteur, s’il existe un échange entre concepteur et récepteur sur la demande. **Un coefficient β , traduisant la coordination entre le concepteur et le récepteur sur cette prescription, apparaît** : il décrit la capacité du concepteur à interpréter la demande du récepteur.

Les échanges entre concepteur et récepteur se modélisent alors comme suit (figure 12) :

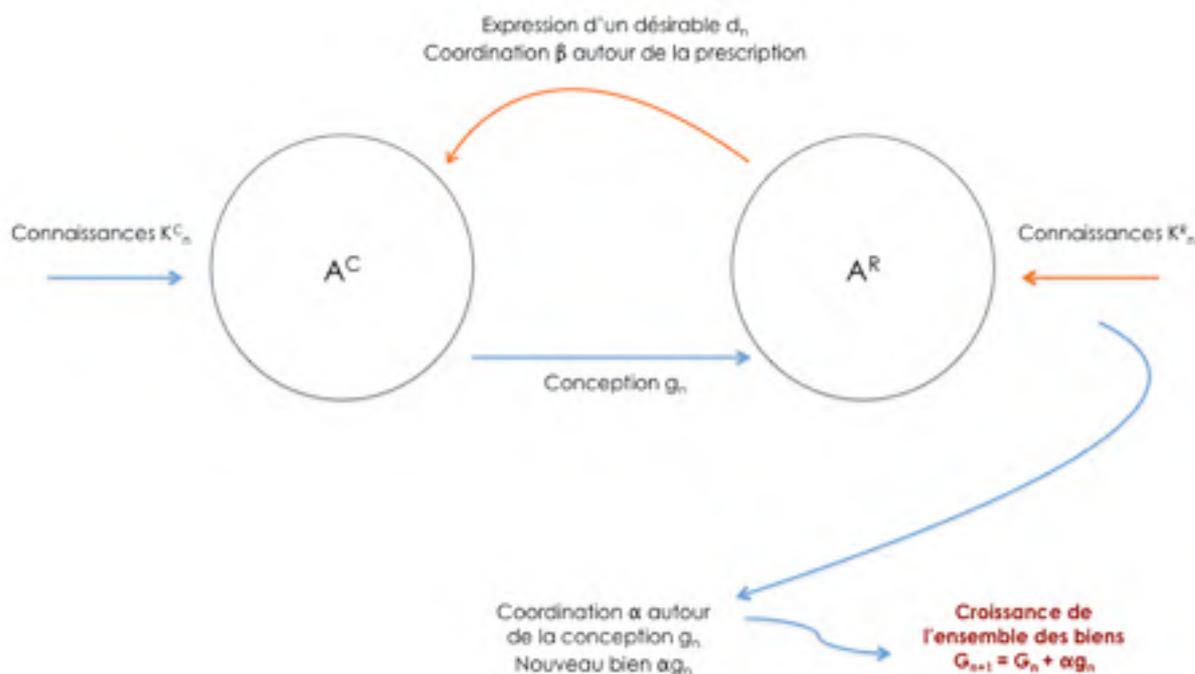


Figure 12 - Coordination sur une prescription, une demande émise par le récepteur et qui est plus ou moins interprétable par le concepteur

En prenant en compte l’effet de la demande dans la modélisation, l’acteur récepteur A^R exprime une demande (d_n), qui émane de l’ensemble des connaissances acquises par l’acteur récepteur quant aux biens existants. Cela décuple la fonction des connaissances du concepteur par une fonction des connaissances du récepteur, et de ce fait, endogénéise la prescription :

$$- K_{n+1}^R = \text{obs}_k K_n^R + \alpha L g_n$$

La demande s'exprime alors en fonction des connaissances du récepteur :

$$- d_{n+1} = F K_n^R{}^a$$

La conception g_n faite par le concepteur peut ainsi être mise en symétrie avec une fonction de prescription par le récepteur. De même que le concepteur mobilise des ressources pour concevoir un nouveau bien, le récepteur mobilise des ressources pour concevoir une demande. Cette perception de la prescription comme une activité de conception s'appuie sur la proposition d'Hatchuel (Hatchuel, 1995, 2010), qui montre que l'activité de prescription n'est pas seulement un processus de diffusion de connaissances entre diverses parties, mais qu'elle est la conception d'un système social et d'un principe de réalité permettant l'échange de ces connaissances (*ibid.*).

La demande est alors prise en compte par l'acteur concepteur en fonction du coefficient β , traduisant la coordination entre le concepteur et le récepteur sur cette prescription, ce qui impacte la fonction de connaissances du concepteur :

$$- K_{n+1}^C = \text{obs}_k K_n^C + L g_n + \beta d_n$$

On a ainsi une expansion des connaissances du concepteur du fait de l'échange avec le récepteur sur la nature de la demande exprimée par celui-ci. Cette nouvelle connaissance acquise (en partie ou entièrement) peut en effet activer la production de nouvelles connaissances chez le concepteur³³, et ainsi étendre l'espace des connaissances du concepteur au-delà du simple apprentissage du fait de l'expression de la prescription. L'interprétation de la demande par le concepteur agit alors comme une stimulation à la production de nouvelles connaissances.

Par ailleurs, s'il n'y a pas de coordination sur la prescription (ou si celle-ci est inexistante), le concepteur n'a aucune incitation à innover pour satisfaire la demande et opérera des processus de conception en fonction seulement de ses connaissances propres et sans interaction avec le récepteur.

Cette modélisation conduit à la simulation de l'évolution de l'ensemble de biens (G_i) et l'ensemble des connaissances (K_i) comme suit :

$$- \text{Fonction de conception : } g_n = B K_n^C{}^a$$

$$- \text{Evolution de l'ensemble des biens : } G_{n+1} = \text{obs}_g G_n + \alpha g_n$$

$$- \text{Evolution des connaissances du concepteur : } K_{n+1}^C = \text{obs}_k K_n^C + L g_n + \beta d_n$$

$$- \text{Evolution des connaissances du récepteur } K_{n+1}^R = \text{obs}_k K_n^R + L \alpha g_n$$

$$- \text{Fonction de prescription } d_{n+1} = F K_n^R{}^a$$

³³ Dans un souci de simplification, nous considérerons dans les simulations la coordination β comme une fonction linéaire, ce qui, nous en avons conscience, ne rend pas compte de la richesse de la fonction d'expansion des connaissances.

(avec L fonction d'apprentissage, B, F et a constantes, α coefficient de coordination sur le bien et β coefficient de coordination sur la demande).

Les deux espaces des connaissances sont alors couplés :

$$- K^C_{n+1} = \text{obs}_k K^C_n + L B K^{C_n a} + \beta F K^{R_n a}$$

$$- K^R_{n+1} = \text{obs}_k K^R_n + L \alpha B K^{C_n a}$$

L'étude des suites K^C_n et K^R_n n'est pas possible de manière analytique. L'utilisation de simulations sous Excel en faisant varier l'ensemble des paramètres montre que ces deux suites convergent vers des limites qui dépendent des constantes B et F. On peut par exemple simuler sous Excel l'évolution de l'ensemble des biens comme suit (figure 13) :

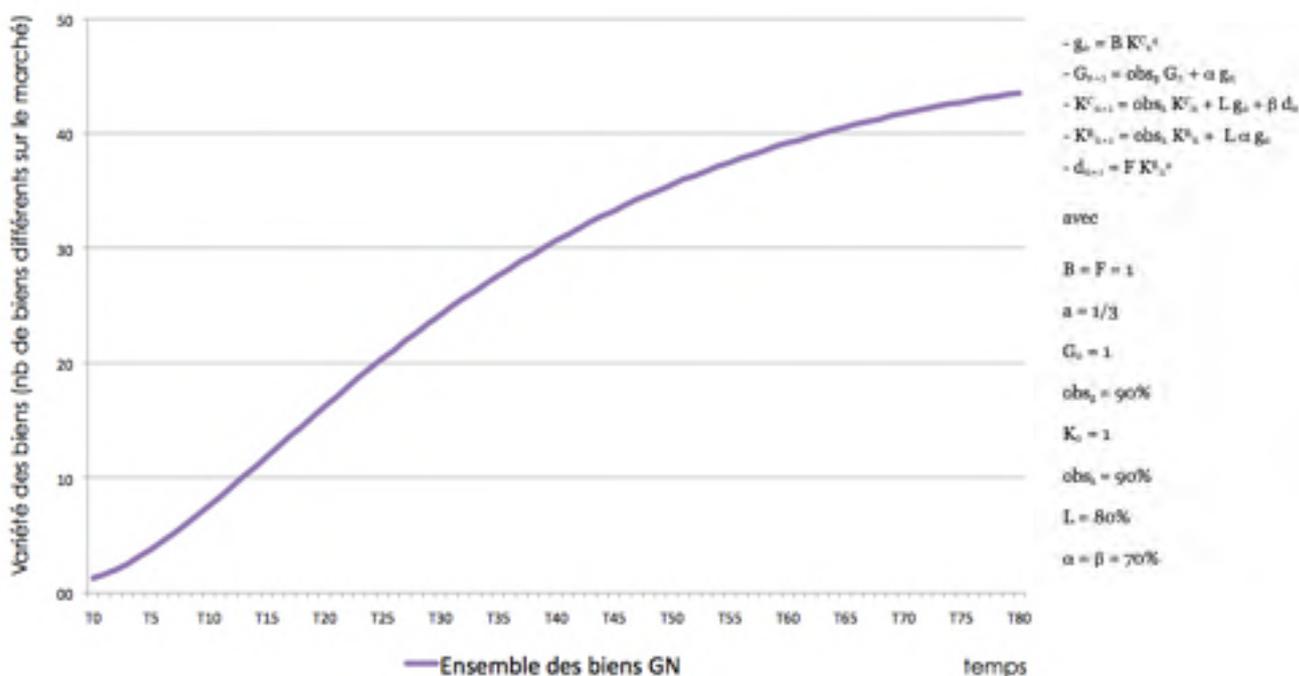


Figure 13 - Modèle de croissance sous conditions de coordination sur une prescription : évolution de l'ensemble des biens et de la prescription exprimée à chaque instant sur une durée de 80 pas de temps selon le paramétrage indiqué sur la droite de la figure. On peut remarquer que la courbe de l'évolution de l'ensemble des biens a un point d'inflexion, et a ainsi une forme en « S », avec une double inflexion. Le paramétrage est le même que précédemment, le coefficient de coordination sur la prescription étant pris comme élevé (70%).

Nous avons enrichi notre modélisation en endogénéisant le mécanisme de la demande. Au travers de la simulation nous retrouvons les courbes de croissance à double courbure avec un point d'inflexion, des « courbes en S », telles que le décrit classiquement la littérature économique. Ce modèle montre en particulier la coévolution d'acteurs dans une situation de rationalité limitée, les échanges de connaissances étant contrôlés par les facteurs α et β . On peut noter cependant que la croissance est liée aux facteurs B et F de la fonction de conception et de la fonction d'expression de la

demande, et peut ainsi donc être liée à la nature de facteurs considérés comme exogènes et qui ne sont pas encore explicités, cachés dans ces coefficients B et F.

Ce modèle rend-il alors compte de l'innovation orpheline ? Dans le cas d'une innovation orpheline, des demandes sont exprimées, des efforts de coordination sont menés pour que les biens proposés soient bien acceptés et les demandes bien interprétées, et malgré tout, la croissance n'a pas lieu. Dans la modélisation à cette étape, des efforts élevés de coordination sur le bien et sur la demande impliquent une croissance de l'ensemble des biens. Ainsi, un modèle d'échanges entre deux acteurs explicitant seulement les échanges sur les biens conçus et sur la demande ne permet pas de rendre compte du phénomène d'innovation orpheline. Aussi nous faut-il approfondir la modélisation de la fonction de conception $g_n = B K C_n^a$ et de la fonction de prescription $d_{n+1} = F K R_n^a$, et identifier un nouveau facteur moteur de la croissance qui reste exogénéisé dans les coefficients B et F.

Synthèse d'un modèle d'échange sur le bien et sur la demande dans une configuration à deux acteurs : nous avons enrichi la modélisation en endogénéisant le mécanisme de la demande. L'acteur récepteur exprime une demande, qui émane de l'ensemble des connaissances acquises par le récepteur quant aux biens existants. Cela dédouble la fonction des connaissances par une fonction des connaissances du récepteur, et de ce fait, endogénéise la prescription. De même que le concepteur mobilise des ressources pour concevoir un nouveau bien, le récepteur mobilise des ressources pour concevoir une demande. Celle-ci est alors prise en compte par le concepteur en fonction du coefficient β , traduisant la coordination entre le concepteur et le récepteur sur cette prescription, ce qui enrichit les connaissances du concepteur. Dans le cas d'une innovation orpheline, des demandes sont exprimées, des efforts de coordination sont menés pour que les biens proposés soient bien acceptés et les prescriptions bien interprétées, et malgré tout, la croissance n'a pas lieu. Dans cette étape de modélisation, des efforts élevés de coordination sur le bien et sur la prescription impliquent une croissance de l'ensemble des biens. Ainsi, un modèle d'échanges entre deux acteurs explicitant seulement les échanges sur les biens conçus et sur la demande ne permet pas de rendre compte du phénomène d'innovation orpheline.

3.5. La coordination d'acteurs concepteurs sur un inconnu : l'espace des imaginaires, ressource de conception innovante

3.5.1 L'imaginaire, nouvelle variable endogène de la croissance

Mais alors, quelle variable cachée doit être mise à jour pour rendre compte des phénomènes de blocages notamment des situations d'innovation orpheline ? Cette variable à expliciter doit permettre de montrer une stagnation de l'évolution de l'ensemble des biens alors même qu'il y a des échanges de connaissances entre concepteur et récepteur, échanges qui se traduisent par une meilleure

acceptabilité par le récepteur des biens conçus et proposés (coefficient α élevé) et par une meilleure interprétation des désirs du récepteur par le concepteur (coefficient β élevé). Nous avons ainsi l'hypothèse d'un autre vecteur que la connaissance dans le processus de conception et d'expression d'une demande, une ressource qui se consomme par l'activité de conception. La démarche exploratoire menée au sein de la partie 1, et plus particulièrement l'étude de la nature des blocages au sein du chapitre IV, apportent des éléments de réponses : l'innovation orpheline dans le cas de la sécurité des deux-roues s'explique par le fait qu'il existe des représentations mentales partagées par l'ensemble des acteurs de l'industrie, qui les fixent dans des paradigmes technologiques connus et empêchent une partie de ces acteurs de s'écarter consciemment des cadres cognitifs existants pour explorer des alternatives qui, si elles apparaissent comme coûteuses sur du court terme, sont porteuses de valeur sur du long terme.

Ainsi guidée par les blocages cognitifs mis en avant dans le chapitre 1 et par la généralisation de la fonction de conception comme « forme d'articulation entre connaissances et concepts » (Le Masson 2001, p.97), **nous introduisons donc, en plus de l'ensemble des biens et l'ensemble des connaissances, un nouvel ensemble que nous nommons l'ensemble des imaginaires.**

L'exemple de l'interaction entre le chef et son client va permettre de qualifier plus précisément le rôle des imaginaires dans la modélisation. Le chef ne conçoit plus seulement en fonction de ses connaissances mais également en fonction de ses idées créatives, des imaginaires qui lui sont propres³⁴. Cet imaginaire du chef est alors stimulé par ses échecs, par tous les plats qui n'ont pas séduit son client. De même, le gastronome exprime ses envies et conçoit sa demande en fonction à la fois de ses connaissances mais aussi de ses propres imaginaires. Ces imaginaires sont alors enrichis, aiguillonnés par le sentiment que le désir exprimé n'est pas pris en compte par le chef. C'est donc de la frustration que se nourrit le désirable. Que cette frustration engendre un renouvellement des imaginaires du récepteur peut sembler aller à l'encontre d'une intuition qui serait que si le concepteur ne répond pas au désirable, le récepteur perd patience, est déçu, ce qui bride son imagination. Cependant, la proposition que nous formulons prend le contre-pied de cette intuition et traduit le fait que le gastronome, si ses demandes ne sont pas entendus, va chercher à mieux les exprimer en élargissant son imaginaire, c'est à dire en allant par exemple sur des blogs culinaires ou en lisant des livres de cuisine. L'imaginaire du gastronome diminue lorsqu'il sélectionne des plats parmi ceux proposés, car ils rencontrent une part de son imaginaire. L'échange des imaginaires entre chef et gastronome traduit comment l'échange d'idées, de concepts, par exemple lorsque le chef passe en salle en fin de service ou lors d'un salon culinaire, nourrit à la fois l'imaginaire du chef et celui du gastronome. Cet échange apparaît comme le moyen le plus adroit de régénérer les imaginaires de ces deux acteurs.

³⁴ Certains grands chefs sont connus pour leurs imaginaires, comme Ducasse et son travail de la saveur méditerranéenne, ou encore Troigros avec ses inspirations asiatiques et italiennes.

En utilisant les termes de connaissances et de concepts au sens de la théorie C-K (voir encadré 8), nous définissons alors l'imaginaire (I_n) d'un acteur comme l'ensemble des concepts qu'un acteur est capable de formuler et d'interpréter selon ses connaissances.

Encadré 8 : La distinction entre connaissances et concepts, apports de la théorie C-K de la conception d'après (Hatchuel & Weil, 2002)

La théorie C-K a été développée à la suite de travaux empiriques. Elle a été esquissée par Hatchuel et Weil (2002), puis consolidée par la suite par de nombreux travaux empiriques et théoriques (Agogué, Le Masson, et al., 2012; Béjean, 2008; Gillier, 2010; Hatchuel & Weil, 2009; Hatchuel, Le Masson, & Weil, 2004, 2011; Hooge, Agogué, & Gillier, 2012; Kazakçi, 2009; Kazakçi & Tsoukias, 2005; Le Masson, Weil, & Hatchuel, 2009; Le Masson et al., 2010).

La théorie C-K repose sur la distinction formelle entre « concept » et « connaissance ».

Une connaissance est une proposition ayant un statut logique pour le concepteur ou pour le récepteur de la conception. C'est alors une proposition, un énoncé, pour lequel l'acteur concerné est capable de dire si cet énoncé est vrai ou faux. Le statut des connaissances est opératoire dépendant : pour un physicien expert en mécanique quantique, le chat de Schrödinger qui est à la fois mort et vivant est une connaissance, ce qui n'est pas le cas pour la très vaste majorité des élèves de terminale par exemple, pour qui un chat ne peut être à la fois mort et vivant. Un ensemble de connaissances est donc un ensemble de propositions ayant toutes un statut logique pour un acteur donné.

Un concept se distingue d'une connaissance comme étant une proposition sans statut logique : on ne peut dire d'un concept, par exemple celui d'un « bateau qui vole », qu'il est vrai, faux, incertain à une certaine probabilité. Un concept n'est donc pas « une connaissance ». En revanche, un concept évoque une proposition inconnue dépendant de la connaissance disponible : il faut d'une part que le concept soit interprétable relativement à la connaissance, i.e. que l'on dispose des connaissances nécessaires sur un bateau et sur l'action de voler pour comprendre « un bateau qui vole », et d'autre part que ce concept soit indécidable étant données les connaissances à disposition, i.e. qu'il n'y ait pas de connaissance sur l'existence ou la preuve d'une impossibilité d'existence d'un bateau qui vole.

Ces imaginaires deviennent alors des ressources de conception pour le concepteur se comportant différemment des connaissances. Ainsi, un processus de conception non seulement étendra la liste des biens et conduira à un phénomène d'apprentissage, mais sera aussi le moteur d'une évolution de l'espace des imaginaires, dont une partie peut s'épuiser (lorsqu'une idée devient un bien ou une connaissance, elle n'est plus dans l'espace des imaginaires) et dont une partie peut se régénérer (par expansion conceptuelle). Nous proposons ainsi une nouvelle fonction de conception en étendant la proposition de Le Masson (2001) :

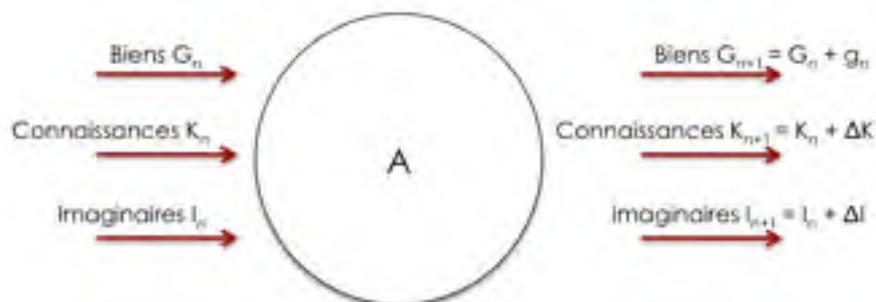


Figure 14 - Une fonction de conception étendue

Comment évoluent alors l'espace des imaginaires d'un acteur concepteur et celui d'un acteur récepteur ? Lorsque l'acteur concepteur propose une conception g_n , une part de cette conception est acceptée par le récepteur et devient un bien nouveau, αg_n . Ce bien nouveau faisant alors partie des imaginaires du récepteur qui l'a accepté comme bien nouveau, l'imaginaire du récepteur s'appauvrit de cette part qui est désormais non plus un concept, mais un bien. Une part $(1 - \alpha) g_n$ du processus de conception ne devient pas un bien reconnu par le récepteur et donc stimule l'espace des imaginaires du concepteur qui l'a formulé.

D'autre part, le récepteur exprime une demande, dont seulement une partie βd_n devient une connaissance pour le concepteur. La part de prescription qui n'est pas interprétée $(1 - \beta) d_n$ par le concepteur enrichit alors l'imaginaire du récepteur.

Par ailleurs, les idées, les concepts, sont des éléments qui peuvent s'échanger entre des acteurs. On introduit donc une **coordination d'une nature nouvelle γ , coordination sur l'inconnu, caractérisant la circulation des imaginaires au sein d'un collectif**. La coordination sur l'inconnu entre le concepteur et le récepteur permet de régénérer les imaginaires de chacun, provoquant une expansion des imaginaires. En effet, de même que l'interprétation d'une demande par un concepteur va stimuler la production de nouvelles connaissances chez ce dernier, l'échange de concepts, d'idées entre deux acteurs active chez l'un et l'autre la naissance de nouvelles idées, régénérant ainsi l'espace des imaginaires de chacun.

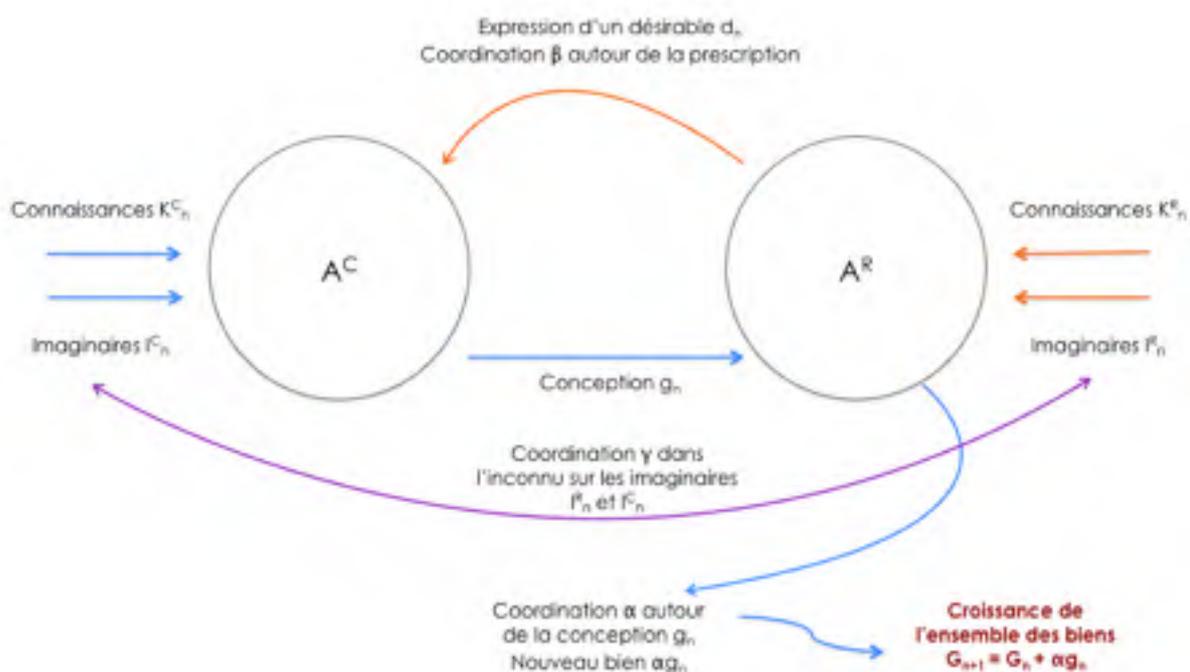


Figure 15 - Coordination sur un inconnu

Le modèle constitue ainsi un point d'entrée dans l'étude des interactions sur les imaginaires au sein d'un collectif. Cette modélisation conduit alors à l'évolution suivante de l'ensemble de biens (G_i), l'ensemble des connaissances (K_i) et l'ensemble des imaginaires (I_i):

- Fonction de conception : $g_n = B K_n^C \mathbf{I}_n^C$
- Evolution de l'ensemble des biens : $G_{n+1} = \text{obs}_g G_n + \alpha g_n$
- Evolution des connaissances du concepteur : $K_{n+1}^C = \text{obs}_k K_n^C + L g_n + \beta d_n$
- Evolution des connaissances du récepteur : $K_{n+1}^R = \text{obs}_k K_n^R + L \alpha g_n$
- Fonction de prescription : $d_{n+1} = F K_n^R \mathbf{I}_n^R$
- **Evolution des imaginaires du concepteur** : $\mathbf{I}_{n+1}^C = \text{obs}_i \mathbf{I}_n^C - \beta d_n + (1 - \alpha) g_n + \gamma_{R \rightarrow C} \mathbf{I}_n^R$
- **Evolution des imaginaires du récepteur** : $\mathbf{I}_{n+1}^R = \text{obs}_i \mathbf{I}_n^R - \alpha g_n + (1 - \beta) d_n + \gamma_{C \rightarrow R} \mathbf{I}_n^C$

(avec L fonction d'apprentissage, B , F et a constantes, α coefficient de coordination sur le bien, β coefficient de coordination sur la demande et γ coefficient de coordination sur l'imaginaire, et obs les différents coefficients d'obsolescence).

On remarque que les espaces de connaissances s'accroissent avec les activités de conception et d'expression de la prescription, modélisant bien les processus d'apprentissage. Cependant, le comportement des imaginaires est bien différent : ces espaces diminuent par les activités de conception, mais s'accroissent du fait des échecs. Nous avons donc introduit une nouvelle variable dans la modélisation, qui se comporte différemment d'une connaissance, et que nous avons choisi d'appeler « imaginaire ».

3.5.2 Une modélisation qui rend compte de la variété des dynamiques industrielles

Cette modélisation nous permet-elle alors de retrouver des dynamiques de croissance variées, et de rendre compte de la situation d'innovation orpheline ? La simulation donne par exemple une courbe de croissance du type de celle de la figure ci-dessous :

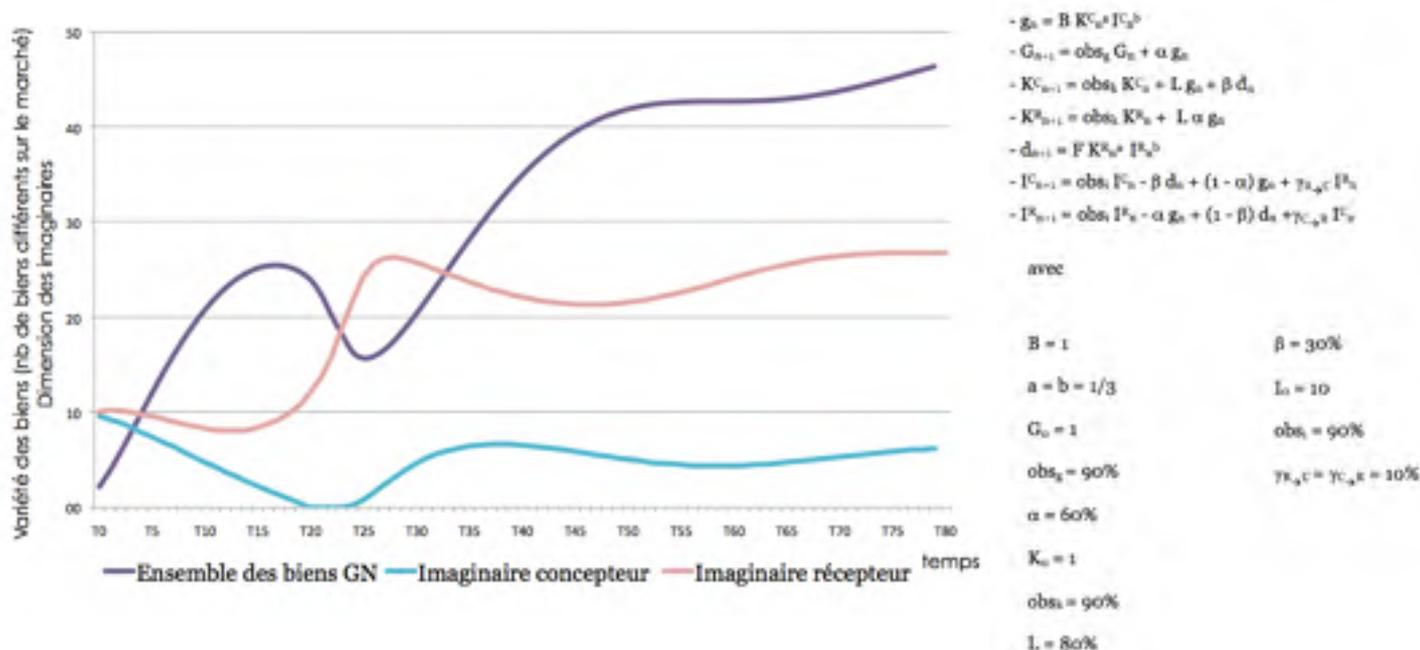


Figure 16 – Modèle de croissance sous conditions de coordination sur un inconnu : évolution de l'ensemble des biens et des imaginaires du concepteur et du récepteur sur une durée de 80 pas de temps selon le paramétrage indiqué sur la droite de la figure. Ce paramétrage décrit une situation de coordination forte sur la conception, une coordination moyenne sur la demande et une interaction forte sur les imaginaires (10% est en effet un facteur élevé tant ce type d'interaction est coûteuse et complexe)

On peut alors formuler diverses remarques :

- Si le coefficient β augmente, apparaît une saturation de la demande, ce qui épuise les imaginaires. Maintenir une croissance avec un coefficient fort d'interaction sur la prescription nécessite alors d'augmenter la coordination γ , *i.e.* de susciter une stimulation de création de valeur nouvelle, et non pas seulement une interprétation des valeurs existantes et qui seraient insatisfaites.
- Les paramètres α et β contrôlent les questions de décisions, liées à l'échange entre les acteurs : l'offre conçue par le concepteur est-elle adaptée au filtre de sélection du récepteur (interaction α) ? la demande est-elle bien comprise par le concepteur (interaction β) ? L'interaction γ , quant à elle, caractérise la modération de la générativité, *i.e.* l'expansion de l'offre et de la demande.

On se propose maintenant d'analyser plus finement le cas de l'innovation orpheline. Comme nous l'avons présenté dans le chapitre III, l'innovation orpheline est caractérisée comme suit :

- une demande sociale forte, formulée et compréhensible, c'est à dire un acteur récepteur doté de capacités de conception suffisantes pour formuler une demande consistante et une coordination

entre concepteur et récepteur permettant la compréhension de cette demande par le concepteur.

- des innovations proposées ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance, c'est à dire que les capacités de conception du concepteur sont suffisantes pour proposer des innovations, la coordination sur la conception proposée par le concepteur au récepteur existe, mais la croissance de l'espace des biens ne s'opère pas.
- des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près, c'est à dire qu'il résulte une expansion des connaissances du fait de l'interprétation de la prescription par le récepteur.

Si nous reprenons la simulation développée précédemment, nous obtenons alors la modélisation d'une innovation orpheline suivante (figure 17) :

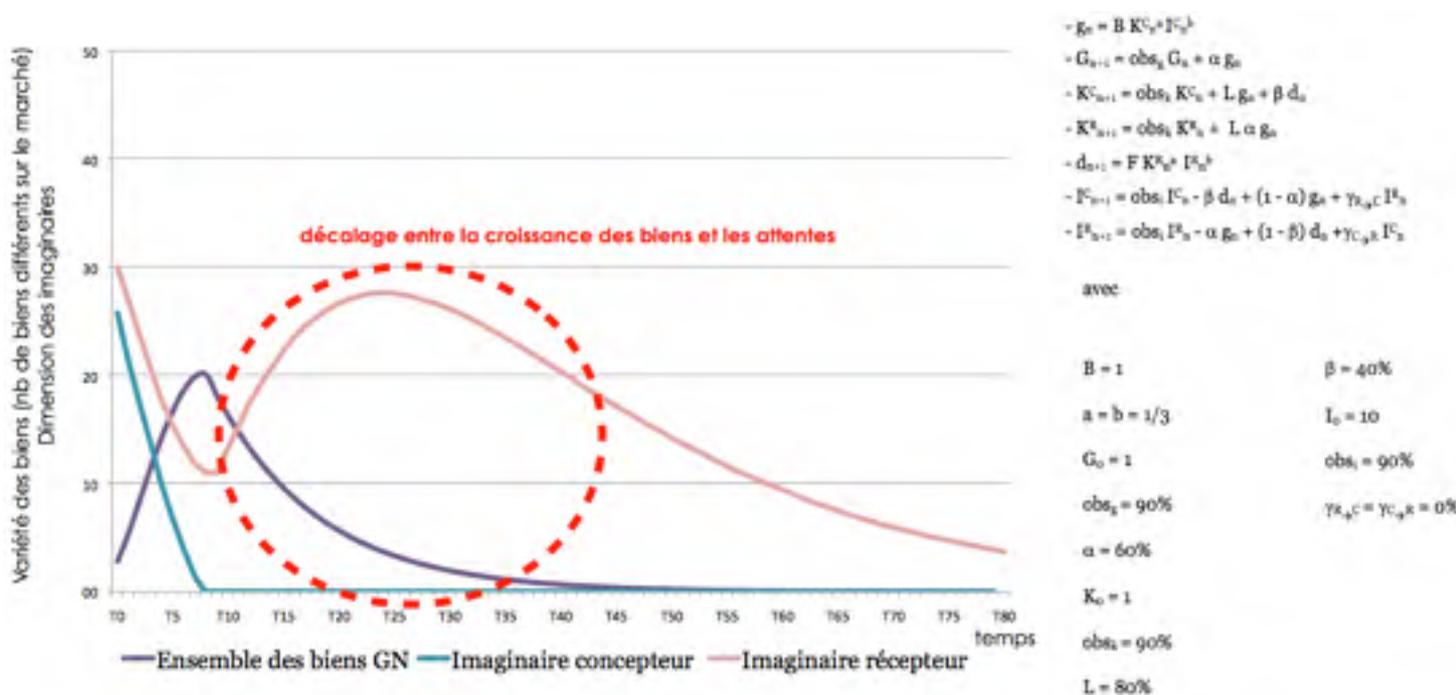


Figure 17 - Modélisation de l'innovation orpheline : des modalités de coordination sur le bien et sur la demande qui sont élevées, mais une coordination nulle sur les imaginaires, ce qui conduit à un décalage entre les attentes de la société (des imaginaires forts du récepteur) et un défaut de croissance de l'ensemble des biens

On voit alors que l'innovation orpheline se comprend comme un décalage entre l'espace des imaginaires du récepteur et l'évolution de l'ensemble des biens. Le défaut de croissance impacte ainsi une émancipation de la demande et un appauvrissement de l'imaginaire du récepteur.

La simulation et le jeu sur les paramètres α , β , et γ permettent de souligner qu'il existe en fait différentes formes de blocage des dynamiques industrielles : nous venons de montrer qu'une coordination γ très faible sur les imaginaires conduit à une situation d'innovation orpheline malgré α et β élevés. Si α et β sont faibles, a contrario, il faut une très forte coordination sur l'inconnu pour permettre une croissance, ce qui signifie que même dans une situation où les compétences et les

valeurs sont très hétérogènes, *i.e.* une rationalité très limitée, une croissance est possible, mais à un coût énorme. Ces différents cas de figures peuvent être schématisés comme suit :

	α et β faibles	α et β élevés
γ faible	Scélrose	Innovation orpheline
γ élevé	Croissance si γ très élevé	Croissance

Tableau 9 – Typologie de croissance : si toutes les interactions sont fortes, il y a croissance ; une coordination γ faible sur les imaginaires conduit à une situation d'innovation orpheline malgré α et β élevés ; si α et β sont faibles, il faut une très forte coordination sur l'inconnu pour permettre une croissance.

Quels sont alors les leviers d'action pour sortir de l'innovation orpheline ? Faut-il attendre et jouer sur les coordinations sur le bien et sur la demande ou bien jouer la coordination sur l'inconnu ? Nous avons montré dans ce qui précède qu'en l'absence de coordination sur l'inconnu, la croissance n'est pas soutenable, car la demande tend s'essouffler, les imaginaires à s'atrophier, même si des efforts de coordination sur le bien et/ou sur la prescription sont menés (auquel cas la croissance est soutenable seulement à court-terme pour une énergie déployée très élevée sur ces deux modes de coordination).

Cependant, si une coordination sur l'inconnu se met en place, la relance rapide de la croissance est possible, comme le montre le graphe issu de la simulation ci-dessous (figure 18).

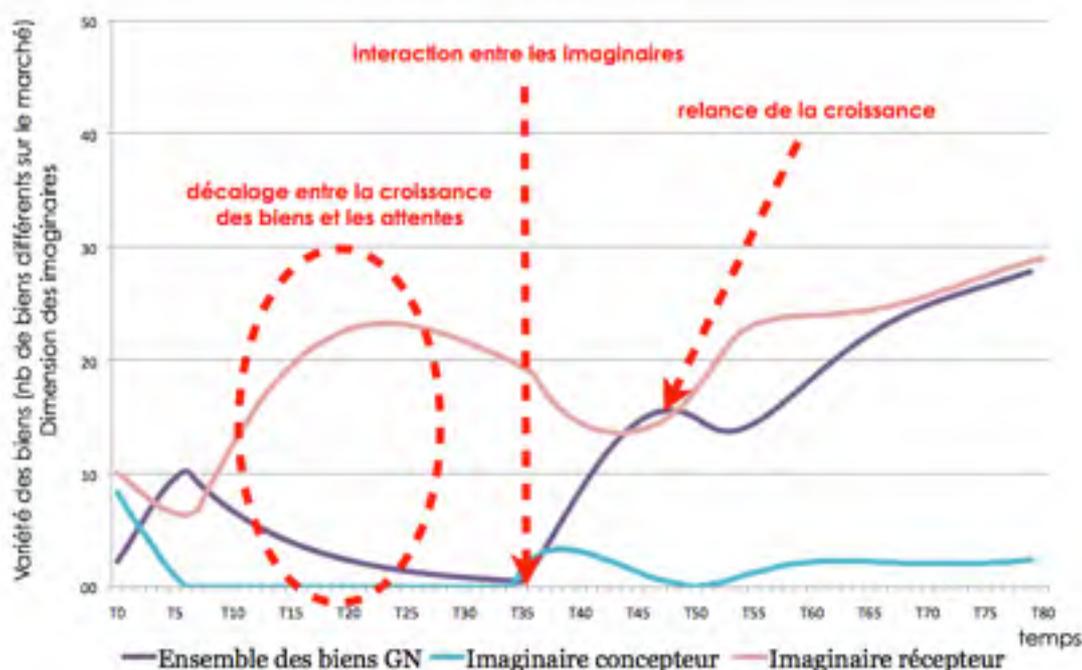


Figure 18 - Modélisation de la sortie de l'innovation orpheline (sous les mêmes conditions de paramétrage qu'en figure 18, avec la coordination γ qui passe de 0% à 10% en T=36)

Synthèse d'un modèle d'échange sur le bien, la demande et l'imaginaire dans une configuration à deux acteurs : Cette étape de modélisation cherche à expliciter une variable pour rendre compte des phénomènes de blocages notamment des situations d'innovation, i.e. une stagnation de l'évolution de l'ensemble des biens alors même qu'il y a des échanges de connaissances entre concepteur et récepteur, échanges qui se traduisent par une meilleure acceptabilité par le récepteur des biens conçus et proposés (coefficient α élevé) et par une meilleure interprétation des désirs du récepteur par le concepteur (coefficient β élevé). Nous introduisons donc, en plus de l'ensemble des biens et l'ensemble des connaissances, un nouvel ensemble que nous nommons l'ensemble des imaginaires. Nous définissons l'ensemble des imaginaires d'un acteur comme l'ensemble des concepts que cet acteur est capable de formuler et d'interpréter selon ses connaissances. Les imaginaires deviennent alors des ressources de conception pour le concepteur mais qui se comportent différemment des connaissances. Ainsi, un processus de conception non seulement étendra la liste des biens et conduira à un phénomène d'apprentissage, mais sera aussi le moteur d'une évolution de l'espace des imaginaires, dont une partie peut s'épuiser (lorsqu'une idée devient un bien ou une connaissance, elle n'est plus dans l'espace des imaginaires) et dont une partie peut se régénérer (par expansion conceptuelle).

On introduit une coordination d'une nature nouvelle γ , coordination sur l'inconnu, caractérisant l'expansion des imaginaires. La coordination sur l'inconnu entre le concepteur et le récepteur permet de régénérer les imaginaires de chacun, provoquant une expansion des imaginaires.

L'introduction des imaginaires dans la modélisation permet de simuler une diversité de croissance, et rend en particulier compte de l'innovation orpheline. La simulation permet également de souligner qu'en cas de situation d'innovation orpheline, une coordination sur les imaginaires permet de relancer la croissance.

Conclusion : Une modélisation des dynamiques industrielles à trois dimensions : biens, connaissances, imaginaires.

Nous pouvons maintenant synthétiser le cadre théorique que nous proposons dans cette thèse. Nous avons modélisé les dynamiques industrielles comme s'articulant sur trois espaces (biens, connaissances, imaginaires). Nous avons alors mis en évidence trois grandes classes de coordination entre deux acteurs, un concepteur et un récepteur, dans la conception de biens nouveaux. Une synthèse du modèle est présentée dans le tableau suivant :

Espace des biens	Espace des connaissances	Espace des imaginaires
<i>Etendu par le processus de conception de l'acteur concepteur</i>	<p><i>Pour le concepteur : Etendu par les apprentissages liés au processus de conception et par l'apprentissage sur la demande</i></p> <p><i>Pour le récepteur : Etendu par les nouveaux biens mis sur le marché</i></p>	<p><i>Pour le concepteur : S'accroît par la part de conception qui ne devient pas un bien, et par échange avec le récepteur</i></p> <p><i>Pour le récepteur : Décroit du fait de la conjonction d'imaginaires qui deviennent des biens, s'accroît de la demande non prise en charge par le concepteur et par échange avec le récepteur</i></p>
<i>Coordination sur la proposition de bien nouveau</i>	<i>Coordination sur la prescription pour expandre les connaissances du concepteur</i>	<i>Coordination sur l'inconnu pour expandre les imaginaires</i>

Tableau 8 - Une dynamique à trois espaces

Ce modèle nous a ainsi conduit à prolonger la fonction de conception proposée par Le Masson (2001) comme suit :

Inputs	Outputs
<p><i>Connaissances K_i</i></p> <p><i>Imaginaires I_i</i></p>	<p><i>Nouveaux biens g_{n+1}</i></p> <p><i>Apprentissage (accroissement des connaissances ΔK)</i></p> <p><i>Travail des imaginaires (ΔI)</i></p>

Tableau 9 - Synthèse de la nouvelle fonction de conception

Nous mettons donc en évidence non seulement l'existence de flux entre les acteurs, de différentes composantes pouvant s'échanger entre des acteurs sur le bien, la demande ou l'inconnu, mais le modèle souligne également l'existence de différents espaces : l'espace des biens et les espaces de ressources, que ce soient des connaissances ou des imaginaires. L'espace des imaginaires qui sont partageables entre les deux acteurs, permettant l'expansion des imaginaires, apparaît alors comme un élément déterminant pour les deux acteurs de l'industrie.

Ce qu'il faut retenir du chapitre V

L'objet de ce chapitre a été de comprendre et d'analyser les facteurs de blocages d'une dynamique industrielle conduisant à un manque d'innovation face à une demande pourtant forte. Pour ce faire, une étude des dynamiques contemporaines de croissance, ainsi que des blocages qui peuvent survenir dans les activités de conception innovante a été menée au travers d'une approche modélisatrice des échanges ayant lieu entre des acteurs concepteurs lors de la conception de biens nouveaux. Les modèles classiques de la croissance économique ont été utilisés pour montrer qu'ils ne permettent pas de rendre compte de l'innovation orpheline, et nous avons alors mobilisé les hypothèses classiques de la croissance économique pour construire pas à pas une modélisation des échanges entre deux acteurs, un concepteur et un récepteur (un offreur et un récepteur). Cela a conduit à caractériser les dynamiques industrielles comme s'articulant sur trois espaces : l'espace des biens, l'espace des connaissances et l'espace des imaginaires. En particulier, la dimension des imaginaires, i.e. l'ensemble des concepts qu'un acteur est capable de formuler et d'interpréter selon ses connaissances, est indispensable pour comprendre les phénomènes de blocage et tout particulièrement les situations d'innovation orpheline. Les imaginaires deviennent alors des ressources de conception pour le concepteur, se comportent différemment des connaissances. Trois grandes classes de coordination entre deux acteurs, un concepteur et un récepteur, ont été mises en évidence dans la conception de biens nouveaux, et l'innovation orpheline apparaît comme causée par un défaut de coordination sur les imaginaires.

Chapitre VI - Revisiter la notion d'industrie

Nous proposons de mobiliser le cadre théorique tel qu'il a été décrit ci-dessus pour modéliser les situations d'innovation orpheline en explicitant les défauts de coordination sur le bien, la demande et l'imaginaire. Cela amènera à caractériser une industrie de manière plus approfondie que la traditionnelle vision d'une chaîne de processus conduisant à la transformation d'un ensemble de matières premières en des produits (au sens large) sur un ou plusieurs marchés. Dans un premier temps, nous discuterons de la notion d'imaginaires (VI.1), puis nous discuterons des capacités de conception qui apparaissent comme inhérentes au modèle proposé (VI.2). Ensuite, la proposition d'un nouveau sens pour le terme d'industrie et de « faire industrie » sera exposée (VI.3), avant de conclure sur les perspectives économiques de l'explicitation de l'ensemble des imaginaires comme composante de la croissance économique (VI.4).

1. Les imaginaires, un nouveau potentiel endogène de l'industrie

1.1. La notion de potentiel de valeur

Nous venons de mettre en évidence un nouveau potentiel endogène de l'industrie, le potentiel de valeur, qui n'est pas la seule somme des imaginaires individuels mais inclut également l'interaction entre des imaginaires singuliers. Nous employons la notion de potentiel pour caractériser l'ensemble des capacités dont dispose en puissance un collectif ³⁵. La notion de potentiel n'est pourtant pas nouvelle dans les modélisations économiques : le potentiel de compétences et le potentiel de biens sont par exemple des potentiels décrits sous des termes variés par la littérature de la croissance endogène, comme liste de biens, transfert de connaissances ou encore apprentissage collectif (Guellec & Ralle, 1995). Cette idée de potentiel permet d'étendre ainsi la notion d'« ensemble des compétences » à un potentiel de compétences, à savoir les compétences existantes et celles en devenir (*i.e.* les compétences *potentielles*).

La notion d'un potentiel de valeur élargit les propositions faites dans la littérature pour décrire le phénomène d'imaginaire (bien que ce terme même d'imaginaire ne soit pas toujours utilisé). Ainsi l'idée qu'il y ait une trajectoire technologique (Dosi, 1982; Nelson & Winter, 1982), un *dominant design* (Abernathy & Clark, 1985), où chaque nouvelle proposition, chaque nouveau produit est toujours meilleur que le précédent renvoie à l'idée d'un imaginaire partageable (« il existe une amélioration de l'existant selon tel modèle conceptuel »). Cependant, cet imaginaire reste pauvre car

³⁵ Ainsi, le Trésor de la Langue Française donne comme définition du potentiel : « Ensemble des ressources que possède en puissance un individu ou un groupe humain ou un système industriel; capacité d'action ou de production. Potentiel humain, industriel, matériel, militaire; potentiel d'accroissement, d'expansion; clientèle à haut potentiel; marché à fort potentiel. »

unique. Différents courants de recherche ont enrichi la théorie du *dominant design*, en explicitant l'existence de plusieurs imaginaires. Ainsi, la littérature sur la *path-creation* (Garud & Karnoe, 2001) a cherché à caractériser la capacité d'un entrepreneur à dévier de l'iminaire existant, à faire exister un nouvel imaginaire en dehors du *dominant design* et qui l'emportera sur le précédent. Cependant, l'entrepreneur régénère localement un imaginaire, pour son propre avantage, il ne recherche pas à le partager, à provoquer des interactions avec les imaginaires des autres membres du collectif. Sur un plan un peu différent, les travaux sur le changement technique (Anderson & Tushman, 1990) caractérisent cette évolution technologique au sein d'une catégorie de produits par de longues périodes de changement incrémental ponctuées par des discontinuités. Les auteurs ont souligné le renouvellement de l'iminaire travaillé, ce renouvellement conduisant ainsi aux discontinuités observées.

La notion de potentiel de valeur remet les processus de conception au cœur des dynamiques industrielles. En effet, la description des imaginaires et de leurs interactions souligne les activités d'exploration qui ont lieu au sein de l'industrie, *i.e.* les activités permettant de spécifier ou de reformuler le concept de départ, et de construire des capacités d'action future (régénération des connaissances et orientation des voies d'apprentissage). Nous avons montré, au travers de notre modélisation, que les imaginaires se renouvellent, se consomment et se partagent difficilement, avec des effets économiques sur le ralentissement de la croissance. Mais alors comment comprendre cette notion de potentiel de valeur ? Comment qualifier les imaginaires partageables d'un ensemble d'acteurs, en particulier dans une situation plus complexe que celle présentée dans notre modélisation, où nous nous sommes restreinte à un acteur concepteur unique, et à un acteur récepteur également unique ? Ces questions feront l'objet de la partie 3 de la thèse.

1.2. Application de la modélisation à une situation d'innovation orpheline empirique, le cas de la sécurité des deux-roues

Nous sommes à présent à même d'apporter une réinterprétation du cas de la sécurité des deux-roues : au sein de cette industrie, de nombreux acteurs réitèrent depuis plusieurs années leurs efforts pour faire émerger des projets innovants, et pour coordonner une offre et une demande. La situation peut donc être modélisée comme une situation d'innovation orpheline où les interactions sur le bien et sur la demande sont fortes, et où donc l'interaction entre les imaginaires est faible :

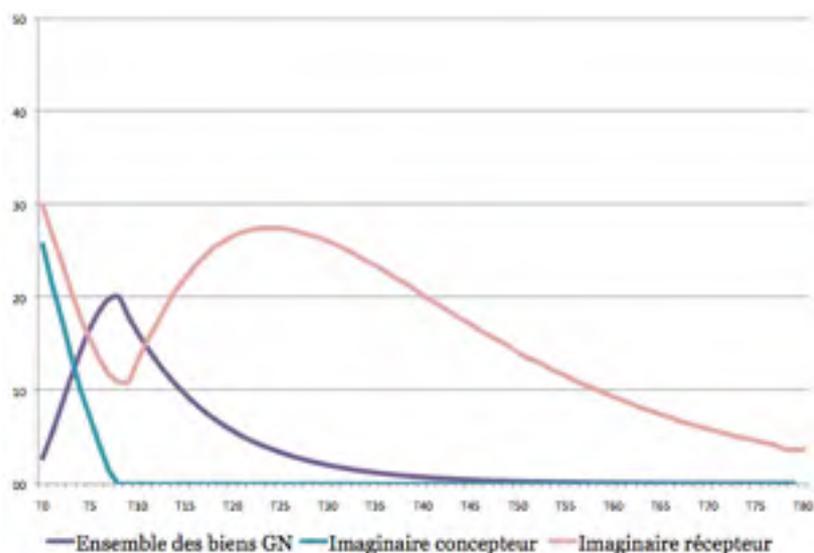


Figure 19 - Simulation de l'innovation orpheline dans le cas de la sécurité des deux-roues en France

Différentes stratégies peuvent être alors adoptées : la qualité des interactions sur le bien ou la prescription peut être améliorée pour dépasser les problématiques de rationalité limitée, ou encore un apport externe de connaissances ou d'imaginaires peut avoir lieu. Nous simulons ci dessous ces quatre stratégies dans l'hypothèse de leur mise en place à $T=30$:

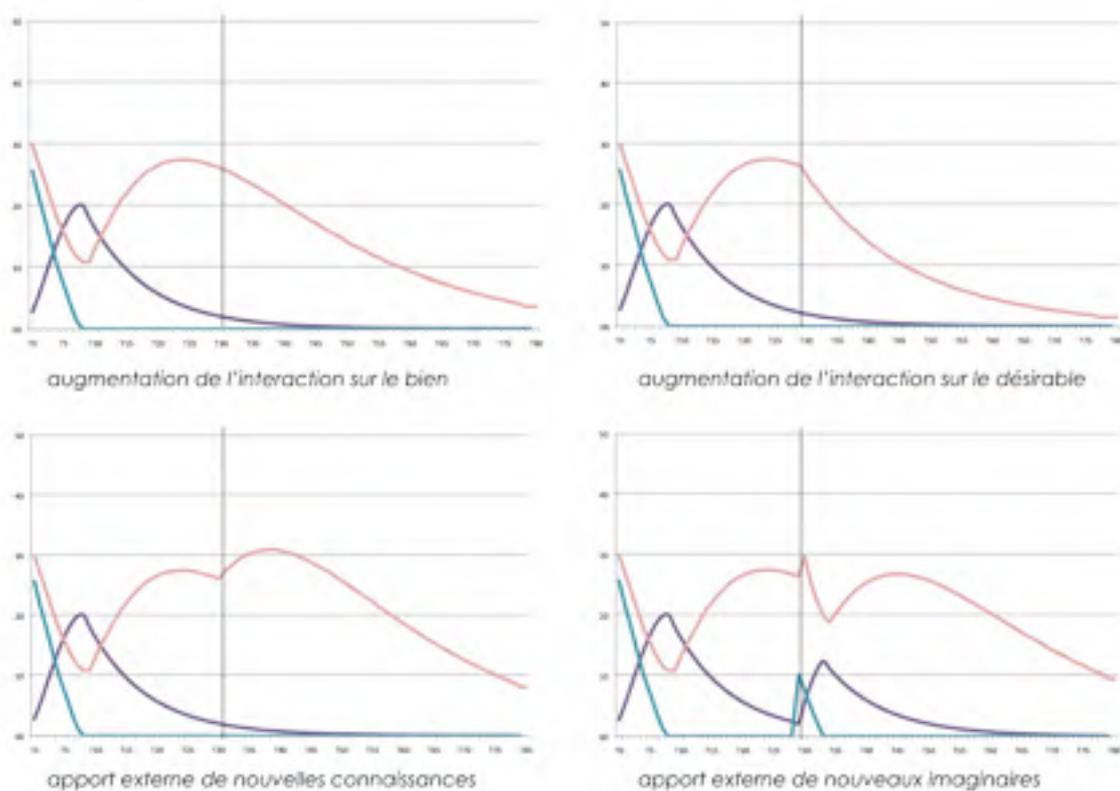


Figure 20 - Différentes stratégies de sortie de l'innovation orpheline. A $T=30$, quatre stratégies sont testées : (1) optimisation de l'interaction sur le bien, (2) optimisation de l'interaction sur la demande, (3) apport de connaissance et (4) apport d'imaginaire. Aucune de ces stratégies ne permet de relancer la croissance.

Cette simulation montre qu'aucune de ces stratégies ne permet de lever le blocage et de sortir de l'innovation orpheline. Seul l'apport externe ponctuel de nouveaux imaginaires permet un sursaut de croissance, mais un essoufflement apparaît ensuite. La seule stratégie soutenable serait alors des apports externes réguliers de nouveaux imaginaires pour construire une croissance par paliers. Ainsi, l'action sur l'interaction entre des imaginaires singuliers, telle que présentée en figure 18, apparaît comme cruciale pour sortir de l'innovation orpheline.

Dans le cas de la sécurité routière pour les deux-roues, agir sur les imaginaires implique de rediscuter le modèle classique de «sécurité active / passive», tel qu'il est mobilisé par les acteurs de la sécurité routière automobile. Nous avons montré que, dans ce cas précis, l'innovation est orpheline du fait d'un paradigme inadapté en matière de sécurité routière. Ainsi, le potentiel de valeur de cette industrie est limité à un imaginaire sous-tendu par le modèle de sécurité active/passive. Pour sortir de cette situation d'impasse, notre modélisation souligne la nécessité d'élargir le champ d'exploration et de travailler un imaginaire nouveau.

1.3. Les imaginaires, facteur caché de l'innovation orpheline

Dans la première partie de la thèse, nous avons qualifié la situation d'innovation orpheline comme liée aux effets de fixation collective. En effet, nous avons présenté comment la littérature économique évolutionniste souligne l'existence de certaines règles ou principes qui définissent les limites de la pensée des acteurs autour d'un même paradigme technologique, élargissement de la notion de *path-dependence* technologique à celle de *path-dependence* cognitive (Kaplan & Tripsas, 2008; Thrane et al., 2010). Cette approche cognitive complète l'approche institutionnelle et purement économique de la *path-dependence*, rendant compte d'interactions complémentaires entre les acteurs autour de ces cadres cognitifs, partagés ou non. L'importance d'une diversité de représentations cognitives pour soutenir les processus d'innovation et pour sortir des phénomènes de *path-dependence* a été relevée.

Ainsi munis de l'idée d'imaginaires partageables comme ressources endogènes à la croissance industrielle, nous sommes plus à même de réinterpréter en quoi les effets de fixation n'impliquent pas seulement une anémie de l'exploration du potentiel de valeur, mais éclairent d'un jour nouveau l'ensemble des facteurs de blocages, autres que cognitifs. En effet, les explications apportées par la littérature sur la *path-dependence* prennent une couleur nouvelle, se réinterprétant comme tous les facteurs qui ont limité le travail du potentiel de valeur par un ensemble d'acteurs. En conséquence, l'innovation orpheline s'explique comme le fait que les imaginaires ne sont pas renouvelés, et fixent les acteurs dans des paradigmes technologiques connus, les empêchant de s'écarter consciemment des cadres cognitifs actuels pour explorer des imaginaires nouveaux. Les cadres cognitifs existants deviennent alors des effets de fixation. On peut distinguer deux grandes classes d'effets de fixation : les effets de fixation individuels et les effets de fixation collectifs. Les effets de fixation individuels sont intrinsèques à chaque acteur, et dépendent des capacités de conception, du potentiel de créativité de chaque acteur : un acteur n'explore que l'ensemble des imaginaires que sa propre base de connaissances lui permet d'explorer. Les effets de fixation collective ne sont alors pas une

juxtaposition de l'ensemble des effets de fixation individuels, mais rendent compte des modalités de coordination entre les acteurs : au lieu de tirer parti des connaissances externes qui peuvent s'échanger pour adresser de nouveaux imaginaires, les acteurs ont tendance à se focaliser sur les imaginaires déjà partagés, sans régénérer le potentiel de valeur, sans étendre l'espace des imaginaires partageables. Le partage des imaginaires n'apparaît ainsi pas comme un mode instinctif d'échanges entre des acteurs sur le plan cognitif. De plus, ce partage n'est pas non plus naturel du point de vue organisationnel : l'échange dans l'inconnu, la diffusion de nouvelles idées, de nouveaux concepts va en effet à l'encontre des mécanismes classiques de compétition, où les activités de propriété intellectuelle sont aujourd'hui devenues prégnantes.

Pour résumer, la modélisation d'une dynamique industrielle comme un ensemble d'interaction sur des espaces de natures différentes (biens, connaissances, imaginaires) nous a permis de dégager ce qui nous semble être l'apport principal du cadre théorique proposé dans cette thèse, à savoir la notion de potentiel de valeur. Le potentiel de valeur qualifie ainsi les divers ensembles des imaginaires singuliers des différents acteurs d'une industrie, ainsi que l'évolution de ces imaginaires les uns avec les autres. Ces différents imaginaires peuvent être partagés, certaines parts peuvent rester propres à un acteur singulier. Le potentiel de valeur décrit un élément qui n'est pas une valeur classique : le potentiel de valeur va bien au delà de la valeur existante et de la valeur anticipée d'un bien futur et atteignable. Le potentiel de valeur permet de décrire l'ensemble des imaginaires et de leurs interactions au sein d'une industrie. Ces imaginaires peuvent alors se déployer de manière très riche, très complexe, mais peuvent aussi très bien ne pas se déployer et engendrer des effets de fixation individuels et collectifs.

2. Les capacités de conception au sein d'une industrie : capacité de conjonction et capacité de disjonction

Du point de vue des acteurs, comment un imaginaire peut-il alors être travaillé ? Quelles sont les capacités d'action à mobiliser pour utiliser l'imaginaire comme une ressource de conception et dans le même temps le renouveler afin de ne pas épuiser cette ressource et s'ankyloser dans un imaginaire restreint ?

Nous prolongeons l'axiomatique des capacités d'action d'un acteur dans une activité de conception proposée en introduction de ce chapitre, où chaque acteur est considéré comme doté d'une fonction d'évaluation des biens existants, d'une fonction de prescription et d'une fonction de conception de biens nouveaux. Nous apportons un éclairage différent sur les capacités de conception d'un acteur économique, en distinguant deux grandes capacités de conception : la capacité conjonctive et la capacité disjonctive. La capacité de conjonction permet à un acteur de mobiliser des ressources, de connaissances et d'imaginaires, pour émettre des propositions nouvelles issues d'un raisonnement de conception. La capacité de disjonction renvoie à l'ensemble des activités de régénération des imaginaires.

Les représentations classiques des capacités d'action ont eu tendance à présenter la capacité de disjonction comme une évidence : ainsi, les entrepreneurs peuvent rencontrer parfois des difficultés à utiliser des ressources (en particulier financières) mais n'ont pas de difficulté à opérer des disjonctions. Nous avons mis en lumière les limites de doter les acteurs (par exemple les entrepreneurs) de capacités de disjonctions illimitées. Ainsi, nous proposons une nouvelle vision de l'industrie qui s'articule sur deux notions principales : (1) le potentiel de valeur et (2) les capacités de conception disjonctive et conjonctive d'un ensemble d'acteurs économiques.

3. « Faire industrie », construire un espace d'action collective sur l'imaginaire

La capacité de disjonction dans l'imaginaire permet ainsi à un acteur de renouveler les imaginaires qu'il est capable d'adresser. Mais notre modèle souligne également la question de l'échange sur l'imaginaire entre un ensemble d'acteurs : il convient, pour caractériser les efforts menés dans l'espace des imaginaires, d'analyser non seulement les capacités de conception d'un acteur seul, mais aussi les modalités d'échanges qui permettent de faire vivre le potentiel de valeur. Ces modalités d'échange désignent alors le rôle de l'action collective disjonctive dans la dynamique industrielle.

Une telle proposition peut sembler surprenante, tant la littérature en management insiste sur le rôle contraignant des institutions : les collectifs ont en effet tendance à fixer les représentations des possibles, et à institutionnaliser ce que nous avons qualifié d'effet de fixation collectif.

Cependant, émergent depuis plusieurs années des formes d'action collective surprenantes qui prennent en charge cette action de disjonction collective, et que la littérature n'a pas interprété jusqu'alors comme un collectif gérant ces activités de disjonction. Le programme ANR RITE, présenté en introduction de cette thèse, les a ainsi qualifiées de « collègues de l'inconnu ». Deux formes de ces collègues de l'inconnu ont été présentées dans divers travaux : l'association « Construire en Chanvre » (Aggeri, Barbier, Caron, & Le Masson, 2010; Caron et al., 2008) et le consortium ITRS (Le Masson, Weil, Hatchuel, & Coge, 2012), au sein d'industries dont la dynamique contemporaine est florissante.

Au milieu des années 2000, un transformateur de chanvre prit conscience de l'existence de plusieurs initiatives visant à combiner la chaux avec du chanvre pour obtenir du « béton de chanvre ». Ce transformateur a organisé une association, « Construire en chanvre », afin de rassembler les acteurs potentiellement intéressés par la construction utilisant du chanvre, *i.e.* les architectes, ingénieurs, historiens, experts de chaux, utilisateurs et associations de défense des solutions alternatives à l'industrie lourde. Cette association a pour but de déployer une action collective pour identifier les débouchés possibles à la construction en chanvre et explorer les divers imaginaires possibles liés à la fibre de chanvre. Nombre des membres de cette association ont réalisé dès les premières réunions l'intérêt d'explorer ces questions collectivement sur le long terme et ont décidé de se réunir régulièrement. Après deux ans de réunions, le nombre de participants s'est stabilisé autour d'une dizaine de membres actifs. Ce groupe central se réunit régulièrement, partageant les connaissances apprises sur de nouvelles expériences et discutant de questions très ouvertes sur le futur

de l'industrie. Le processus a permis de découvrir plusieurs formes de construction avec du chanvre (la rénovation de bâtiments historiques, le béton de substitution, le marché « *do-it-yourself* », etc.) En particulier, le groupe a demandé et obtenu des règles professionnelles pour la construction utilisant du chanvre, qui permettent aux constructeurs d'utiliser le chanvre et de fournir des garanties décennales à des fins d'assurance.

L'ITRS, *International Technology Roadmap for Semiconductors*, est un consortium mondial qui organise régulièrement des réunions (trois par an) des principaux acteurs de l'industrie des semi-conducteurs³⁶. Lors de ces réunions, fabricants de semi-conducteurs, fournisseurs de machines de traitement et utilisateurs discutent et mettent à jour une feuille de route technologique pour les évolutions futures de l'industrie des semi-conducteurs. Ces acteurs identifient collectivement les questions à discuter, les imaginaires à explorer et synthétisent les connaissances sur toutes les technologies émergentes, pour en déduire le modèle pour la prochaine génération de processus semi-conducteurs.

Ces deux exemples soulignent ainsi que l'organisation commune d'un travail des imaginaires partageables, la gestion collective des capacités de disjonction, permettent à une industrie de renouveler l'espace des imaginaires, d'explorer des pistes nouvelles, de soutenir une croissance durable.

Classiquement l'industrie s'entend comme un :

Ensemble des activités économiques (caractérisées par la mécanisation et l'automatisation des moyens de travail, la centralisation des moyens de production et la concentration de la propriété des moyens de production), ayant pour objet l'exploitation des sources d'énergie et des richesses minérales du sol ainsi que la production de produits fabriqués à partir de matières premières ou de matières ayant déjà subi une ou plusieurs transformations. (Trésor de la langue française).

Notre argumentation nous permet de formuler une nouvelle proposition du concept d'industrie : on **définit comme industrie l'ensemble des acteurs et de leurs capacités d'action conjonctives et disjonctives (capacités de production, capacités d'interprétation, capacités de conception, etc.)**. Ces capacités sont en constante évolution, et ne sont pas nécessairement connues à chaque instant.

Ainsi, « faire industrie » n'est pas seulement une activité productive mais un processus de régénération des composantes de l'industrie, notamment du potentiel de valeur. Cette perception de ce que « faire industrie » signifie permet de remettre en perspective la notion d'industrie par rapport à

³⁶ Concernant l'histoire de l'ITRS, le lecteur pourra se référer à (Schaller 2004)

celle d'écosystème (cette dernière ne permettant pas de capturer la nature du raisonnement de conception et les efforts menés sur l'espace des imaginaires).

On peut par ailleurs réinterpréter diverses actions collectives comme des lieux ayant vocation à travailler la capacité de disjonction, et ce dans des contextes qui ne sont pas forcément des contextes industriels. Typiquement, les milieux artistiques sont des espaces privilégiés où sont régénérés les imaginaires, où des idées, des questions, des concepts circulent. De même, les communautés de pratiques au sein des « villes créatives » (Cohendet & Simon, 2007 ; Cohendet, Grandadam & Simon, 2006) peuvent être perçues comme des initiatives visant à travailler le potentiel de valeur et à développer des capacités de disjonction. Les communautés de pratiques au sein des villes créatives sont en effet des arènes dans lesquelles des imaginaires sont travaillés, où des sens nouveaux et des routines linguistiques novatrices sont explorées (Cohendet & Simon, 2007).

4. Perspectives économiques de l'explicitation d'une nouvelle variable de la croissance

Nous mettons donc ainsi en évidence non seulement l'existence de flux entre les acteurs, de différentes composantes pouvant s'échanger entre des acteurs sur le bien, la demande ou l'inconnu, mais le modèle souligne également l'existence de différents espaces : l'espace des biens et les espaces de ressources, que ce soient des connaissances ou des imaginaires. L'espace des imaginaires apparaît alors comme un potentiel de valeur pour les deux acteurs de l'industrie. Ce passage d'une vision de l'économie comme une modélisation de flux à une modélisation de potentiel s'inscrit dans la proposition de Guellec et Ralle (1995) de considérer un équilibre de marché avec externalités³⁷ ou bien commun, « à la Marshall » (p.46-47), où, à un niveau agrégé de l'économie, « un surplus se dégage qui bénéficie à tous ». Les auteurs considèrent que ce surplus peut être de nature variée (un savoir-faire collectif, une connaissance partagée ou encore un bien commun, actif collectif non appropriable par un agent) et participe à la croissance de l'ensemble des acteurs. La notion de potentiel de valeur mise en exergue par notre modélisation peut ainsi se comprendre comme l'un de ces « surplus » moteur de croissance.

Il serait alors intéressant de prolonger la modélisation et d'étudier en quoi l'endogénéisation de l'espace des imaginaires dans les modèles de croissance endogène permet de décrire la nature des équilibres de marché et des stratégies concurrentielles associées. Cette poursuite d'une analyse économique de notre modèle n'est pas l'objet de cette thèse, et des travaux en sciences économiques pourraient tout à fait développer un modèle qui se veut descriptif des composantes endogènes à la croissance permettant de rendre compte de la variété des trajectoires industrielles.

³⁷ L'externalité est définie comme une interaction entre des acteurs qui n'a pas lieu sur le marché

Ce qu'il faut retenir du chapitre VI

Ce chapitre mobilise le cadre théorique tel qu'il a été décrit au chapitre précédent pour modéliser les situations d'innovation orpheline en explicitant les défauts de coordination sur le bien, la demande et l'imaginaire, et pour caractériser une industrie de manière plus approfondie que la traditionnelle vision d'une chaîne de processus conduisant à la transformation d'un ensemble de matières premières en des produits (au sens large) sur un ou plusieurs marchés.

Le modèle théorique du chapitre V a permis de mettre en évidence un nouveau potentiel endogène de l'industrie, le potentiel de valeur. Le potentiel de valeur qualifie ainsi les divers ensembles des imaginaires singuliers des différents acteurs d'une industrie, ainsi que l'évolution de ces imaginaires les uns avec les autres. Cette notion de potentiel de valeur remet les processus de conception au cœur des dynamiques industrielles et souligne les activités d'exploration qui ont lieu au sein de l'industrie, i.e. les activités permettant de spécifier ou de reformuler le concept de départ, et de construire des capacités d'action future (régénération des connaissances et orientation des voies d'apprentissage). Ainsi, la modélisation d'une dynamique industrielle comme un ensemble d'interaction sur des espaces de natures différentes (biens, connaissances, imaginaires) conduit à dégager ce qui semble être l'apport principal du cadre théorique proposé dans cette thèse, à savoir la notion de potentiel de valeur.

Puis prolongeant l'axiomatique des capacités d'action d'un acteur dans une activité de conception, où chaque acteur est considéré comme doté d'une fonction d'évaluation des biens existants, d'une fonction d'expression d'une prescription et d'une fonction de conception de biens nouveaux, nous apportons un éclairage différent sur les capacités de conception d'un acteur économique, en distinguant deux grandes capacités de conception : la capacité conjonctive et la capacité disjonctive. La capacité de conjonction permet à un acteur de mobiliser des ressources – connaissances et imaginaires – pour émettre des propositions nouvelles issues d'un raisonnement de conception. La capacité de disjonction renvoie à l'ensemble des activités de régénération des imaginaires. Cela permet en particulier de formuler une nouvelle proposition du concept d'industrie : on définit comme industrie l'ensemble des acteurs et de leurs capacités d'action conjonctives et disjonctives (capacités de production, capacités d'interprétation, capacités de conception, etc.). Ainsi, « faire industrie » n'est pas une activité mais un processus de régénération des composantes de l'industrie, notamment du potentiel de valeur. Cette perception du « faire industrie » permet de remettre en perspective la notion d'industrie par rapport à celle d'écosystème qui ne permet pas de capturer la nature du raisonnement de conception et les efforts menés sur l'espace des imaginaires.

Conclusion : Interprétation du phénomène d'innovation orpheline et des conditions de la relance d'une dynamique industrielle

Nous avons proposé un cadre théorique permettant modéliser l'innovation orpheline. Comment peut-on alors articuler ce cadre théorique avec une situation réelle ? En d'autres termes, à partir des éléments caractéristiques de l'innovation orpheline, quel est l'ensemble des conditions auxquelles devra répondre un **outil de diagnostic** d'une telle situation ?

Dans la lignée de notre cadre théorique, nous pouvons avancer l'idée que diagnostiquer l'innovation orpheline ne consiste pas seulement à expliciter des liens entre acteurs, mais également à caractériser des potentiels travaillés au sein de l'industrie. Nous souhaitons alors caractériser l'ensemble des imaginaires et de leurs interactions d'un ensemble d'acteurs et construire un outil qui décrit d'une part la base de connaissances et le potentiel de valeur, et d'autre part la nature des coordinations entre acteurs sur les différents imaginaires, *i.e.* la manière dont le potentiel de valeur est travaillé par les acteurs. Pour construire un tel outil, nous nous appuyerons sur le fait que l'innovation orpheline est liée d'une part à des fixations intrinsèques aux acteurs et d'autre part à des effets de fixation collective. Nous conduirons ainsi, dans la partie 3 de cette thèse, un argumentaire permettant de dessiner les contours d'un outil caractérisant les potentiels de valeur d'une industrie, les coordinations d'un ensemble d'acteurs sur ce potentiel d'imaginaires partageables.

En parallèle de cette démarche de diagnostic de l'innovation orpheline, nous proposerons d'analyser les possibilités de sortir de l'innovation orpheline, tant sur le plan du raisonnement que sur le plan organisationnel. Nous étudierons alors dans la partie 4 les formes organisationnelles et les modalités d'action permettant à une industrie en situation d'innovation orpheline de régénérer son potentiel de valeur afin de s'extraire de cette situation d'impasse.

SYNTHESE DE LA PARTIE 2

Un modèle théorique d'échanges entre acteurs dans l'inconnu : la dynamique des imaginaires, variable cachée de la croissance industrielle

La partie 1 avait mis en évidence l'importance de la fixation collective comme facteur-clé des blocages des dynamiques industrielles. La partie 2 a approfondi l'étude des dynamiques contemporaines de croissance, ainsi que des blocages qui peuvent survenir dans les activités de conception innovante, en proposant un modèle d'échange entre des acteurs concepteurs. Nous avons ainsi mobilisé les modèles classiques de la croissance économique pour montrer qu'ils ne permettent pas de rendre compte de l'innovation orpheline. Nous nous sommes appuyée sur les théories usuelles de la croissance endogène pour construire un cadre théorique simple permettant de modéliser blocages et croissance industrielle. Pour cela, une démarche de modélisation d'une dynamique industrielle a été adoptée pour modéliser les blocages qui peuvent apparaître au sein d'un collectif industriel, *i.e.* les mécanismes de blocages au sein d'un ensemble d'acteurs échangeant et interagissant. Cela nous a conduite à développer une stratégie d'investigation des facteurs qui conditionnent la croissance et dont l'explicitation permet de modéliser les différentes situations de croissance économique, y compris les blocages. La situation d'innovation orpheline comme une configuration particulière de la croissance industrielle a été utilisée dans la simulation comme un critère d'évaluation de la modélisation.

Cet effort de modélisation a permis de caractériser les dynamiques industrielles comme s'articulant sur trois espaces : l'espace des biens, l'espace des connaissances et l'espace des imaginaires. En particulier, **la dimension des imaginaires, *i.e.* l'ensemble des concepts qu'un acteur est capable de formuler et d'interpréter selon ses connaissances, est indispensable pour comprendre les phénomènes de blocage et tout particulièrement les situations d'innovation orpheline.** Les imaginaires deviennent alors des ressources de conception pour le concepteur mais elles se comportent différemment des connaissances. Trois grandes classes de coordination entre deux acteurs, un concepteur et un récepteur, ont été mises en évidence dans la conception de biens nouveaux, et l'innovation orpheline apparaît comme causée par un défaut d'interaction entre les imaginaires des acteurs industriels.

Le cadre théorique proposé a ensuite permis de rediscuter les situations d'innovation orpheline en explicitant les défauts de coordination sur le bien, la demande et l'imaginaire, et de caractériser une industrie de manière plus approfondie que la traditionnelle vision d'une chaîne de processus conduisant à la transformation d'un ensemble de matières premières en des produits (au sens large) sur un ou plusieurs marchés. En particulier, le modèle théorique proposé a permis de distinguer deux capacités de conception d'un acteur concepteur : la capacité conjonctive et la capacité

disjonctive. La capacité de conjonction permet à un acteur de mobiliser ses ressources, de connaissances et d'imaginaires, pour émettre des propositions nouvelles issues d'un raisonnement de conception. La capacité de disjonction renvoie à l'ensemble des activités de régénération des imaginaires. Mais notre modèle met en évidence également la question de l'échange sur l'imaginaire entre un ensemble d'acteurs : il convient, pour caractériser les efforts menés dans l'espace des imaginaires, d'analyser non seulement les capacités de conception d'un acteur seul, mais aussi les modalités d'échanges qui permettent de faire vivre le potentiel de valeur. Ces modalités d'échange désignent alors le rôle de l'action collective disjonctive dans la dynamique industrielle. Nous proposons ainsi de repenser l'industrie comme **l'ensemble des acteurs et de leurs capacités d'action conjonctives et disjonctives (capacités de production, capacités d'interprétation, capacités de conception, etc.)**.

Ainsi, « faire industrie » n'est pas une activité mais un processus de régénération des composantes de l'industrie, notamment du potentiel de valeur. Cette perception de ce que « faire industrie » signifie permet de remettre en perspective la notion d'industrie par rapport à celle d'écosystème qui ne permet pas de capturer la nature du raisonnement de conception et les efforts menés sur l'espace des imaginaires.

Partie 3 : Diagnostiquer l'innovation orpheline : mise au point et validation d'un instrument

Chapitre VII – Le référentiel C-K, un outil pour objectiver les verrous à la conception innovante

1. De la construction d'un outil de diagnostic
2. Diagnostiquer l'innovation orpheline et la fixation collective : caractériser le manque d'interaction entre des imaginaires
3. Proposition d'un outil : le référentiel C-K pour caractériser une situation d'innovation orpheline

Chapitre VIII – Validation du référentiel C-K comme outil de mesure de la fixation individuelle : une approche expérimentale par les sciences cognitives

1. Mesure de la fixation individuelle en psychologie cognitive
2. Description du protocole expérimental : une tâche de conception, le lâcher d'œuf
3. Construction d'un référentiel C-K sur la tâche de l'œuf
4. Validation de la robustesse du référentiel sur la fixation individuelle par analyse d'une distribution de réponses à une tâche de conception

Chapitre IX - Validation empirique de l'outil de diagnostic : le cas des nouvelles technologiques au service de l'autonomie des personnes âgées

1. Des symptômes d'une dynamique industrielle bloquée
2. Application de la méthodologie « Référentiel C-K »
3. Le référentiel au delà du diagnostic

Conclusion de la partie 3 – Retour sur le cas de la sécurité des deux-roues et ouverture managériale

Il ne faut pas pousser Mamie dans les orthèses (Proverbe Suisse).

PARTIE 3 : DIAGNOSTIQUER L'INNOVATION ORPHELIN : MISE AU POINT ET VALIDATION D'UN INSTRUMENT

Nous avons présenté dans la partie précédente comment un modèle des échanges entre des acteurs concepteurs permet de comprendre les dynamiques contemporaines de croissance, ainsi que les blocages qui peuvent survenir dans les activités de conception innovante. Nous avons, en particulier, mis en évidence l'importance d'une interaction entre les imaginaires pour maintenir une dynamique de croissance. A été avancée l'hypothèse que les blocages cognitifs, les effets de fixation individuels et collectifs, sont des freins à l'expansion de l'espace des imaginaires et peuvent conduire à des situations d'innovation orpheline. L'étude empirique d'un premier cas d'innovation orpheline, présenté dans le chapitre III, avait par ailleurs souligné la difficulté de comprendre et d'analyser les facteurs de blocages d'une dynamique industrielle, conduisant à l'atrophie de l'innovation face à une demande pourtant forte. La caractérisation et le diagnostic d'une situation orpheline *in situ* sont alors des enjeux pour appréhender la question du pilotage de ces dynamiques industrielles bloquées.

La partie 3 aborde la question du diagnostic de l'innovation orpheline, et propose une déclinaison du modèle théorique du chapitre V pour construire un instrument de diagnostic, dénommé « référentiel C-K », permettant de visualiser les facteurs de blocage de l'innovation orpheline.

Le chapitre VII explicitera la notion d'un outil de caractérisation de l'innovation orpheline, en spécifiant en quoi la question du diagnostic d'un phénomène qui ne se produit pas (*i.e.* le manque d'innovation) nécessite un raisonnement scientifique précis afin de construire des observables de ce phénomène. Nous appuyant sur une modélisation de la coordination sur des imaginaires et mobilisant les formalismes des théories de la conception, nous proposerons dans ce même chapitre VII un outil, le « référentiel C-K », permettant de diagnostiquer une situation d'innovation orpheline : cet outil permettra de caractériser la fixation collective à l'origine du blocage de la dynamique industrielle en modélisant le défaut d'interaction entre des imaginaires. Les principes du référentiel C-K seront ensuite validés dans le cadre d'une expérimentation contrôlée en laboratoire (chapitre VIII), et l'outil sera ensuite utilisé dans un contexte empirique sur le cas de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies (chapitre IX).

Chapitre VII - Le référentiel C-K, un outil pour objectiver les verrous à la conception innovante

Nous reprenons ici les conclusions tirées du modèle théorique quant à la possibilité de diagnostiquer l'innovation orpheline : caractériser l'innovation orpheline nécessite de rendre visible les effets de fixation collective en identifiant le défaut d'interaction entre des imaginaires. Dans un premier temps, la construction d'un instrument de diagnostic sera discutée (VII.1). Puis la question de la visualisation des effets de fixation et des capacités d'expansion sera explorée, et le cadre théorique d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline sera exposé (VII.2). Nous soulignerons en particulier la nécessité du recours aux formalismes de la conception innovante, et plus particulièrement de la théorie C-K, pour ce faire. Enfin, sera faite une proposition de construction d'un outil pour caractériser une situation d'innovation orpheline (VII.3).

1. De la construction d'un instrument de diagnostic

Proposer de s'intéresser au diagnostic d'une situation réelle d'innovation orpheline soulève la question de l'approche à tenir pour construire une caractérisation d'une telle situation empirique. La démarche est de fait ambivalente : convient-il d'adopter une posture de d'observateur analysant une situation donnée avec les diverses lunettes qu'il a à sa disposition, ou bien est-ce la première phase d'une logique d'action visant à comprendre l'innovation orpheline pour en sortir ?

Ces deux logiques, d'observation analytique ou de point de départ à la construction d'une action pour sortir de l'innovation orpheline, sont intrinsèquement liées : en médecine, poser un diagnostic est la première étape du traitement. Nous chercherons cependant à distinguer dans les parties 3 et 4 ces deux approches. Ainsi, dans un premier temps et dans le cadre de l'ensemble de la présente partie, nous adopterons une démarche analytique, où le regard du chercheur cherchera à attraper un phénomène *via* un instrument qu'il construit et valide.

Ce chapitre développera l'approche de construction d'un instrument scientifique pour le diagnostic de l'innovation orpheline. Nous proposerons tout d'abord un parallèle entre les conditions d'existence d'un tel instrument et celles d'un thermomètre, ces deux instruments visant à construire des observables d'un phénomène pour lequel de telles observables ne sont pas données (1.1). Puis la spécificité de ce que représente un outil de diagnostic sera abordée (1.2), ainsi que la question de la validation d'un tel instrument (1.3).

1.1. L'instrument scientifique : conditions d'existence et mise en œuvre

Diagnostiquer l'innovation orpheline nécessite de mettre au jour une situation qui fait défaut : l'innovation est attendue mais n'est pas conçue par les acteurs mobilisant pourtant des efforts pour la susciter. En nous appuyant sur le cadre théorique proposé dans le chapitre V, pour caractériser une

situation d'innovation orpheline, il convient non seulement d'identifier les liens entre les acteurs économiques mais aussi les imaginaires dont ils disposent, et la manière dont ces imaginaires interagissent. Il n'est cependant pas possible d'avoir accès aux imaginaires des acteurs, et encore moins à l'interaction entre ces imaginaires. Un instrument de diagnostic de l'innovation orpheline repose alors sur la construction d'une observable³⁸ de la réalité que recouvre un ensemble d'imaginaires. On cherche ainsi à construire une objectivation d'un phénomène pour lequel il n'existe pas d'observable pour le moment.

Construire un instrument scientifique caractérisant l'innovation orpheline est en ce sens analogue à concevoir un thermomètre pour mesurer la chaleur. En effet, l'invention du thermomètre repose sur cette même reconnaissance d'un phénomène réel, mais pour lequel il convient de construire une observable (Knowles Middleton, 1966). L'opposition entre chaud et froid était perçue depuis l'Antiquité, et une telle opposition est décrite par Aristote dans le livre IV du *Traité des Météorologiques*. Pour Aristote, cette description ne s'accompagnait pas d'une volonté d'attribuer une mesure ou une échelle à ce phénomène. Par la suite, aussi étrange que cela puisse paraître, l'idée d'une échelle de température et d'un niveau de chaleur (chaud, glacial, frais, tiède, brûlant, froid, bouillant, gelé) est familière aux physiciens du XVI^{ème} siècle avant même qu'un instrument de mesure ne soit conçu. L'invention du thermomètre ne peut alors être considérée indépendamment de son utilisation et de sa calibration : construire une mesure de la chaleur implique de mettre en évidence un changement de température par rapport à une référence, à un étalonnage. L'invention du thermomètre est en effet couplée à celle du thermoscope, un instrument mettant en évidence une évolution de la chaleur, dont les premiers développements sont basés sur des expériences pneumatiques menées par Galilée (*circa* 1597). Ainsi, le développement d'un instrument de mesure de la chaleur, le thermomètre, est intimement lié à la construction d'une observable d'un phénomène nouveau mis en évidence, la variation de température, via le thermoscope. On peut cependant relever que l'observable construite, une dilatation du mercure dans le cas du thermomètre, n'est qu'une construction artificielle, sans lien direct avec la perception que l'on peut avoir de la température.

Dans une approche similaire, nous proposons de construire un instrument de mesure de l'innovation orpheline comme un instrument de construction d'une observable de l'interaction entre les imaginaires au sein d'un collectif industriel, en construisant des hypothèses quant à des corrélations entre des phénomènes mesurables et le défaut d'interaction entre des imaginaires, i.e la fixation collective.

³⁸ On comprendra le terme d'observable tel qu'il est usité en mécanique quantique, à savoir une opération de mesure, i.e. une action destinée à obtenir la valeur ou un intervalle de valeurs d'un paramétré physique.

1.2. La spécificité de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline

Le mot « diagnostic » provient du grec διάγνωση, *diágnosi*, construit à partir de δια-, *dia-*, par, à travers, séparation, distinction et γνώση, *gnósi*, la connaissance, le discernement. Il s'agit donc d'acquérir la connaissance à travers des signes observables. La définition donnée par le Trésor de la Langue Française est la suivante :

Conclusion, généralement prospective, faisant suite à l'examen analytique d'une situation souvent jugée critique ou complexe. (Trésor de la Langue Française)

La construction d'un outil de diagnostic est alors spécifique, en ce sens qu'il se doit de mettre en évidence non seulement un phénomène mais aussi les facteurs sous-jacents à ce phénomène. L'outil de diagnostic devra ainsi s'appuyer sur des observations pour formuler des hypothèses quant aux facteurs de blocage d'une dynamique industrielle, à la manière dont l'ensemble des imaginaires partageables est travaillé par les différents acteurs de l'industrie.

1.3. Valider un outil de diagnostic

Valider un outil est l'ensemble des opérations par lesquelles le chercheur met à l'épreuve la réalité d'un outil, afin d'en évaluer la pertinence et la fiabilité. Claude Bernard (Bernard, 1865) explicite ainsi que l'expérience scientifique est celle qui est constamment instituée dans le but de vérifier ou de contrôler une idée préconçue.

Mais alors, dans notre cas d'étude, quel type de validation est-il pertinent de conduire ? La validation statistique – *i.e.* la validation d'un outil sur un grand nombre de cas – apparaît comme particulièrement inadaptée : celle-ci doit en effet être conduite sur un échantillon bien constitué de situations d'innovation orpheline. Or, les cas d'innovations orphelines que nous avons mis à jour sont des cas bien singuliers et ne sauraient constituer une base propre à une étude quantitative de notre instrument de diagnostic.

Pour valider notre instrument, nous proposons de conduire une démarche de preuve de concept (de l'anglais : *Proof of concept*). Avec pour objectif une démonstration de faisabilité, la preuve de concept est une réalisation courte ou incomplète d'une certaine méthode ou d'une certaine idée pour en démontrer la faisabilité. La preuve de concept est habituellement considérée comme une étape importante préliminaire au développement d'un prototype pleinement fonctionnel. La preuve de concept a été définie initialement par Bruce Carsten³⁹ :

« Proof-of-Concept Prototype is a term that (...) was used to designate a circuit constructed along lines similar to an engineering prototype, but one in which the

³⁹ Dans la rubrique « Carsten's corner » du magazine Power Conversion and Intelligent Motion.

intent was only to demonstrate the feasibility of a new circuit and/or a fabrication technique, and was not intended to be an early version of a production design. »⁴⁰

La preuve de concept est aujourd'hui mobilisée dans des domaines très variés, depuis l'industrie cinématographique (où des parties de films sont filmées sur fond vert pour présenter une version courte du film avec effets spéciaux) à l'industrie pharmaceutique (où l'efficacité d'un traitement ou d'un médicament peut être démontrée sur quelques cas spécifiques).

Nous proposons alors d'adopter une démarche de preuve de concept afin de valider la conception de notre outil de diagnostic de l'innovation orpheline, et ce, en deux étapes : nous conduisons tout d'abord une validation de notre outil dans une situation où l'ensemble des facteurs est contrôlé au sein d'une expérience menée en laboratoire ; puis, nous étendons le champ de validation de notre outil en menant une démarche sur un cas empirique, au sein d'un collectif industriel existant, sur une question réelle d'innovation orpheline, le cas de l'utilisation des nouvelles technologies pour l'aide à l'autonomie des personnes âgées. **L'objet de la validation est de montrer que l'approximation qui est faite de construire une observable du phénomène d'innovation orpheline coïncide bien avec une situation observée.**

2. Diagnostiquer l'innovation orpheline et la fixation collective : caractériser le manque d'interaction entre des imaginaires

Le chapitre III de la thèse nous a guidée dans l'identification, sur un cas empirique, des blocages sous-jacents à l'innovation. Nous avons montré que ces blocages sont de natures diverses, et que le blocage cognitif est un élément clé dans les situations d'innovation orpheline. Le chapitre V a affiné cette perspective en montrant que la notion de potentiel de valeur, *i.e.* l'ensemble des imaginaires d'un collectif d'acteurs et les interactions entre ces imaginaires, est au cœur des dynamiques de croissance. Diagnostiquer l'innovation orpheline, c'est donc comprendre les mécanismes de défaut d'interaction sur les imaginaires.

Nous allons exposer en quoi les théories de la conception innovante offrent un cadre adapté à un tel objectif (2.1). Les formalismes de la théorie C-K seront ensuite présentés (2.2) et nous énoncerons alors les hypothèses sous-jacentes à un outil de diagnostic de l'innovation orpheline (2.3).

⁴⁰ Notre traduction : « *Proof-of-Concept Prototype* est un terme qui (...) a été utilisé pour désigner un circuit construit comme un prototype d'ingénierie, mais pour lequel l'intention était seulement de démontrer la faisabilité d'un nouveau circuit et / ou d'une nouvelle technique de fabrication, et n'était pas destiné à être une première version d'un modèle de production »

2.1. Le cadre théorique de la conception pour diagnostiquer l'innovation orpheline

Nous souhaitons traduire l'ensemble des imaginaires partageables d'un ensemble d'acteurs et identifier les effets de fixation individuels et collectifs qui peuvent s'opérer. La modalité d'échanges sur les imaginaires présentée dans le chapitre V a permis de comprendre comment le défaut d'interaction entre des imaginaires peut conduire à la fixation collective, *i.e.* à l'enfermement d'une industrie sur des paradigmes non porteurs, en perte de vitesse, et donc, à l'innovation orpheline. Diagnostiquer l'innovation orpheline nécessite de fait de rendre compte de l'interaction entre les *raisonnements des acteurs* et non seulement entre leurs connaissances.

Dans ce cadre, la mobilisation des théories de conception innovante semble particulièrement adaptée. En effet, notre objectif implique de modéliser les classes de raisonnements tenus par les acteurs individuels – donc en particulier les imaginaires – et les modalités d'interaction entre ces raisonnements. Il est ainsi nécessaire de modéliser les raisonnements créatifs : nous proposons d'utiliser le cadre théorique de la théorie C-K pour cela.

Identifier un effet de fixation nécessite d'être capable d'explorer et de caractériser des alternatives en dehors de cet effet de fixation. Comme le soulignent Garud et Rappa (1994), ainsi que Kaplan et Tripsas (2008), cela implique une approche méthodologique prenant en compte l'ensemble des voies d'innovation, quelle que soit leur pertinence à un moment donné et quel que soit leur succès éventuel, et ce de manière exhaustive. Identifier un effet de fixation nécessite de rendre compte des voies de fixation mais également des alternatives, *i.e.* des voies en dehors des effets de fixation. C'est pourquoi nous proposons de mobiliser les formalismes de la conception innovante et de recourir à une modélisation du champ d'innovation grâce à la théorie C-K (Hatchuel & Weil, 2002, 2009; Le Masson, Weil, & Hatchuel, 2006) pour dresser l'ensemble des voies d'innovation possibles et cartographier le champ d'innovation, visualisant les voies existantes et celles qui sont pour le moment encore non explorées.

2.2. Les formalismes de la théorie C-K

Exposons maintenant les principes de la théorie C-K⁴¹. La théorie C-K propose une modélisation du processus de conception s'appuyant sur l'expansion de deux espaces interdépendants (Hatchuel & Weil, 2009) (voir figure 19). Il s'agit d'une théorie du raisonnement de conception qui s'appuie sur la distinction entre deux espaces en expansion : un espace de Connaissances (dit "espace K" pour Knowledge) défini comme un ensemble de propositions ayant toutes un statut logique ; et un

⁴¹ Pour des exemples explicatifs de la théorie C-K sur des « cas d'école » ou pour plus d'approfondissements sur les principes théoriques, le lecteur pourra se référer en particulier à (Le Masson et al 2006, Hatchuel et al 2004, Hatchuel and Weil 2009).

espace de Concepts (“espace C”) défini par opposition, comme un ensemble de propositions indécidables, c’est-à-dire dépourvues de statut logique.

La théorie C-K distingue ainsi ces deux espaces :

– l’espace K est un espace où les propositions ont un statut logique, ce qui signifie que toute proposition est «vraie ou fausse». L’espace K inclut toutes les connaissances disponibles qu’elles soient techniques, règlementaires, sociales, éthiques, liées au marché ou aux usages.

– l’espace C est un espace où les propositions n’ont pas de statut logique dans l’espace K. Cela signifie que lorsqu’un concept est formulé, 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 existantes. Par exemple, « une voiture sans roue » ou une « un bateau qui vole » sont deux concepts car nous ne savons pas ce qu’ils représentent, nous ne pouvons pas en désigner, mais nous ne pouvons pas non plus affirmer que ces concepts ne pourront pas un jour obtenir un statut logique (*i.e.* qu’il n’existera pas un jour une voiture sans roue ou un bateau qui vole). De plus, les concepts sont composés de propriétés connues dans K mais qui, lorsqu’elles sont associées, désignent un objet inconnu. C est ainsi indécidable dans K. La théorie C-K est dite K-relative pour caractériser le fait que l’espace C est indissociable de l’espace K, l’espace C étant alors défini par l’espace K.

La théorie C-K modélise ainsi la conception comme l’interaction des deux espaces, l’espace des concepts et l’espace des connaissances, rendue possible par l’application de quatre opérateurs qui interagissent entre et au sein des espaces (C dans K, K dans C, K dans K, C dans C) :

- $K \rightarrow C$: cet opérateur de disjonction ajoute une propriété de l’espace K comme nouvel attribut d’un concept dans l’espace C. L’opérateur de disjonction permet ainsi de partitionner un concept initial, élargissant l’espace C avec des éléments de l’espace K. D’un point de vue managérial, il modélise une étape de la description d’un chemin de la conception en formalisant la problématisation d’un concept à partir d’un ensemble de connaissances existantes.

- $C \rightarrow K$: cet opérateur de conjonction vise à ajouter ou à enlever des propriétés de l’espace K à des concepts de l’espace C afin de parvenir à des propositions avec un statut logique. Lorsqu’il y a une conjonction (*i.e.* un concept qui devient une connaissance), le processus de conception s’arrête. Quand il n’y a pas conjonction, il y a développement de nouvelles connaissances. La conception modélise un apprentissage guidé par les choix effectués dans la structuration de l’espace C.

- $C \rightarrow C$: cet opérateur s’appuie sur les règles classiques de la théorie des ensembles pour opérer des partitions (au sens mathématique). Une partition consiste à diviser un concept en des sous-concepts à l’aide d’un attribut (une proposition de l’espace K). Ainsi, si C est un concept, une partition du concept C selon l’attribut P conduira à la division du concept C en les sous-concepts (C et P), (C et

(non P)), et (autres)⁴². Une partition peut être restrictive ou expansive. Une partition restrictive réduit l'espace de possibilités sans changer la définition ou des attributs de l'objet à concevoir. Une partition expansive modifie l'identité de l'objet en ajoutant des attributs inattendus au concept initial. C'est précisément à cause de ces expansions que les innovations de rupture sont possibles.

• $K \rightarrow K$: cet opérateur s'appuie sur les règles classiques de logique et de calcul propositionnel qui permettent une expansion de l'espace K. Il s'agit par exemple de démontrer des théorèmes nouveaux dans un processus de déduction. Cet opérateur permet de décrire les actions visant à accroître la fiabilité des propositions dans K, comme la déduction, le test, ou encore l'optimisation.

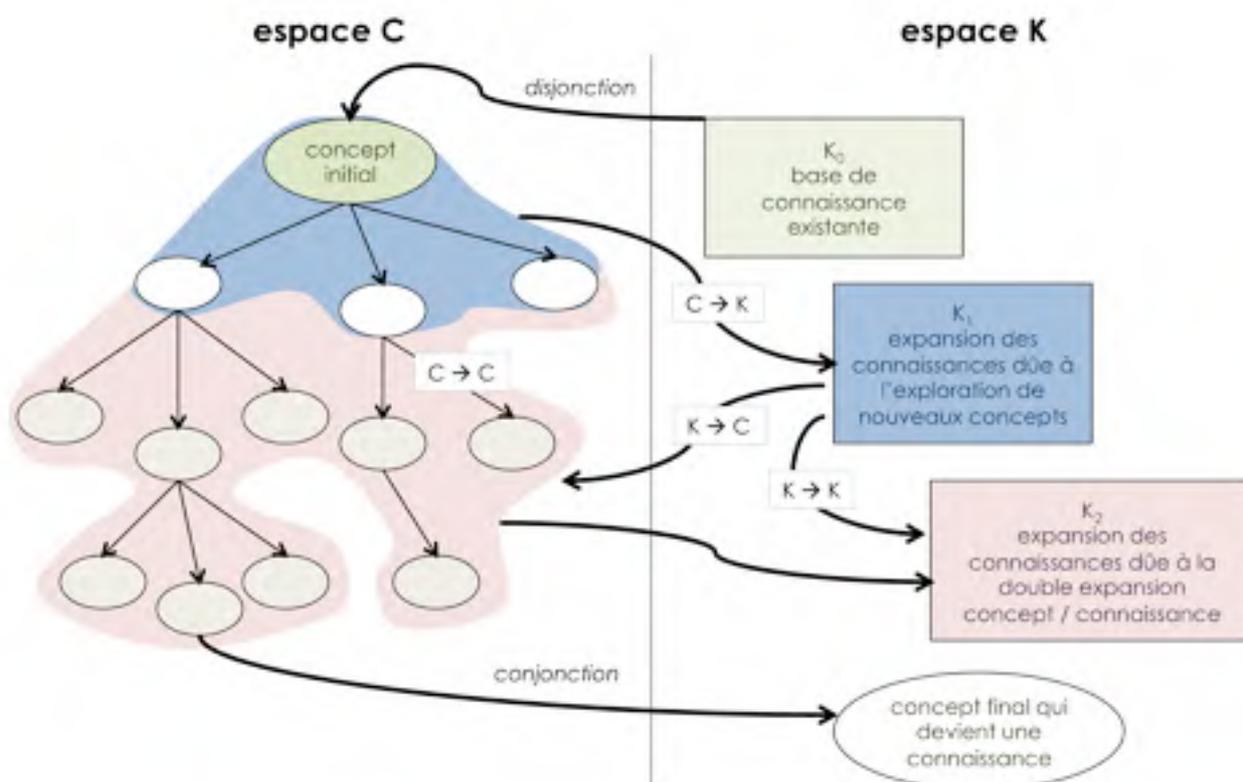


Figure 21 - Modélisation de la théorie C-K. A partir d'une base de connaissances existantes (K₀ en vert), est opérée une disjonction, i.e. la formulation d'un concept initial à partir d'éléments de K₀. Ce concept est ensuite partitionné (en bleu dans l'espace C), et conduit à l'approfondissement de nouvelles connaissances (K₁, en bleu), i.e. une expansion des connaissances. Ces nouvelles connaissances peuvent à leur tour nourrir (en rose) des partitions dans l'espace C et des expansions de connaissances. Et ce, jusqu'à ce que la double expansion concept / connaissance permette une conjonction, i.e. le passage du statut d'une proposition de concept à connaissance.

⁴² En effet, l'un des principes de l'espace C est le principe du tiers non exclu, ce qui signifie que (P et (non P)) est possible dans l'espace C et que (non (non P)) n'équivaut pas à P. Pour plus de détails, le lecteur pourra se référer à (Hatchuel 2002) et à (Hatchuel & Weil 2009).

L'espace K est ainsi une cartographie des connaissances nécessaires à la compréhension des explorations conceptuelles de l'espace C, l'espace C est un arbre des propositions indéfinies, où chaque nœud de l'arbre correspond à une partition du concept initial en sous-concepts. Le dualisme C-K est une condition de l'expansion des connaissances, car l'espace des concepts s'étend à mesure que s'étendent les connaissances. La conception se comprend donc comme un processus cognitif par lequel un concept va générer d'autres concepts et se transformer éventuellement en connaissance. Au cours de la conception, les deux espaces s'étendent : les acteurs apprennent au cours d'activités de conception, ils activent de nouvelles connaissances (expansion de K) et dans le même temps ajoutent des propriétés issues de l'espace K au concept initial (expansion de C).

De plus, ce formalisme permet de modéliser la fixation (Hatchuel, Le Masson & Weil, 2011) : il s'agit de connaissances activées qui empêchent l'exploration de solutions originales, *i.e.* l'expansion sur de nouvelles voies conceptuelles. On peut ainsi modéliser avec la théorie C-K les effets de fixation comme le montre la figure ci-dessous :

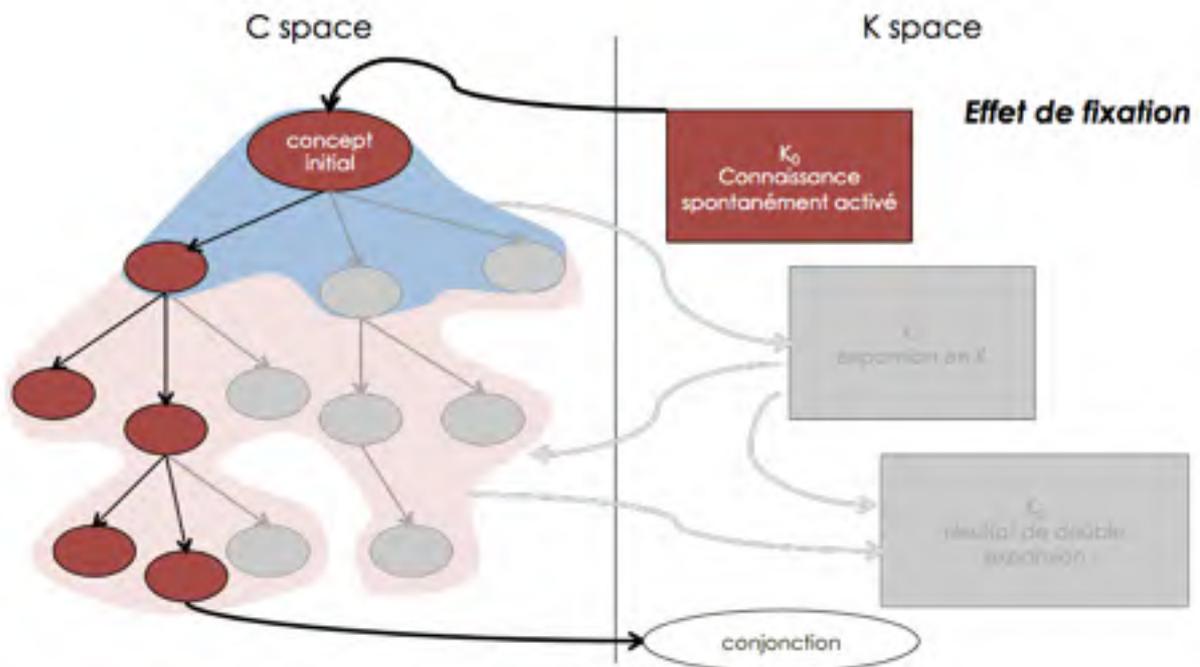


Figure 22 - Modélisation d'un effet de fixation par la théorie C-K : une base de connaissances spontanément activée va conditionner les expansions dans l'espace C et conduire à une exploration réduite des classes de solutions possibles

On pourra noter en particulier que cette modélisation souligne la distinction entre connaissances mobilisables (que le concepteur a à sa disposition) et celles activées dans un certain processus de conception. Les effets de fixation sont alors intrinsèquement liés à cette activation spécifique de certaines connaissances lors d'un raisonnement de conception : cette activation conditionne l'exploration restreinte d'un petit nombre de voies conceptuelles.

2.3. Les apports de la conception innovante pour visualiser des effets de fixation et des capacités d'expansion : formulation de deux hypothèses

Notre objectif est de caractériser l'innovation orpheline en explicitant les effets de fixation collective et en identifiant le défaut d'interaction entre des imaginaires. Il s'agit ainsi modéliser l'ensemble des raisonnements tenus par des acteurs individuels et d'étudier les modalités d'interaction entre ces raisonnements. La théorie C-K permet de modéliser les raisonnements créatifs en distinguant d'une part l'ensemble des connaissances mobilisées dans un raisonnement de conception innovante, ainsi que l'ensemble des concepts (*i.e.* l'imaginaire, tel que nous l'avons défini dans le chapitre V) adressés par ces connaissances. Nous pouvons alors formuler deux hypothèses quant à la mobilisation des formalismes C-K pour diagnostiquer l'innovation orpheline (hypothèses qu'il conviendra de valider ultérieurement dans les chapitres VIII et IX) :

-
- **H1** : La modélisation d'un raisonnement de conception par la théorie C-K, en permettant la distinction entre les partitions restrictives et les partitions expansives, permet d'identifier les **effets de fixation individuelle** : les voies restrictives dans l'espace C (*i.e.* qui ne rediscutent pas les propriétés ou l'identité de l'objet) caractérisent la fixation individuelle, et les voies expansives dans l'espace C correspondent aux concepts qui sont en dehors de ces effets de fixation individuelle.
 - **H2** : La modélisation des classes de raisonnement de conception par la théorie C-K permet d'identifier les voies d'innovation qui résultent d'un manque d'interaction entre des imaginaires, *i.e.* les raisonnements restrictifs, et les raisonnements expansifs issus d'interaction entre des imaginaires. **Les effets de fixation collective** forment l'ensemble des concepts qui sont adressables avec les connaissances partagées et mobilisées par tous les acteurs, les concepts alternatifs à ces effets de fixation étant en dehors de ce cône de fixation collective.
-

Pour construire un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, nous nous appuyons donc sur l'argumentaire suivant : nous avons formulé, dans le chapitre V, que l'innovation orpheline est liée à la fixation collective : au lieu de tirer parti des connaissances externes qui peuvent s'échanger pour adresser de nouveaux imaginaires, les acteurs ont tendance à se focaliser sur les imaginaires déjà partagés, sans régénérer leur potentiel de valeur. Les hypothèses H1 et H2 explicitent que l'effet de fixation individuel est assimilable à une partition restrictive (au niveau individuel) et que la fixation collective est assimilable à conduire des raisonnements restrictifs sur une base de connaissances qui se limiterait aux connaissances partagées par l'ensemble des acteurs, caractérisant ainsi un défaut d'interaction entre des imaginaires. Un raisonnement sur l'intersection de la base des connaissances des acteurs d'une industrie, *i.e.* l'ensemble des connaissances partagées, conduit à adresser un ensemble d'imaginaires très restreint, et forme ainsi un effet de fixation collective. Sortir de cet effet de fixation collectif équivaut alors à utiliser l'ensemble des connaissances mobilisables, même si elles ne sont pas partagées, afin de permettre d'opérer l'ensemble des partitions expansives rendues possibles par les connaissances apportées par tous les acteurs.

Ainsi, les formalismes de la conception innovante, et plus particulièrement la théorie C-K, conduisent à penser que diagnostiquer l'innovation orpheline revient à expliciter l'ensemble des concepts et des connaissances au sein d'un référentiel, en distinguant les concepts restrictifs des expansifs. Il s'agit donc de construire une cartographie des divers imaginaires individuels d'une industrie et de leurs interactions, pour visualiser la fixation collective et des voies alternatives à ces effets de fixation. Il convient, à partir d'un collectif d'acteurs, d'identifier l'ensemble des connaissances partagées, l'ensemble des connaissances mobilisables (*i.e.* détenues par au moins un acteur) et l'ensemble des imaginaires.

Travailler sur une représentation des interactions d'un collectif en utilisant une représentation C-K n'est pas sans rappeler les travaux sur le « *matching-building* » proposés par Gillier (2010). Cette recherche s'appuie sur la caractérisation des capacités de conception d'un acteur par un profil C-K, *i.e.* les connaissances maîtrisées par cet acteur, et les concepts qui lui sont adressables. Développé dans le but d'expliquer comment les objets d'une coopération émergent dans une collaboration entre plusieurs acteurs, le « *matching-building* » distingue alors deux processus : le *matching* qui consiste à déterminer les intersections entre les profils C-K de différents acteurs, et le *building* qui vise à faire évoluer l'ensemble des profils C-K pour conduire à une co-exploration et à créer des intersections entre profils C-K qui n'existaient pas au préalable. L'outil de diagnostic que nous souhaitons construire se distingue de cette approche dans le sens où l'on cherche non pas à construire des objets de coopération, mais à caractériser les différents imaginaires d'un collectif. Nous nous inspirons cependant de la notion de « profil C-K » pour caractériser (1) l'ensemble des connaissances de l'industrie, en distinguant celles détenues par l'ensemble des acteurs (*i.e.* l'intersection des bases de connaissances de l'ensemble des acteurs) et celles mobilisables au sein de l'industrie (*i.e.* la réunion des bases de connaissances de l'ensemble des acteurs), et (2) le potentiel de valeur, caractérisant les imaginaires au sein de l'effet de fixation collective de l'industrie (*i.e.* l'ensemble des concepts adressables à partir de l'intersection des bases de connaissances) et ceux en dehors de cet effet de fixation (*i.e.* l'ensemble des concepts adressables à partir de la réunion des bases de connaissances), ainsi que les interactions entre ces imaginaires.

3. Proposition d'un outil : le référentiel C-K pour caractériser une situation d'innovation orpheline

À partir des principes théoriques exposés ci-dessus, nous allons décrire une méthodologie pour construire cet outil de diagnostic de l'innovation orpheline. Nous présenterons tout d'abord quelques éléments sur les modalités de raisonnement de conception au travers d'un diagramme C-K (3.1), puis l'outil de référentiel sera distingué d'une représentation par un diagramme C-K et nous exposerons une méthode par étapes pour construire notre instrument de diagnostic (3.2) avant de discuter de la validation de cet outil (3.3).

3.1. Le diagramme C-K, un outil de conception

La théorie C-K permet de représenter graphiquement les logiques d'une activité de conception au moyen de diagrammes C-K. Ces diagrammes font figurer les deux espaces, l'espace des concepts et l'espace des connaissances, et permettent de montrer la progressive expansion des deux espaces, au moyen des quatre opérateurs que nous avons présentés précédemment. La figure 21 présentait typiquement un exemple de ce type de représentation de raisonnement de conception.

Des travaux récents menés avec des partenaires industriels ont amenés plusieurs chercheurs mobilisant les formalismes de la théorie C-K à enrichir les éléments constitutifs d'un diagramme C-K, afin d'utiliser les principes de la théorie au sein d'outils de gestion. Ont ainsi été développées des règles de structuration de l'espace C et de l'espace K, présentées dans le tableau ci-dessous (Hooge et al., 2012).

Organisation de l'espace des concepts (C)	Organisation de l'espace des connaissances (K)
<p>Trois types de concepts :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Concepts descriptifs de la généalogie de l'objet - Concepts explorés et atteignables avec les connaissances identifiées - Concepts-expansions questionnant la base des connaissances 	<ul style="list-style-type: none"> - Chaque partition adresse au moins une poche de connaissances - Chaque poche de connaissances doit être accompagnée d'un modèle de performance - Chaque base de connaissances doit permettre de renseigner la maturité des connaissances qu'elle contient

Tableau 10 - Organisation d'un diagramme C-K d'après Hooge, Agogué et Gillier (2012) : organisation de l'espace C selon le degré d'expansion conceptuelle et structuration des connaissances pour permettre l'évaluation selon des critères de performances ainsi que l'explicitation du degré de maîtrise des connaissances.

Un diagramme C-K peut alors s'organiser selon les trois types d'arborescences décrites, en positionnant dans l'espace C sur la gauche la généalogie des objets connus, au centre les expansions atteignables par un ajout incrémental de connaissances ou une réorganisation des connaissances existantes, et à droite les expansions menant à des concepts alternatifs (faiblement ou non explorés). L'espace K doit, quant à lui, permettre de faire sens des partitions de l'espace C, les connaissances doivent pouvoir être évaluées selon des critères de performance et la maîtrise des connaissances par l'(les) acteur(s) doit être renseignée.

Pour rendre plus accessible la lecture de cette structuration des espaces C et K, un code couleur peut être adapté (*ibid.*). L'utilisation d'un code couleur permet en effet de rendre compte dans l'espace C du degré d'expansion des concepts explorés (connus, atteignables, alternatifs), et dans l'espace K du degré de robustesse des connaissances. Ce code couleur permet en particulier de caractériser le niveau de maîtrise d'un ensemble de connaissances par un acteur individuel ou par un collectif. Dans le cas d'un acteur seul, ce code couleur s'articule sur trois dimensions de maîtrise de la connaissance : validée, en cours d'apprentissage, ou manquante. Dans le cas d'un collectif d'acteur, on

considèrera une connaissance comme validée lorsqu'elle est maîtrisée par l'ensemble des acteurs, comme en cours d'apprentissage lorsque cette connaissance est détenue par une partie du collectif seulement, comme manquante lorsqu'aucun des membres du collectif étudié ne dispose de cette connaissance.

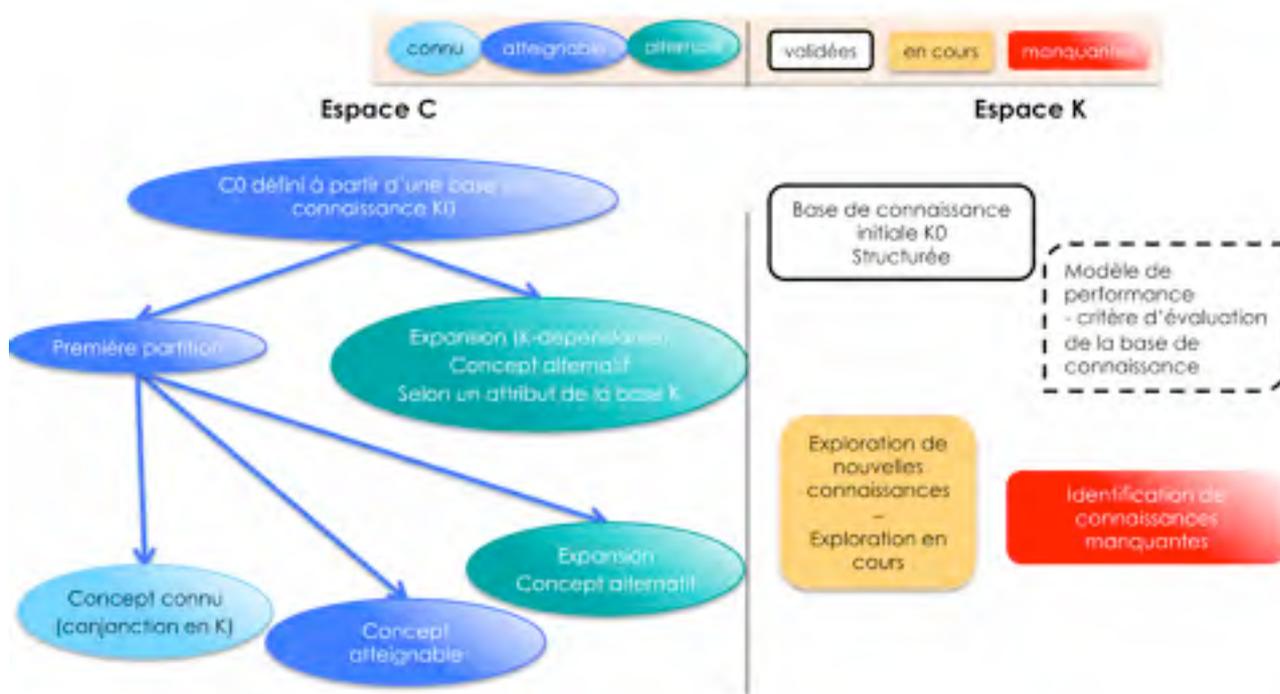


Figure 23 – Utilisation d'un code couleur pour structurer un diagramme C-K (Hooge et al 2012). Le code couleur permet de distinguer trois types de concepts : les concepts connus et descriptifs de la généalogie de l'objet, les concepts explorés et atteignables avec les connaissances identifiées, et les expansions rediscutant la base des connaissances. Le code couleur permet également de mettre en avant le degré de maturité des connaissances (validées, en cours d'apprentissage ou manquantes), ainsi que les modèles de performance associés à chaque poche de connaissance (ici en pointillés noirs).

3.2. D'un diagramme à un référentiel C-K : étapes de construction d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline

Nous proposons maintenant une méthodologie de construction de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K. Pour expliciter la fixation collective et le défaut d'interaction entre des imaginaires, nous utilisons la théorie C-K pour faire une cartographie des classes de raisonnement possibles dans une situation de conception et pour qualifier les raisonnements comme expansifs ou restrictifs afin d'identifier les effets de fixation. Nous avons en effet formulé l'hypothèse que la fixation collective correspondant à un manque d'interactions entre des imaginaires se caractérise par une concentration des efforts de conception sur les voies conceptuelles restrictives. Il convient ainsi, à partir d'un collectif d'acteurs, d'identifier l'ensemble des connaissances partagées, l'ensemble des connaissances mobilisables (*i.e.* détenues par au moins un acteur) et l'ensemble des imaginaires et de leurs interactions. Présentons alors les étapes successives de construction d'un référentiel C-K pour diagnostiquer l'innovation orpheline :

- **Etape 1** : Cette première consiste à faire le recensement des connaissances de l'ensemble des acteurs de l'industrie, et de distinguer parmi ces connaissances celles qui sont partagées par tous et celles qui sont détenues par un nombre limité d'acteurs. Cet état des connaissances consiste ainsi à distinguer la réunion des connaissances de l'intersection de ces mêmes connaissances (*i.e.* les connaissances partagées par tous).

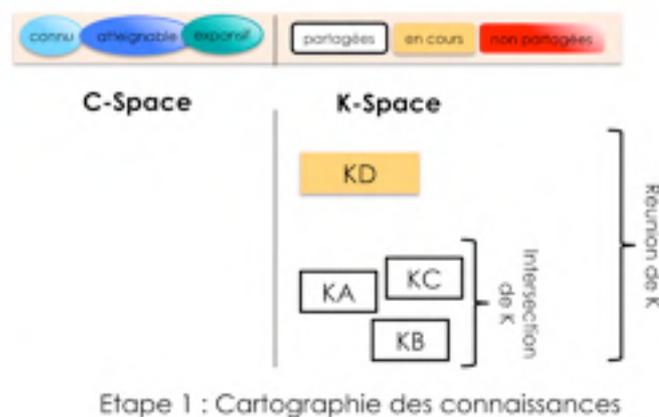


Figure 24- Etape 1 de construction du référentiel C-K : cartographie des connaissances au sein du collectif et évaluation du degré de robustesse de ces connaissances : sont-elles validées par tous ? Détenues par un petit nombre d'acteurs ? Cela conduit ainsi à identifier les connaissances détenues par tous (intersection de K) et celles détenues par seulement quelques acteurs (réunion de K).

- **Etape 2** : À partir de l'intersection des bases de connaissances, nous rendons compte des concepts adressables et atteignables. Les concepts atteignables à partir de l'intersection des connaissances, *i.e.* les connaissances partagées par l'ensemble des acteurs, sont ceux dont l'exploration et l'interprétation sont possibles par l'ensemble des acteurs. Ces concepts sont alors restrictifs, faisant partie d'un *dominant design* sectoriel maîtrisé par le collectif. On s'interdira dans cette étape les concepts qui nécessiteraient l'exploration de nouvelles connaissances.

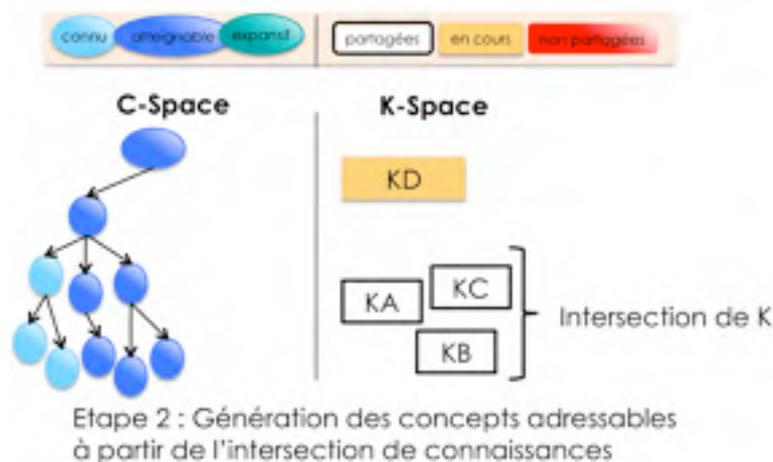


Figure 25 – Etape 2 de construction du référentiel C-K : génération des concepts adressables à partir des connaissances partagées par l'ensemble des acteurs.

- **Etape 3** : À partir de la réunion des connaissances, de nouvelles partitions peuvent être possibles. Ces concepts nécessitent des connaissances qui peuvent n'être détenues que par un tout petit nombre d'acteurs, et peuvent rediscuter en profondeur les attributs classiquement mobilisés dans la problématique de conception considérée. Ainsi, une première expansion peut apparaître.

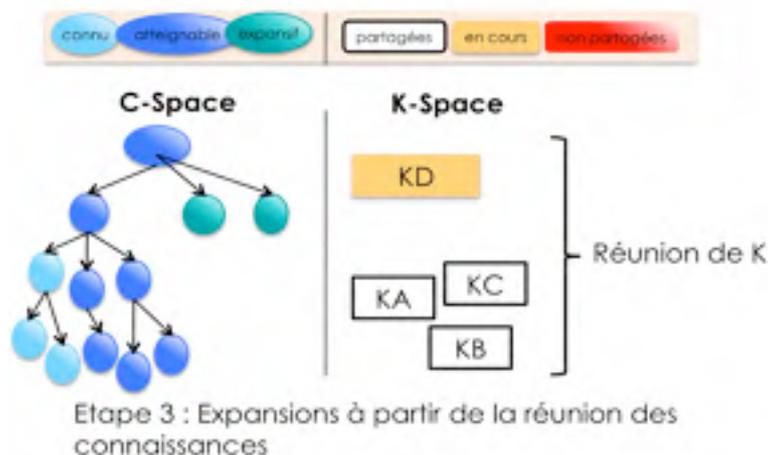


Figure 26 – Etape 3 de construction du référentiel C-K : génération d'une première expansion à partir de la réunion des connaissances, pour simuler l'interaction d'imaginaires entre acteurs.

- **Etape 4** : Poursuivant la logique de cette première expansion, toutes les partitions conceptuelles (y compris expansives, donc) associées à la réunion des connaissances peuvent être explorées. Mobiliser des connaissances détenues par divers acteurs permet ainsi de décrire des concepts qui ne sont pas adressables par un acteur unique. Cette étape conduit à construire l'union des bases de connaissances pour régénérer des processus d'expansion à travers une activité de conception. De nouvelles connaissances peuvent alors être identifiées, ce qui conduit en retour à d'autres expansions conceptuelles, etc.

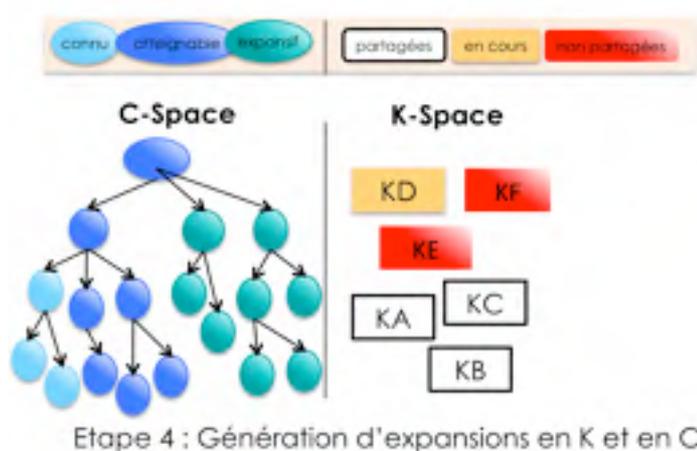


Figure 27 - Etape 4 de construction du référentiel C-K : utilisation de la double expansion concept / connaissance pour explorer et cartographier les voies des raisonnements expansifs

- **Etape 5 :** Ainsi, on obtient une représentation C-K sur laquelle il est possible de lire les raisonnements de conception restrictifs et expansifs. Le positionnement des efforts de conception par rapport à la nature restrictive ou expansive des raisonnements de conception permet alors d'identifier la fixation collective. Ces efforts de conception peuvent être caractérisés par des projets, des propositions de solutions, des idées, des produits ou services mis sur le marché, etc.

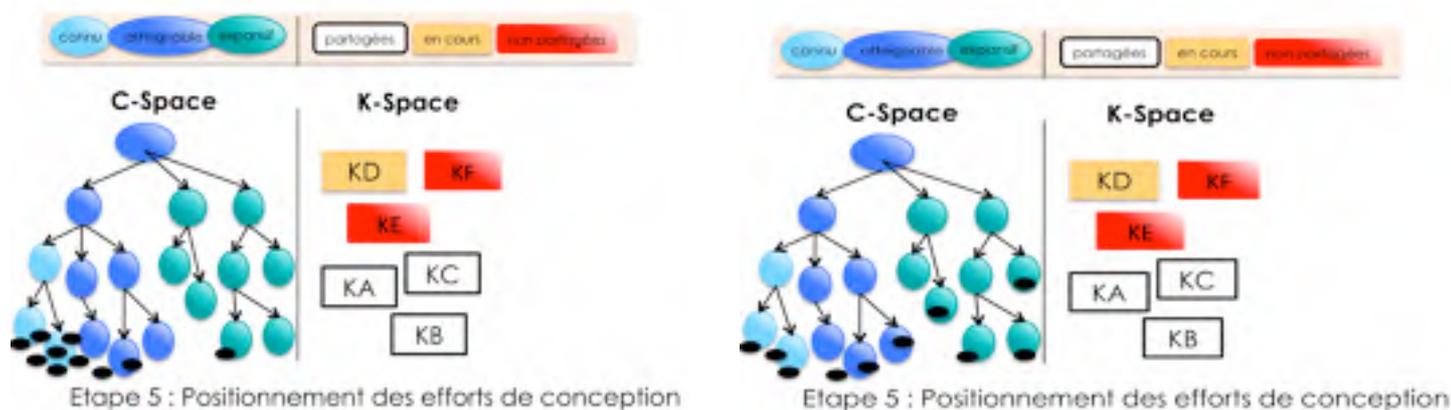


Figure 28 – Etape 5 de construction du référentiel C-K : évaluation de la fixation collective en étudiant la distribution des efforts de conception (points noirs) par rapport aux classes de raisonnements restrictifs et expansifs. La figure de gauche montre une situation où il y a effectivement fixation collective (l'ensemble des efforts de conception opèrent sur les voies restrictives et sont symptomatiques d'un défaut d'interaction entre des imaginaires qui permettraient d'opérer des expansions) ; la figure de droite montre quant à elle une situation où les efforts de conception du collectif ont conduit à explorer des solutions alternatives à la fixation collective

Nous pouvons synthétiser les étapes de construction du référentiel C-K au sein du tableau ci-dessous :

Etape 1 Etat de l'art	Cartographie des connaissances au sein du collectif et évaluation du degré de robustesse de ces connaissances
Etape 2 Cartographie des concepts adressables	Génération des concepts adressables à partir des connaissances partagées par l'ensemble des acteurs.
Etape 3 Première expansion	Génération d'une première expansion à partir de la réunion des connaissances, pour simuler l'interaction d'imaginaires entre acteurs.
Etape 4 Double expansion C / K	Mobilisation de l'union des connaissances et de la première expansion pour régénérer des processus d'expansion en concept et en connaissance
Etape 5 Evaluation des effets de fixation	Evaluation de la fixation collective selon la distribution des efforts de conception sur les raisonnements restrictifs et expansifs.

Tableau 11 – Synthèse des différentes étapes de construction d'un référentiel C-K

Cet outil, le référentiel C-K, construit donc une observable de l'innovation orpheline en assimilant le défaut d'interaction entre des imaginaires à une exploration restreinte des classes de solutions sur les seules voies conceptuelles restrictives (générées à partir des connaissances partagées par l'ensemble du collectif).

3.3. Vision critique du référentiel C-K et biais éventuels

L'outil que nous proposons a ses limites et présente deux biais principaux. D'une part, il est construit sur deux hypothèses de corrélation entre la fixation collective et la nature des raisonnements conduits (restrictifs et expansifs) au niveau individuel et au niveau collectif. La modélisation de tels raisonnements repose sur la capacité d'un acteur, dans le cas présent le chercheur, à avoir accès aux connaissances mobilisées et partagées au sein d'un collectif dans une activité de conception. D'autre part, l'outil est très sensible à la nature du collectif : l'identification de la fixation collective dépend des capacités du collectif. En effet, si un membre du collectif ne détient que très peu de connaissances, l'outil fera apparaître une classe de raisonnements restrictifs très restreinte, et le positionnement des efforts de conception peuvent alors dépasser ce que l'outil analyse comme un effet de fixation possible. Dans ce cas, l'outil ne permet pas de diagnostiquer une fixation collective. Ainsi, le mode de constitution du collectif influe sur la capacité de diagnostic de l'outil.

De plus, nous tenons à souligner que cet outil permet de diagnostiquer de la fixation collective, mais ne permet d'analyser l'innovation orpheline que si celle-ci a été caractérisée préalablement selon les trois critères présentés au chapitre III, à savoir (1) une demande sociale forte, formulée et compréhensible ; (2) des innovations proposées de façon répétée par des acteurs motivés, mais ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance industrielle ; (3) des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près. En effet, certaines situations peuvent nécessiter un alignement des efforts de conception dans une même direction, sans que cela entraîne une situation de blocage. Il peut ainsi s'agir d'une situation d'exploitation d'un *dominant design*, selon un régime particulier de constitution de la valeur.

3.4. Validation du référentiel

Nous venons de présenter les étapes de construction d'un référentiel C-K. Pour en valider les principes, il convient de valider les deux hypothèses suivantes H1 et H2 énoncées précédemment. La première hypothèse s'appuie sur la modélisation d'un raisonnement de conception par la théorie C-K pour caractériser la fixation individuelle, et la seconde étend cette première hypothèse à la fixation collective. Il convient donc de vérifier qu'une modélisation utilisant les formalismes C-K :

(1) permet d'identifier les effets de fixation individuelle en distinguant partitions restrictives et partitions expansives : les voies restrictives dans l'espace C caractérisent la fixation individuelle, et les voies expansives sont en dehors de ces effets de fixation individuelle ;

(2) permet d'identifier au sein d'un collectif industriel les voies d'innovation qui résultent d'un manque d'interaction entre des imaginaires, *i.e.* les raisonnements restrictifs, et les raisonnements expansifs issus d'interaction entre des imaginaires : les effets de fixation collective forment ainsi l'ensemble des concepts adressables étant donné l'intersection des connaissances des acteurs, les alternatives à ces effets de fixation étant en dehors de ce cône de fixation collective.

Pour étudier le référentiel C-K par rapport à la fixation individuelle, l'approche par la psychologie cognitive, telle qu'elle a été présentée dans le chapitre IV de la thèse, semble adaptée tant cette discipline s'est attachée à étudier les biais cognitifs individuels. Nous pouvons alors adopter une démarche de validation sur la fixation individuelle en utilisant un protocole expérimental pour valider le référentiel. Pour la validation au niveau collectif, nous privilégions une étude d'une situation empirique réelle pour prendre en compte l'ensemble des interactions entre les imaginaires des acteurs, ce que ne nous permet pas une situation en laboratoire. Nous proposons alors une validation en deux étapes :

- une validation par un protocole expérimental pour valider H1, *i.e.* la mobilisation de la théorie C-K pour identifier des effets de fixation au niveau individuel. Pour cela, nous proposons, dans le chapitre VIII, de nous appuyer sur les démarches en sciences cognitives qui sont construites dans divers travaux des approches expérimentales de mesure de la créativité.
- une validation par une expérimentation sur une situation empirique pour valider H2 au niveau d'un collectif industriel, *i.e.* la mobilisation de la théorie C-K pour identifier des effets de fixation au niveau collectif. Pour cela, nous adoptons, dans le chapitre IX, une approche gestionnaire d'étude de la fixation collective au sein d'un secteur industriel, le secteur Rhône-Alpin des technologies de l'information et de la communication au service de l'autonomie des personnes âgées, où il y a innovation orpheline, et nous montrons qu'effectivement le référentiel C-K diagnostique bien une exploration restreinte des classes de solutions possibles.

Le tableau ci-dessous résume la démarche de validation :

<i>H1 : la fixation individuelle</i>	<i>H2 : la fixation collective</i>
<i>Les voies restrictives dans l'espace C (i.e. qui ne rediscutent pas les propriétés ou l'identité de l'objet) caractérisent la fixation individuelle, et les voies expansives dans l'espace C correspondent aux concepts qui sont en dehors de ces effets de fixation individuelle.</i>	<i>Les effets de fixation collective forment ainsi l'ensemble des concepts adressables étant donné l'intersection des connaissances des acteurs, les alternatives à ces effets de fixation étant en dehors de ce cône de fixation collective.</i>
<i>Une approche en psychologie cognitive</i>	<i>Une approche par les sciences de gestion</i>
<i>Une validation par un protocole expérimental</i>	<i>Une validation par une expérimentation sur une situation empirique</i>

Tableau 12 – Synthèse des deux hypothèses de construction du référentiel C-K pour diagnostiquer l'innovation orpheline (fixation individuelle et fixation collective) et protocole de validation des deux hypothèses.

Ce qu'il faut retenir du chapitre VII

Diagnostiquer l'innovation orpheline nécessite de mettre au jour une situation qui fait défaut : l'innovation est attendue mais n'est pas conçue par les acteurs mobilisant pourtant des efforts pour la susciter. En nous appuyant sur le cadre théorique proposé dans le chapitre V, à savoir que le défaut d'interaction entre des imaginaires peut conduire à la fixation collective et donc causer une situation d'innovation orpheline, nous avons cherché non seulement à identifier les liens entre les acteurs économiques mais aussi à qualifier les imaginaires dont ils disposent, et la manière dont ces imaginaires interagissent entre eux. Nous avons donc cherché à construire une objectivation d'un phénomène pour lequel il n'existe pas d'observable pour le moment. Diagnostiquer l'innovation orpheline nécessite de rendre compte de l'interaction entre les raisonnements des acteurs et non seulement de l'interaction entre des connaissances. Dans ce cadre, la mobilisation des théories de conception innovante nous a semblé particulièrement adaptée. En effet, notre objectif de modéliser les classes de raisonnements tenus par les acteurs individuels – donc en particulier les imaginaires – et les modalités d'interaction entre ces raisonnements a fait émerger la nécessité de modéliser les raisonnements créatifs. Nous avons justifié dans ce chapitre le recours au cadre théorique de la théorie C-K pour ce faire.

La théorie C-K permet de modéliser les raisonnements créatifs en distinguant d'une part l'ensemble des connaissances mobilisées dans un raisonnement de conception innovante, d'autre part l'ensemble des concepts (i.e. l'imaginaire, tel que nous l'avons défini dans le chapitre V) adressés par ces connaissances. Nous avons formulé deux hypothèses quant à la mobilisation des formalismes C-K pour diagnostiquer l'innovation orpheline, qui explicitent que l'effet de fixation individuel est assimilable à une partition restrictive (au niveau individuel) et que la fixation collective est assimilable à une conduite de raisonnements restrictifs sur une base de connaissances qui se limiterait aux connaissances partagées par l'ensemble des acteurs, caractérisant ainsi un défaut d'interaction entre des imaginaires. Ces deux hypothèses nous ont permis de proposer une méthodologie de construction d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K. Pour expliciter la fixation collective et le défaut d'interaction entre des imaginaires, nous avons utilisé la théorie C-K pour faire une cartographie des classes de raisonnement possibles dans une situation de conception et pour qualifier les raisonnements comme expansifs ou restrictifs afin d'identifier les effets de fixation. Nous avons enfin introduit les deux étapes de validation de cet outil référentiel C-K, dans un premier temps sur la fixation individuelle dans une situation où l'ensemble des facteurs est contrôlé au sein d'une expérience menée en laboratoire ; puis, dans un deuxième temps sur la fixation collective en menant une démarche sur un cas empirique.

Chapitre VIII - Validation du référentiel C-K comme outil de mesure de la fixation individuelle : une approche expérimentale par les sciences cognitives

Nous proposons de mobiliser un protocole expérimental pour valider la première hypothèse intrinsèque à la construction de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K. Nous souhaitons montrer que les voies restrictives du référentiel C-K rendent compte des effets de fixation individuelle et que les voies expansives de ce référentiel sont en dehors de ces effets de fixation au niveau individuel. L'expérience scientifique se distingue de l'observation empirique en ce qu'elle exige un protocole conçu à partir d'une hypothèse. La mesure de la fixation en sciences cognitives sera tout d'abord exposée (VIII.1). Nous présenterons ensuite le protocole expérimental, regroupant la description des conditions et du déroulement de l'expérience choisie, pour conduire la validation de notre première hypothèse (VIII.2). L'outil référentiel C-K sera ensuite mobilisé pour construire le modèle à valider par l'expérience (VIII.3), et nous présenterons enfin les résultats de cette validation (VIII.4).

1. Mesure de la fixation individuelle en psychologie cognitive

Les mesures de la fixation individuelle et de la créativité apparaissent comme intrinsèquement liées en sciences cognitives. Si la question de la mesure de la créativité a depuis les travaux de Guilford (1950) été débattue, la mesure de la fixation individuelle ne fait pas directement l'objet de travaux en psychologie cognitive. Une étude s'attachant à mesurer la fixation est celle de Smith, Ward et Schumacher (1993), qui met en évidence un effet de fixation en comptant le nombre de caractéristiques classiques, *i.e.* le nombre de règles de conception, reprises dans une tâche de créativité (où les individus doivent dessiner un animal extra-terrestre très différent des animaux de la Terre). Ce type d'approche permet ainsi d'objectiver une distance entre des objets connus et des propositions sur des objets inconnus, mais requiert la capacité à générer les règles de conception pour chaque situation. Dans un cas d'innovation orpheline réelle, ces règles de conception peuvent être très difficiles à expliciter. De plus, un comptage purement quantitatif des règles classiques ne permet pas de discuter de la nature de ces règles : sont-elles difficiles à remettre en question ? Une proposition qui ne rediscute qu'une règle mais très difficile à casser est-elle alors moins créative qu'une proposition qui rompt avec deux règles assez faciles à rediscuter ?

La mesure de la créativité, quant à elle, repose sur les standards proposés par Guilford en 1953 : la fluidité, la flexibilité et l'originalité. La fluidité caractérise la capacité d'un individu à donner un certain nombre de réponses. La flexibilité renvoie à la variété de réponses données et caractérise donc la capacité d'un individu à donner différents types de réponses : ce critère s'appuie sur une catégorisation des réponses a priori pour évaluer les propositions faites dans une tâche. L'originalité est un descripteur qualitatif des réponses à une tâche donnée : elle est souvent évaluée par un panel

d'experts qui notent l'originalité des solutions, ou par la fréquence statistique de chaque solution donnée.

À l'aide de ces critères, nous pouvons assimiler l'effet de fixation à une difficulté à donner des réponses variées : l'évaluation de la flexibilité semble alors indispensable, et l'utilisation d'un référentiel C-K permet justement de construire des catégories de raisonnements, ce qui permet d'analyser la flexibilité, *i.e.* le nombre de catégories explorées par un individu dans une tâche de conception. La flexibilité renvoie ainsi à des distinctions dans la nature des solutions, qui peuvent être issue de raisonnements expansifs ou de raisonnements restrictifs. Par ailleurs, la fluidité et l'originalité restent des descripteurs intéressants, surtout si la mesure de l'originalité est perçue comme une distance cognitive entre différentes réponses, *i.e.* une fréquence statistique d'une réponse donnée par un individu par rapport à l'ensemble des réponses données par un échantillon de participants. Nous proposons donc d'adopter ces critères et une démarche de protocole en sciences cognitives pour évaluer la capacité d'un référentiel C-K à objectiver la fixation individuelle.

2. Description du protocole expérimental : une tâche de conception, le lâcher d'œuf

Pour tester notre première hypothèse, nous mobilisons une tâche classique en créativité (Bissola & Imperatori, 2011; Dow & Klemmer, 2011) : **concevoir un moyen de lâcher un œuf de poule d'une hauteur de 10 m de sorte qu'il ne se casse pas**. L'expérimentation a été divisée en deux phases : (1) mobiliser l'outil référentiel C-K pour identifier les voies restrictives et expansives et (2) valider que les voies restrictives renvoient bien à des effets de fixation individuelle. Cette tâche familière du lâcher d'œuf a été employée car elle nécessite des compétences d'ingénierie minimales et permet de proposer de nombreuses solutions de nature différente. Notre hypothèse est que l'utilisation du référentiel C-K nous permet de modéliser les raisonnements expansifs et restrictifs individuels, et que les raisonnements restrictifs coïncident avec les effets de fixation. Après avoir construit un référentiel, nous avons donc procédé à une expérience en demandant à un échantillon de sujets de proposer des solutions à la tâche de l'œuf, afin d'analyser si les voies restrictives du référentiel rendent bien compte des effets de fixation (*i.e.* ce sont les voies les plus citées) et si les voies expansives sont effectivement en dehors de ces effets de fixation au niveau individuel (*i.e.* sont les voies les moins citées).

Dans un premier temps, nous utilisons la démarche présentée au chapitre VII pour construire un référentiel C-K autour du concept initial « concevoir un lâcher d'œuf d'une hauteur de 10 m pour qu'il ne se casse pas ». Dans un second temps, un groupe de participants a été invité à donner des solutions à cette tâche de créativité. Vingt-huit étudiants de premier cycle de l'Université Paris Descartes ont été recrutés pour cette étude. Les sujets avaient entre 17 et 22 ans (âge moyen : 18,8 ans). Chaque participant disposait de dix minutes pour générer autant de solutions originales que possible au problème suivant: « Veiller à ce qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10 mètres ne se casse pas. » Nous utilisons ensuite l'ensemble des réponses de ces sujets comme une distribution naturelle des solutions, pour valider notre hypothèse concernant les effets de fixation individuelle.

3. Construction d'un référentiel C-K sur une tâche de conception, le lâcher d'œuf

Pour construire notre référentiel C-K, nous avons d'abord rassemblé les connaissances et les solutions habituellement proposées pour cette tâche de l'œuf (comme l'utilisation d'une enveloppe protectrice pour protéger l'œuf du choc, l'utilisation d'un matelas pour amortir le choc, ou l'utilisation d'un parachute pour ralentir la chute). L'hypothèse est que cette base de connaissances est celle qui est spontanément activée lors de la résolution de la tâche et conduit à n'explorer qu'un petit nombre de solutions possibles, créant ainsi un effet de fixation. Cela correspond ainsi à l'étape 1 de construction du référentiel C-K.

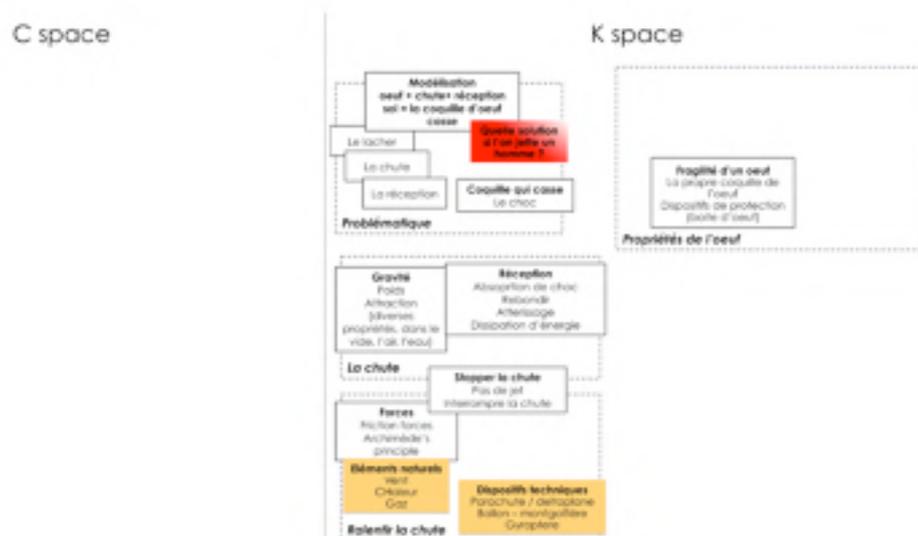


Figure 29 – Etape 1 d'un référentiel sur le lâcher d'œuf : état de l'art

À partir de cette base de connaissances, des concepts adressables peuvent être générés selon l'étape 2 de construction du référentiel, rendant compte de trois voies conceptuelles principales : l'amortissement du choc au sol, le ralentissement de la chute ou la protection de l'œuf.

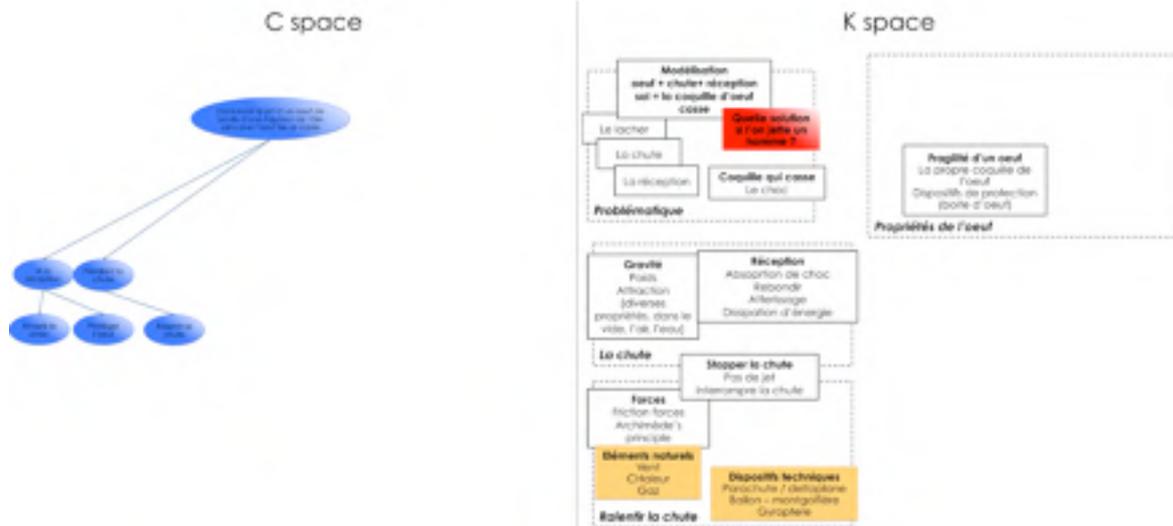


Figure 30 - Etape 2 d'un référentiel sur le lâcher d'œuf : génération des concepts adressables

Nous avons ensuite rendu explicites dans l'espace C les partitions implicites qui avaient été faites pour penser des dispositifs qui agissent sur la chute ou lors de la réception de l'œuf au sol. Cela a permis ainsi de conduire l'étape 3 de construction du référentiel, à savoir la génération d'une première expansion.

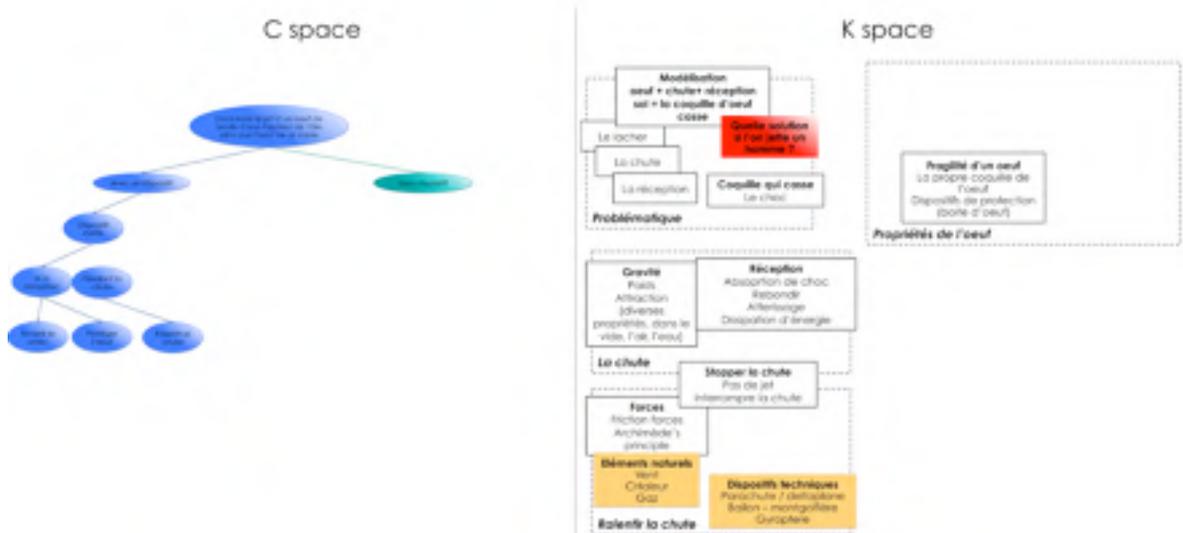


Figure 31 - Etape 3 d'un référentiel sur le lâcher d'œuf : génération d'une expansion

Les expansions (a) sans l'aide d'un dispositif et (b) en utilisant un dispositif vivant conduisent à explorer dans l'espace K de nouvelles connaissances (par exemple sur les propriétés naturelles de l'œuf, sur les dispositifs vivants). Ces expansions de connaissance conduisent à de nouvelles expansions dans l'espace C (comme « en utilisant les propriétés naturelles de l'œuf » ou « en modifiant les propriétés naturelles de l'œuf »). C'est la double expansion décrite dans l'étape 4 du référentiel C-K.

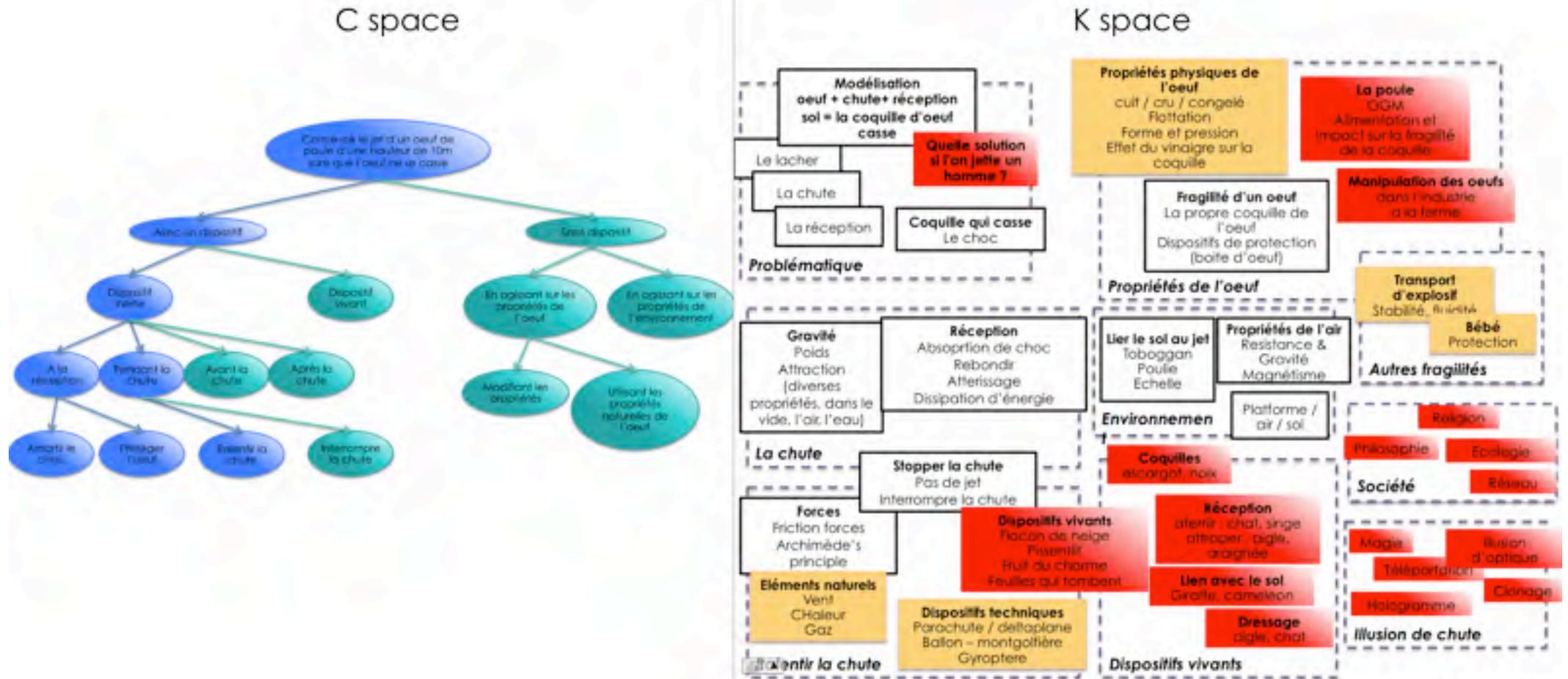


Figure 32 – Etape 4 de construction du référentiel C-K sur le lâcher d'œuf : double expansion C/K. On a ainsi une cartographie des voies raisonnements restrictifs et des raisonnements expansifs pour cette tâche de conception.

4. Validation de la robustesse du référentiel par analyse d'une distribution de réponses

Pour valider notre première hypothèse sur la caractérisation de la fixation individuelle par le référentiel C-K, un groupe de participants a eu dix minutes pour générer autant de solutions originales que possible au problème suivant: «Veiller à ce qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10 mètres ne se casse pas». Nous analysons l'ensemble des réponses de ces sujets comme une distribution naturelle des solutions. Nous avons classé l'ensemble des réponses (132, soit 4,7 réponses en moyenne par participant) selon des catégories (46) et des méta-catégories (10) définies préalablement grâce à la construction du référentiel. Les résultats par catégories sont donnés en annexe 1, une synthèse par méta-catégorie est présentée ci-dessous (tableau 13).

Méta-catégories	Exemple de solution	% occurrence
<i>Amortir le choc</i>	<i>Utiliser un matelas</i>	<i>33%</i>
<i>Protéger l'œuf</i>	<i>Utiliser une protection en coton</i>	<i>27%</i>
<i>Ralentir la chute</i>	<i>Accrocher un parachute à l'œuf</i>	<i>22%</i>
<i>Interrompre la chute</i>	<i>Mettre un filet quelques centimètres sous le lâcher</i>	<i>5%</i>
<i>Agir avant la chute</i>	<i>Lâcher d'une hauteur de 11m</i>	<i>3%</i>
<i>Agir après la chute</i>	<i>Remplacer l'œuf cassé par un œuf intact</i>	<i>0%</i>
<i>Utiliser un dispositif vivant</i>	<i>Dresser un aigle pour qu'il rattrape l'œuf au vol et le dépose au sol</i>	<i>4%</i>
<i>Modifier les propriétés de l'œuf</i>	<i>Congeler l'œuf avant de le lâcher</i>	<i>3%</i>
<i>Utiliser les propriétés naturelles de l'œuf</i>	<i>Lâcher l'œuf selon son axe de robustesse maximale</i>	<i>0%</i>
<i>Utiliser les propriétés de l'environnement</i>	<i>Lâcher l'œuf en dehors de toute attraction</i>	<i>5%</i>

Tableau 13 – Pourcentages de réponses par méta-catégories à la tâche du lâcher d'œuf. Les trois premières catégories sont les catégories de solutions issues de raisonnements restrictifs, les autres sont issues de raisonnements expansifs.

L'analyse des réponses données par les participants a révélé un effet de fixation solide. En effet, 81% des réponses consistent à utiliser un dispositif inerte afin (1) d'amortir le choc (33%), (2) de protéger l'œuf (26%), ou (3) de ralentir la chute (22%) (χ_2 significatif à $p < 0,0005$). Un bon exemple d'une solution dans l'effet de fixation du fait de l'activation de la connaissance classique est de ralentir la chute avec un parachute. D'un autre côté, les solutions appartenant aux chemins expansifs ont été moins souvent proposées par les participants (19%, χ_2 significatif à $p < 0,0005$). Fait intéressant, moins de 10% des réponses consistaient à utiliser un dispositif vivant (4%) ou à modifier les propriétés naturelles de l'œuf (3%).

On en déduit ainsi la distribution naturelle de réponses suivante (figure 30):

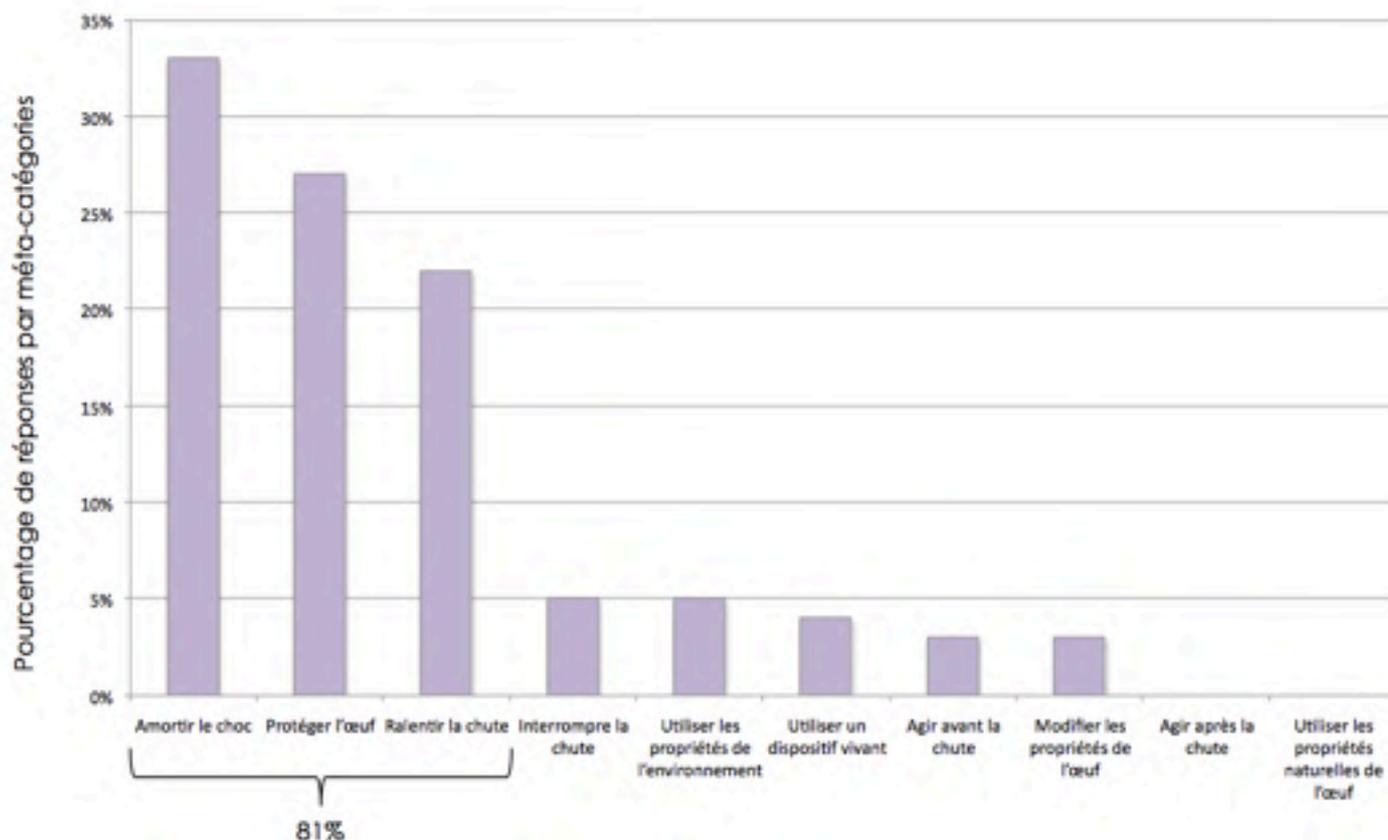


Figure 33 – Distribution naturelle des réponses à une tâche de conception, le lâcher d'œuf, par méta-catégories. Ces catégories, construites grâce au référentiel C-K, modélisent les différentes classes de raisonnement possibles pour la tâche de l'œuf. La distribution montre que 81% des réponses sont concentrées sur les trois classes de raisonnement restrictif, i.e. amortir le choc, protéger l'œuf et ralentir la chute, ce qui met en évidence un effet de fixation individuelle. Les autres catégories, qui rendent compte des raisonnements expansifs, sont peu proposées et sont donc en dehors de l'effet de fixation individuel.

On en conclut que, dans la conception de solutions à une tâche créative, le référentiel C-K permet de modéliser et de rendre visibles les effets de fixation au niveau individuel. Les partitions restrictives que peut générer un acteur rendent compte de ces effets de fixation individuelle. Les partitions expansives sont en dehors de ces effets de fixation individuelle. Ce qui valide notre première hypothèse de construction de l'outil de diagnostic de la fixation collective, le référentiel C-K. La modélisation d'un raisonnement de conception par la théorie C-K, en distinguant les partitions restrictives et les partitions expansives, permet d'identifier les effets de fixation individuelle ; les voies restrictives dans l'espace C (i.e. qui ne rediscutent pas les propriétés ou l'identité de l'objet) caractérisent la fixation individuelle, et les voies expansives dans l'espace C correspondent aux concepts qui sont en dehors de ces effets de fixation individuelle.

Ce qu'il faut retenir du chapitre VIII

Nous avons mobilisé un protocole expérimental propre aux sciences cognitives pour valider la première hypothèse d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K, à savoir que les voies restrictives du référentiel rendent compte des effets de fixation individuelle et que les voies expansives de ce référentiel sont en dehors de ces effets de fixation au niveau individuel. Pour tester cette hypothèse, une tâche classique en créativité a été choisie : concevoir un moyen de lâcher un œuf de poule d'une hauteur de 10 m de sorte qu'il ne se casse pas. L'expérimentation a été divisée en deux phases: (1) mobiliser l'outil référentiel C-K pour identifier les voies restrictive et expansive et (2) valider que les voies restrictives renvoient bien à des effets de fixation individuelle.

En utilisant la construction d'un référentiel C-K telle que présentée dans le chapitre VII, nous avons identifié les différentes classes de raisonnement possibles (restrictif et expansif) autour du concept initial « concevoir un lâcher d'œuf d'une hauteur de 10m pour qu'il ne se casse pas ». Dans un second temps, un groupe de participants a été invité à donner des solutions à cette tâche de créativité. Chaque participant disposait de dix minutes pour générer autant de solutions originales que possible à cette tâche de créativité. L'analyse des réponses de ces sujets a révélé un effet de fixation individuel. En effet, 81% des réponses consistent à utiliser un dispositif inerte afin d'amortir le choc (33%), de protéger l'œuf (26%), ou de ralentir la chute (22%). D'un autre côté, les solutions appartenant aux chemins expansifs ont été moins souvent proposées par les participants (19%) ; typiquement, moins de 10% des réponses consistaient à utiliser un dispositif vivant (4%) ou à modifier les propriétés naturelles de l'œuf (3%).

On en conclut que, dans la conception de solutions à une tâche créative, le référentiel C-K retrouve les effets de fixation au niveau individuel. Les partitions restrictives que peut générer un acteur rendent compte de ces effets de fixation individuelle. Les partitions expansives sont en dehors de ces effets de fixation individuelle. Ce qui valide notre première hypothèse de construction de notre outil de référentiel C-K, à savoir que la modélisation d'un raisonnement de conception par la théorie C-K, en distinguant les partitions restrictives et les partitions expansives, permet d'identifier les effets de fixation individuelle : les voies restrictives dans l'espace C (i.e. qui ne rediscutent pas les propriétés ou l'identité de l'objet) caractérisent la fixation individuelle, et les voies expansives dans l'espace C correspondent aux concepts qui sont en dehors de ces effets de fixation individuelle.

Chapitre IX - Validation empirique de l'outil de diagnostic : le cas des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées

Une analyse quantitative sur une tâche de créativité encadrée par un protocole expérimental a été utilisée pour valider la première hypothèse intrinsèque à la construction de l'outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K. Ainsi, les voies restrictives du référentiel C-K rendent compte des effets de fixation individuelle et les voies expansives de ce référentiel sont en dehors de la fixation au niveau individuel. La seconde hypothèse repose sur une extension de la caractérisation par les voies restrictives des blocages cognitifs, passant des effets de fixation individuels à ceux rencontrés par un collectif.

Nous avons choisi de ne pas tester cette seconde hypothèse dans une situation similaire à l'expérience contrôlée en laboratoire que nous venons de présenter précédemment. En effet, le recours aux sciences cognitives ne permet pas de modéliser un collectif dans toute la richesse analysée en sciences de gestions. Par exemple, les interactions variées au sein d'un collectif ou encore la nature hétérogène des acteurs au sein de ce collectif ne sont pas aujourd'hui modélisées dans les modèles existants en psychologie cognitive. Nous avons donc choisi de valider cette deuxième partie en utilisant le référentiel C-K dans une situation industrielle d'innovation orpheline, l'industrie de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies. Une démarche naturaliste d'analyse d'une situation *in situ* a été adoptée. L'étude de cette industrie est reprise dans la partie 4 et constitue le cas principal d'étude de la sortie d'une situation d'innovation orpheline au travers d'une approche de recherche-intervention. L'aspect intervention, moins important dans cette première analyse, s'appuie de fait principalement sur des entretiens et des observations. Bien qu'une distinction soit artificielle entre l'outil de diagnostic et les formes organisationnelles qui peuvent s'approprier et déployer un outil de la sorte, nous prenons le parti de séparer dans un premier temps ce qui fait outil et les structures organisationnelles qui lui sont associées (et qui seront détaillées dans le chapitre XII).

Nous allons dans un premier temps présenter le contexte du secteur des nouvelles technologies au service des personnes âgées ; nous montrerons que cette industrie est aujourd'hui dans une situation d'innovation orpheline (IX.1). Le protocole de validation sur lequel s'appuie l'étude de ce secteur sera ensuite explicité (IX.2), et nous appliquerons la méthodologie de construction d'un référentiel C-K en cinq étapes tel qu'il a été présenté dans le chapitre VII (IX.3). Enfin, nous discuterons de la position d'outil de diagnostic et d'outil pour l'action du référentiel C-K dans cette situation (IX.4).

1. Symptômes d'une dynamique industrielle bloquée

Au cours des prochaines décennies, la France, comme la plupart des pays d'Europe, doit faire face à de nouveaux défis, liés au vieillissement de la population. Le nombre de Français âgés de plus de

75 ans sera multiplié par 2,5 entre 2000 et 2040, pour atteindre un nombre total de 10 millions de personnes. Il est possible de prédire que 1,2 millions de personnes seront dépendantes en 2040 en France ⁴³. Aujourd'hui, la majorité des personnes âgées (environ 90%) veulent rester à leur domicile et y mourir. Alors, un constat peut être avancé : l'utilisation des nouvelles technologies d'information et de communication (TIC) pour l'aide à l'autonomie des personnes est un champ d'innovation devant répondre à des attentes sociétales fortes (Picard, 2007).

La question de l'aide aux personnes en perte de leur autonomie est aujourd'hui au cœur de nombre d'initiatives. Les collectifs de patients se structurent, des *start-ups* sont créées pour mettre les nouvelles technologies au service de cette problématique, et le gouvernement français a lancé des groupes de travail sur la question, annonçant l'année 2011 comme l'année du débat sur la dépendance et promettant la mise à disposition d'impressionnants financements ⁴⁴.

«La manière dont nous abordons le problème de la dépendance dans notre société n'est pas l'affaire d'une catégorie sociale ou d'une génération. C'est une question qui nous est posée à tous. La réflexion doit être collective et la réponse aussi. (...) Nous ne pouvons pas laisser les familles seules face à la montée de la dépendance. Pour y faire face, c'est 25 milliards d'argent public qui seront mobilisés cette année.» Discours d'ouverture du débat sur la dépendance, Nicolas Sarkozy, Président de la République, 8 février 2011.

Cependant, malgré ces conditions très favorables, il semble exister un certain enfermement des efforts de conception, la voie d'innovation principalement développée sur le sujet étant la surveillance d'une personne dans son habitation grâce à des appareils de haute technologie : un médaillon relié à un système de téléalarme qui peut déclencher une alerte à distance si nécessaire, des capteurs qui permettent de détecter la chute d'une personne dans le but de prévenir des secours ou le voisinage, etc. Depuis plus de quinze ans déjà, on voit fleurir sur le marché ces propositions se ressemblant un peu toutes, mais aucune d'elles n'a rencontré le succès pour le moment.

Des retours d'utilisateurs montrent qu'en fait ces dispositifs ne sont pas adaptés à leurs besoins, sont difficiles à utiliser et occasionnent une stigmatisation de l'âge et du handicap : la question de l'acceptabilité est en effet un point crucial. En outre, les projets actuels ne semblent pas répondre entièrement au problème, car la plupart des dispositifs déclenchent une alerte en cas d'incident, mais n'empêchent pas pour autant l'accident de se produire. De plus, d'autres verrous subsistent en marge de la question de l'acceptabilité : l'absence d'un marché de la santé structuré, la

⁴³ L'ensemble des chiffres liés à la question de l'autonomie des personnes âgées provient du rapport de l'INSEE de 2006, « La dépendance des personnes âgées, une projection en 2040 » par Michel Duée et Cyril Rebillard.

⁴⁴ Tout du moins, ces promesses furent prononcées avant la remontée de la crise économique à l'automne 2011.

difficulté de comprendre et de se plier aux réglementations, la nécessité de prescription des dispositifs par le corps médical.

En reprenant la caractérisation d'une innovation orpheline donnée dans le chapitre 1, nous montrons comment la question de l'autonomie apparaît comme une voie d'innovation orpheline, sur laquelle les différents acteurs ont du mal à se saisir des problématiques spécifiques :

<i>Une demande sociale forte, formulée et compréhensible</i>	<i>2040 : 10 millions de personnes de plus de 75 ans ; 1,2 millions de personnes seront dépendantes ; 90% des personnes âgées veulent rester à leur domicile et y mourir</i>
<i>Des innovations proposées ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance</i>	<i>Voie principale d'innovation : surveillance d'une personne dans son habitation grâce à des appareils de haute technologie, mais ces produits sont présents sur le marché depuis plus de quinze ans Limites : dispositifs non adaptés aux besoins (alerte et non prévention), difficiles à utiliser et stigmatisant âge et handicap : la question de l'acceptabilité est cruciale.</i>
<i>Des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près</i>	<i>Les technologies de l'information et la communication sont aujourd'hui en pleine expansion, les progrès techniques abondent</i>

Tableau 14 - Les nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées, une innovation orpheline

2. Protocole de validation

L'industrie de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies peut être utilisée comme une situation d'expérimentation pour valider l'hypothèse sur le référentiel C-K quant à sa capacité à diagnostiquer la fixation collective. Ce secteur est dans une situation d'innovation orpheline, et les parties précédentes de la thèse ont permis de souligner qu'une telle situation est caractérisée par un état de fixation collective, qui se traduit par un défaut d'interactions entre des imaginaires. Nous souhaitons désormais montrer en quoi un outil du type « référentiel C-K » permet bien de décrire ce défaut d'interaction entre des imaginaires, *i.e.* l'incapacité des acteurs d'un collectif à échanger des concepts, des problématiques, des questions.

Nous proposons de construire dans un premier temps un référentiel C-K sur cette problématique et d'identifier les classes de raisonnement expansif et restrictif pour adresser la question de l'aide à l'autonomie des personnes. La séquence de construction du référentiel telle que présentée dans le chapitre VII est ainsi utilisée. Dans un second temps, il convient de positionner l'ensemble des idées des acteurs de l'industrie sur ce référentiel pour effectivement valider que la fixation collective est caractérisée par les classes de raisonnements restrictifs. Cependant, avoir accès à l'intégralité des idées, des imaginaires travaillés par les acteurs n'est pas possible tant la complexité de récolte des données serait grande. Nous avons opté pour une analyse de l'ensemble des projets financés par des appels à projets européens, en ayant conscience que cela introduit un biais dans l'étude des imaginaires, puisque nous n'avons accès qu'au seul spectre de projets qui ont été évalués, adoptés, financés.

3. Application de la méthodologie de construction d'un référentiel C-K et analyse de la fixation collective

Nous utilisons les cinq étapes de construction d'un référentiel C-K tel que présenté dans le chapitre VII ⁴⁵. Tout d'abord, nous recensons l'ensemble des connaissances du secteur en étudiant les produits existants et les projets en cours sur le secteur de l'autonomie des personnes âgées. L'analyse met en évidence la prolifération de dispositifs dont le but est le suivi d'une personne à son domicile (médaillon ou capteurs sensoriels pour déclencher une alerte, téléalarme, téléassistance, *etc.*). Les questions de *business model* sont abordées et les difficultés à penser des modèles d'affaires en accord avec les dispositifs de prescription et de remboursements sont soulevées. En gériatrie, de nouveaux concepts émergent, comme celui de la fragilité, description d'un état d'une personne indépendamment de son âge et de ses pathologies, mais ces concepts ne circulent pas au sein de l'industrie. Les connaissances partagées par l'ensemble des acteurs renvoient ainsi à l'ensemble des dispositifs techniques permettant la surveillance et le contrôle d'une personne âgée.

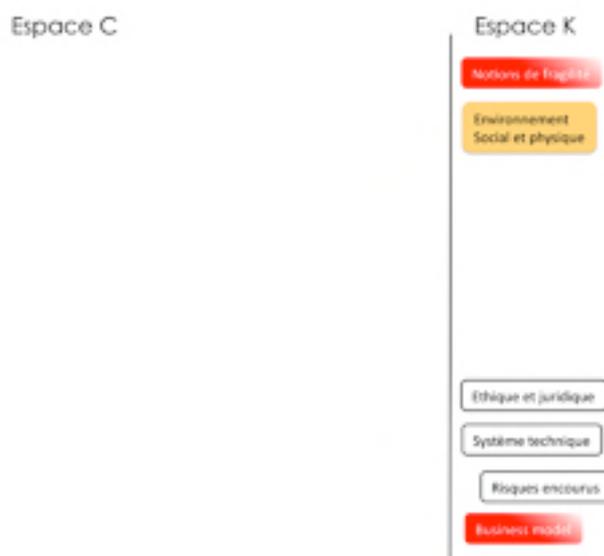


Figure 34 - Etape 1 de construction du référentiel C-K état de l'art

Puis l'ensemble des concepts adressables peut être généré à partir de l'intersection des connaissances, *i.e.* l'ensemble des connaissances partagées par l'ensemble des acteurs. Cela permet de rendre compte des efforts de conception concernant (1) le *monitoring* d'une personne à son domicile, concept bien connu et donnant lieu à de nombreuses mises sur le marché, mais aussi (2) la recherche

⁴⁵ Nous ne détaillons pas dans cette partie les dispositifs organisationnels mis en œuvre pour la construction du référentiel C-K. Ils feront l'objet d'une étude plus approfondie dans le chapitre XII, dans la partie 1.1.

médicale sur les causes de la perte d'autonomie et (3) les dispositifs permettant de suppléer cette condition, comme la canne ou le déambulateur.

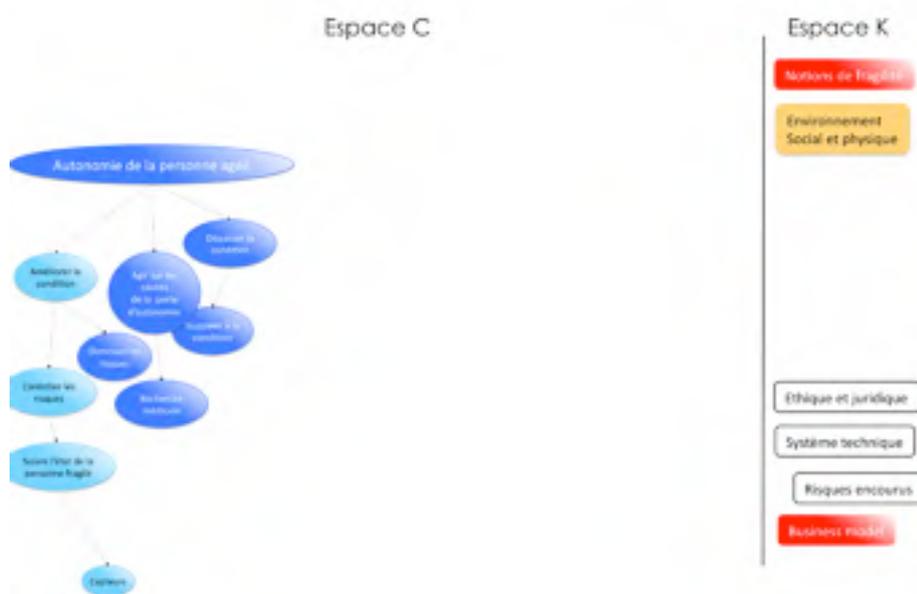


Figure 34 - Etape 2 de construction du référentiel C-K : génération des concepts adressables

Nous opérons maintenant une première expansion, en nous appuyant sur la réunion des connaissances. En particulier, nous intégrons dans la génération de concepts la connaissance sur la notion de fragilité.

Le terme autonomie, s'il a bien l'avantage de porter une connotation positive et ouverte, a également tendance à fixer les réflexions sur la question du handicap et des personnes âgées. Or, la perte d'autonomie (permanente ou temporaire) peut survenir chez toute personne et à tout stade de la vie : accident, maladie, isolement, alcoolisme, famille monoparentale, dépression... Cela pousse à développer des connaissances plus poussées sur la notion d'autonomie, en particulier sur la question de l'autonomie des enfants, des personnes accidentées et en difficulté temporairement, des personnes isolées. Des discussions avec des gériatres et quelques lectures amènent à étayer la notion de la fragilité. La fragilité est décrite comme un état intermédiaire entre la robustesse et la dépendance (Fried et al., 2001). Durant cette période de la vie, qui concerne par exemple une grande partie des seniors, le risque de chuter ou de développer une maladie est plus important. La fragilité a été définie comme un syndrome clinique, où trois ou plus des critères suivants sont présents: la perte de poids non intentionnelle (10 kilos en un an), l'épuisement auto-déclaré, la faiblesse de préhension, un ralentissement de la vitesse de marche et la faible activité physique (Fried et al., 2001). La notion de fragilité a été ensuite étendue à des critères psychologiques et sociaux (Vedel, 2009; Vedel & Ankri, 2008). Au cours de cette période de la vie, les risques de chute ou de développer une maladie sont plus élevés. Cette condition est caractérisée par les risques auxquels le sujet est soumis et qui peuvent le plonger dans une perte d'autonomie (Guilley, Armi, Ghisletta, D'Epinay, & Michel, 2003). La fragilité

n'est pas une dépendance, ni de la perte d'autonomie, mais reflète les besoins de soutien qui sont en adéquation avec la vie projetée de la personne, dans une logique de la prévention.

Partant de ce constat, nous reformulons le concept initial de « l'aide à l'autonomie des personnes âgées au moyen des nouvelles technologies » en celui de « l'aide à la fragilité », qui replace la personne au sein de son environnement (matériel et social), avec lequel elle interagit. Cette reformulation conduit à restructurer l'ensemble des connaissances : l'intersection des connaissances de l'ensemble des acteurs ne contient pas la connaissance sur la fragilité, mais la réunion des connaissances si, ce qui permet de restaurer de nouveaux imaginaires pour l'ensemble de l'industrie. Nous pouvons alors générer une première expansion à partir de cette reformulation s'appuyant sur la fragilité, et en ouvrant sur une aide à la fragilité s'attachant à agir sur la personne fragile, à agir sur son environnement (social et physique) ou à agir sur l'interaction de cette personne avec son environnement.

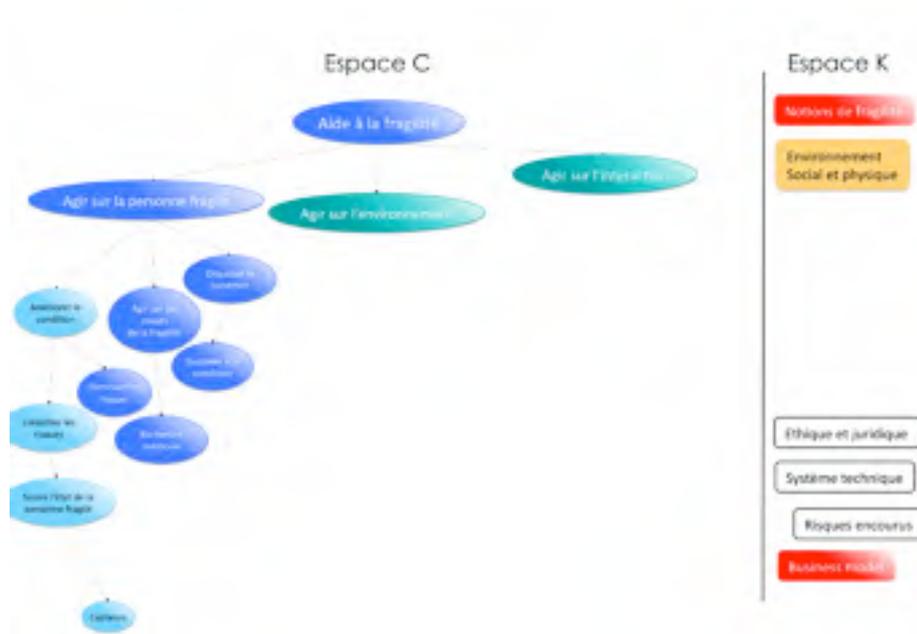


Figure 35 - Etape 3 de construction du référentiel : génération d'une première expansion

Cette première expansion ouvre le champ des possibles. En mobilisant le mécanisme de double expansion en concept et en connaissance, de nouvelles pistes apparaissent, tant au niveau des voies d'innovation possibles (utiliser les capacités d'apprentissage des personnes fragiles ou utiliser des capteurs pour suivre l'état de l'environnement qui peut être un risque pour une personne fragile) qu'au niveau des connaissances à approfondir (quelle est la nature des interactions entre une personne et son environnement ?).

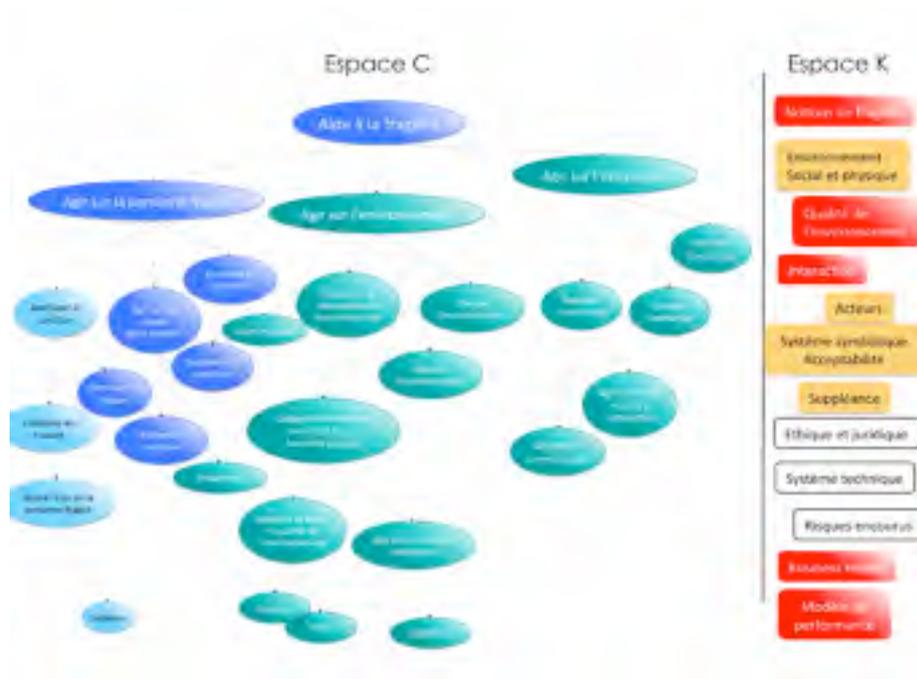


Figure 36 - Etape 4 de construction du référentiel C-K : mécanismes de double expansion

Cela permet alors de construire un référentiel C-K sur la question de l'autonomie des personnes âgées, sur lequel nous avons positionné 27 projets européens⁴⁶ traitant de cette problématique.

⁴⁶ L'ensemble des projets de l'autonomie des personnes âgées sont décrits dans l'annexe 2.

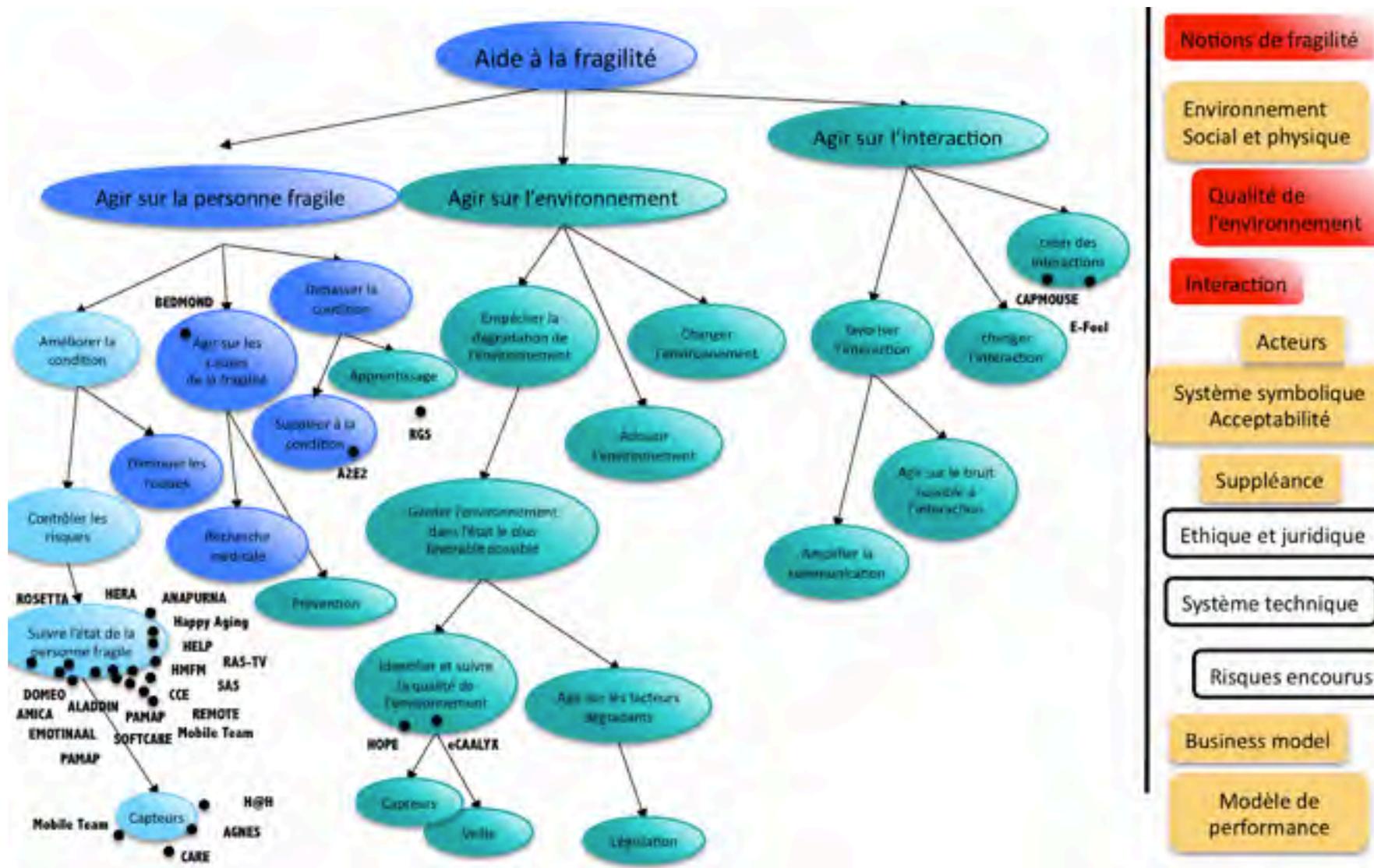


Figure 37 - Etape 5 de construction du référentiel C-K sur l'autonomie des personnes âgées : positionnement de 27 projets européens (voir annexe 2) sur les voies conceptuelles du référentiel. Les points noirs représentent les projets.

On peut alors relire ce positionnement de projets comme une distribution des réponses selon les catégories suivantes :

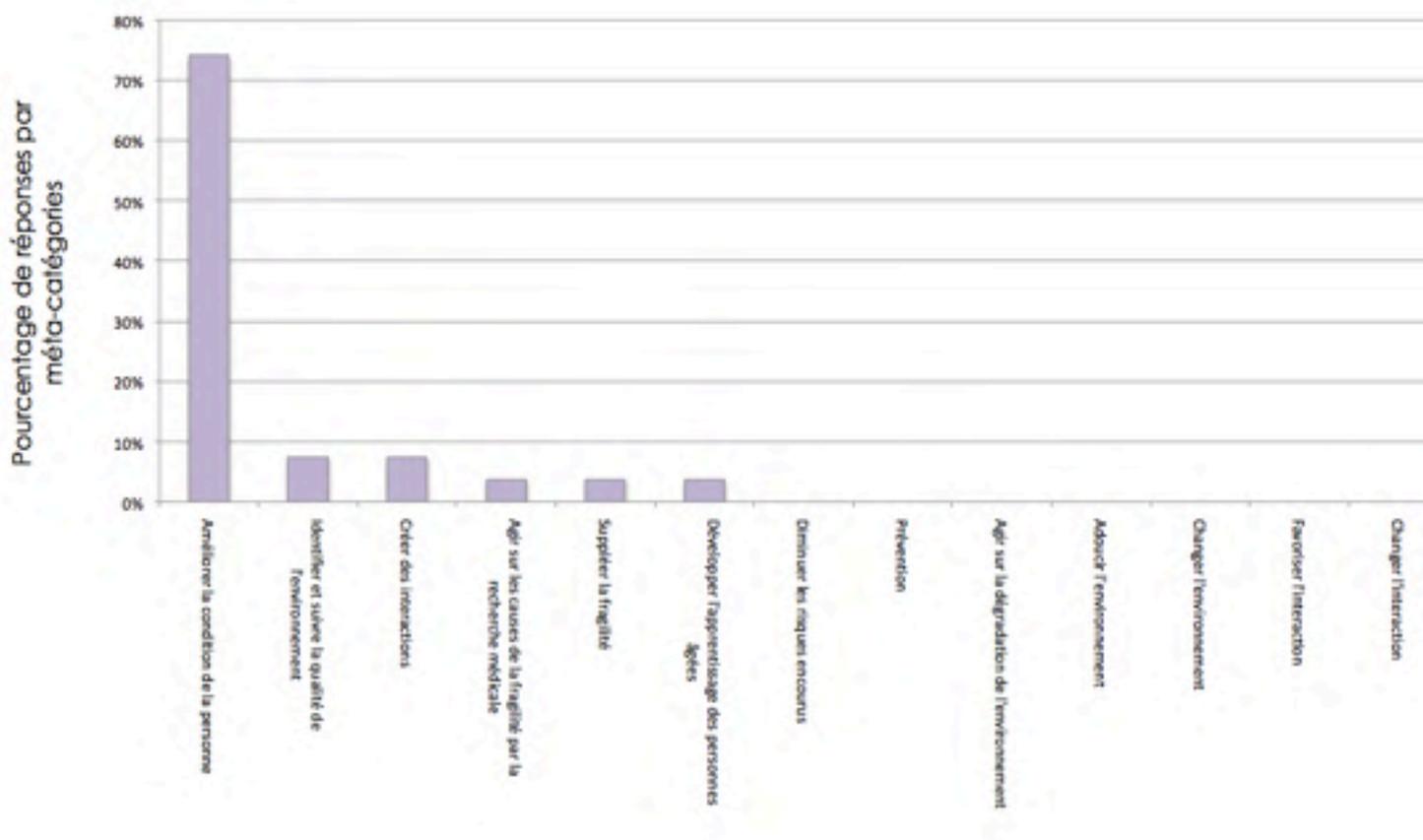


Figure 38 - Distribution des projets européens en cours par méta-catégories. Ces catégories, construites grâce au référentiel C-K, modélisent les différentes classes de raisonnement possibles sur l'industrie des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées. La distribution montre que 74% des projets sont concentrés sur une classe de raisonnement restrictif, i.e. améliorer la condition de la personne, ce qui met en évidence un effet de fixation au niveau de l'industrie, i.e. une fixation collective. Les autres catégories, qui rendent compte des raisonnements expansifs, sont peu proposées et sont donc en dehors de l'effet de fixation collective.

L'analyse de la distribution des projets sur les différentes voies d'innovation montre qu'il existe un effet de fixation collective et que le référentiel C-K peut diagnostiquer cet effet. De fait, le référentiel C-K rend compte des différentes classes de raisonnement possibles sur l'industrie des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées. 74% des projets sont concentrés sur une classe de raisonnement restrictif, ce qui montre la fixation collective. Les autres catégories, qui rendent compte des raisonnements expansifs, sont peu proposées et sont donc en dehors de l'effet de fixation collective.

Le référentiel met ainsi en avant que le secteur de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies est dans une situation d'innovation orpheline de par un défaut d'interaction entre les imaginaires : les différentes voies du référentiel C-K qui ne sont pas explorées et qui rendent compte de la fixation collective peuvent en effet être atteintes si un raisonnement de

conception a lieu et permet d'échanger des connaissances et des imaginaires. De fait, un acteur se positionnant sur l'utilisation de capteur pour contrôler les mouvements d'une personne, peut, s'il interagit avec un acteur travaillant l'imaginaire de la fragilité, explorer de nouvelles voies conceptuelles et, par exemple, se repositionner sur des projets d'utilisation de capteur de l'environnement d'une personne âgée pour analyser la qualité et les risques de l'environnement en temps réel, pour typiquement prévenir si un tapis est mal positionnée et fait des bosses, ce qui pourrait potentiellement provoquer une chute. Ainsi, le référentiel C-K montre que les voies au sein de l'effet de fixation collective ne sont pas les seules voies qui ont de la valeur pour les acteurs concepteurs. Des voies en dehors de l'effet de fixation collective, comme la question de l'environnement ou de l'interaction entre cet environnement et la personne fragile, ne sont pas explorées du fait d'un manque de valeur, mais bien du fait d'un effet de fixation collective.

On en conclut que, dans une situation d'innovation orpheline, le référentiel C-K permet bien de visualiser les effets de fixation collective. Les raisonnements restrictifs que peut générer un collectif rendent compte des voies explorées du fait d'un défaut d'interaction entre des imaginaires. Les partitions expansives sont en dehors de ces effets de fixation collective. Ce qui valide notre seconde hypothèse de construction de notre outil de référentiel C-K, à savoir que la modélisation d'un raisonnement de conception par la théorie C-K, en distinguant raisonnements restrictifs et expansifs, permet d'identifier les effets de fixation collective. La modélisation des classes de raisonnement de conception par la théorie C-K permet d'identifier les voies d'innovation qui résultent d'un manque d'interaction entre des imaginaires, *i.e.* les raisonnements restrictifs, et les raisonnements expansifs issus d'interaction entre des imaginaires.

4. Le référentiel au delà du diagnostic

L'étude du référentiel C-K sur une situation empirique fait apparaître un paradoxe : le diagnostic est déjà une mise en mouvement de l'industrie. En effet, la construction même du référentiel C-K, au delà d'être un simple constat des facteurs bloquants d'une dynamique industrielle, met en évidence des alternatives aux imaginaires actuellement explorés par les acteurs de l'écosystème. L'outil de diagnostic devient actionnable dès qu'il est diffusé, devenant ainsi un instrument de gestion.

Depuis plusieurs années, la gestion s'est développée comme une discipline centrée autour d'instruments et d'actions outillées. Plusieurs approches théoriques se sont ainsi construites autour de l'étude d'instruments de gestion, permettant d'analyser une action collective au travers des outils mis en place pour déployer et piloter cette action (Hatchuel & Weil, 1992; Labatut, 2009). L'outil de gestion est alors perçu comme le vecteur de construction des savoirs et de formalisation de l'action collective.

Evoquer le terme d'instruments de gestion revient donc à rappeler, à côté de la dimension matérielle (...) ces deux dimensions fondamentales constitutives de l'activité gestionnaire : ils sont le produit d'une opération de pensée intellectuelle

(doctrine d'usage, schéma abstrait) et ils comportent une dimension politique, implicite ou explicite, susceptible d'être révélée dans le cadre d'actions organisées et finalisées. (Aggeri & Labatut, 2010)

La nature d'un instrument de gestion et les effets de celui-ci sur l'action collective ont été explorés sur différents aspects (Aggeri & Labatut, 2010) : notamment, la neutralité de l'instrument est remise en question (Berry, 1983), l'instrument de gestion ne se conforme pas à la volonté des acteurs, mais il prescrit une conduite, influence les décisions (Moison, 2005).

On voit se dessiner différents leviers d'action sur le référentiel :

- l'exploration de voies nouvelles atteignables à un incrément de connaissance ou à une restructuration des connaissances déjà maîtrisées près permet de conduire à un repositionnement de projets existants sur des voies innovantes ;
- l'identification de connaissances manquantes ou mal approfondies peut lancer des stratégies d'apprentissage et/ou des programmes de recherche, mais permet aussi aux différents acteurs de nouer des partenariats nouveaux ;
- les connaissances manquantes dans l'industrie et les imaginaires liés à ces connaissances manquantes peuvent alors être travaillés par une action collective.

Ainsi, l'outil référentiel C-K que nous avons proposé pour diagnostiquer l'innovation orpheline contient intrinsèquement des leviers pour agir sur l'action. Il en devient alors un outil de gestion, son usage ne peut être complètement distingué de sa conception et son appropriation par des organisations le met en œuvre réellement (De Vaujany, 2006). Comme nous l'avons déjà souligné en introduction, la distinction entre l'outil de diagnostic et l'instrument de gestion est au final artificielle et a été maintenue pour un souci de clarté dans la thèse. Il convient désormais d'explorer ces leviers d'action que permet le diagnostic de l'innovation orpheline et de discuter des formes organisationnelles qui peuvent s'appropriier et mobiliser un tel outil.

Ce qu'il faut retenir du chapitre IX

La seconde hypothèse du référentiel C-K sur la capacité de celui-ci à diagnostiquer l'innovation orpheline a été validée en utilisant le référentiel C-K dans une situation industrielle d'innovation orpheline, l'industrie de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies.

La question de l'aide aux personnes en perte de leur autonomie est aujourd'hui au cœur de nombre d'initiatives : les collectifs de patients se structurent, des start-ups sont créées pour mettre les nouvelles technologies au service de cette problématique, et le gouvernement français a lancé des groupes de travail sur la question. Cependant, malgré ces conditions très favorables, il existe une catalepsie des acteurs, la voie d'innovation principalement développée sur le sujet étant la surveillance d'une personne dans son habitation grâce à des appareils de haute technologie : un médaillon relié à un système de téléalarme, des capteurs pour détecter la chute d'une personne dans le but de prévenir des secours, etc. Depuis plus de quinze ans déjà, on voit fleurir sur le marché ces propositions se ressemblant un peu toutes, mais aucune d'elles n'a rencontré le succès pour le moment. Cette industrie apparaît ainsi comme une situation d'innovation orpheline, sur laquelle les différents acteurs ont du mal à se saisir des problématiques spécifiques.

Nous avons alors construit dans un premier temps un référentiel C-K sur cette problématique afin d'identifier les classes de raisonnements expansifs et restrictifs pour adresser la question de l'aide à l'autonomie des personnes. Dans un second temps, nous avons positionné l'ensemble des idées des acteurs de l'industrie sur ce référentiel pour effectivement valider que la fixation collective est caractérisée par les classes de raisonnements restrictifs. L'analyse de la distribution des projets sur les différentes voies d'innovation montre qu'il existe un effet de fixation collective et que le référentiel C-K peut le diagnostiquer. De fait, le référentiel C-K rend compte des différentes classes de raisonnement possibles sur l'industrie des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées, et 74% des projets sont concentrés sur une classe de raisonnement restrictif, ce qui montre la fixation collective alors que les autres catégories, qui rendent compte des raisonnements expansifs, sont peu proposées et sont donc en dehors de l'effet de fixation collective.

On en conclut que, dans une situation d'innovation orpheline, le référentiel C-K permet bien de visualiser les effets de fixation collective. La modélisation des classes de raisonnement de conception par la théorie C-K permet d'identifier les voies d'innovation qui résultent d'un manque d'interaction entre des imaginaires, i.e. les raisonnements restrictifs, et les raisonnements expansifs issus d'interaction entre des imaginaires, et permet ainsi de diagnostiquer la fixation collective.

Conclusion de la partie 3 - Retour sur le cas de la sécurité des deux-roues et ouverture managériale

Nous avons, dans cette partie, proposé un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K, et nous en avons validé les principes sous-jacents. Cette méthodologie de construction d'un diagnostic de l'innovation orpheline a été utilisée dans différentes situations : le lâcher d'œuf (chapitre VIII), les TICs et l'autonomie des personnes âgées (chapitre IX et XII), la valorisation énergétique de la biomasse (chapitre X), l'efficacité énergétique en milieu urbain (non présenté dans la thèse), et la sécurité routière pour les deux-roues.

Nous proposons de reprendre ce dernier cas étudié dans la partie 1, sur la sécurité des deux-roues, et diagnostiquer l'innovation orpheline de ce secteur en utilisant cette méthodologie de référentiel. Nous utilisons une analyse quantitative de 32 projets européens⁴⁷ sur le sujet et nous positionnons alors sur l'espace C l'ensemble de ces projets recensés en 2009 sur la thématique.

Le référentiel issu de cette analyse est présenté ci-dessous (figure 40). Le référentiel C-K montre que l'ensemble des projets adresse le paradigme de la sécurité routière comme étant soit active, soit passive. La question de la sécurité interactive reste une alternative inexplorée. La représentation partagée par l'ensemble des acteurs de la sécurité des deux-roues comme devant être considérée comme pour la voiture, à savoir une sécurité active versus passive, semble être une des explications possibles à l'enfermement des efforts d'innovation sur des voies qui ne permettent pas aujourd'hui d'enrayer les courbes d'accidentologie sur le deux-roues. D'où la situation d'innovation orpheline. Par ailleurs, la question de la sécurité interactive fait sens, et n'est pas une alternative sans intérêt ou inatteignable. Ainsi, un acteur travaillant sur l'amélioration des casques (sécurité passive), aurait intérêt à explorer la voie de la sécurité interactive, le casque pouvant être le support et le média d'une interaction entre le conducteur et son environnement. La voie de la sécurité interactive peut alors être porteuse de valeur pour les projets qu'elle permettrait en elle-même, mais aussi pour les apprentissages auxquels elle conduirait et qui permettraient d'innover en sécurité passive ou active.

⁴⁷ L'ensemble des projets de sécurité des deux roues sont décrits dans l'annexe 3.

L'analyse de cette situation soulève alors la question de l'incarnation d'une action de sortie de l'innovation orpheline : en effet, dans un cas empirique comme celui de la sécurité des deux-roues, quels peuvent être les acteurs porteurs de la construction d'une visualisation de défaut de coordination, mais aussi acteurs de l'issue de l'innovation orpheline ? Penser le concept de sécurité interactive nécessite d'être capable de s'extraire de la vision active / passive de la sécurité pour redéfinir le champ des acteurs pertinents et nécessite des compétences nouvelles : la notion de sécurité interactive replace le deux-roues au cœur de son environnement. Elle doit mobiliser alors une coopération avec les acteurs de la sécurité automobile et de la sécurité piéton, et suscite un apprentissage sur l'interaction entre le deux-roues et son environnement.

A partir du modèle théorique proposé au chapitre V, nous avons proposé une caractérisation précise de ce qu'est une innovation orpheline et des facteurs de blocages qu'elle encourt : la *path-dependence* institutionnelle, la fixation cognitive individuelle et la fixation cognitive collective. Nous avons ensuite construit un cadre formel et un instrument pour diagnostiquer *in situ* une situation d'innovation orpheline. **Mais on ne peut penser un outil sans prendre en compte la nature de l'acteur qui le conçoit, qui le construit, le diffuse, le porte. Quels sont alors les acteurs capables de porter un tel outil ?** Il est évident que ce diagnostic des imaginaires alternatifs qui peuvent permettre de dépasser l'innovation orpheline n'est pas suffisant pour insuffler une dynamique nouvelle et sortir de l'impasse. L'attente d'un heureux hasard ou d'un entrepreneur capable de sortir des effets de fixation et de s'écarter consciemment des imaginaires actuels semblent des stratégies risquées, d'autant que l'inflexion d'un seul entrepreneur ne garantit pas une mise en mouvement de l'ensemble de l'industrie. **Nous soutenons que les situations d'innovation orpheline peuvent être gérées au niveau collectif mais que cela nécessite l'émergence d'une figure nouvelle prenant en charge le diagnostic du blocage cognitif et l'explicitation d'imaginaires en dehors des effets de fixation, ce qui fait l'objet de la partie 4 de cette thèse.**

SYNTHESE DE LA PARTIE 3

Diagnostiquer l'innovation orpheline : mise au point et validation d'un instrument

La partie 2 de la thèse avait proposé un modèle des échanges entre des acteurs concepteurs pour comprendre les dynamiques contemporaines de croissance, ainsi que les blocages qui peuvent survenir dans les activités de conception innovante. L'importance d'une interaction entre les imaginaires pour maintenir une dynamique de croissance a été mise en avant. A été avancée l'hypothèse que les blocages cognitifs, les effets de fixation individuels et collectifs, sont des freins à l'expansion de l'espace des imaginaires et peuvent conduire à une situation d'innovation orpheline. L'étude empirique d'un premier cas d'innovation orpheline sur la sécurité des deux-roues avait de plus souligné la difficulté de comprendre et d'analyser les facteurs de blocages d'une dynamique industrielle. La caractérisation et le diagnostic d'une situation orpheline réelle sont les enjeux de cette troisième partie de la thèse, qui propose une déclinaison d'un protocole pour construire un instrument de diagnostic, nommé « référentiel C-K », permettant de visualiser les facteurs de blocage de l'innovation orpheline.

Nous avons donc cherché, au sein de cette partie, à construire une objectivation d'un phénomène, l'innovation orpheline, pour lequel il n'existe pas d'observable pour le moment. Pour modéliser des interactions entre imaginaires, il s'agissait de rendre compte de l'interaction entre les raisonnements des acteurs et non seulement de l'interaction entre des connaissances. Dans ce cadre, la mobilisation de la théorie C-K nous a semblé particulièrement adaptée pour modéliser les classes de raisonnements tenus par les acteurs individuels – donc en particulier les imaginaires – et les modalités d'interaction entre ces raisonnements ont fait émerger la nécessité de modéliser les raisonnements créatifs. Deux hypothèses quant à la mobilisation des formalismes C-K pour diagnostiquer l'innovation orpheline ont été posées, explicitant que l'effet de fixation individuel est assimilable à une partition restrictive (au niveau individuel) et que la fixation collective est assimilable à conduire des raisonnements restrictifs sur une base de connaissances qui se limiterait aux connaissances partagées par l'ensemble des acteurs, caractérisant ainsi un défaut d'interaction entre des imaginaires. Ces deux hypothèses nous ont permis de proposer une méthodologie de construction d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K. Pour expliciter la fixation collective et le défaut d'interaction entre des imaginaires, nous avons utilisé la théorie C-K pour faire une cartographie des classes de raisonnement possibles dans une situation de conception et qualifier les raisonnements comme expansifs ou restrictifs afin d'identifier les effets de fixation.

Nous avons ensuite validé ces deux hypothèses : un protocole expérimental propre aux sciences cognitives a été adopté pour valider la première hypothèse d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, le référentiel C-K, à savoir que les voies restrictives du référentiel rendent compte des effets de fixation individuelle et que les voies expansives de ce référentiel sont en dehors de ces effets de fixation au niveau individuel. Pour tester cette hypothèse, une tâche classique en créativité a été choisie : concevoir un moyen de lâcher un œuf de poule d'une hauteur de 10 m de sorte qu'il ne se casse pas. L'expérimentation a été divisée en deux phases: (1) mobiliser l'outil référentiel C-K pour identifier les voies restrictives et expansives et (2) valider que les voies restrictives renvoient bien à des effets de fixation individuelle. L'analyse des réponses de ces sujets a révélé qu'effectivement l'effet de fixation individuel coïncide avec les raisonnements restrictifs individuels.

La seconde hypothèse du référentiel C-K sur la capacité de celui-ci à diagnostiquer l'innovation orpheline a été validée en utilisant le référentiel C-K dans une situation industrielle d'innovation orpheline, l'industrie de l'aide à l'autonomie des personnes âgées grâce aux nouvelles technologies. La question de l'aide aux personnes en perte de leur autonomie est en effet aujourd'hui une situation d'innovation orpheline, sur laquelle les différents acteurs ont du mal à se saisir des problématiques spécifiques pour proposer des innovations pourtant attendues. Le positionnement de l'ensemble des idées des acteurs de l'industrie sur un référentiel C-K a effectivement permis de valider que la fixation collective est caractérisée par les classes de raisonnements restrictifs. L'analyse de la distribution des projets sur les différentes voies d'innovation montre qu'il existe un effet de fixation collective et que le référentiel C-K permet de le diagnostiquer.

PUBLICATIONS ASSOCIEES : (1) *la transposition des formalismes C-K dans des outils de gestion et le développement de modalités pratico-pratiques en partenariat avec Sophie Hooge pour utiliser ces formalismes ont conduit à la communication suivante dans une conférence à comité de lecture sur full paper :*

Hooge, S., Agogué, M., & Gillier, T. (2012) A new methodology for advanced engineering design : lessons from experimenting C-K theory-driven tools. Design Society Conference 2012, Dubrovnik.

(2) *l'étude des effets de fixation individuelle mobilisant une approche en psychologie cognitive est la première étape d'un ensemble de recherches (qui sont détaillées dans les chapitres suivants), et a conduit à la communication suivante dans une conférence à comité de lecture sur full paper :*

Agogué M., Kazakçi A.O., Weil B., Cassotti M., (2011) The impacts of examples on creative design : explaining fixation and stimulation effects, ICED 2011, Copenhague

Partie 4 : Gérer la sortie de l'innovation orpheline : l'architecte de l'inconnu, nouvel acteur des dynamiques industrielles contemporaines ?

Chapitre X – Effets managériaux du référentiel : émergence de la figure de l'architecte et limites d'un outil de diagnostic pour sortir de l'innovation orpheline

1. Une première empirie d'un acteur se saisissant d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline : le cas de l'association Ariel
2. Une nouvelle figure d'acteur, l'architecte de l'inconnu
3. Limites de la portée d'action du référentiel C-K

Chapitre XI – Construction d'une logique d'action sur l'interaction entre des imaginaires

1. Etude du rôle de l'exemple dans les situations de conception par une démarche en psychologie cognitive
2. Construction d'une méthodologie de « défixation » pour sortir de l'innovation orpheline

Chapitre XII – Application d'une méthodologie de défixation dans une situation empirique d'innovation orpheline : expérimentation collective sur l'industrie de l'aide à l'autonomie des personnes avec le cluster I-Care

1. Déploiement de la méthodologie de « défixation » sur le cas de l'aide à l'autonomie des personnes âgées
2. Structuration des activités d'un cluster régional : le cluster I-Care, un architecte de l'inconnu
3. Appropriation d'une méthodologie : les activités du cluster I-Care sur la thématique des implants personnalisés et sur le traitement du cancer par les sciences de l'ingénieur

Chapitre XIII – Figure managériale de l'architecte de l'inconnu

1. Modèle cognitif, modèle d'action et performance de l'architecte
2. Positionnement de la figure de l'architecte par rapport aux figures classiques de l'innovation
3. L'architecte de l'inconnu, un nouvel acteur ?

Conclusion

It does not do to dwell on dreams and to forget to live. (A. Dumbledore).

PARTIE 4 : GERER LA SORTIE DE L'INNOVATION ORPHELINE : L'ARCHITECTE DE L'INCONNU, NOUVEL ACTEUR DES DYNAMIQUES INDUSTRIELLES CONTEMPORAINES ?

Le modèle théorique des dynamiques industrielles présenté dans la partie 2 a proposé différents leviers pour sortir de l'innovation orpheline tant sur le plan du raisonnement (la fixation cognitive individuelle et la fixation cognitive collective) que sur le plan organisationnel (modification des capacités de conception individuelles et modification des interactions entre les acteurs pour faire émerger des échanges sur les imaginaires). À partir de ces propositions théoriques, nous avons construit dans la partie 3 un instrument pour diagnostiquer *in situ* une situation d'innovation orpheline. Cependant, la question de la figure managériale associée à un tel outil reste encore ouverte. Quelles sont les formes organisationnelles capables de concevoir, promouvoir, actionner un outil de la sorte et de proposer des voies de sortie de l'innovation orpheline ?

Nous mobiliserons dans ce chapitre une démarche de recherche-intervention pour appliquer dans des situations industrielles les modèles et les outils développés au sein de deux industries : l'industrie de la valorisation énergétique de la biomasse et l'industrie des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées. Cette approche nous conduira à tracer l'émergence d'une nouvelle figure managériale, prenant en charge d'une part la mobilisation d'un diagnostic de l'innovation orpheline, d'autre part une relance de la dynamique industrielle. **Nous nommerons cette figure l'architecte de l'inconnu** (Agogué, Yström & Le Masson, 2012).

Dans une première partie, nous explorerons cette figure de l'architecte au travers d'un premier cas empirique, l'étude de l'association ARIEL sur l'industrie des bioénergies (Chapitre X). Dans ce secteur, la problématique d'innovation orpheline se pose en effet. Nous verrons comment une association en marge de l'industrie a souhaité agir sur les capacités d'innovation en place pour faire émerger des projets originaux, et a ainsi adopté un outil de type référentiel C-K pour poser un diagnostic sur la fixation collective au sein de l'industrie. Les actions mises en œuvre par l'association pour susciter des collaborations innovantes seront décrites. Les limites de l'action d'un architecte dans un contexte où seul le référentiel C-K est mobilisé seront ensuite discutées.

À partir de ces limites, la question de la stimulation de l'interaction entre des imaginaires sera explorée (Chapitre XI). Nous nous focaliserons sur la notion de l'exemple provocant comme générateur d'action sur les imaginaires. Une approche par les sciences cognitives permettra d'explicitier l'impact d'un exemple sur la créativité, et la nature des exemples permettant de stimuler les imaginaires sera détaillée. Cette approche mobilisant la psychologie cognitive nous conduira à proposer une méthodologie de défixation. Nous proposerons en effet une structuration des activités permettant à un acteur de jouer un rôle d'architecte. Cela se traduira par la proposition d'une méthodologie pour aider à la mutation des capacités de conception d'un collectif d'acteurs.

Cette méthodologie sera ensuite appliquée dans une situation empirique (Chapitre XII). Le cas des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées, présenté dans la partie 3 sera repris. Nous montrerons comment une recherche-intervention menée en collaboration avec un acteur souhaitant jouer un rôle d'architecte, le cluster I-Care de la région Rhône Alpes, a permis d'expérimenter la méthodologie de défixation. L'étude du cluster conduira à enrichir la description de l'architecte et à étudier l'appropriation d'une méthodologie et d'un outil de conception innovante par un acteur.

Enfin, nous préciserons le modèle de l'architecte de l'inconnu sur trois plans : celui du raisonnement, celui de l'action, et celui de la performance (Chapitre XIII). Nous montrerons en particulier que le modèle cognitif de l'architecte s'appuie sur la construction d'exemples expansifs permettant de diffuser de nouveaux imaginaires et de susciter la régénération du potentiel de valeur. Nous exposerons ensuite le modèle d'action de l'architecte en explicitant les processus mis en place par nos deux terrains d'étude, le cluster I-Care et l'association Ariel, pour institutionnaliser et rationaliser leur nouveau rôle d'architecte de l'inconnu. La figure de l'architecte sera enfin positionnée par rapport à d'autres acteurs susceptibles de jouer un rôle dans les processus d'innovation, *i.e.* l'entrepreneur, l'intermédiaire d'innovation ou le gestionnaire de plateforme.

Chapitre X – Effets managériaux du référentiel : émergence de la figure de l'architecte et limites d'un outil de diagnostic pour sortir de l'innovation orpheline

La partie 3 a présenté comment construire un diagnostic d'une situation d'innovation orpheline, pour faire apparaître les effets de fixation collective au sein d'une situation empirique d'innovation orpheline. La question de la sortie de l'innovation orpheline reste ouverte.

Nous proposons dans le présent chapitre de découvrir les modalités organisationnelles de la levée de la fixation collective pour permettre la sortie de l'innovation orpheline. Une démarche de recherche-intervention sera donc adoptée sur un premier cas empirique. Nous décrirons un acteur souhaitant agir sur un blocage d'une dynamique industrielle (X.1). Cette approche permettra d'étudier l'association ARIEL qui cherche, sur le secteur de la valorisation énergétique de la biomasse, à susciter des projets innovants pour insuffler une dynamique industrielle à un secteur qui semble en situation de blocage. L'étude de cet acteur se saisissant d'un référentiel C-K pour diagnostiquer la qualité des processus d'innovation du secteur permettra de déceler l'action d'un nouvel acteur, que nous nommerons « architecte » (X.2). Nous discuterons en particulier du choix de la terminologie « architecte » en resituant l'étymologie de cette notion. Puis les limites de l'action d'un acteur comme ARIEL seront exposées, afin de souligner les difficultés à mobiliser le seul référentiel C-K pour amorcer une relance de la dynamique industrielle dans un cas d'innovation orpheline (XI.3).

1. Une première empirie d'un acteur se saisissant d'un outil de diagnostic de l'innovation orpheline : le cas de l'association ARIEL

Nous proposons d'explorer une situation d'innovation orpheline où un acteur souhaite prendre en charge le diagnostic des blocages sous-jacents et mettre en place des moyens d'action pour lever lesdits blocages. Pour ce faire, l'écosystème franco-ukrainien des bioénergies et l'action de l'association ARIEL au sein de la dynamique industrielle seront étudiés.

Nous montrerons tout d'abord en quoi le secteur de la valorisation énergétique de la biomasse est une innovation orpheline, au moyen des critères de description de cette situation de blocage (1.1). L'association ARIEL sera alors présentée (1.2). L'explicitation de son rôle au sein d'un écosystème binational des bioénergies permettra de décrire le contexte de son action, qui s'est opérée tout d'abord au travers d'un séminaire de rencontre entre les différents membres de l'écosystème (1.3), puis de la constitution d'un référentiel C-K permettant diagnostiquer la fixation collective sous-jacente à l'innovation orpheline (1.4).

1.1. La valorisation énergétique de la biomasse : une innovation orpheline

La bioénergie est l'énergie stockée par la biomasse, *i.e.* l'ensemble des matières organiques d'origine végétale, animale ou fongique pouvant devenir source d'énergie par combustion, après méthanisation ou après de nouvelles transformations chimiques. La bioénergie recouvre des réalités diverses, depuis le bois au biocarburant en passant par les algues. L'utilisation de cette source d'énergie est connue depuis de nombreuses années : le premier moteur utilisant du biodiésel fut conçu par Rudolf Diesel au début du XX^e siècle. Les préoccupations contemporaines quant à la recherche de sources énergétiques alternatives aux énergies fossiles ont conduit à un regain d'activités de recherche et d'innovation sur les bioénergies, dans le but de relever plusieurs défis décrits dans les textes d'application du Grenelle de l'Environnement : réduire le changement climatique (et notamment l'impact des gaz à effet de serre), sécuriser l'approvisionnement énergétique (et dépendre dans une moindre mesure des énergies fossiles), développer les zones rurales (diversifier les débouchés pour les agriculteurs par exemple) (Jarry, 2009 ; Ballerini & Alazard-Toux, 2006 ; Pellecuer, 2007). Selon le Commissariat Général au Développement Durable, en 2006, les énergies renouvelables représentaient 7% des sources énergétiques françaises, dont 60% provenant de la biomasse (54% du bois). Cette biomasse sert à la production de chaleur, à la production d'électricité et au développement des biocarburants. Aujourd'hui, la France est le 4^e pays producteur de biocarburants, et le 2^e pays européen. La France est le premier producteur d'éthanol, devant l'Allemagne, et 5,7 tonnes de biodiesel sont aujourd'hui consommées en Europe. Depuis 1992, l'Etat français a soutenu la création d'une agro-industrie lourde pour le développement des bioénergies, par des exonérations de taxe par exemple (Ballerini & Alazard-Toux, 2006).

Cependant, malgré l'ensemble des efforts mobilisés pour faire des bioénergies une ressource énergétique alternative durable, l'industrialisation des procédés liés aux bioénergies est loin de se faire. Si des pays comme la Suède ou la Norvège ont vu se développer de réelles filières de bioénergies, les initiatives françaises restent aujourd'hui à l'état de démonstrateur ou de projet de recherche.

<i>Une demande sociale forte, formulée et compréhensible</i>	<i>Le besoin en énergie propre est aujourd'hui fortement exprimé, pour trouver des alternatives aux énergies fossiles</i>
<i>Des innovations proposées ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance</i>	<i>Les premiers biocarburants datent du début du XX^e siècle ; les projets actuels sont loin de l'industrialisation, en retard fort par rapport à d'autres pays (Nord de l'Europe)</i>
<i>Des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près</i>	<i>On voit une succession de promesses technologiques (différentes générations de conversion, développement de process de covalorisation), qui nécessitent encore des efforts mais sont dans les champs de recherche actuels</i>

Tableau 15 - Valorisation énergétique de la biomasse, une innovation orpheline

1.2. L'association ARIEL, catalyseur des relations au sein de l'écosystème franco-ukrainien

Dans ce contexte de blocage d'une dynamique industrielle, l'association ARIEL a entrepris dès 2008 de lancer un certain nombre d'actions.

L'Association pour la Recherche, l'Industrie, l'Enseignement et leur Liaison (ARIEL) est une association créée en 2000 prolongeant l'action lancée en 1985 par Jacques Levy (ingénieur du corps des Mines, ancien directeur de l'école des Mines de Paris) et Bernard Sutter (ingénieur du corps des Télécoms) au sein de la Conférence des Grandes Ecoles⁴⁸. L'association a pour but de favoriser des échanges créatifs partenariaux entre la France et un autre pays sur un sujet donné, au travers de projets de collaboration entre chercheurs et industriels des deux pays. Cette structure très légère est entièrement portée par son vice-président, Bernard Sutter, et, depuis 5 ans, par sa chargée des opérations Ukraine-Russie, Gala Ledieu-Poloskova. Selon les domaines scientifiques en question, l'association a la capacité de mobiliser des ressources extérieures et de faire appel à des expertises techniques de haut rang. Depuis 2000, différents montages de collaboration ont été mis sur pied sous forme d'action intégrée par Ariel, comme par exemple en Chine (sur l'aérospatial et les télécommunications), en Ukraine (sur les bioénergies) ou en Russie (sur l'efficacité énergétique en milieu urbain). Ces différentes collaborations, s'appuyant sur des demandes émanant souvent des bureaux des affaires étrangères et/ou des ambassades, conduisent à élaborer des projets communs entre des industriels et des chercheurs, français et étrangers, selon une approche développée par Bernard Sutter.

Le 9 décembre 2008 à Kiev, l'Académie des Technologies de France et l'Académie des Sciences Technologiques d'Ukraine (ATSU) ont signé avec ARIEL un accord de coopération intitulé « CODEST France-Ukraine » (Co-Développement Science et Technologie), accord ayant pour objectif de promouvoir des projets communs de recherche et d'innovation impliquant chercheurs, industriels et acteurs économiques des deux pays, ainsi que des étudiants et élèves chercheurs, sur la thématique des biomasses et bioénergies.

1.3. Le séminaire de lancement du programme CODEST France-Ukraine

Pour lancer ce programme, un séminaire s'est déroulé les 28, 29 et 30 octobre 2009 au CNRS-ICARE d'Orléans avec la participation de la Chambre d'Agriculture du Loiret et le soutien financier de l'ADEME, réunissant plus de soixante participants, français, ukrainiens, chercheurs, industriels. La particularité de cet atelier résidait dans l'approche intégrée menée par l'équipe d'ARIEL (entourée

⁴⁸ La Conférence des Grandes Ecoles est une association française créée en 1973. L'association regroupe aujourd'hui 220 directeurs d'école et 12 établissements étrangers, et ses objectifs recouvrent pour l'ensemble des membres la sensibilisation et l'aide à l'action internationale, inséparable des activités de recherche.

d'un chercheur de l'INSA-Toulouse, d'un chercheur du CNRS et d'un chargé de mission de la chambre d'Agriculture du Loiret (45)). S'il s'est agi de travailler à la constitution d'un programme de projets partenariaux à différents niveaux : recherche, innovation, industrialisation, commercialisation. Nous avons pu suivre ce séminaire dans son intégralité, au cours duquel un questionnaire a été soumis aux participants, avec un taux de réponse de 26 sur 55 participants. Complétés par des interviews réalisées avant et pendant le séminaire, ces questionnaires ont permis d'analyser l'impact du séminaire sur l'approche par les participants des enjeux de la question des bioénergies. Tout d'abord, ce séminaire a conduit les participants à un partage de connaissances sur l'état de l'art et les recherches en cours dans le domaine de la biomasse et des bioénergies : selon les réponses données dans les questionnaires, 81% des participants ont ainsi acquis de nouvelles connaissances sur la biomasse, en France ou en Ukraine, sur des points très variés : diverses législations, potentiels industriels, agendas nationaux, thématiques de recherche académique.

Par ailleurs, une conférence reste un accélérateur impressionnant de rencontre entre des acteurs qui ne se connaissaient pas auparavant. En effet, le séminaire réunissait des chercheurs et industriels français et ukrainiens qui auraient sans doute mis plusieurs années à se rencontrer tous les uns les autres, provoquant une extraordinaire avancée en matière de *networking* sur la biomasse. Ainsi, parmi les 62% des participants qui sont arrivés le 27 octobre avec des projets, plus d'un sur deux a découvert des partenaires, des collègues ou des concurrents.

Au delà de ce que l'on peut attendre en règle générale d'un séminaire, d'autres résultats originaux se dégagent : tout d'abord, on peut noter l'émergence de nouvelles questions pour les acteurs du colloque. En effet, 65% des participants ont été surpris par certaines présentations, 35% ont changé les trois questions principales qui forment leur agenda sur la biomasse. Par ailleurs, il ressort des questionnaires une réelle prise de conscience des lacunes dans la connaissance qu'avaient a priori les participants, 35% d'entre eux estimant que l'atelier leur a permis de découvrir des trous dans leurs connaissances, lacunes qu'ils n'avaient pas réalisées auparavant mais qui pourraient se révéler décisives dans le futur. Une telle vision ne peut se dessiner qu'en présence de l'exposé complet de toutes les facettes du champ de la biomasse, ce que ne permet pas une simple réunion bilatérale entre deux protagonistes.

1.4. Analyser un écosystème en situation d'innovation orpheline après un séminaire de lancement : construction d'un référentiel C-K

Suite au séminaire, ARIEL s'est attelée à l'élaboration d'une première liste de projets coopératifs possibles et sur lesquels des acteurs étaient prêts à s'investir. Dans le cadre de la recherche-intervention menée avec ARIEL, nous avons constitué un référentiel C-K selon la méthodologie présentée dans le chapitre VII, en identifiant l'état de l'art en matière de bioénergies en France et en Ukraine, et décrivant les possibles voies d'innovation à explorer. Nous y avons ensuite positionné les propositions de projets collaboratifs franco-ukrainiens qui ont émergé à la suite du séminaire (ces projets sont détaillés en annexe).

Ce référentiel a été constitué au travers d'une série de rencontres d'experts en bioénergies, que le tableau ci-dessous résume :

Institutionnels français	<i>Pôle de compétitivité Industrie Agro Ressources (IAR) Académie des technologies Agence Nationale pour la recherche (ANR)</i>
Industriels français	<i>Etablissement financier de la filière oléagineuse (Sofiprotéol)</i>
Institutionnels ukrainiens	<i>Centre de compétences ukrainiennes sur la biomasse</i>
Académiques ukrainiens	<i>Université des Sciences de la vie et de l'environnement de Kiev Académie nationale des sciences agraires Institut des problèmes de sécurité des centrales nucléaires Institut ukrainien des plantes énergétiques</i>
Industriels ukrainiens	<i>Entrepreneurs</i>

Tableau 16 - Experts rencontrés dans la phase de construction du référentiel C-K

Cela a conduit, en appliquant la méthode de construction du référentiel C-K, au diagnostic suivant de la fixation collective à l'origine de la situation d'innovation orpheline :

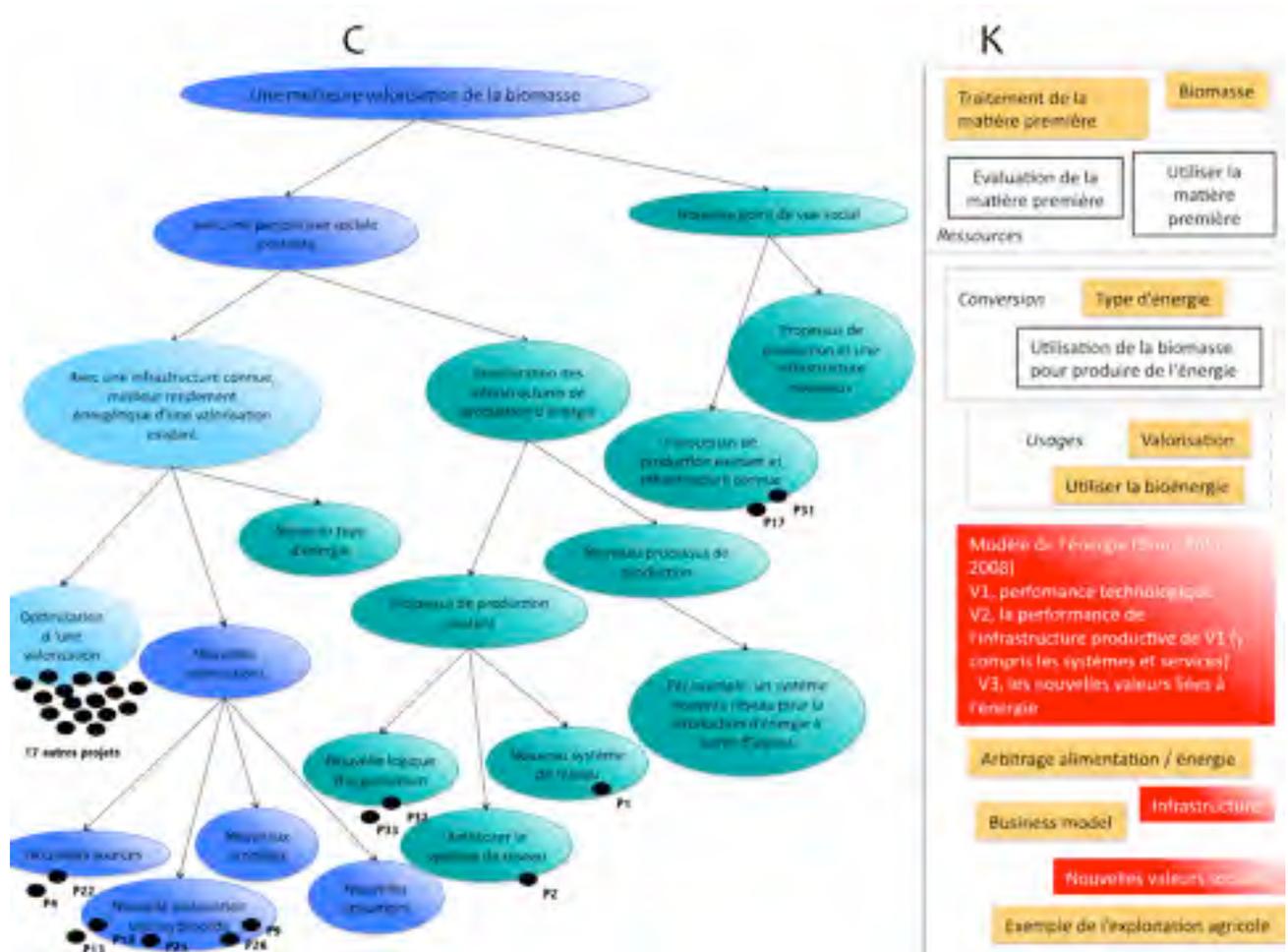


Figure 41 - Référentiel C-K sur les bioénergies : le référentiel a permis l'identification d'effets de fixation fortement liés au substrat technique. En effet, les enjeux liés aux bioénergies restent abordés principalement sous l'angle des technologies de conversion (biologique, thermochimique, etc.), dont le rendement, la durabilité et la rapidité sont les principaux critères d'évaluation. Pourtant, de nombreuses questions sont aujourd'hui encore très ouvertes : la valorisation des externalités, des infrastructures nécessaires pour soutenir la production d'énergie de la biomasse, des aperçus sur les marchés, les modèles économiques ou encore l'acceptabilité par la société actuelle.

Ainsi, malgré les effets bénéfiques identifiés lors du séminaire, des effets de fixation persistent, principalement autour de l'optimisation des processus de conversion de la biomasse en énergie. Ce référentiel a aidé l'association ARIEL à structurer une démarche de montage de partenariat, en caractérisant la maîtrise de solides compétences dans les deux pays, (notamment sur le type d'énergie produite, l'utilisation de cette énergie, l'évaluation de la disponibilité des matières premières), l'existence de certaines complémentarités, mais aussi un certain manque de connaissances dans les deux pays sur certains sujets (comme la valorisation des externalités ou la conception d'infrastructures nécessaires pour soutenir la production d'énergie de la biomasse).

Ce référentiel a également permis à l'association d'identifier à la fois des voies d'innovation et de recherche préférentielles et les alternatives inexplorées, symptôme d'un déséquilibre dans le portefeuille de projets proposés. En effet, certaines complémentarités apparaissent également (1) sur le travail de la biomasse en elle-même, où les compétences ukrainiennes pourraient aider à renforcer

les connaissances françaises ; (2) les compétences en France sur l'évaluation des potentiels, des risques, de la qualité, de l'impact sur l'environnement et le traitement des matières premières pourraient aider les chercheurs et industriels ukrainiens sur ces sujets ; (3) la maîtrise ukrainienne du modèle de l'exploitation agricole (kolkhozes) est susceptible d'enrichir la vision française sur la question ; (4) les progrès français sur les procédés de conversion (procédés de bioconversion ou de conversion thermochimique) contrastent avec les résultats académiques et industriels actuellement présentés en Ukraine ; (5) en ce qui concerne la législation et les positionnements politiques, les contributions en français sur la question pourraient être utiles pour les projets de loi ukrainienne. De plus, il peut être noté un manque de connaissances dans les deux pays sur certains sujets : la valorisation des externalités, des infrastructures nécessaires pour soutenir la production d'énergie de la biomasse, des aperçus sur les marchés, les modèles économiques et l'acceptabilité par la société actuelle. Par ailleurs, nous identifions des voies d'innovation et de recherche préférentielles : notre analyse montre que les acteurs se concentrent essentiellement sur le processus de conversion de la biomasse en énergie, sans rediscussion de la définition d'une infrastructure de production et de distribution de l'énergie, ni des valeurs qui sont associées à cette nouvelle énergie. Cependant, rediscuter l'infrastructure et les nouvelles valeurs de l'énergie ne peut qu'enrichir la conception d'un meilleur processus de production d'énergie. Cela nous amène donc à identifier des chemins inexplorés, révélateur d'un déséquilibre dans le portefeuille de projets proposés.

La circulation de ce référentiel auprès d'acteurs divers a eu plusieurs conséquences : le référentiel C-K proposé a permis à ARIEL, notamment grâce à l'intervention du chercheur Michel Perrin de l'Ecole des Mines de Paris, membre retiré de l'association, de construire un schéma-directeur des actions à mener pour ARIEL. La diffusion du référentiel C-K a par ailleurs conduit courant 2011 au montage avec le pôle de compétitivité IAR (Industries Agro Ressources) d'un séminaire ouvert à tous les membres du pôle, présentant d'une part les résultats du référentiel et argumentant d'autre part, grâce au référentiel, des possibilités de collaboration sur des points particuliers entre français et ukrainiens (sur les points de complémentarité évoqués précédemment). En outre, des possibilités de montage d'un programme de recherche collaboratif franco-ukrainien financé par l'Agence Nationale de la Recherche sur le sujet ont été également discutées, traduisant l'intérêt de cet acteur pour le travail entrepris.

2. Une nouvelle figure d'acteur, l'architecte de l'inconnu

Cette étude de l'action de l'association ARIEL fait émerger une nouvelle figure managériale, qui n'agit pas pour son propre compte, pour mener des activités de conception pour lui-même mais qui conduit de tels processus pour impacter les capacités de conception des autres acteurs présents, en agissant sur les imaginaires des acteurs en place. Nous nommons donc **architecte de l'inconnu un acteur agissant sur les imaginaires des autres acteurs d'une industrie pour améliorer les capacités de conception en place. L'enjeu d'un architecte est donc de stimuler l'interaction entre des imaginaires et de jouer sur les capacités de disjonction au sein d'une industrie pour faire émerger des concepts en rupture avec la fixation collective.**

Nous avons conscience que le choix de ce terme d'architecte doit être précisé. En effet, classiquement, l'architecte est compris comme un concepteur artistique (et parfois technique) d'un ouvrage de génie civil, du point de vue de la structure, de l'organisation de l'espace. Il peut éventuellement diriger la concrétisation de son projet, mais est le plus souvent opposé à l'ingénieur, qui aura lui à charge la réalisation de l'ouvrage conçu par l'architecte. Cependant, ce rôle de l'architecte diffère de celui qu'envisage Vitruve au I^{er} siècle avant JC, dans son ouvrage *De architectura* (le premier traité d'architecte). En effet, Vitruve énonce que les critères d'évaluation du travail de l'architecte sont l'ordonnance, la disposition, l'eurythmie, la symétrie, la convenance et la distribution. Le rôle de l'architecte est donc de penser des ouvrages selon des critères précis mais aussi de faire évoluer ces critères en fonction des changements sociétaux, des transformations des techniques. Il n'a donc pas pour rôle de copier les œuvres existantes, mais de penser des objets par rapport à une vision critique.

Dans cette ligne décrite par Vitruve, nous proposons de penser l'architecte comme le porteur de l'organisation de capacités d'innovation entre différents corps de métiers dans une perspective commune. En ce sens, l'architecte agit en se démarquant des visions existantes pour proposer un nouveau cadre de travail au collectif dans lequel il s'inscrit, pouvant ainsi le stimuler et susciter des efforts de conception en dehors des effets de fixation.

3. Limites de la portée d'action du référentiel C-K

L'étude du cas de l'association ARIEL ne conduit pas uniquement à décrire une nouvelle figure managériale. Elle pointe aussi les limites de l'action d'un acteur mobilisant uniquement un diagnostic de fixation collective pour agir sur un blocage d'une dynamique industrielle. Or il y a un pas entre identifier un blocage et le lever. ARIEL a mobilisé le référentiel C-K comme un outil permettant de susciter des projets innovants, et l'a donc largement explicité, diffusé auprès d'académiques, d'industriels. Ce partage autour du diagnostic de fixation collective a montré deux grandes limites :

- Un référentiel C-K, pour qu'il puisse être compris, voire même appropriable, nécessite un long dialogue, une explicitation personnalisée auprès de chaque acteur, et n'est donc pas adapté dans une action en collectif.
- Un référentiel établit un état de fixation, ses causes cognitives et des alternatives possibles, mais les retours des entretiens avec des acteurs autour du référentiel soulignent que cela n'est pas suffisant pour stimuler les imaginaires et penser en dehors de la fixation.

Les actions menées par ARIEL ont ainsi généré des discussions, des rencontres, mais la fixation collective est toujours restée assez prégnante. Il est apparu que le référentiel C-K permettant de diagnostiquer l'innovation orpheline peut être un support à la construction d'actions au sein d'un collectif, mais ne permet pas de pousser directement à l'interaction entre des imaginaires. La question des actions que peut mener un architecte sur la stimulation d'un potentiel de valeur, *i.e.* des imaginaires singuliers au sein d'un collectif d'acteur ainsi que sur l'interaction entre ces imaginaires, se doit donc d'être explorée.

Ce qu'il faut retenir du chapitre X

Ce chapitre a permis d'amorcer la description des modalités organisationnelles de la sortie de l'innovation orpheline. Une démarche de recherche-intervention a été adoptée sur un premier cas empirique d'un acteur souhaitant agir sur un blocage d'une dynamique industrielle, basée sur l'écosystème franco-ukrainien des bioénergies et l'action de l'association ARIEL. Nous avons montré que le secteur de la valorisation énergétique de la biomasse est une innovation orpheline, et décrit l'Association pour la Recherche, l'Industrie, l'Enseignement et leur Liaison (ARIEL), qui a pour but de favoriser des échanges créatifs partenariaux entre la France et un autre pays sur un sujet donné. Parmi les actions mises en place par l'association, un séminaire de lancement s'est déroulé avec les experts du domaine, français et ukrainiens, chercheurs et industriels. Ce séminaire s'est voulu la première pierre d'un programme de projets partenariaux. Suite à ce séminaire, ARIEL a entrepris l'élaboration d'une première liste de projets coopératifs et d'un référentiel C-K. Ce référentiel a permis de diagnostiquer des effets de fixation fortement liés à l'amélioration du rendement de processus de conversion de la biomasse en énergie. La circulation du référentiel auprès d'acteurs divers a eu des conséquences variées : un schéma-directeur pour les actions à mener pour ARIEL, le montage avec un pôle de compétitivité d'un séminaire ouvert à tous les membres du pôle, présentant les résultats du référentiel et argumentant grâce au référentiel les possibilités de collaboration sur des points particuliers entre français et ukrainiens, et les possibilités de montage d'un programme de recherche franco-ukrainien.

Cette étude de l'action de l'association ARIEL a dessiné une nouvelle figure managériale : nous nommons donc architecte de l'inconnu un acteur agissant sur les imaginaires des autres acteurs d'une industrie pour améliorer les capacités de conception en place. L'enjeu d'un architecte est donc de stimuler l'interaction entre des imaginaires et de jouer sur les capacités de disjonction au sein d'une industrie pour faire émerger des concepts en rupture avec la fixation collective.

L'étude de l'association ARIEL ne conduit pas uniquement à décrire une nouvelle figure managériale. Elle souligne aussi les limites de l'action d'un acteur mobilisant uniquement un diagnostic de fixation collective pour agir sur l'essor d'une dynamique industrielle. Il est ainsi apparu que le référentiel C-K diagnostiquant l'innovation orpheline peut être un support à la construction d'actions au sein d'un collectif, mais ne permet pas d'actionner directement l'interaction entre des imaginaires, et donc de stimuler en tant que tels des efforts de conception en dehors de la fixation collective. La question des actions que peut mener un architecte sur la stimulation d'un potentiel de valeur, i.e. des imaginaires singuliers au sein d'un collectif d'acteurs ainsi que sur l'interaction entre ces imaginaires, reste ouverte.

Chapitre XI – Construction d'une logique d'action possible sur l'interaction entre des imaginaires

Sortir de l'innovation orpheline requiert d'agir sur les imaginaires singuliers des acteurs d'un collectif, et d'agir en particulier sur l'interaction entre ces imaginaires. L'exemple de l'association ARIEL, présenté dans le chapitre précédent, a montré les limites d'une action d'un architecte construisant un référentiel pour diagnostiquer l'innovation orpheline, mais ne se dotant pas de processus *ad hoc* pour stimuler les imaginaires. Comment alors agir sur ces imaginaires ?

Des études ont déjà été conduites sur ce sujet, au niveau de l'individu et de la stimulation de la créativité à une échelle individuelle. En effet, en psychologie cognitive, plusieurs recherches s'intéressent aux facteurs impactant la créativité de sujets (mesurée selon les critères classiques présentés dans le chapitre VIII, *i.e.* fluidité, flexibilité et originalité). Ces études (Fink et al., 2010; Smith et al., 1993; Ward et al., 2004) portent notamment sur l'effet de propositions de solutions existantes sur la capacité de sujets à construire des solutions créatives dans une tâche de conception donnée.

Nous proposons dans ce chapitre d'explorer cette approche proposée par les sciences cognitives, à savoir l'utilisation d'exemples pour agir sur les imaginaires. D'autres possibilités pour agir sur les imaginaires pourraient être étudiées, nous avons fait le choix, dans le cadre de la thèse, de nous focaliser sur ce phénomène précis de l'exemple car il nous a semblé schématiser une situation d'interaction minimale entre deux acteurs : la proposition par un acteur d'un exemple à un autre.

Dans un premier temps, nous adopterons une approche en psychologie cognitive pour conduire une étude du rôle de l'exemple dans les situations de conception (XI.1). Nous montrerons comment la littérature sur l'impact d'un exemple sur la créativité ne permet pas clairement de trancher sur l'effet positif ou négatif d'un exemple sur la créativité, ce qui nécessite alors une investigation en tant que telle pour caractériser la nature de l'effet de contrainte ou de stimulation d'un exemple sur la créativité. Puis, une méthodologie basée sur la construction d'exemples pouvant agir sur les imaginaires et s'intégrant dans la démarche de construction du référentiel C-K sera proposée (XI.2).

1. Etude du rôle de l'exemple dans les situations de conception par une démarche en psychologie cognitive

La question de l'impact d'un exemple sur la créativité est au cœur de plusieurs travaux de recherche en psychologie cognitive. Ces recherches ont permis de clarifier certains obstacles auxquels la plupart des personnes sont susceptibles de faire face au cours de situations créatives (Smith, Ward & Schumacher, 1993 ; Ward et al., 2004). Plus précisément, comme nous l'avons présenté dans le chapitre IV, plusieurs études ont indiqué que la connaissance récemment activée peut limiter la capacité à générer des idées originales (Abraham & Windmann, 2007; Abraham et al., 2006), mettant

en évidence des effets de fixation en conception. Prolongeant ces travaux, plusieurs études en sciences cognitives indiquent qu'il peut exister un biais de fixation lorsque les sujets sont invités à générer de nouvelles idées après avoir été exposés à des exemples de solutions. Smith, Ward et Schumacher (1993) ont ainsi étudié les effets de la présentation d'exemples sur la génération d'idées créatives. Les participants ont été invités à imaginer et dessiner des animaux qui vivraient sur une autre planète (animaux qui seraient très différents de ceux trouvés sur Terre) (Smith, Ward, & Schumacher, 1993). Avant de dessiner l'animal, les participants ont été exposés à des exemples ayant des éléments fondamentaux en commun (par exemple des yeux ou des antennes). Les résultats ont montré que les participants avaient tendance à incorporer ces éléments dans leurs propres dessins, en dépit d'une mise en garde explicite leur demandant d'éviter la réutilisation d'éléments des exemples présentés. Néanmoins, l'exposition à des exemples ne conduit pas systématiquement à des effets de fixation. En utilisant une tâche dans laquelle les participants devaient générer des utilisations alternatives d'objets du quotidien (comme un parapluie), Fink (2010) a montré que la performance créative augmente après une exposition à des exemples de solutions émises par des tiers. Ces résultats indiquent que l'exposition à des exemples de solution a permis aux participants de produire plus d'idées originales.

Ainsi, dans certains cas, la présentation d'exemples semble avoir un effet de stimulation sur la créativité, alors que dans d'autres cas, l'effet semble être un effet de fixation. Ces études seraient-elles contradictoires ?

En nous appuyant sur le travail mené précédemment sur les raisonnements expansifs et restrictifs, nous formulerons tout d'abord une hypothèse quant à l'impact de la nature de l'exemple pour sortir des effets de fixation (1.1). À partir de cette hypothèse, nous construirons un protocole d'expérimentation pour tester cet impact des exemples sur la créativité et sur la capacité à s'extraire des effets de fixation (1.2), et les tests menés mettront en évidence les conditions de stimulation sur les imaginaires par un exemple. Cet effet de stimulation sera ensuite discuté (1.3) et sera en particulier comparé par une démarche expérimentale à l'effet d'abstraction que peut apporter un exemple.

1.1. Une hypothèse quant à l'impact de la nature de l'exemple pour sortir des effets de fixation

Dans le contexte d'études montrant des effets de contrainte et de stimulation d'un exemple en situation de conception, nous pouvons émettre l'hypothèse qu'il existe différents types d'exemples, certains stimulant la créativité par l'activation des connaissances en dehors de la base de connaissances spontanément activée, et d'autres au contraire conduisant à renforcer l'effet de fixation.

S'appuyant sur les formalismes de la théorie C-K et notamment sur la distinction entre raisonnement restrictif et raisonnement expansif, deux types d'exemples de nature différente peuvent être caractérisés :

- **L'exemple issu d'un raisonnement restrictif**, qui ne modifie pas l'identité ou les attributs établis de l'objet.

- **l'exemple issu d'un raisonnement expansif**, qui modifie l'identité ou les attributs établis de l'objet.

L'exemple restrictif est ainsi un exemple au sein de l'effet de fixation, l'exemple expansif se situe alors en dehors de cet effet de fixation.

Notre hypothèse est ainsi qu'un **exemple restrictif**, qui ne remet pas en cause l'identité de l'objet à concevoir, va avoir tendance à renforcer l'activation de connaissances classiques, et donc avoir **un effet de contrainte** sur la créativité, alors qu'un **exemple expansif**, en challengeant l'identité de l'objet, va activer des connaissances en dehors du champ classique et ouvrir de nouvelles voies conceptuelles, ayant alors **un effet de provocation et de stimulation** de la créativité.

1.2. Expérimentation de l'impact des exemples pour sortir des effets de fixation

Nous proposons d'étudier expérimentalement l'impact des exemples restrictifs et expansifs sur la créativité en reprenant la tâche de l'œuf présentée dans le chapitre VIII. L'expérimentation est aujourd'hui un outil méthodologique puissant et très utilisé en sciences cognitives. Cette méthode de recherche consiste à concevoir une situation contrôlée, et à en faire varier des paramètres afin d'observer les conséquences (ou l'absence de conséquences) sur un comportement. L'expérimentation diffère de la simple observation en ce que celle-ci conduit à observer un phénomène naturel, alors que l'enjeu d'une expérimentation est d'observer un phénomène provoqué. L'expérimentation et le développement d'un protocole précis sont guidés par l'hypothèse théorique que les voies restrictives d'un référentiel rendent compte de l'ensemble des effets de fixation. Cette hypothèse nous a donc conduit à choisir les caractéristiques du déroulé de notre expérience, ainsi que de la constitution de notre échantillon.

En nous appuyant sur un protocole expérimental similaire à celui qui nous a permis de valider l'outil de référentiel, nous avons testé en quoi l'exposition d'un ensemble de participants à des exemples de différentes natures (expansif ou restrictif) impacte leurs capacités à proposer des solutions créatives (Agogué, Kazakçi, et al., 2011). Nous émettons l'hypothèse qu'un exemple expansif a un effet de stimulation sur la créativité, alors qu'un exemple restrictif a au contraire un effet de contrainte sur la créativité. Ces effets ont été analysés selon les trois critères classiques de la créativité : la fluidité (nombre de réponses données), la flexibilité (nombre de catégories données) et l'originalité (calculée à partir d'un score de fréquence statistique).

Cent cinquante-huit étudiants de premier cycle de l'Université Paris Descartes ont été recrutés pour cette étude. Les sujets avaient entre 17 et 35 ans (âge moyen: 19,1 ans). Tous les participants ignoraient les objectifs expérimentaux et n'avaient pas participé à la première expérience présentée dans le chapitre VIII.

Mobilisant la distribution naturelle des réponses de la tâche de l'œuf présentée précédemment, nous construisons plusieurs exemples de nature différente : un exemple restrictif

(« utiliser un parachute »), et deux exemples expansifs (« dresser un aigle pour qu'il récupère l'œuf au vol et le dépose au sol sans le casser » et « congeler l'œuf avant de le lâcher ») (figure 43). Notons qu'un exemple expansif n'apparaît pas en tant que tel sur le référentiel C-K : l'exemple « dresser un aigle pour qu'il attrape l'œuf au vol et le dépose au sol » n'est pas explicite tel quel, il découle d'un travail de conception sur le concept « utiliser un dispositif vivant », auquel plusieurs attributs sont ajoutés pour aboutir à la proposition « dresser un aigle ... ».

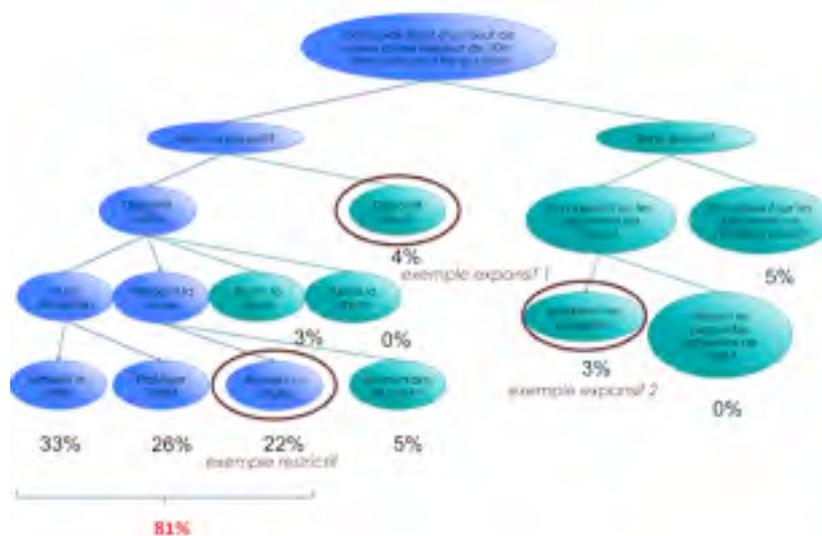


Figure 42 - Exemples expansifs et restrictifs sur la tâche de l'œuf : mobilisant la distribution naturelle des réponses de la tâche de l'œuf, nous construisons plusieurs exemples de natures différentes : un exemple restrictif (« utiliser un parachute »), et deux exemples expansifs (« dresser un aigle pour qu'il récupère l'œuf au vol et le dépose au sol sans le casser » et « congeler l'œuf avant de le lâcher »).

Chaque participant a alors été assigné au hasard à l'une des trois conditions expérimentales spécifiées ci-dessous, et a eu dix minutes pour répondre à l'injonction suivante :

Groupe A	<i>Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions originales possibles au problème suivant : Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas. La solution la plus souvent proposée consiste à ralentir la chute grâce à un parachute.</i>
Groupe B	<i>Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions originales possibles au problème suivant : Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas.</i>
Groupe C	<i>Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions originales possibles au problème suivant : Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas. Une solution possible est de dresser un aigle pour qu'il récupère l'œuf au vol.</i> <p style="text-align: center;">Ou</p> <i>Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions originales possibles au problème suivant : Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas. Une solution possible est de congeler l'œuf avant de le lâcher.</i>

Tableau 17 - Conditions expérimentales du test de l'impact de l'exemple sur la créativité

Afin d'examiner si le nombre de solutions proposées varie selon les conditions expérimentales, nous avons mené une analyse de variance (Anova) avec les groupes expérimentaux (A, B et C). Cette analyse a révélé une différence significative entre les trois groupes ($F(2, 155) = 2,52, p = 0,08$), ce qui indique que nos conditions expérimentales ont tendance à affecter le nombre de solutions proposées par les participants. Des analyses plus précises ont révélé que le groupe A exposé à l'exemple restrictif propose moins de solutions que les groupes B (sans exemple) et C (exemple expansif) ($p < 0,05$).

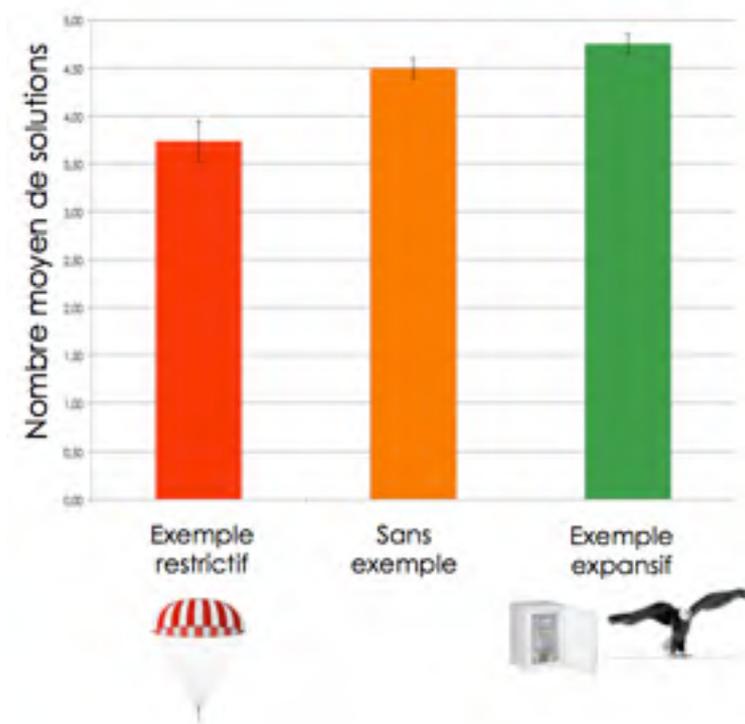


Figure 43 - Impact de l'introduction d'un exemple sur le nombre de réponses dans la tâche de créativité du lâcher d'œuf : nombre moyen de solutions données par sujet. Le groupe exposé à l'exemple restrictif propose moins de solutions que les groupes sans exemple ou soumis à un exemple expansif.

Les analyses sur le nombre de catégories, si elles montrent une tendance similaire aux résultats sur le nombre de réponses, ne sont pas significatives quant à l'impact de l'exemple sur la flexibilité.

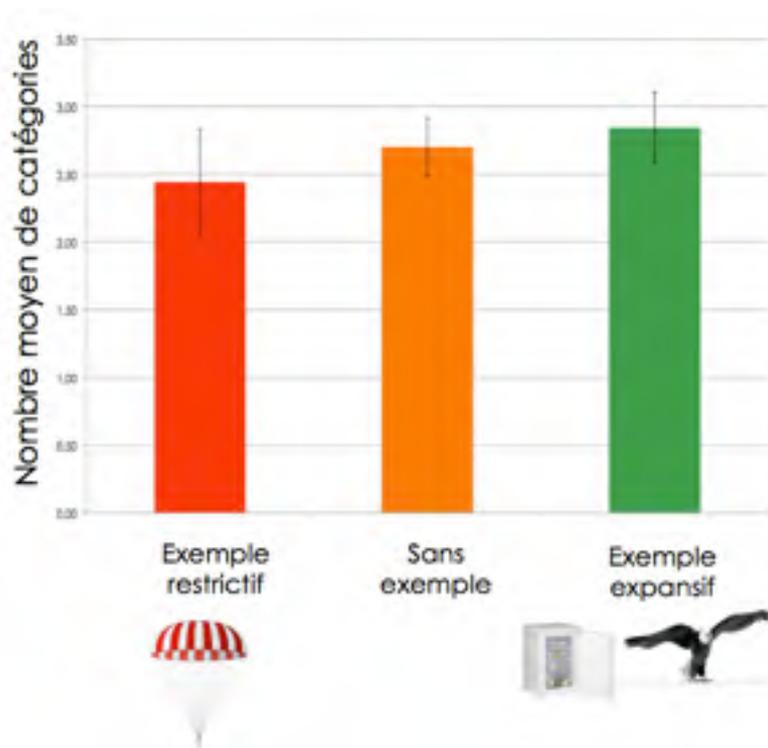


Figure 44 - Impact de l'introduction d'un exemple sur le nombre de catégories dans la tâche de créativité du lâcher d'œuf : nombre moyen de catégories données par sujet. Les analyses montrent une tendance similaire au résultat sur le nombre de réponses, i.e. le groupe exposé à l'exemple restrictif propose moins de catégories que les groupes sans exemple ou soumis à un exemple expansif, mais ces résultats ne sont pas significatifs.

Comme cela est pratiqué dans la littérature sur la pensée divergente et dans l'évaluation de la créativité, nous avons également calculé un score de l'originalité des solutions. Nous avons choisi de le calculer en prenant en compte la fréquence des réponses données à travers tous les participants dans chaque groupe. Pour ce score, l'originalité d'une solution a été définie comme l'infréquence statistique de cette solution particulière. Par exemple, si moins de 5% des participants ont donné une réponse particulière, cette réponse a été considérée comme de forte originalité. Au contraire, si plus de 95% des participants ont déclaré une réponse spécifique, cette réponse a été considérée comme d'une originalité faible. Un score d'originalité moyen a été ensuite calculé pour chaque participant, allant de 0 à 1 (0 représentant l'originalité la plus faible et 1 représentant l'originalité la plus forte).

Ces scores ont été soumis à une analyse de variance : celle-ci montre que la présentation d'exemples a un impact significatif sur l'originalité des solutions. L'analyse des données a en effet révélé que les solutions proposées par le groupe A (exemple restrictif) étaient moins originales que celles données par le groupe contrôle B ($p < 0,005$) et par le groupe C (exemple expansif) ($p < 0,005$). Ceci suggère que l'exposition à un exemple restrictif réduit l'originalité des solutions. Par ailleurs, nos données montrent que le groupe C exposé à des exemples expansifs, a proposé des solutions plus originales que le groupe de contrôle B sans exemple ($p < 0,01$).

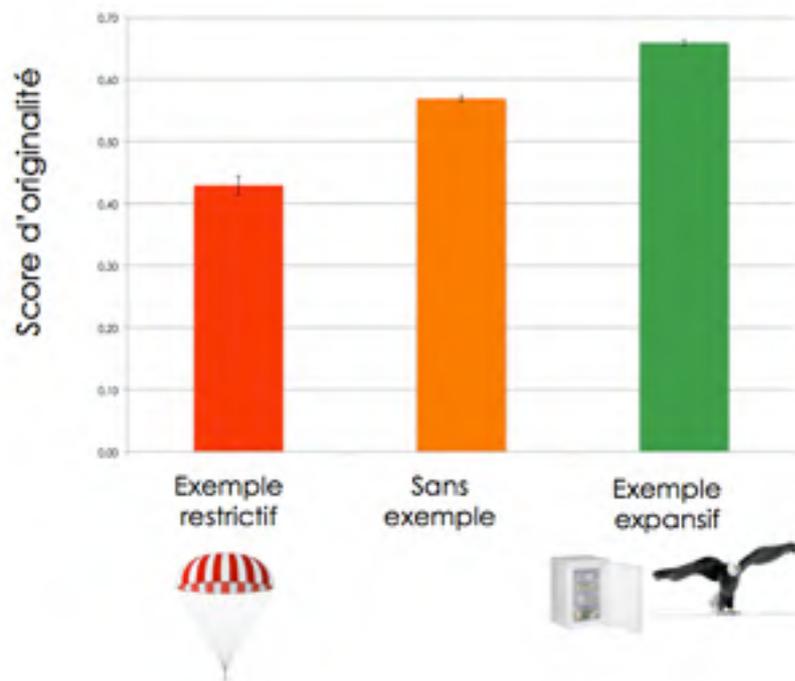


Figure 45 - Impact de l'introduction d'un exemple sur l'originalité dans la tâche de créativité du lâcher d'œuf : score moyen d'originalité par sujet. Les résultats soulignent que l'exposition à un exemple restrictif réduit l'originalité des solutions, et que les participants soumis à un exemple expansif soumettent des réponses plus originales.

En conclusion, l'introduction d'un exemple expansif au cours de la tâche de l'œuf conduit les participants à proposer davantage de solutions originales, et quand l'exemple proposé est restrictif, à la fois le nombre et l'originalité des solutions ont été réduits.

Ainsi, lorsque des acteurs ont à résoudre un problème d'une manière créative, ils sont contraints par une activation spontanée de connaissance, construisant un effet de fixation qui les amène à donner des solutions habituelles. Notre étude montre que, lorsque l'activation de la connaissance commune a été renforcée par la présentation de solutions possibles appartenant à la voie de fixation, les participants ont proposé moins de solutions et qu'elles sont également moins originales. Cette étude permet également de caractériser l'effet de l'exemple expansif, qui produit à l'inverse un effet de stimulation de la créativité. L'exposition à un exemple d'expansion dévoile une expansion possible dans l'espace C pour les participants, ce qui n'est pas le cas pour un exemple restrictif. Ainsi, un exemple expansif ouvre un ensemble de solutions alternatives dans l'espace des imaginaires.

1.3.L'exposition à un exemple : effet de stimulation ou effet d'abstraction ?

Comme nous venons de le présenter précédemment, l'introduction d'un exemple expansif (en dehors de l'effet de fixation) conduit à proposer davantage de solutions originales alors qu'un exemple

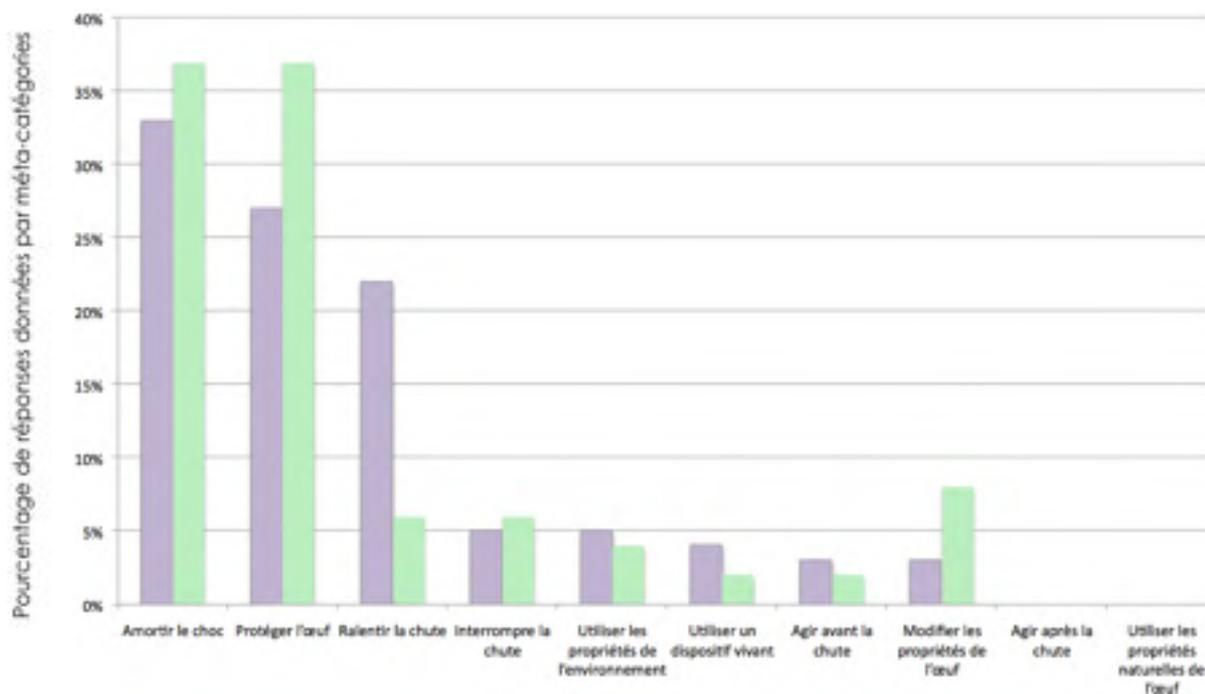


Figure 47 - Distribution naturelle de réponses sur la tâche des œufs, comparatif adultes (en violet) et enfants (en vert). Les enfants ne sont pas sujets au même effet de fixation que les adultes : les solutions consistant à ralentir la chute de l'œuf ne sont pas dans l'effet de fixation des enfants, contrairement aux adultes.

Nous avons ensuite testé l'impact d'un même exemple sur deux populations différentes, l'exemple choisi (« utiliser un parachute ») étant restrictif pour une population d'adultes et expansif pour une population d'enfants. L'enquête a impliqué 86 participants. L'échantillon a été divisé en deux groupes pour chaque tranche d'âge: 31 enfants de 9-10 ans (âge moyen = 10,0) et 55 adultes de 18-23 ans (âge moyen = 19,4). Chaque participant a été assigné au hasard à l'une des deux conditions expérimentales (i.e. un groupe contrôle sans exemple et un groupe avec exemple) et a reçu une dizaine de minutes de résoudre le problème suivant:

Groupe A	<i>Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions originales possibles au problème suivant : Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10 m ne se casse pas.</i>
Groupe B	<i>Vous êtes un concepteur et on vous demande de proposer le plus de solutions originales possibles au problème suivant : Faire en sorte qu'un œuf de poule lâché d'une hauteur de 10m ne se casse pas. La solution la plus souvent proposée consiste à ralentir la chute grâce à un parachute.</i>

Tableau 18 – Conditions expérimentales pour le comparatif adulte / enfant

L'analyse des réponses a révélé que les adultes exposés à l'exemple ont proposé moins de solutions que le groupe d'adultes sans exemple (on retrouve donc le résultat précédent chez l'adulte). En revanche, les enfants exposés à l'exemple ont donné plus de solutions que le groupe d'enfants sans exemple ($p < 0,05$). Bien que les enfants du groupe témoin aient proposé moins de solutions que les adultes du groupe témoin ($p < 0,005$), les performances des enfants, lorsqu'ils sont exposés à l'exemple « parachute », étaient comparables à celles des adultes.

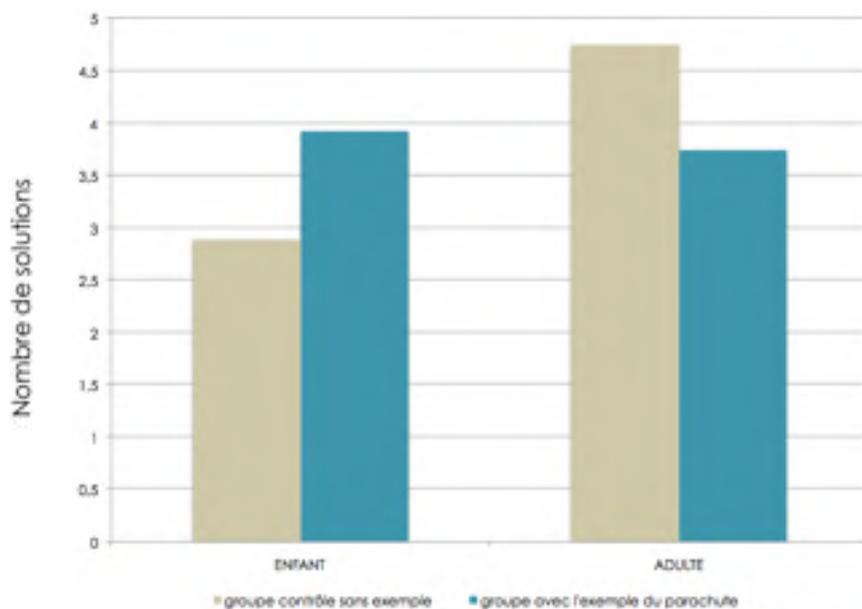


Figure 48 - Résultats sur le nombre de solutions chez l'adulte et chez l'enfant : l'exemple du parachute stimule la fluidité chez les enfants (pour qui le parachute est expansif) et la contraint chez les adultes (pour qui le parachute est restrictif)

En outre, la proposition d'un exemple conduit les enfants à explorer de nouvelles catégories ($p < 0,05$) alors que l'exposition des adultes à un exemple restrictif les a conduit à explorer moins de catégories qu'au sein du groupe contrôle ($p = 0,06$). Les enfants du groupe témoin ont proposé moins de catégories que les adultes du groupe témoin ($p = 0,05$), tandis que les enfants exposés à l'exemple sont plus flexibles que les adultes dans leur capacité à donner diverses catégories ($p < 0,005$).

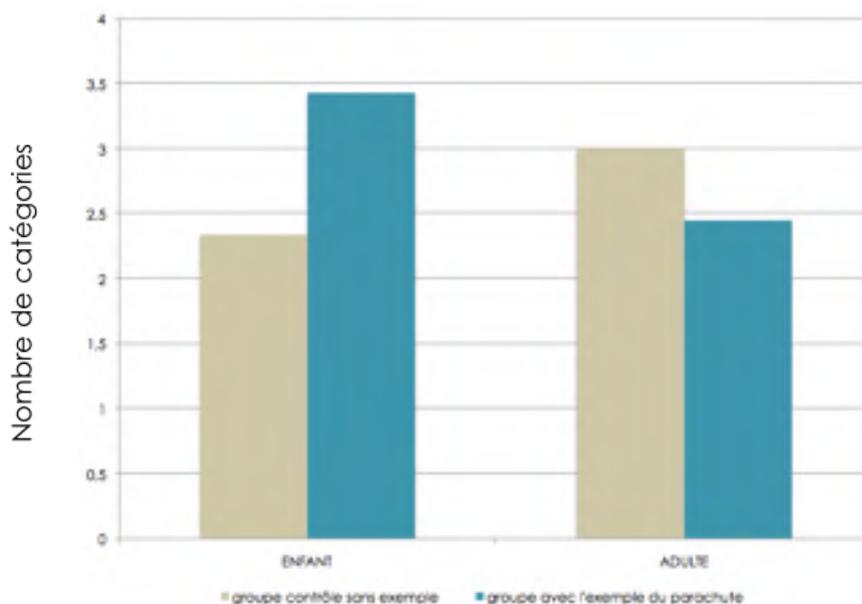


Figure 49 - Résultats sur le nombre de catégories chez l'adulte et chez l'enfant : l'exemple du parachute stimule la flexibilité chez les enfants (pour qui le parachute est expansif) et la contraint chez les adultes (pour qui le parachute est restrictif)

L'analyse du score d'originalité (calculé comme précédemment) montre que les adultes exposés à l'exemple ont proposé des solutions moins originales que le groupe d'adultes sans exemple ($p = 0,05$). En revanche, les enfants exposés à l'exemple ont donné des solutions plus originales que le groupe contrôle ($p < .005$).

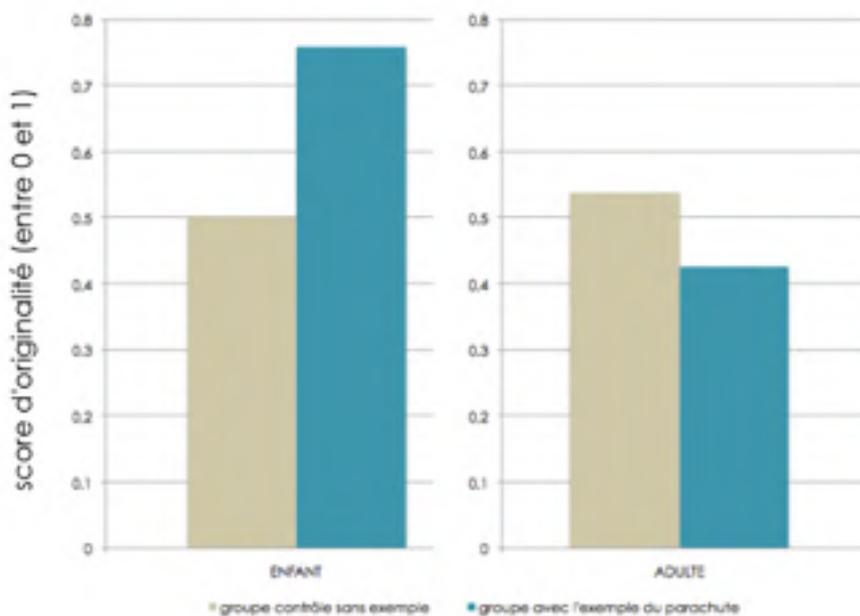


Figure 50 - Résultats sur le score d'originalité chez l'adulte et chez l'enfant : l'exemple du parachute stimule l'originalité chez les enfants (pour qui le parachute est expansif) et la contraint chez les adultes (pour qui le parachute est restrictif). Les scores d'originalité étant calculés en groupes intra-âges, il n'est pas possible de comparer les scores entre enfants et adultes.

Ainsi, nos analyses montrent que l'exposition à un même exemple au cours d'une tâche créative a deux effets opposés sur les adultes et les enfants: les adultes sont en effet limités dans leur capacité à proposer des solutions, alors que cette capacité est renforcée pour les enfants (en termes de flexibilité, de fluidité et d'originalité). Ainsi, l'effet de stimulation et de fixation de l'exemple dépend bien de la nature restrictive ou expansive de l'exemple, et ne dépend pas de la formulation plus ou moins abstraite de l'exemple choisi.

Conclusion

On peut conclure de ces différentes études qu'il existe des exemples de nature différentes qui ont des effets opposés sur la créativité : l'exposition à un exemple restrictif a un effet de contrainte sur la créativité alors que l'exemple expansif a un effet de stimulation. L'exposition à un exemple expansif dévoile une expansion possible dans l'espace des imaginaires pour les participants, ce qui n'est pas le cas pour un exemple restrictif, et suscite ainsi l'exploration d'alternatives conceptuelles.

Cela nous fournit donc une perspective pour agir sur les imaginaires d'un collectif : l'utilisation d'exemples expansifs peut permettre d'agir sur les capacités de conception d'individus. Le passage à un environnement collectif doit maintenant être construit.

2. Construction d'une méthodologie de « défixation » pour sortir de l'innovation orpheline

Nous avons montré que pour agir sur les imaginaires et leurs interaction, *i.e.* le potentiel de valeur, un enjeu pour l'architecte de l'inconnu est que les expansions soient partagées, non pas dans une configuration de coordination bilatérale entre deux acteurs mais dans le but d'une extension collective des imaginaires de l'ensemble des acteurs de l'industrie. Ainsi, le recours à l'exemple expansif, tel qu'il a été présenté dans cette série d'études, permet la stimulation de l'espace des imaginaires. Comment construire une logique d'action permettant d'impacter l'interaction entre des imaginaires ?

Nous avançons l'idée que le travail de l'architecte, pour régénérer le potentiel de valeur, peut s'appuyer sur une mobilisation du référentiel C-K pour construire des exemples expansifs, et ensuite construire les structures de partage de ces exemples, conduisant alors à une défixation et donc à une exploration plus large de l'espace des imaginaires. Comme avancé à la fin de la partie 3, le référentiel devient alors actionnable, et passe d'un outil de diagnostic à un outil de gestion.

Munie de ces résultats sur la stimulation des imaginaires par les exemples expansifs, nous proposons une méthodologie de défixation, permettant dans un premier temps d'identifier les effets de fixation collective en utilisant un référentiel C-K, puis dans un second temps de construire des exemples expansifs à partir du référentiel pour stimuler les imaginaires au sein du collectif. Nous proposons donc la méthodologie suivante, en cinq phases :

La première phase consiste à identifier une thématique sensible et de la **caractériser comme une situation d'innovation orpheline**, au travers des critères de l'innovation orpheline proposés au chapitre III :

- (1) une demande sociale forte, formulée et compréhensible ;
- (2) des innovations proposées de façon répétée par des acteurs motivés, mais ne répondant pas à la demande et ne suscitant pas de croissance industrielle ;
- (3) des connaissances à mobiliser qui semblent atteignables à un effort de recherche près.

Dans une deuxième phase, une fois cette situation d'innovation orpheline identifiée, **un diagnostic est établi par l'architecte via un référentiel C-K**. Il s'agit de dresser les connaissances mobilisées par les acteurs et celles qui ne le sont pas alors qu'elles permettraient des expansions conceptuelles, puis de déterminer l'ensemble des voies possibles d'innovation ainsi que la nature de celles-ci : voies connues et existantes, voies potentiellement atteignables par recombinaison

des compétences et expertises détenues actuellement par les acteurs, voies expansives mobilisant des connaissances nouvelles pour les acteurs positionnés sur le secteur.

La troisième phase consiste à **caractériser la fixation collective et à construire des exemples expansifs** sur les voies en dehors de la fixation collective. Les exemples expansifs sont alors des vecteurs de stimulation de l'imaginaire. Il convient de rappeler qu'un exemple expansif n'apparaît pas en tant que tel sur le référentiel mais qu'il est le résultat d'un travail de conception sur une voie expansive conduisant à une conjonction. Ainsi, dans le cas de la tâche de l'œuf, l'exemple « dresser un aigle pour qu'il attrape l'œuf au vol et le dépose au sol » n'est pas explicité tel quel sur le référentiel C-K. Il découle d'un travail de conception sur la voie expansive du concept « utiliser un dispositif vivant », auquel plusieurs attributs sont ajoutés pour aboutir à une formulation de l'exemple.

Ce travail de diagnostic et de stimulation des imaginaires est ensuite partagé dans une quatrième phase, à travers une manifestation publique ; ce contexte de manifestation publique permet de rencontrer des acteurs qui ne sont pas forcément identifiés au départ comme pertinents sur le domaine, mais qui apparaissent comme détenteurs de concepts et/ou de connaissances qui peuvent s'avérer cruciaux pour l'exploration de voies d'innovation jusque là peu explorées. La présentation d'exemples expansifs aux participants et la constitution de groupes de travail autour de ces propositions provocantes peuvent induire des interactions entre les imaginaires des différents acteurs mobilisés.

La phase de **suivi de la thématique** permet enfin de conduire une diffusion du référentiel et la mise en place d'une action collective permettant de travailler le potentiel de valeur en dehors des effets de fixation et de poursuivre l'interaction entre les imaginaires pour porter une dynamique de croissance.

Une synthèse de cette méthodologie est proposée dans le tableau ci-dessous :

<p>Phase 1 : Identification de la situation d'innovation orpheline</p>	<p>Etude de décalages entre des attentes et une réalité au sein de milieux industriels Identification d'une situation d'innovation orpheline selon les trois critères (C1), (C2), et (C3).</p>
<p>Phase 2 : Constitution du référentiel</p>	<p>Construction d'une base de connaissances, formulation d'un concept initial, lié au travail mené à la phase de veille, construction d'un référentiel C-K</p>
<p>Phase 3 : Evaluation des voies d'innovation et construction d'exemples expansifs</p>	<p>Identification des voies de fixation et des alternatives possibles : construction d'exemples expansifs</p>
<p>Phase 4 : Stimulation collective des imaginaires</p>	<p>Une manifestation publique impliquant le collectif, avec pour objectif de présenter les effets de fixation et de stimuler les imaginaires dans des ateliers par des discussions autour d'exemple expansifs et provocants</p>
<p>Phase 5 : Suivi de la thématique</p>	<p>Constitution d'un espace collaboratif de conception en se réappropriant le référentiel, en discutant les différentes voies d'innovation, leurs complémentarités.</p>

Tableau 19 – Méthodologie de défixation

Cette méthodologie peut être employée, mais plusieurs questions se posent : comment organiser un dispositif de diffusion de l'exemple expansif au sein d'un collectif plus ou moins bien constitué, et sans faire du « porte-à-porte » ? Quelles sont les classes d'action associées à cette diffusion qu'il convient d'explorer ? Comment impliquer des acteurs variés et construire de l'adhésion au sein d'un ensemble hétérogène d'acteurs économiques ?

Ce qu'il faut retenir du chapitre XI

Sortir de l'innovation orpheline requiert d'agir sur les imaginaires singuliers des acteurs d'un collectif, et sur l'interaction entre ces imaginaires. À partir d'études en psychologie cognitive déjà conduites sur les facteurs impactant la créativité de sujets, notamment sur l'effet de propositions de solutions existantes sur la capacité de sujets à construire des solutions créatives dans une tâche de conception donnée, nous avons exploré dans ce chapitre l'utilisation d'exemples pour agir sur les imaginaires. Nous avons adopté une approche en psychologie cognitive pour conduire une étude du rôle de l'exemple dans les situations de conception, la littérature montrant que, dans certains cas, la présentation d'exemples semble avoir un effet de stimulation sur la créativité, alors que dans d'autres cas, l'effet semble être un effet de fixation. Nous avons alors formulé l'hypothèse qu'un exemple restrictif, qui ne remet pas en cause l'identité de l'objet à concevoir, va avoir tendance à renforcer l'activation de connaissances classiques, et donc avoir un effet de contrainte sur la créativité, alors qu'un exemple expansif, en challengeant l'identité de l'objet, va activer des connaissances en dehors du champ classique et ouvrir de nouvelles voies conceptuelles, ayant alors un effet de provocation et de stimulation de la créativité.

L'étude expérimentale de l'impact des exemples restrictifs et expansifs sur la créativité a été menée en reprenant la tâche de l'œuf présentée dans le chapitre VIII. Mobilisant la distribution naturelle des réponses de la tâche de l'œuf, plusieurs exemples de nature différente ont été construits. Les expériences menées montrent que l'exposition à un exemple restrictif a un effet de contrainte sur la créativité alors que l'exemple expansif a un effet de stimulation. L'exposition à un exemple expansif dévoile une expansion possible dans l'espace des imaginaires pour les participants, ce qui n'est pas le cas pour un exemple restrictif, et suscite ainsi l'exploration d'alternatives conceptuelles.

Cela a conduit ensuite à proposer une méthodologie de défixation, permettant dans un premier temps d'identifier les effets de fixation collective en utilisant un référentiel C-K, dans un second temps de construire des exemples expansifs à partir du référentiel pour stimuler les imaginaires au sein du collectif. Cette méthodologie s'articule sur 5 phases : (1) caractérisation d'une situation d'innovation orpheline, (2) diagnostic via un référentiel C-K, (3) caractérisation de la fixation collective et construction d'exemples expansifs, (4) partage au sein d'un atelier pour stimuler collectivement les imaginaires, (5) suivi de la thématique.

Chapitre XII – Application d'une méthodologie de défixation dans une situation empirique d'innovation orpheline : expérimentation collective avec le cluster I-Care, architecte de l'inconnu

Sortir de l'innovation orpheline nécessite de construire et de déployer une action sur les imaginaires singuliers des acteurs d'un collectif, et de stimuler en particulier l'interaction entre ces imaginaires. L'exemple de l'association ARIEL, présenté dans le chapitre X a montré les limites d'une action d'un architecte construisant un référentiel pour diagnostiquer l'innovation orpheline, mais ne se dotant pas de processus *ad hoc* pour stimuler les imaginaires. Le chapitre XI propose, à partir de l'étude de l'impact d'un exemple sur la créativité, une méthodologie de défixation d'un collectif en situation d'innovation orpheline. Il convient désormais d'expérimenter cette proposition méthodologique dans une situation empirique réelle.

Nous reprenons pour ce faire l'industrie des nouvelles technologies pour l'aide aux personnes âgées, qui a été présentée au chapitre IX. Nous avons déjà explicité qu'au sein de ce secteur, malgré des conditions très favorables pour innover, il existe un blocage de la dynamique industrielle et une fixation collective des acteurs autour de la voie d'innovation principalement développée sur le sujet, à savoir la surveillance d'une personne dans son habitation grâce à des appareils de haute technologie. Ainsi, en reprenant la caractérisation d'une innovation orpheline donnée dans le chapitre III, la question de l'autonomie apparaît comme une voie d'innovation orpheline, sur laquelle les différents acteurs ont du mal à se saisir des problématiques spécifiques.

Pour conduire une expérimentation au sein du collectif d'acteurs en place, nous avons adopté une démarche de recherche-intervention (Hatchuel & David, 2007) entre septembre 2009 et décembre 2011 avec un acteur souhaitant insuffler une dynamique nouvelle à cette industrie, le cluster I-Care de la Région Rhône-Alpes. Le cluster I-Care a été lancé en 2009 après plusieurs mois de travaux préparatoires, avec à sa tête M. Gérard Comtet comme directeur (unique membre de l'équipe d'animation du cluster pendant plus de deux ans). Le cluster a pour mission de susciter des projets collaboratifs entre industriels et laboratoires de recherche de la Région Rhône-Alpes dans le domaine des technologies de la santé. L'initiative du cluster s'inscrit dans la volonté du Conseil Régional de renforcer la compétitivité des entreprises des technologies de la santé en Région Rhône-Alpes, région particulièrement dynamique dans le secteur médical et sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC). L'initiative d'I-Care s'adresse à tous les acteurs appartenant à la chaîne de valeurs des technologies de la santé de la Région : entreprises sous-traitantes, producteurs ou distributeurs, universités, centres de recherche, administrations, associations, *etc.* En marge de ces

axes d'action, le cluster I-Care a reçu en 2010 le label européen *Living Lab* (réseau ENOLL⁴⁹), qui inscrit sa démarche dans une approche systémique, intégrant le plus tôt possible l'ensemble des parties prenantes du système de santé. La notion de *Living Lab*, au delà de la notion simple de cluster purement industriel, permet de rendre compte de l'étendue des relations d'I-Care avec l'ensemble de l'écosystème, en particulier en intégrant les prescripteurs, les financiers des prestations de santé et les bénéficiaires finaux, les patients. Depuis le 30 juin 2011, le cluster s'est détaché du Conseil Régional de la Région Rhône-Alpes pour se constituer en tant qu'association. Le conseil d'administration de l'association est composé de 10 membres des entreprises régionales, de 3 membres des structures d'enseignement et de recherche, de 3 membres des structures de santé et de 3 membres partenaires. La Région Rhône-Alpes et l'Etat (DIRECCTE) sont membres invités du Conseil d'Administration.

Nous avons adopté avec le cluster I-Care une démarche s'appuyant sur la méthodologie de défixation en cinq phases telle qu'elle a été présentée : caractérisation d'une situation d'innovation orpheline, diagnostic via un référentiel C-K, caractérisation de la fixation collective et construction d'exemples expansifs, partage au sein d'un atelier pour stimuler collectivement les imaginaires, suivi de la thématique. Tout d'abord, le déploiement de la méthodologie de défixation sur le cas de l'aide à l'autonomie des personnes âgées sera exposé (XII.1). Puis, nous montrerons comment cette démarche conduit à une structuration des activités du cluster et fait émerger les contours de la figure de l'architecte de l'inconnu (XII.2). Enfin, la question de l'appropriation d'une démarche de ce type par le cluster I-Care sera abordée, notamment à travers les cas du traitement du cancer et des implants personnalisés (XII.3).

1. Déploiement de la méthodologie de défixation sur le cas de l'aide à l'autonomie des personnes âgées

Nous allons nous pencher sur le cas du cluster I-Care, un acteur pilote, non porteur de projets, mais qui a la capacité de dresser un diagnostic de l'innovation sur la thématique des nouvelles technologies pour l'aide aux personnes âgées (déjà présentée au sein du chapitre IX) et de faire le déplacement conceptuel nécessaire pour agir sur les effets de fixation collectifs et individuels afin de sortir d'une situation d'innovation orpheline. Dans un premier temps, nous rappellerons les éléments déjà présentés dans la partie 3 et qui relèvent des deux premières phases de la méthodologie de défixation, à savoir la caractérisation d'une situation d'innovation orpheline et le diagnostic *via* un référentiel C-K (1.1). Puis, sera présentée la construction d'exemples expansifs à partir de ce diagnostic (1.2). Ces exemples expansifs serviront à monter un séminaire en Région Rhône-Alpes sur la notion de fragilité, afin de stimuler les imaginaires du collectif et générer des interactions entre ces imaginaires (1.3). Enfin, nous concluons sur les modalités de poursuite d'actions sur l'interaction entre les imaginaires (1.4).

⁴⁹ Le réseau ENOLL (*European Network of Living Labs*) a été lancé en novembre 2006 à l'initiative de la Communauté Européenne avec l'objectif de créer une nouvelle approche d'innovation dans le domaine des NTICs.

1.1. Caractériser l'innovation orpheline et en construire un diagnostic

A l'initiative du directeur du cluster, le travail d'intervention a débuté en septembre 2009 par une analyse de plusieurs projets sur le thème de l'autonomie. Ces projets avaient été soumis au cluster *via* un appel à projet mi-2009. Cette première analyse a permis d'identifier des lacunes dans les connaissances mobilisées par les industriels, quelques unes pouvant ainsi être listées :

- la connaissance de la condition physique et mentale des personnes âgées, de leurs capacités d'apprentissage ou de la perception de leur propre fragilité par exemple ;
- la diversité du système social dans lequel évolue une personne âgée, prenant en compte les aidants, le personnel de soin, les proches, le voisinage, *etc.* ;
- les questions d'éthique médicale, comme la question du contrôle à tout prix, au prix de la liberté individuelle ;
- la valorisation économique des dispositifs au sein du marché de la santé et/ou du marché des nouvelles technologies ; *etc.*

Une étude complémentaire des produits et services disponibles sur le marché a confirmé que ces lacunes n'étaient pas adressées pour le moment. Cette analyse a permis de constituer la base de connaissances nécessaire initialement à la construction du référentiel C-K. Cette cartographie des connaissances a ensuite été étayée par des entretiens avec divers membres du collectif d'acteurs, grâce à la capacité du cluster à mobiliser des acteurs divers (tableau 20). Par exemple, nous avons rencontré des gériatres en pointe sur des concepts émergents en gériatrie, ce qui a guidé l'exploration d'un nouvel imaginaire, celui de la fragilité.

Entreprises	<i>Entrepreneurs (Lyon)</i> <i>Chefs de projets au sein de PME (Lyon, Grenoble)</i> <i>Chefs de projets dans une grande entreprise (Grenoble)</i>
Laboratoires de recherche	<i>Chercheur en laboratoire de robotique (Lyon)</i> <i>Chercheur en sociologie, spécialisé sur l'éthique (Grenoble)</i> <i>Chercheur en sociologie, spécialisé sur le concept de fragilité (Grenoble)</i>
Prescripteurs	<i>Gériatre (Marseille)</i> <i>Chirurgien (Garches)</i>
Usagers	<i>Représentant d'une association de patients (Lyon)</i>
Experts divers	<i>Directeur d'I-Care (Lyon)</i> <i>Directeur du CEREMH (Versailles Saint-Quentin)</i>
Financiers	<i>Chef de projet d'une mutuelle (Grenoble)</i>

Tableau 20 - Experts rencontrés dans la phase de construction du référentiel C-K

Ce travail a débouché sur la construction du référentiel C-K, présenté au chapitre IX. Le référentiel C-K qui a été conçu a souligné un effet de fixation très fort, autour du *monitoring* de la personne âgée. La réouverture conceptuelle proposée par la reformulation de la problématique comme une « aide à la fragilité » a permis de mobiliser des connaissances nouvelles et de rendre visibles des imaginaires nouveaux et prometteurs, notamment sur le travail de l'environnement de la personne fragile et l'interaction entre les deux.

1.2. Identification de la fixation collective et construction d'exemples expansifs

À partir de ce premier diagnostic, il a été nécessaire de construire des leviers d'action pour diffuser ces nouveaux imaginaires au sein de l'industrie, afin d'insuffler une relance de la dynamique industrielle et de sortir de l'effet de fixation collective du « *monitoring* de la personne âgée ». Suivant la méthodologie de défixation, nous avons construit plusieurs exemples expansifs :

- l'aide à une personne fragile comme l'aide à un enfant
- l'accessoirisation de l'environnement d'une personne fragile
- les modalités d'interaction avec un enfant perdu dans une ville
- l'aide à une personne chutant dans les escaliers tard à son travail

Ces différents exemples se positionnent ainsi sur le référentiel C-K comme suit :



Figure 51 - Positionnement des exemples expansifs sur le référentiel de l'aide à l'autonomie des personnes

1.3. Sortir de l'innovation orpheline : un séminaire de conception innovante en collectif pour agir sur l'interaction entre les imaginaires

Utilisant le travail fait sur le référentiel C-K et sur les exemples expansifs, le 2 mars 2010 s'est déroulé à Grenoble un séminaire intitulé: « Un regard nouveau sur le concept d'autonomie, enjeux et exploration autour des concepts d'autonomie et de fragilité ». Ce séminaire a eu pour vocation d'être le point de lancement de l'animation de la branche « autonomie » du cluster I-Care et traduisait le travail de plusieurs mois. Nous avons participé à la préparation et à l'animation de ce séminaire.

1.3.1 – Un séminaire pour consolider des connaissances et explorer de nouveaux imaginaires

Ce séminaire a été conçu comme une articulation entre les deux espaces C et K pour stimuler les imaginaires : une matinée pour consolider, voire découvrir, de nouvelles bases de connaissances ; un après-midi pour travailler sur des exemples expansifs au sein d'ateliers.

Dans la première partie du séminaire, plusieurs conférenciers sont intervenus pour éclairer sur les clefs des projets en autonomie et fragilité : les interventions ont couvert le point de vue des usagers, les problématiques d'éthique, le concept de fragilité, les préoccupations du milieu médical et les opportunités de financement proposées par les mutuelles. Cet apport de connaissance était indispensable pour permettre aux acteurs de comprendre les exemples proposés, notamment concernant la fragilité.

Dans un second temps, l'après-midi a été consacré à trois ateliers en parallèle, au sein desquels des exercices de créativité ont été proposés pour permettre d'éclairer des voies d'innovation intéressantes et de discuter de certaines connaissances critiques, au travers d'exemples provocants. Les trois ateliers proposés ont été les suivants : un atelier centré sur la personne fragile (exemple 1), un atelier centré sur l'environnement (exemple 2) et un atelier focalisé sur la question de l'interaction (exemples 3 et 4).

1.3.2 – Des ateliers de créativité en trois temps : identification des effets de fixation, travail sur un exemple provocant, retour sur les projets classiques

Le point central de ces ateliers était la constitution d'exercices de créativité autour des exemples provocants et expansifs préalablement construits. Chaque atelier s'est déroulé en trois phases, où les participants ont été soumis à un certain nombre de questions, dont voici les consignes :

- **Phase 1 : Identification des effets de fixation.** « Quels sont les grands projets « *mainstream* » sur le champ ? Quels sont les points communs entre ces projets ? Quelles sont les connaissances et compétences mobilisées ? Quels sont les problèmes rencontrés ? Quelles en sont les limites ? »
- **Phase 2 : Travail sur un exemple provocant.** « Ces projets sont très intéressants mais sont finalement tous assez similaires. Nous allons essayer collectivement de décaler le point de vue, de décaler le regard sur cette thématique qui semble un peu fermée et qui ne semble pas

couvrir le champ dans son ensemble. Pour ce faire, nous proposons d'étudier un exemple provocant, volontairement très décalé par rapport aux projets classiques : quelles idées vous viennent à l'esprit du fait de cet exemple ? Quelles sont les connaissances qui vous manquent pour l'explorer en profondeur ? »

- **Phase 3 : Retour sur les projets classiques.** « Qu'est ce que cet exemple décalé nous apprend ? En quoi cette proposition nous aide-t-elle à penser différemment les projets (ou le potentiel des projets) ? Quelles compétences, quelles connaissances doivent-ils mobiliser ? Quelle organisation (collective ?) nécessitent-ils ? Quelles connaissances apparaissent-elles comme cruciales ? Y a-t-il création de nouveaux collectifs, de protocoles de maturation de projet, de besoins plus poussés d'exploration ? »

1.3.3 – Trois groupes de travail sur trois exemples expansifs

Partant de cette articulation en trois temps des ateliers et des exemples présentés précédemment, les trois ateliers proposés ont été les suivants :

- **Atelier centré sur la personne fragile :** les grands projets sont les systèmes de contrôle de la personne ; la proposition de penser un système d'aide à la personne fragile comme une aide pour un enfant a stimulé des discussions sur le fait que, dans certains cas, la personne fragile ignore qu'elle est fragile (un enfant ne connaît pas toujours ses limites). Les questions de l'apprentissage, de la détection des limites dues à la fragilité (l'incapacité à réaliser certaines tâches) ou de l'importance de l'éducation par des tiers sont apparues comme déterminantes dans ce cas particulier, et au final comme également assez cruciales pour le développement des dispositifs de monitoring.
- **Atelier centré sur l'environnement :** l'environnement est défini comme un ensemble de caractéristiques dynamiques qui peuvent faire évoluer sa qualité, comme une succession d'états plus ou moins favorables aux personnes en situation de fragilité. La voie principalement explorée sur la question de l'environnement est centrée sur l'accessibilité des infrastructures, souvent couplée à un problème d'investissements. Le travail sur un exemple expansif sur "accessoirisation" d'un environnement-plateforme a permis ainsi de penser la délégation de la prise en charge de la fragilité sur un équipement lors de cas de dégradation de cet environnement.
- **Atelier centré sur la question de l'interaction entre l'environnement et la personne fragile :** un constat est formulé concernant la perception de l'interaction d'une personne fragile avec son environnement, mettant en évidence une fixation d'une part sur l'environnement ultra-médié, complètement automatisé, et d'un autre côté sur le tiers social, l'aidant, l'accompagnement, médiateur entre la personne et son environnement. Les deux exemples expansifs proposés (l'enfant perdu dans un milieu urbain et la personne qui chute dans l'escalier) se sont focalisés sur la phase de transition entre l'autonomie et la dépendance, afin de stimuler des échanges sur les cas où l'interaction entre la personne et l'environnement est interrompue.

Les différents ateliers ont été animés par l'auteur de la thèse, le directeur du cluster I-Care et Philippe Lefebvre, maître assistant au CGS ayant été impliqué dans le suivi de la recherche-intervention avec le cluster. Des planches tendances explicitant les différentes questions et les exemples expansifs au sein de chaque phase ont été utilisées comme support aux ateliers.

1.3.4 – Retours d'expériences et performance de l'action menée

A l'issue de ce séminaire, nous avons conçu un questionnaire qui a été rempli par les participants. L'analyse des réponses des participants à ce questionnaire a permis qu'un bilan soit tiré du séminaire. Tout d'abord, cet atelier a conduit les participants à un partage de connaissances sur l'état de l'art et les intervenants ont ainsi permis la consolidation de briques de connaissances identifiées comme lacunaires : 82% des participants ont estimé avoir acquis de nouvelles connaissances sur les questions d'autonomie et en particulier sur le concept de fragilité. De plus, au delà de ce que l'on peut attendre traditionnellement d'un séminaire monté par un cluster ou un pôle (à savoir du *networking*), on peut noter l'émergence de nouvelles questions pour les acteurs de l'atelier. En effet, 32% des participants ont été surpris par certaines présentations, même si seulement 5% reformulent les trois questions principales qui forment leur agenda sur la question de l'autonomie. Ces nouvelles questions sont même dans 23% des cas des questions orphelines, qui sont critiques en général dans le domaine de l'autonomie mais pour lesquelles il n'y a pas d'effort de recherche ou d'innovation. Au regard de la seconde partie de l'atelier, 50% des participants reconnaissent avoir découvert de nouvelles voies d'exploration pour leurs projets et 41% ont pu découvrir de nouveaux partenaires qui ont des compétences qui leur manquent. Il semble donc que les efforts d'exploration sur des voies nouvelles d'innovation proposées à travers des exemples expansifs lors des trois ateliers ont permis aux participants d'élargir leur regard sur le concept de fragilité, de prendre en compte la personne en interaction avec son environnement pour, espérons-le, sortir de la fixation collective.

1.4. Le suivi de la thématique : mise en place d'actions génératrices variées

Différentes classes d'action ont été lancées par le cluster après le séminaire présenté dans les lignes qui précèdent.

Dans un premier temps, s'est posée la question de **l'appropriation du référentiel** par les différents membres du cluster I-Care, et donc par les divers acteurs de l'écosystème. Les modalités et les conditions de cette appropriation du référentiel peuvent être illustrées par notre rencontre en décembre 2010 avec une équipe de ST-Microelectronics sur le cas de l'autonomie des personnes. Une chef de projet de cette entreprise avait été présente lors du séminaire de mars 2010 sur la fragilité, et avait pris part aux ateliers de créativité. Cette rencontre a donné lieu à une présentation du référentiel C-K sur l'autonomie des personnes âgées, des diverses poches de connaissances et des voies conceptuelles empruntables, tel que cela a été détaillé précédemment. Cela a tout d'abord amené l'équipe de ST-Microelectronics à proposer une rediscussion de la première partition, en mettant en avant la place des soignants dans l'environnement, renvoyant à une discussion de la modélisation de la

notion de fragilité ainsi qu'à l'exploration poussée des poches de connaissances. Cette explicitation du référentiel a conduit à une meilleure compréhension de la stratégie actuelle de ST-Microelectronics : elle a permis de mieux comprendre l'un des projets en cours, en permettant le positionnement par ces acteurs de leur projet sur le référentiel et en suscitant une rediscussion des possibilités de repositionnement et d'amélioration du projet par rapport à ce référentiel. Il est également apparu des demandes de rencontres d'experts, d'approfondissement des poches de connaissances non maîtrisées. Quelques semaines après ce partage du référentiel d'I-Care, les équipes de ST-Microelectronics ont reformulé et élargi leur thématique initiale, en lançant un challenge à idée (appel à projets en interne) non plus sur le concept de la « e-santé » mais sur celui du « mieux vivre ». Cependant, nous pouvons souligner qu'il reste encore beaucoup d'actions à mener pour sortir de l'innovation orpheline et que la logique d'action décrite précédemment n'est que la première étape d'un panel d'actions à entreprendre pour amplifier la défixation.

Sur un plan institutionnel, le travail engagé par le cluster s'est inscrit dans la **constitution d'un groupe de travail** Rhône-Alpin suite à la volonté du Conseil Général de l'Isère de financer un bouquet de services d'aide aux personnes en perte d'autonomie. L'idée de ce groupe de travail était de proposer une réflexion sur la complémentarité de projets et de faire émerger un consortium capable d'articuler différentes solutions innovantes sur le sujet pour en équiper des structures publiques et semi-privées en Isère.

En interne au cluster I-Care, cette démarche a permis **d'outiller le comité d'évaluation** du cluster : en effet, tout projet à composante santé demandant à être financé par la Région Rhône-Alpes doit être labélisé par le cluster I-Care, qui s'est donc doté d'un comité d'évaluation de projets innovants. Sur des projets ayant trait à la thématique de l'autonomie des personnes, le référentiel C-K construit permet d'élargir les critères de sélection et de validation des projets pour accorder des financements : ces projets sont-ils dans l'effet de fixation collective ou adressent-ils des alternatives aux projets *mainstream* ? Les connaissances apportées par l'exploration de ces projets sont-elles citriques ou déjà maîtrisées ? Ces apports sur la thématique précise de l'autonomie des personnes âgées ont eu des répercussions plus larges sur l'ensemble du processus d'évaluation du cluster : ainsi, une grande diversité d'acteurs est aujourd'hui impliquée dans ce comité d'évaluation, et les critères d'évaluation de l'ensemble des projets – et non seulement de ceux concernant la question de l'autonomie – sont plus étendus que traditionnellement (prise en compte des enjeux de santé publique traités, de l'impact organisationnel sur le système de santé, ou encore de l'estimation de la valeur apportée par la solution innovante aux acteurs de la santé (hors patient)).

Ces actions restent une première étape dans les activités de défixation que peut mener le cluster pour amplifier les processus de défixation de l'industrie afin de sortir de l'innovation orpheline.

2. Structuration des activités d'un cluster régional : le cluster I-Care, un architecte de l'inconnu

Le cas des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées s'inscrit aujourd'hui dans la volonté du cluster I-Care de se démarquer des seules démarches existantes de labellisation et de *networking*, des organismes étant déjà présents en Région Rhône-Alpes sur ces activités. Ainsi, le cluster cherche à amplifier et rendre robuste des explorations lancées au sein de l'écosystème. Il s'agit, par exemple, de faire en sorte que l'ensemble des explorations portées par les acteurs de l'industrie soit suffisamment variée et couvre une partie plus large que les seules voies de fixation collective. Pour cela, il faut notamment pour le cluster s'assurer que l'ensemble des explorations débouche régulièrement sur des applications nouvelles et porteuses de croissance, et que l'écosystème ne laisse pas de côté des innovations orphelines faute de savoir mettre en œuvre les projets collaboratifs nécessaires. Cette volonté semble très ambitieuse, pour une structure qui a peu de financements, pas de compétences technologiques poussées, peu de réseau (à la différence d'un *business angel* par exemple), pas de capacités de financement.

Ces actions du cluster I-Care s'inscrivent dans la figure de **l'architecte de l'inconnu** telle qu'elle a été présentée dans le chapitre X. **Il s'agit bien pour cet acteur de mener des activités très spécifiques de conception innovante afin que d'autres acteurs puissent mieux concevoir : le cluster vise en effet à agir sur les capacités de conception de ses membres, notamment sur les capacités disjonctives telles que décrites dans le chapitre VI, i.e. sur le travail sur les imaginaires et leurs interactions.**

Il convient de souligner que ce positionnement en tant qu'architecte agissant sur les capacités d'action des autres acteurs de l'écosystème a été un des éléments permettant au cluster I-Care d'obtenir le label *Living Lab* et de se constituer en tant qu'association, conduisant à la possibilité d'augmenter les ressources au sein de l'équipe d'animation, avec l'arrivée notamment d'un chargé de mission « Innovation ».

3. Appropriation d'une méthodologie : les activités du cluster I-Care sur la thématique des implants personnalisés et sur le traitement du cancer par les sciences de l'ingénieur

Nous avons déjà évoqué que le cluster I-Care s'est constitué en tant qu'association au courant de l'année 2011. Depuis la fin de l'année 2011, le cluster s'est emparé de nouvelles thématiques orphelines pour éprouver la méthodologie proposée dans le contexte de la recherche-intervention proposée précédemment. Cette phase correspond à l'appropriation d'un outil de gestion par des acteurs qui n'en sont pas les concepteurs, et nous adoptons une perspective psycho-cognitive (De Vaujany, 2005) pour étudier cette appropriation comme un processus collectif qui s'inscrit dans la durée.

Nous présentons la démarche entreprise dans deux cas, celui du traitement du cancer, cas entrepris en collaboration avec le Cancéropôle régional (CLARA) et celui des implants personnalisés en collaboration avec le Pôle des Technologies Médicales de Saint-Etienne.

Le cancéropôle CLARA organise traditionnellement chaque année une "rencontre industriels-académiques" avec une matinée de conférences et un après-midi consacré à des rendez-vous entre différents acteurs. Suite à plusieurs discussions entre le cancéropôle et le cluster, la décision a été prise d'essayer d'orienter ces rendez-vous de l'après-midi par les conférences du matin et de structurer les échanges et les interactions entre les acteurs. Ce changement caractérise la volonté de ces deux acteurs de constituer un groupe de travail capable en amont de concevoir un référentiel sur la question du traitement du cancer. Les conférences de la matinée serviraient alors à restituer les réflexions du groupe de travail et permettraient de présenter des imaginaires nouveaux à explorer. Les rencontres pourraient alors avoir lieu selon l'intérêt exprimé des acteurs sur les pistes exposées le matin. Le cluster envisage ainsi de constituer un référentiel C-K en interne (le directeur du cluster G. Comtet et le chargé de mission J-F. Menudet étant tous les deux formés aux théories de la conception innovante et plus particulièrement à l'outil de référentiel C-K). Chaque étape de construction de ce référentiel serait alors validée par un groupe d'experts se réunissant régulièrement.

Le cas de l'innovation dans les implants se présente aujourd'hui différemment. La thématique est au cœur des travaux de l'équipe d'animation du cluster depuis début 2012. Le chargé de mission « Innovation » a entrepris la constitution d'un référentiel C-K sur le sujet. Un séminaire s'est ensuite tenu le 13 juin 2012, en deux temps : une matinée orientée vers une consolidation des connaissances perçues comme lacunaires suite au travail sur le référentiel C-K, et un après-midi autour d'ateliers de créativité. A la différence de la méthodologie appliquée dans le cadre de l'aide l'autonomie des personnes âgées, ces ateliers ne sont pas articulés sur des exemples expansifs. Il s'est agi plutôt de discuter par petits groupes (1) la vision du cycle de vie d'implant, (2) la caractérisation des phases de ce cycle et (3) les interactions possibles et innovantes entre ces phases. Les retours de l'équipe d'animation sur cette journée soulignent la difficulté de jouer sur les imaginaires des participants dans les ateliers de créativité, la tendance à s'accrocher aux projets, services et connaissances existants étant forte. Un approfondissement du travail sur le référentiel et en particulier la construction d'exemples provocants, pourraient dans le futur permettre de stimuler de manière plus féconde les imaginaires et susciter des interactions nouvelles. Une réflexion sur d'autres leviers d'action sur la stimulation des imaginaires pourrait également être conduite pour trouver d'autres actions jouant sur les capacités de disjonction des acteurs en présence.

On peut ainsi noter que dans ces deux cas, l'équipe d'animation du cluster I-Care s'est écarté de la méthodologie pour adapter la démarche à un contexte précis, aux alliances qui étaient passées, à la nature de l'industrie et des acteurs en place.

Ce qu'il faut retenir du chapitre XII

L'objet de ce chapitre a été d'expérimenter la proposition d'une méthodologie de défixation dans une situation empirique réelle, sur le cas de l'industrie des nouvelles technologies pour l'aide aux personnes âgées. Pour conduire une expérimentation au sein du collectif d'acteurs en place, nous avons adopté une démarche de recherche-intervention avec un acteur souhaitant insuffler une dynamique nouvelle à cette industrie, le cluster I-Care de la Région Rhône-Alpes, qui a pour mission de susciter des projets collaboratifs entre industriels et laboratoires de recherche de la Région Rhône-Alpes dans le domaine des technologies de la santé.

A partir du diagnostic fait à l'aide du référentiel C-K sur la fixation collective ayant cours au sein de cette industrie, il a été nécessaire de construire des leviers d'action pour diffuser ces nouveaux imaginaires, afin d'insuffler une relance de la dynamique industrielle et de sortir de l'effet de fixation collective du « monitoring de la personne âgée ». Suivant la méthodologie de défixation adoptée, nous avons, à partir du référentiel C-K, construit plusieurs exemples expansifs. Suite à cela, un séminaire a été monté. Dans la première partie du séminaire, plusieurs conférenciers sont intervenus pour éclairer sur les clefs des projets en autonomie et fragilité : les interventions ont couvert le point de vue des usagers, les problématiques d'éthique, le concept de fragilité, les préoccupations du milieu médical et les opportunités de financement proposées par les mutuelles. Dans un second temps, trois ateliers ont été proposés, au sein desquels des exercices de créativité ont été menés pour permettre d'éclairer des voies d'innovation intéressantes et de discuter de certaines connaissances critiques, au travers des exemples expansifs et provocants. L'analyse du séminaire a montré que les efforts d'exploration sur des voies nouvelles d'innovation proposées à travers des exemples expansifs lors des trois ateliers ont permis aux participants d'élargir leur regard sur le concept de fragilité, de prendre en compte la personne en interaction avec son environnement. Différentes classes d'action ont de plus été lancées par le cluster après le séminaire : l'appropriation du référentiel par les membres de l'écosystème, la constitution d'un groupe de travail Rhône-Alpin suite à la volonté du Conseil Général de l'Isère de financer un bouquet de services d'aide aux personnes en perte d'autonomie et enfin l'outillage du comité d'évaluation du cluster lui-même.

Ces actions du cluster I-Care s'inscrivent dans la figure de l'architecte de l'inconnu : il s'agit pour cet acteur de mener des activités de conception innovante pour que d'autres acteurs puissent mieux concevoir : le cluster vise en effet à agir sur les capacités de conception de ses membres, notamment sur les imaginaires et leurs interactions.

Depuis la fin de l'année 2011, le cluster s'est emparé de nouvelles thématiques orphelines pour éprouver la méthodologie proposée au travers de deux cas, celui du traitement du cancer et celui des implants personnalisés.

Chapitre XIII – Figure managériale de l'architecte de l'inconnu

Au travers de différentes approches, entre études de cas, méthodologie d'action et expérimentation collective, nous avons montré comment certains acteurs déploient des activités pour se saisir de problématiques d'innovation orpheline et agir pour susciter de la part des autres acteurs de l'écosystème un élargissement des processus d'innovation au-delà de la fixation collective. Nous allons maintenant **préciser la figure managériale de l'architecte de l'inconnu**, tout d'abord en dressant un profil de cet acteur selon trois plans, le modèle cognitif, le modèle d'action et le modèle de performance (XIII.1). Le rôle de l'architecte sera ensuite positionné par rapport aux rôles plus classiques de l'innovation (XIII.2), à savoir l'entrepreneur, l'intermédiaire d'innovation et l'intégrateur, et des exemples d'acteurs jouant ces différents rôles étayeront le propos.

1. Modèle cognitif, modèle d'action et performance de l'architecte

Pour sortir de l'innovation orpheline et insuffler une dynamique de travail du potentiel de valeur en dehors des effets de fixation collective, les chapitres précédents ont décrit l'enjeu qu'il y a pour un architecte de l'inconnu à ce que les expansions soient partagées, non pas dans une configuration d'échanges bilatéraux entre deux acteurs mais dans le but d'une extension collective des imaginaires de l'ensemble des acteurs de l'industrie. Comment alors faire partager des expansions de l'espace des imaginaires ? L'exemple expansif a été modélisé et testé dans un protocole expérimental dans le chapitre XI puis mobilisé lors d'ateliers de conception innovante par le cluster I-Care sur la thématique de l'aide à l'autonomie des personnes âgées dans le chapitre XII (*i.e.* la proposition d'exemples provocants par les animateurs de l'atelier pour susciter l'intérêt, le questionnement auprès des participants, les amenant à explorer des concepts novateurs et en dehors de leur scope traditionnel de pensée). Nous avons montré dans ces deux contextes comment la stimulation de l'espace des imaginaires peut être conduite par l'exposition des acteurs à des exemples surprenants, défixants.

Nous avons présenté deux acteurs, l'association ARIEL et le cluster I-Care, qui ont joué dans un contexte particulier d'innovation orpheline un rôle d'architecte de l'inconnu, agissant sur les capacités de conception des autres, et ce avec plus ou moins de réussite. La synthèse de ces deux cas permet ainsi de comparer deux acteurs jouant ce rôle d'architecte, et ce selon différents attributs : leurs structures organisationnelles et les actions traditionnellement menées, les *outputs* de leurs actions d'architecte, leur légitimité à conduire de telles actions, les ressources dont ils disposent et la pérennité des processus qu'ils mettent en place.

	<i>I-Care</i>	<i>Ariel</i>
Contexte	<i>Autonomie des personnes âgées</i>	<i>Biomasse et bioénergies dans un partenariat France - Ukraine</i>
Structure	<i>Cluster régional devenu une association avec cotisation des membres</i>	<i>Association missionnée sur financements publics</i>
Rôle traditionnel	<i>Labellise des projets pour financement auprès de la région Rhône-Alpes</i>	<i>Broker</i>
Issue du rôle d'architecte	<i>Workshop sur la fragilité, diffusion du référentiel, aide à la rédaction d'un appel à projet pour le conseil général de l'Isère</i>	<i>Schéma-directeur pour un partenariat franco-ukrainien, discussion autour d'un appel d'offre ANR, implication du pôle de compétitivité IAR</i>
Légitimité	<i>Tout d'abord institutionnelle (dépendance de la région), puis socio-professionnelle</i>	<i>Complexe, dépend du mandat</i>
Ressources	<i>Capacité de mobiliser des expertises, ressources internes investies sur la construction d'un référentiel</i>	<i>Capacité de mobiliser des expertises, de susciter l'adhésion autour de partenariats à l'international</i>
Pérennité	<i>Conditionnée par l'intérêt des membres de l'association nouvellement créée</i>	<i>Architecte temporaire passant le relai à de possibles acteurs tiers, entrepreneurs, etc.</i>

Figure 52 - Modèle de performance de deux architectes, I-Care et ARIEL

Ces deux cas d'étude mettent ainsi en lumière les limites et les conditions de l'action d'un architecte. Il s'agit de deux structures très différentes, l'une dépendant de la Région Rhône-Alpes dans un premier temps, des cotisations de ses membres ensuite ; et l'autre, associative, dépendant de sa propre motivation à lever des fonds, à se saisir de stratégies de partenariat à l'international. Les conditions d'existence de ces architectes de l'inconnu semblent être en particulier intrinsèquement liées à leur motivation. Au fond, comment une toute petite association comme ARIEL peut-elle jouer un rôle dans ce panorama franco-ukrainien des bioénergies ? Il faut bien alors l'idéalisme de ses président et vice-président et beaucoup de ténacité pour frapper aux portes successives des ministères, ambassades, grands groupes industriels, laboratoires de recherche pour animer, titiller, bouleverser les mécanismes en place. La force de motivation d'ARIEL ne peut par ailleurs être saisie que rapportée à la légitimité qu'a l'association à s'occuper de ces questions : une intervention sur le long terme est difficilement soutenable dans le cas d'ARIEL, d'où le relai par exemple à un pôle de compétitivité, comme le pôle IAR, pour soutenir le rôle d'architecte. La question du « bon relai » reste alors toute ouverte : l'ANR, l'Académie des Technologies pourraient tout à fait être ce relai. Par ailleurs, en termes de performance, le développement institutionnel du cluster I-Care est éclairant : il s'agit en effet d'un processus relativement lent, les ressources humaines du cluster étant mobilisées par de nombreuses activités qui n'ont pas de lien avec le rôle d'architecte. La capacité du cluster I-Care à développer une méthodologie innovante pour la gestion des innovations orphelines doit beaucoup à la volonté de son directeur de ne pas être un simple animateur de réseau ni un simple relais de financements, mais de vouloir aider un milieu à développer ses capacités d'innovation.

Ainsi la figure de l'architecte peut s'incarner dans diverses structures organisationnelles, et ce qui serait une « bonne » forme organisationnelle reste une question à examiner. Mais se dessine néanmoins au travers de ces deux études de cas un rôle de l'architecte de l'inconnu, à savoir de pousser les réappropriations de connaissances et le développement des capacités disjonctive de l'écosystème en favorisant la diffusion de concepts nouveaux au sein du milieu, en fluidifiant les relations entre les acteurs et en suscitant des échanges sur les imaginaires. L'architecte est ainsi le détenteur de connaissances particulières lui permettant d'assurer cette fonction : l'architecte de l'inconnu est donc capable de penser un modèle de haut niveau de l'objet sur lequel il travaille, il est garant d'un renouvellement d'une part d'inconnu résiduel, pérennisant la sortie de la situation d'innovation orpheline en stimulant sur plusieurs étapes les imaginaires des acteurs et leurs interactions.

Il est alors possible de dresser une caractérisation de l'architecte sur trois plan : le plan du raisonnement, le plan de l'action et le plan organisationnel :

	<i>Raisonnement conduit par l'architecte</i>	<i>Leviers d'action</i>	<i>Place dans l'action collective</i>
<i>Pour lui-même</i>	<i>Identification des blocages à l'innovation : effets de fixation, path-dependence</i>	<i>Référentiel C-K</i>	<i>Non porteur de projet</i>
<i>Pour les membres de l'industrie</i>	<i>Stimulation d'interaction d'imaginaires et partage de nouveaux imaginaires</i>	<i>Ateliers autour d'exemples provocants, diffusion d'une cartographie des imaginaires</i>	<i>Ouverture de l'exploration, structuration des connaissances et du potentiel de valeur</i>

Tableau 21 - Positionnement de la figure de l'architecte par rapport aux figures classiques de l'innovation

2. Positionnement de la figure de l'architecte par rapport aux rôles classiques des processus d'innovation

En se basant sur deux études empiriques, une caractérisation d'une nouvelle figure d'acteur, l'architecte de l'inconnu, a été proposée. Se pose alors la question du positionnement de cette figure managériale par rapport aux figures classiques des processus d'innovation : quelles seraient les formes organisationnelles pouvant aider et soutenir un collectif dans la sortie de l'innovation orpheline ? L'architecte est-il le seul capable de porter un diagnostic de la fixation collective et une stimulation des imaginaires ? Nous pouvons discuter de trois grandes figures classiques qui seraient intuitivement candidates à jouer ce rôle d'architecte : l'entrepreneur (et donc la firme conceptrice), l'intermédiaire d'innovation et l'intégrateur (ou gestionnaire de plateforme). Nous proposons donc de distinguer les différents rôles sur les trois plans de description mobilisés précédemment, à savoir le plan du raisonnement, le plan de l'action et le plan de la performance.

Dans sa définition générale, l'entrepreneur est un acteur réunissant des ressources (financières, humaines, sociales, techniques, commerciales, etc.) pour réussir différents objectifs

économiques (Leibenstein, 1968; Schumpeter, 1934). De même, on peut penser l'entrepreneur institutionnel comme un agent mobilisant des ressources dans le but de transformer une institution ou d'en créer une nouvelle (DiMaggio, 1988; Maguire, Hardy, & Lawrence, 2004). En ce sens, l'entrepreneur est toujours un porteur de projet autour d'une nouvelle idée, commerciale ou institutionnelle, et est ainsi un vecteur de changement (Murray, 1984), de par sa capacité à être créatif, innovant, flexible (Stevenson & Gumpert, 1985). Il n'agit néanmoins pas pour les autres acteurs de l'industrie.

Très différents de l'entrepreneur, les intermédiaires d'innovation (Hargadon, 1998; Howells, 2006) jouent un rôle important pour les organisations en matière d'*open innovation* (Chesbrough, 2003), en ce sens où ils aident à améliorer la connectivité au sein de l'industrie en fournissant des possibilités d'échange et de transfert de technologie, facilitant l'adéquation entre une offre de technologie et une demande de proposition technologique. Howells (2006) définit ainsi un intermédiaire d'innovation comme :

"an organization or body that acts as agent or broker in any aspect of the innovation process between two or more parties." (p 720).⁵⁰

Des acteurs variés sont ainsi qualifiés d'intermédiaire d'innovation : « *bridgers* » (Bessant & Rush, 1995; McEvily & Zaheer, 1999), « *brokers* » (Hargadon & Sutton, 1997; Provan, K.G., Human, 1999), les acteurs tiers (Mantel & Rosegger, 1987) et, plus récemment, les « *Living labs* » (Almirall, 2009), les animateurs (Howells, 2006), ou les initiatives de *crowd-sourcing* telles que InnoCentive (Sieg et al., 2009)⁵¹. Dans la littérature, les intermédiaires sont décrits comme conduisant une grande variété d'activités, que l'on peut globalement qualifier comme étant soit de « *brokering* », *i.e.* intercéder dans une transaction commerciale ou lors d'une négociation entre plusieurs parties prenantes, soit de « *networking* », *i.e.* établir des connexions entre différents acteurs. Ces activités s'appuient sur la capacité des intermédiaires à trouver des propositions existantes à des demandes qui leurs sont apportées, et pour se faire se rencontrer des acteurs autour d'un problème connu et bien défini. Cependant, dans des cas où ces conditions ne sont pas réunies, dans des cas d'innovation orphelines où les technologies, les connaissances, le marché et le réseau des acteurs concernés ne sont pas encore connus ou tout du moins réunis, ces actions de l'intermédiaire d'innovation se retrouvent limitées (Yström & Agogué, 2011). Ainsi, les intermédiaires agissent dans des situations où les sujets d'innovation sont clairs et partagés au sein d'un ensemble d'acteurs bien identifié, et n'agissent pas dans les cas où il y a de grandes incertitudes. Pour agir sur les imaginaires d'un collectif et adresser des

⁵⁰ Notre traduction : « une organisation qui agit comme agent ou courtier dans tous les aspects du processus d'innovation entre deux ou plusieurs parties »

⁵¹ Pour une revue de la littérature sur la figure de l'intermédiaire d'innovation et les différentes formes institutionnelles de cette figure d'acteur, le lecteur pourra se référer à (Howells 2006).

problématiques inconnues, un intermédiaire d'innovation devrait étendre son champ d'action pour conduire des activités d'exploration qui ne sont pas dans son domaine d'action traditionnel.

Une autre figure des processus d'innovation à laquelle il convient de contraster le rôle de l'architecte est le gestionnaire de plateforme (Baldwin & Woodard, 2009; Cusumano & Gawer, 2002; Gawer, 2009; Gawer & Cusumano, 2002; Gawer & Henderson, 2007; Meyer & Dalal, 2002). Gawer propose la définition d'une plateforme comme :

« an evolving system made of interdependent pieces that can each be innovated upon » (Gawer 2002, p2) ⁵².

Un gestionnaire de plateforme (ou « *platform leader* ») est ainsi un acteur qui prend en charge le pilotage d'une industrie (*ibid.*), au sens où il organise une architecture de produit ou de service permettant que des éléments interdépendants du système conçu puissent évoluer indépendamment les uns des autres. Il en découle ainsi une intégration par ce gestionnaire de plateforme des divers efforts d'innovation menés par les différents acteurs spécialisés sur des modules du système global. Cependant, un gestionnaire de plateforme agit au sein d'une vision existante de l'architecture de la plateforme, et vise à apporter un socle stable permettant aux différents acteurs de se coordonner et de converger sur des innovations compatibles.

On peut ainsi positionner la figure de l'architecte par rapport à ces rôles contrastés de la littérature en innovation :

	Entrepreneur	Intermédiaire d'innovation	Plateforme leader / intégrateur	Architecte
Modèle cognitif	<i>Explorer un concept en expansion</i>	<i>Identifier des différentiels offre/demande</i>	<i>Intégrer des capacités de conception</i>	<i>Identifier des effets de fixation et proposer de nouveaux imaginaires</i>
Modèle d'action	<i>Concevoir et rassembler des ressources pour mener à bien une innovation</i>	<i>Relier une offre et une demande</i>	<i>Proposer une plateforme stable à des partenaires</i>	<i>Stimuler des imaginaires en interaction</i>
Performance	<i>Développement d'un nouveau produit</i>	<i>Nombre de transactions (connaissances, compétences, biens)</i>	<i>Développement d'un nouveau produit, fluidité des interfaces</i>	<i>Construire une action collective autour d'un potentiel de valeur</i>

Tableau 22 - Positionnement de la figure d'architecte par rapport à d'autres figures de l'innovation : l'entrepreneur, l'intermédiaire et l'intégrateur

⁵² Notre traduction : « un système en constante évolution, constitué d'éléments interdépendants qui peuvent chacun être l'objet d'une innovation ».

3. L'architecte de l'inconnu, un nouvel acteur ?

La description de ces rôles comme étant très cloisonnés et indépendants n'est évidemment pas le reflet des trajectoires d'action que peuvent entreprendre des acteurs dans des contextes industriels. Dans certaines situations, une institution jouant un rôle d'intermédiaire d'innovation peut, par exemple, élargir ses activités de *broker* et/ou de *networker* pour endosser un rôle d'architecte : c'est typiquement le cas d'une association comme ARIEL, dont initialement le rôle était de promouvoir la recherche à l'international en fluidifiant les relations au sein d'un partenariat binational, et qui, dans le cas de la valorisation énergétique de la biomasse, a conduit des activités pour agir sur les capacités de conception des acteurs en place. De même, le rôle joué par le pôle de compétitivité Mov'eo, avec les étudiants ayant mené l'étude sur la sécurité des deux-roues, s'interprète comme une expansion des activités d'intermédiaire à des actions d'architecte (Agogué & Yström, 2012). Dans la même veine, un entrepreneur ou un collectif d'entrepreneurs peuvent jouer un rôle d'architecte pour permettre que d'autres acteurs de l'industrie se développent et innover.

Peut-on alors réinterpréter les formes d'action entreprises par certains acteurs dans le passé comme ayant eu trait à la figure de l'architecte de l'inconnu ? En d'autres termes, l'étude de dynamiques industrielles passées ayant été en situation d'innovation orpheline met-elle en lumière un acteur ayant développé des activités de stimulation des imaginaires, d'organisation de capacités disjonctives de conception ?

Nous proposons de relire deux cas de réussite où le renouveau de l'industrie a pu s'opérer, et où dans le premier cas, un entrepreneur a su structuré un champ en émergence, et où, dans le second cas, un collectif d'entrepreneurs a grandement influé sur la dynamique industrielle. Nous montrerons que, dans ces deux cas, en confondant (1) le rôle de l'architecte et celui de l'entrepreneur et (2) le rôle de l'architecte et celui de la société savante, la valeur de ce qui fait architecte et du poids de la coordination sur les imaginaires n'est pas saisie. Nous proposons donc une relecture de deux dynamiques industrielles étant donné le travail que nous avons entrepris sur l'architecte de l'inconnu.

3.1. Un architecte-entrepreneur sans référentiel : le cas de Nutriset

Nous présentons maintenant un cas d'architecte qui ne fut pas un acteur tiers des processus d'innovation comme le sont le cluster I-Care ou l'association ARIEL : l'entreprise Nutriset avec à sa tête Michel Lescanne, un entrepreneur du traitement de la malnutrition infantile dans les années 1980-90⁵³. Ce cas est particulièrement intéressant car il traite de la figure entrepreneuriale de

⁵³ Le cas Nutriset a fait l'objet d'une recherche menée conjointement avec Elsa Berthet en août 2011, et a conduit à l'élaboration d'un sujet de fin d'études pour deux étudiants de l'école des Mines de Paris en 2011-2012. Ce sujet fut co-encadré avec Elsa Berthet.

l'architecte et présente un cas où cet architecte a agi sans avoir à sa disposition d'outil de type « référentiel ».

L'étude de ce cas montre comment un entrepreneur peut devoir jouer un rôle d'architecte dans certaines configurations industrielles. En effet, Nutriset a reconfiguré le champ du traitement de la malnutrition aigüe sévère sur les jeunes enfants, en renouvelant les imaginaires partagés sur cette question. Pour conduire cette étude de cas, nous avons adopté une méthodologie de collecte de données durant huit entretiens semi-directifs individuels de 2h chacun. Nous avons choisi d'interroger les 4 personnes présentes dès les premières années de fondation de l'entreprise, ainsi que 4 personnes dont les profils (juriste, nutritionniste, chef de projet marketing et chargé d'innovation) nous ont semblé apporter des éclairages complémentaires.

3.1.1 Les enjeux de la malnutrition dans les pays du sud

La malnutrition peut se définir comme un état pathologique causé par un déséquilibre d'un régime alimentaire en énergie, acides gras essentiels, protéines, vitamines et minéraux. Selon l'ONG Médecins Sans Frontières, un tiers des huit millions de décès chaque année d'enfants de moins de 5 ans sont dus à la malnutrition, 175 millions d'enfants sont aujourd'hui sous-nutris dans le monde (dont 20 millions en situation de malnutrition aiguë sévère). On estime à 3% le pourcentage de ces enfants qui reçoivent un traitement adapté. Le programme alimentaire mondial a nourri en 2011 90 millions de personnes pour 3 milliards de dollars.

3.1.2 L'action de Nutriset dans le traitement de la malnutrition

Créée en 1986, l'entreprise Nutriset est fondée par un ingénieur en agro-alimentaire, Michel Lescanne, autour d'un engagement fort : « nourrir les enfants ». Dans les années 1970, aucun produit spécifique n'existe pour la prise en charge de la malnutrition aiguë sévère chez les enfants. L'aide alimentaire est en effet basée sur l'envoi de surplus agricoles des pays du Nord dans les pays du Sud, ce qui ne permet pas d'apporter une réponse suffisante aux besoins nutritionnels spécifiques des jeunes enfants en situation de malnutrition. Les premiers produits dédiés au traitement de la malnutrition apparaissent au début des années 1980 sous forme de farines et de biscuits enrichis en protéines. Ces produits ne satisfont pas les nutritionnistes et les médecins travaillant dans les ONG chargées du traitement de la malnutrition, ces produits n'étant pas spécifiques du point de vue nutritionnel : ils nécessitent en effet l'apport de compléments en vitamines et minéraux, qui sont en général administrés à la cuillère, ce qui n'est ni très efficace, ni précis. Ainsi, alors que des financements sont débloqués et que des acteurs se mobilisent, très peu d'innovations sont proposées et ne permettent pas de traiter de la question de la sous-nutrition des enfants : il s'agit d'une situation d'innovation orpheline.

Michel Lescanne fonde son entreprise autour de la formulation d'aliments pour les enfants sous-nutris : ces produits sont au départ très artisanaux, utilisant de la poudre de lait de vache, du sucre, des farines, du soja. L'objectif initial est de privilégier des aliments riches en protéines. Les produits de base sont donc toujours un peu semblables, l'enjeu étant surtout sur les combinaisons et

les formulations. L'entreprise, qui compte au milieu des années 80 trois personnes, rédige des réponses à des appels d'offres pour des pays en conflits (Kosovo, Palestine), en faisant de la conception de formules puis en organisant la sous-traitance pour la production et la distribution. Ces premiers tests permettent à Nutriset de constituer un apprentissage dans les relations avec des partenaires très variés : les nutritionnistes spécialisés dans la malnutrition, les ONG qui administrent les produits sur place dans les camps de réfugiés, les villages et les centres de santé sur place, les différents ministères de l'agriculture et/ou de la santé des pays concernés. Nutriset tisse alors des relations privilégiées avec l'Afrique de l'Ouest, le Burkina Faso, le Mali, le Niger dans une démarche très empirique.

Les années 1992-93 marquent un tournant lorsque l'entreprise se rapproche des nutritionnistes les plus pointus sur le plan international, en particulier avec les chercheurs en nutrition travaillant avec les ONG comme *Action contre la faim*. Nutriset approfondit en effet sa connaissance sur la malnutrition, en particulier *via* les nutritionnistes considérant la malnutrition comme une pathologie, avec des conséquences variées et parfois très graves sur la santé des enfants (diarrhées, déshydratation, carences).

Médecins sans Frontières organise en 1993 une réunion impliquant l'ensemble des nutritionnistes influents de l'époque pour concevoir une formule universelle destinée à traiter la malnutrition aiguë sévère. Les participants à cette réunion se penchent sur les recommandations d'apports journaliers pour un enfant en situation de malnutrition aiguë sévère. Michel Lescanne, présent à cette réunion, propose quelques semaines plus tard un produit de lait nutritionnel en poudre, le F-100, qui répond à la formulation conçue lors de cette réunion. Grâce à son savoir-faire laitier, il parvient en effet à concevoir un lait en poudre respectant exactement les proportions prescrites par les médecins et nutritionnistes. Ce produit devient alors le premier succès de Nutriset, et est largement présenté au sein de l'écosystème d'acteurs de la malnutrition. Suite à cette proposition, les nutritionnistes et les ONG comprennent que leurs idées peuvent être transformées en produit et modifient leurs perspectives sur la malnutrition, apprenant en même temps que Nutriset sur les nouvelles modalités d'administration et de préparation des produits de traitement de la malnutrition. Cela caractérise la première action de Nutriset en tant qu'architecte de l'inconnu.

Lors de la crise au Rwanda en 1993-1994, *Action contre la faim* utilise le lait thérapeutique F-100. Les retours de l'ONG ne sont pas bons : il y a en effet de gros soucis de sécurité dans les camps la nuit, qui obligent les membres des ONG à quitter le camp le soir, ce qui fait que des enfants qui doivent être nourris toutes les 2 heures ne peuvent l'être pendant la nuit, entraînant de nombreux décès. Par ailleurs, la question du traitement uniquement en centre pose des difficultés lorsque les mères ne veulent pas laisser leurs enfants au centre pour toute la durée du traitement. Des problèmes de contamination bactériologique se développent également du fait de la dilution des poudres de lait dans de l'eau.

Dès 1995, Nutriset travaille alors sur un produit administrable la nuit et qui ne nécessite pas de préparation en centre de santé. Ces travaux ne questionnent pas la formulation nutritionnelle du F-100, mais ont pour but l'aide des logisticiens, à travers un travail sur une nouvelle forme de produit au

niveau de la préparation. La recherche sur ces nouveaux produits a quatre objectifs : ne pas nécessiter de préparation, pouvoir être distribué individuellement, limiter les risques de contamination bactériologique (du fait du mélange d'eau et d'aliments), faciliter le transport.

Après des explorations diverses et variées sur des farines, des beignets avec des taux de matières grasses très importants, des barres de confiseries ou sur le chocolat, l'entreprise développe des connaissances très pointues sur la texture de pâte et sur le comportement des acides gras. Nutriset fait appel à diverses expertises en externe (sur les minéraux, la stabilité des matières grasses avec les minéraux, la question du stockage pour garantir une non-séparation des matières grasses et dégradation des nutriments, et sur la question du goût). Le produit en pâte Plumpy'nut naît de cet ensemble d'explorations qui s'articulent sur de nombreux échanges avec les nutritionnistes et les ONGs, et sur le rassemblement de poches de connaissances hétérogènes détenus par des acteurs variés.

Plumpy'nut révolutionne le traitement de la malnutrition, tant son utilisation nécessite une refonte de l'administration des produits de traitement de la malnutrition et de l'organisation des centres de santé, de l'action des ONGs. De plus, du fait d'une possible distribution élargie du produit qui ne nécessite plus de préparateur, un nombre plus important d'enfants peuvent bénéficier du produit. Dès 2000, Nutriset développe une usine en propre pour contrôler l'ensemble des processus de production, et en 2005, lance un programme de co-développement (Plumpy Field) avec une quinzaine de pays partenaires où des usines de production de F-100 et de Plumpy'nut sont implantées. Cette même année, lors de la crise au Darfour, UNICEF recommande officiellement l'utilisation de Plumpy'nut dans le traitement de la malnutrition aiguë sévère.

En près de 25 ans, Nutriset, par son action, est devenu non seulement un acteur de référence dans la lutte contre la malnutrition mais a transformé l'ensemble de l'écosystème, dans la nature des fonctions jouées par chacun des différents protagonistes. Ce cas nous montre ainsi que pour exister, l'entrepreneur isolé n'ayant pas de sens, il doit adopter une logique double : il se doit en effet de conduire une logique entrepreneuriale propre et une logique de structuration du milieu qui rend la démarche entrepreneuriale possible et surtout réussie. Nutriset a ainsi joué un rôle à la fois de concepteur de nouveau produit, et d'un architecte qui a agit pour renouveler les imaginaires au sein de l'industrie, passant d'une vision du traitement de la malnutrition comme « une réponse à un déséquilibre alimentaire se focalisant sur un nouvel équilibre calories / protéines, dans le cadre d'un produit nécessitant une préparation en centre de santé » à « une réponse à un déséquilibre alimentaire en rétablissant un équilibre physiologique *via* des produits sans préparation ».

3.1.3 Limites de l'action d'architecte de Nutriset : le cas de la prévention de la malnutrition

Nous venons de décrire l'action de Nutriset comme un architecte du traitement de la malnutrition. Cette approche a ainsi permis à l'entreprise de sortir le secteur d'une situation d'innovation orpheline. Depuis le milieu des années 2000, l'entreprise a entrepris d'investiguer le champ de la prévention de la malnutrition, en adoptant une stratégie de lignée de produit. En effet,

étant donné les compétences acquises par Nutriset sur les produits prêt-à-l'emploi sous forme de pâte, la politique de l'entreprise a été de décliner le produit Plumpy'nut sous des formes variées, comme des compléments alimentaires permettant d'apporter les doses journalières recommandées en minéraux et vitamines chez un enfant entre 6 mois et 5 ans.

Ces produits de prévention ne rencontrent pas aujourd'hui le succès escompté. Une analyse des raisonnements de conception sous-jacents à la question de prévenir la malnutrition montre qu'il existe en fait un vrai saut conceptuel dans la question de la prévention, qui implique une rupture dans l'équilibre de l'écosystème « traitement de la malnutrition » : en effet, passer du traitement à la prévention implique de mobiliser d'une part des connaissances inédites (sur la prévention, sur les habitudes alimentaires locales, sur la perception de la malnutrition par la mère, sur les critères de performance associés à la performance) et d'autre part, des acteurs nouveaux, (comme l'entourage nourricier ou les réseaux de distribution). La diversification rapide depuis des produits de traitement à des produits de prévention a masqué le saut conceptuel qui existe entre le traitement de la malnutrition et sa prévention. Les acteurs à impliquer et les concepts à explorer n'ont pas été clairement identifiés et le processus de conception par accumulation progressive de la connaissance, qui avait conduit à la formulation de Plumpy'nut et F-100, s'est enrayé.

Jouer le rôle de l'architecte au sein d'une industrie émergente, celle de la prévention, nécessite des activités de conception spécifiques pour identifier les acteurs pertinents à impliquer, explorer de nouveaux imaginaires et penser la prévention de la malnutrition de manière innovante. L'obstacle que rencontre Nutriset se comprend comme une difficulté pour une entreprise seule à tenir la position d'architecte de l'inconnu, structurant les capacités de conception de l'ensemble de l'industrie, dans un contexte où la dynamique industrielle est très émergente et nécessite une action collective impliquant une diversité d'acteurs beaucoup plus large et nécessitant une exploration des imaginaires plus poussée.

3.2. Une forme collégiale de l'architecte de l'inconnu : le cas de la Lunar Society

Un autre cas est éclairant pour discuter la figure de l'architecte : le cas de la Lunar Society, forme collégiale d'architecte s'étant développé dans l'Angleterre de 1760-80. Pour étudier ce cas, nous nous référons aux travaux des deux grands historiens de la Lunar Society, Richard Schofield (1957, 1963) et Jenny Uglow (2002).

La Lunar Society était un club de discussion composé d'éminentes personnalités de l'industrie, de philosophes, de scientifiques et d'intellectuels qui se réunissaient régulièrement entre 1765 et 1813 à Birmingham. Les membres de la Lunar Society étaient très influents au Royaume-Uni, et comptaient parmi eux Matthew Boulton, Josiah Wedgwood, James Watt ou encore Erasmus Darwin.

La Lunar Society doit son nom à la décision du processus de réunion les soirs de pleine lune. Il faut cependant démystifier ces réunions : malgré le manque d'archives précises à leur sujet, la

correspondance des membres de la Lunar Society tend à caractériser ces instants plutôt comme des moments de socialisation, permettant à ces hommes de festoyer et de créer le liant leur permettant de désamorcer les mécanismes de compétition évidents du fait du travail de plusieurs des membres sur des sujets similaires. Ils se sont ainsi appréciés et certains d'entre eux étaient des intimes, leurs écrits personnels démontrant que ces réunions étaient placées sous le signe de la convivialité, tout en étant intellectuellement stimulantes. Les échanges qui constituent le véritable terreau de la Lunar Society se retrouvent dans la correspondance que ne manquaient pas de s'envoyer les membres entre eux. Il arrivait au moins une lettre par jour aux habitants de Birmingham, et a minima, une lettre était envoyée par semaine aux membres éloignés. Concernant seulement Matthew Boulton, on compte plus de 11.000 lettres envoyées ou reçues par l'un des Lunartics (Jones, 2008).

Les coopérations entre les Lunartics amenèrent à des combinaisons très réussies des expertises : l'histoire de la Lunar Society est en effet intrinsèquement liée aux réussites industrielles collectives de ses membres, dont la machine à vapeur, sur laquelle Matthew Boulton et James Watt collaborèrent notamment, est l'exemple le plus célèbre. Mais les Lunartics furent curieux de tout, et s'impliquèrent également sur des projets en marge de leurs préoccupations individuelles comme par exemple sur les premiers développements des ballons à air et des montgolfières. Au delà d'un intérêt poussé pour les objets nouveaux, la Lunar Society fut aussi impliquée en profondeur dans les grandes trajectoires industrielles qui modifièrent le visage de l'Angleterre, alors que ces sujets ne semblaient pas dans le cœur des expertises de ses membres, comme par exemple une investigation technique et un investissement marqué sur la conception de canaux maritimes. Ces échanges scientifiques s'articulèrent de plus à une prise de position sur des débats de fond, politiques et sociétaux : la lutte contre la traite des esclaves, l'éducation des femmes, *etc.*

Ainsi, les membres de la Lunar Society ne partagèrent pas seulement des connaissances, mais des idées, une vision de l'Angleterre moderne, des techniques, des expérimentations (Agogué, 2012). À la différence des membres de clubs scientifiques ou de l'académie des sciences (la Royal Society), ils se sont distingués par leur esprit pratique et leur volonté de transformer les idées en actes, Jones (2008) les décrit ainsi comme étant les « savants-fabricants opérant au cœur des « Lumières industrielles » en Grande-Bretagne ». Pour les Lunartics, la confrontation réciproque de leurs idées était perçue comme un moyen de penser les innovations de demain et de poser les bases d'une nouvelle société et de la révolution industrielle. La Lunar Society, en ce sens, se comprend comme un espace de conception où s'échangèrent idées, connaissances, prototypes, débats politiques et sociaux, et où les différents membres purent mobiliser les compétences présentes au sein du collectif afin de concevoir les objets nouveaux qui transformèrent l'Angleterre.

Il est intéressant de noter qu'il n'y eut pas de membre centralisant l'ensemble des relations au sein de la Lunar Society, pas de grand organisateur, ni de technique ou de champ d'innovation catalysant les efforts de l'ensemble des membres. Ils ne perçurent pas leur positionnement comme étant sur des champs d'innovation différents. Les techniques apparaissaient comme intrinsèquement liées, et la poterie ne se pensait pas indépendamment des expérimentations sur l'électricité ou la chimie. Le découpage de l'économie en secteurs industriels ne faisait pas sens pour les membres de la

Lunar Society. Pour Josiah Wedgwood par exemple, penser indépendamment les mécanismes de cuisson et de recuit, les processus de commercialisation de vases ornementaux, les canaux maritimes et la modélisation de l'électricité n'était pas concevable, et c'est sa capacité à penser des liens forts entre ces sujets émergents qui lui permit d'innover et d'explorer les potentiels qui s'ouvraient à lui (Agogué, 2012).

L'histoire de la Lunar Society nous montre ainsi comment une curiosité pour l'expérimentation et les modèles théoriques dans des domaines scientifiques variés, ainsi qu'un intérêt partagé pour des questions sociétales contemporaines ont conduit un collectif d'acteurs de secteurs divers à tisser des liens, à collaborer au sein d'un club identifié. Et ce sans s'articuler sur un unique secteur industriel figé et bien défini, mais au contraire en jouant un rôle d'architecte distribué au sein du collectif, en sortant des effets de fixation et en croisant des imaginaires, des concepts de disciplines et de domaines multiples.

Conclusion : l'architecte, catalyseur d'une action pour sortir de l'innovation orpheline

Nous avons décrit dans ce chapitre comment un acteur, l'architecte de l'inconnu, déploie des activités de conception innovante pour se saisir de problématiques d'innovation orpheline et agir au sein de l'industrie pour impacter les capacités de conception en place et impliquer de nouveaux acteurs le cas échéant.

Nous avons positionné cette figure managériale par rapport à l'entrepreneur – qui est capable de s'extraire de la fixation collective mais n'agit pas pour les autres–, l'intermédiaire d'innovation – qui agit pour faire coïncider une demande et une offre bien constituées–, et l'intégrateur – qui organise des capacités de conception au sein d'une vision partagée déjà existante. L'architecte se distingue ainsi en agissant pour faire muter les capacités de conception en place, pour penser de nouveaux imaginaires, et pour faire évoluer la nature des échanges au sein de l'industrie.

Ce qu'il faut retenir du chapitre XIII

Ce chapitre a permis de préciser la figure managériale de l'architecte de l'inconnu en dressant un profil de cet acteur selon trois plans, le modèle cognitif, le modèle d'action et le modèle de performance

L'étude de deux acteurs, l'association ARIEL et le cluster I-Care, qui ont joué dans un contexte particulier d'innovation orpheline un rôle d'architecte de l'inconnu, permet de comparer deux acteurs jouant ce rôle d'architecte, et ce selon différents attributs : leurs structures organisationnelles et les actions traditionnellement menées, les outputs de leurs actions d'architecte, leur légitimité à conduire de telles actions, les ressources dont ils disposent et la pérennité des processus qu'ils mettent en place. Ces deux cas d'étude ont ainsi mis en lumière les limites et les conditions de l'action d'un architecte. L'analyse a montré que la figure de l'architecte peut s'incarner dans diverses structures organisationnelles, et ce qui serait une « bonne » forme organisationnelle reste une question ouverte. Mais se dessine néanmoins au travers de ces deux études de cas un rôle de l'architecte de l'inconnu, à savoir de pousser les réappropriations de connaissances et le développement des capacités d'innovation de l'écosystème en favorisant la diffusion de concepts nouveaux au sein du milieu, en fluidifiant les relations entre les acteurs et en suscitant des formes de collectifs de conception. L'architecte est ainsi le détenteur de connaissances particulières lui permettant d'assurer cette fonction : l'architecte de l'inconnu est donc capable de penser un modèle de haut niveau de l'objet sur lequel il travaille, il est garant d'un renouvellement d'une part d'inconnu résiduel, pérennisant la sortie de la situation d'innovation orpheline en stimulant sur plusieurs étapes les imaginaires des acteurs et leurs interactions.

Nous avons par ailleurs discuté de trois grandes figures classiques qui seraient candidates à jouer ce rôle d'architecte : l'entrepreneur (et donc la firme conceptrice), l'intermédiaire d'innovation et l'intégrateur (ou gestionnaire de plateforme). Nous avons distingué les différents rôles sur les trois plans de description mobilisés précédemment, à savoir le plan du raisonnement, le plan de l'action et le plan de la performance. La description de ces rôles comme étant très cloisonnés et indépendants n'est évidemment pas le reflet des trajectoires d'action que peuvent entreprendre des acteurs dans des contextes industriels. Dans certaines situations, une institution jouant un rôle d'intermédiaire d'innovation peut, par exemple, élargir ses activités de broker et/ou de networker pour endosser un rôle d'architecte. Dans la même veine, un entrepreneur ou un collectif d'entrepreneurs peuvent jouer un rôle d'architecte pour permettre que d'autres acteurs de l'industrie se développent et innovent.

SYNTHESE DE LA PARTIE 4

Diagnostiquer l'innovation orpheline : mise au point et validation d'un instrument

Le modèle théorique des dynamiques industrielles, et plus particulièrement de l'innovation orpheline, présenté dans la partie 2, avait soulevé les différents leviers pour sortir de l'innovation orpheline tant sur le plan du raisonnement (la fixation cognitive individuelle et la fixation cognitive collective) que sur le plan organisationnel (modification des capacités de conception individuelles et modification des interactions entre les acteurs pour faire émerger des échanges sur les imaginaires). À partir de ces propositions théoriques, nous avons construit dans la partie 3 un instrument pour diagnostiquer *in situ* une situation d'innovation orpheline, mais dont la question de la figure managériale associée reste encore ouverte. La partie 4 a permis d'étudier les formes organisationnelles capables de concevoir, promouvoir, actionner un outil de la sorte et de proposer des voies de sortie de l'innovation orpheline. Nous avons mobilisé dans une démarche de recherche-intervention pour appliquer dans des situations industrielles les modèles et les outils développés à partir des propositions théoriques au sein de deux industries : l'industrie de la valorisation énergétique de la biomasse et l'industrie des nouvelles technologies au service de l'autonomie des personnes âgées. Cette approche nous a conduite à dégager un nouveau rôle managérial dans les processus d'innovation, l'architecte de l'inconnu. Nous nommons architecte de l'inconnu un acteur agissant sur les imaginaires des autres acteurs d'une industrie pour améliorer les capacités de conception en place. L'enjeu d'un architecte est donc de stimuler l'interaction entre des imaginaires et de jouer sur les capacités de disjonction au sein d'une industrie pour faire émerger des concepts en rupture avec la fixation collective.

Nous avons montré que le recours seul au référentiel C-K est trop pauvre pour induire une stimulation effective des imaginaires et de leurs interactions. Typiquement, les actions mises en œuvre par l'association ARIEL dans le cas des bioénergies sont limitées si elles ne s'appuient que sur un outil de diagnostic de l'innovation orpheline, bien que celui-ci soit générateur d'actions. À partir de ces limites, la question de la stimulation de l'interaction entre des imaginaires a été explorée et nous nous sommes focalisée sur la notion de l'exemple provocant comme générateur d'action sur les imaginaires. Une étude en sciences cognitives a permis d'explicitier l'impact d'un exemple sur la créativité : nous avons démontré qu'un exemple restrictif a un effet de contrainte sur la créativité alors qu'un exemple expansif a un effet de stimulation. Cette approche par les sciences cognitives nous a ensuite permis de proposer une méthodologie de défixation, construite sur la capacité d'un acteur à opérer un diagnostic de l'innovation orpheline et à générer des exemples expansifs. Cette méthodologie a ensuite été appliquée dans une situation empirique, sur le cas des nouvelles technologies au service de

l'autonomie des personnes âgées. Une recherche-intervention menée en collaboration avec un acteur souhaitant jouer un rôle d'architecte, le cluster I-Care de la Région Rhône Alpes, a permis d'expérimenter la méthodologie de défixation. L'étude du cluster a conduit ainsi à enrichir la description de l'architecte et à étudier l'appropriation d'une méthodologie et d'un outil de conception innovante par un acteur.

Nous avons, par ailleurs, discuté de trois grandes figures classiques qui seraient candidates à jouer ce rôle d'architecte : l'entrepreneur (et donc la firme conceptrice), l'intermédiaire d'innovation et l'intégrateur (ou gestionnaire de plateforme). Nous avons distingué les différents rôles sur les trois plans de description mobilisés précédemment, à savoir le plan du raisonnement, le plan de l'action et le plan de la performance. La description de ces rôles comme étant très cloisonnés et indépendants n'est évidemment pas le reflet des trajectoires d'action que peuvent entreprendre des acteurs dans des contextes industriels, et dans certaines situations, un acteur peut incarner tour à tour ou même conjointement plusieurs rôles.

PUBLICATIONS ASSOCIEES : (1) l'étude des effets de fixation individuelle et de l'effet des exemples sur la créativité a conduit à la communication suivante dans une conférence à comité de lecture sur full paper :

Agogué M., Kazakçi A.O., Weil B., Cassotti M., (2011) The impacts of examples on creative design : explaining fixation and stimulation effects, ICED conférence, Copenhague

(2) l'étude de la figure de l'architecte contrastée à celle de l'intermédiaire d'innovation, menée avec Anna Yström à l'université de Chalmers de Göteborg, a donné lieu à la publication suivante :

Agogue M., Yström A., Le Masson P., (2012) Rethinking the role of intermediaries as an architect of collective exploration and creation of knowledge in open innovation, International Journal of Innovation Management. Accepté, à paraître.

(3) l'étude de la Lunar Society, perspective historique sur une action distribuée d'architecte au sein d'un collectif, a été détaillée dans la publication suivante :

Agogué M., (2012) L'émergence des collectifs de conception inter-industries : le cas de la Lunar Society dans l'Angleterre du XVIIIème, Gérer et Comprendre. Accepté, à paraître.

(4) La présentation de la figure de l'architecte et l'application au cas du cluster I-Care sont présentées dans la communication (conférence) suivante :

Agogué M., Berthet E., Hooge S., (2012), Towards a model of the dynamics of business ecosystems in cases of high demand for innovation, IPDM conférence 2012.

Conclusion générale :

1. Messages principaux de la thèse : résultats et limites de l'étude d'une phénoménologie nouvelle
2. Des notions revisitées par le travail de recherche
3. Des implications managériales pour le pilotage des écosystèmes innovants
4. Un travail qui soulève des questions dans différents champs disciplinaires

Non c'è inizio né fine, esiste solo l'infinita passione per la vita. (F. Fellini)

CONCLUSION GENERALE

Dans cette conclusion, nous reviendrons sur les principaux résultats de notre étude d'une phénoménologie nouvelle, l'innovation orpheline. Les limites de l'étude seront également abordées. Les notions revisitées au travers des différentes parties de la thèse seront ensuite rappelées et repositionnées dans un contexte plus large. Puis nous montrerons comment nos travaux permettent de construire des implications managériales quant au pilotage des écosystèmes innovants. Enfin, nous concluons sur les différentes questions soulevées par cette recherche dans divers champs disciplinaires.

1. Messages principaux de la thèse : résultats et limites de l'étude d'une phénoménologie nouvelle

En ce début de XXIème siècle, les nouveaux défis auxquels notre société doit faire face ne manquent pas : développement des énergies renouvelables, amélioration de la qualité de vie pour tous et à tous les âges, densification de la population dans les villes ou encore gestion des déchets, pour n'en citer que quelques uns. Le recours à l'innovation en tant qu'une des réponses apportées à ces défis est souvent recherché. C'est pourquoi de nombreux efforts, qu'ils soient financiers, humains, technologiques, ou encore réglementaires, sont mis en œuvre pour construire des solutions novatrices à ces nouvelles problématiques. Cependant, la performance de ces efforts reste discutable, et les crises économiques et sociales contemporaines en sont aujourd'hui des symptômes. En effet, comment expliquer qu'un secteur comme l'aide à l'autonomie des personnes âgées soit dans une situation d'une faible qualité d'innovation, alors même que des financements sont débloqués, des aides sont proposées, des clients sont prêts à améliorer leur confort ou celui de leurs proches, et des efforts de recherche et d'innovation sont menés depuis plusieurs années ?

L'objet de cette thèse a été l'étude des dynamiques industrielles, et en particulier des biais cognitifs qui conduisent au blocage de ces dynamiques. Si les processus d'innovation dépassant le cadre de l'entreprise ont fait l'objet de diverses recherches, les dynamiques industrielles sont restées peu étudiées sous l'angle du blocage cognitif dans les activités de conception. Pour approfondir cette question, nous avons entrepris de nous focaliser sur l'étude d'une phénoménologie nouvelle, l'innovation orpheline, que nous avons définie comme une innovation très attendue par la société, mais qu'aucun acteur ou consortium d'acteurs n'est capable de générer, alors que les conditions traditionnelles pour favoriser son émergence sont réunies. L'enjeu de la thèse a donc été de répondre aux trois grandes questions suivantes : (1) Quelle modélisation permet de cerner les facteurs causaux de l'innovation orpheline ? ; (2) Quel outil pour diagnostiquer les biais cognitifs dans une situation empirique ? ; (3) Quelles modalités organisationnelles pour sortir de l'innovation orpheline ? La recherche conduite dans la thèse n'a pas suivi une démarche classique, qui consisterait à dresser un état de la littérature sur une question de recherche, puis à proposer une méthodologie pour explorer une question laissée en suspens par la littérature, et enfin d'étudier un ou plusieurs cas pour construire

des résultats permettant d'apporter de nouveaux éléments sur les questions traitées. L'étude de l'innovation orpheline comme un phénomène nouveau et inédit nous a conduit à adopter une démarche d'analyse d'un événement non étudié jusque là. Pour ce faire, nous avons privilégié une approche similaire à celle qu'adoptent les physiciens pour étudier un nouveau phénomène. A savoir, le caractériser et le contraster aux modèles existants dans la littérature, le modéliser en tant que tel, construire un instrument pour reconnaître ce phénomène dans des situations empiriques et explorer les moyens d'action sur ce phénomène. Cette démarche a permis de dégager trois résultats principaux, répondant aux trois questions que nous nous étions initialement posées :

1) **un modèle de la fixation cognitive collective**, soulignant l'impact fort que peuvent avoir l'interaction entre les imaginaires singuliers au sein d'un collectif. Dans d'une industrie, les échanges entre les acteurs reposent non seulement sur les connaissances et les compétences existantes, mais aussi sur les ressources inconnues et les questions que les acteurs ne sont pas encore en mesure de traiter. Nous avons caractérisé la fixation collective cognitive comme une capacité limitée pour un ensemble d'acteurs à échanger des représentations, des concepts, des idées sur ce qui n'existe pas encore, ce que nous avons qualifié d'imaginaires.

2) **un outil, le référentiel C-K pour identifier la fixation collective et donc pour diagnostiquer l'innovation orpheline**. Les théories de la conception innovante ont permis de proposer un outil de diagnostic en assimilant la fixation collective et le défaut d'interaction entre des imaginaires à des raisonnements restrictifs au sein d'un collectif. Pour objectiver la situation d'innovation orpheline, nous avons utilisé le cadre de la théorie C-K pour concevoir des références, c'est à dire des cartographies de connaissances et de voies potentielles d'innovation indépendamment de l'orientation actuelle des efforts de R&D en cours. La méthodologie construite a conduit à caractériser les capacités d'innovation (c'est à dire les règles et les compétences) associées à chaque voie d'innovation et à repérer les biais cognitifs éventuels. Cela a conduit à souligner que le facteur principal d'innovation orphelin est bien le blocage cognitif.

3) **un modèle d'action pour un nouvel acteur**, baptisé l'architecte de l'inconnu, en charge de stimuler les capacités de conception innovantes de l'écosystème d'acteurs. L'architecte a été décrit comme un acteur se démarquant des intermédiaires d'innovation, des entrepreneurs ou des intégrateurs. L'architecte représente une nouvelle forme d'action au sein des processus de conception, ne s'appuyant pas sur des règles et normes existantes, mais tentant de rediscuter les représentations collectives et d'explorer de nouveaux cadres cognitifs. Nous nous sommes appuyée sur des expériences et sur des études empiriques pour proposer une méthodologie permettant à un tel acteur de stimuler les capacités cognitives de conception et d'organiser une action collective d'un genre nouveau pour surmonter la fixation collective.

Ainsi, ce travail de thèse a enrichi notre compréhension d'un phénomène nouveau, l'innovation orpheline, et a souligné la nature du blocage cognitif dans le cadre d'une dynamique industrielle. Cette étude reste circonscrite à la situation très spécifique de l'innovation orpheline et de nombreuses questions restent ouvertes : les biais cognitifs dans les raisonnements créatifs se

comprennent-ils de la même manière dans d'autres situations de blocage de dynamique industrielle ? L'interaction entre imaginaires au sein d'un collectif peut-elle se caractériser par une autre approche que les théories de la conception ? Comment jouer sur l'interaction entre des imaginaires de manière plus approfondie qu'en mobilisant des exemples provocants ? Quelles formes organisationnelles (en termes de structure légale, *business model*, et ressources) seraient les plus adaptées à tenir le rôle d'un architecte ? Chacune de ces questions pourrait faire l'objet de recherches ultérieures pour approfondir et/ou mettre à l'épreuve la thèse défendue ici.

2. Des notions enrichies par le travail de recherche

La thèse a par ailleurs permis de revisiter différentes notions en leur redonnant un sens nouveau et plus en lien avec les phénomènes étudiés. Ainsi, nous avons proposé de repenser une **industrie**, non pas comme un ensemble de processus transformant des matières premières en un produit final mis sur le marché, mais comme un ensemble d'acteurs dotés de capacités d'action conjonctives et disjonctives (capacités de production, capacités d'interprétation, capacités de conception, *etc.*). Ainsi, « faire industrie » n'est pas seulement une activité productive mais un processus de régénération des composantes de l'industrie, notamment de l'espace des imaginaires. Repenser une industrie permet donc de comprendre une **dynamique industrielle** comme une évolution conjointe de capacités de conjonction – *i.e.* capacités à mobiliser des ressources, de connaissances et d'imaginaires, pour émettre des propositions nouvelles issues d'un raisonnement de conception – et de capacités de disjonction – *i.e.* ensemble des activités de régénération des imaginaires. Le triptyque {acteur / connaissance / imaginaire} est ainsi un descripteur pertinent d'une dynamique industrielle.

Le travail présenté ici a permis par ailleurs de mieux cerner les **biais cognitifs dans les processus de raisonnement**. En effet, si les biais cognitifs dans la prise de décision ont fait l'objet de nombreux travaux très poussés en psychologie et en économie, l'étude des biais cognitifs dans les raisonnements créatifs est pour le moment restreinte à quelques expérimentations sur les effets de fixation, qui ne s'appuient pas sur des modélisations des raisonnements de conception. La proposition faite dans cette thèse est qu'un effort de théorisation des effets de fixation par les théories de la conception innovante permet de mieux caractériser les blocages comme des raisonnements restrictifs, renvoyant ainsi l'étude des biais cognitifs non seulement à des questions de mobilisation de connaissances mais également à des interrogations quant aux capacités d'expansions et de régénération des imaginaires. Le phénomène de fixation collective au niveau d'une industrie a donc été mieux caractérisé.

De plus, la caractérisation d'une nouvelle figure managériale, l'architecte de l'inconnu, amène à un **enrichissement du spectre des acteurs de l'innovation**. En effet, nous avons présenté l'architecte de l'inconnu comme un acteur agissant sur les imaginaires des autres acteurs d'une industrie pour améliorer les capacités de conception en place. L'enjeu d'un architecte est donc de stimuler l'interaction entre des imaginaires et de jouer sur les capacités de disjonction au sein d'une

industrie pour faire émerger des concepts en rupture avec la fixation collective. Cette figure se détache des rôles de l'entrepreneur, de l'intermédiaire d'innovation ou encore de l'intégrateur, et rediscute ainsi les rôles classiquement établis dans les processus d'innovation, en mettant l'accent sur la nécessité de développer des actions collectives adressant la génération de nouveaux concepts, de renouveler les imaginaires.

3. Des implications managériales pour le pilotage des écosystèmes innovants

Nous avons défendu dans la thèse que la situation d'innovation orpheline serait due à l'attraction de tous les efforts d'innovation dans la même direction, conduisant à un enfermement du secteur, et que s'extraire de cette situation nécessiterait la constitution d'une action collective capable de se saisir de l'expansion des imaginaires. La recherche-intervention présentée sur le cas de l'autonomie des personnes âgées, en collaboration avec le cluster I-Care, a souligné que ce travail peut impacter les pratiques des opérationnels au sein d'un écosystème innovant.

L'expérimentation menée avec le cluster I-Care a mis en évidence la possibilité **d'outiller les pôles et clusters** souhaitant susciter des actions collectives innovantes. On peut voir aujourd'hui l'émergence d'acteurs variés en marge des processus d'innovation, comme les pôles et les clusters, qui se positionnent au départ dans des rôles classiques : animateurs de réseaux, financeurs, organes de labellisation de projets. Or sur des thématiques particulières comme celles comportant des innovations orphelines, il apparaît un besoin fort de conception et d'émergence d'un architecte. Cela traduit la volonté de ces structures de se saisir de problèmes sociétaux auxquels les structures industrielles peinent à répondre, et de favoriser l'émergence d'un milieu capable à son tour de s'approprier un nouveau champ d'exploration. Nous avons proposé une méthodologie de défixation mobilisable par un architecte, lui permettant d'évoluer de structure labellisatrice par exemple à une fonction d'aide à l'exploration d'alternatives à un effet de fixation. Cette méthodologie permet à un cluster ou à un pôle de mettre à la disposition d'entreprises et d'entités de recherche régionales des perspectives d'innovation plus robustes face aux marchés contemporains. Ce travail questionne également **le positionnement des entreprises face au travail d'un architecte**. En effet, la capacité d'un architecte à mener des activités jouant sur l'interaction entre des imaginaires est intrinsèquement liée à sa capacité à mobiliser des acteurs mais aussi à l'implication des acteurs concepteurs. En effet, pour que l'action d'un architecte soit possible, il est nécessaire que l'ensemble des acteurs de l'écosystème mette en œuvre des ressources d'un niveau suffisant pour permettre une action collective sortant des effets de fixation.

Notre travail conduit également à **repenser les modalités d'évaluation** de projets innovants conduisant à l'allocation de financements publiques ou semi-privés. En effet, l'un des corrolaires du diagnostic de l'innovation orpheline est que les comités d'évaluation de projets innovants – au niveau régional, au niveau national avec OSEO par exemple, ou encore au niveau européen – sont également pris dans des effets de fixation collective. Cela conduit ainsi à un

mécanisme d'auto-renforcement de la fixation, les projets retenus étant dans leur large majorité ceux qui s'inscrivent dans l'effet de fixation, *i.e.* dans le scope où des routines d'évaluation sur des critères standards existent. Notre travail pose la question des critères adaptés à l'évaluation de projets dans des situations de blocage, mettant l'accent sur la nécessité de prendre en compte le positionnement du projet (au sein ou en dehors de l'effet de fixation).

4. Un travail qui soulève des questions dans différents champs disciplinaires

Pour conclure cette thèse, nous soulignons les questions qui sont soulevées dans différents champs disciplinaires et qui pourraient faire l'objet de recherches dans le futur.

Tout d'abord, nous avons proposé un modèle de dynamique industrielle s'appuyant sur la notion d'imaginaire. Ce modèle pourra être **confronté aux modèles économiques existants** et être enrichi pour que la nouvelle variable que nous proposons d'introduire, les imaginaires, puisse être approfondie, précisée et paramétrée. La place de la **notion d'écosystème** dans les modèles économiques pourrait ainsi être discutée.

Des implications managériales restent encore à être explorées : typiquement, le **rôle de l'action publique** pourra être discutée au prisme de la figure de l'architecte de l'inconnu. L'Etat peut-il jouer un rôle d'architecte ? De par ses actions actuelles, favorise-t-il l'émergence d'alternatives dans des situations de fixation collective conduisant à des blocages de dynamiques industrielles ? Si oui, en quoi cela diffère-t-il du rôle de l'architecte tel que nous l'avons décrit ? Par ailleurs, quelles seraient les **formes originales** que pourrait prendre un architecte si ni celle de l'entreprise ni celle de l'Etat n'apparaissent pas adaptées ? Quels rôles enrichis peuvent alors jouer les associations, quelles nouvelles formes de gouvernance d'entreprise peuvent émerger ?

Des approfondissements des théories de la conception permettraient de renforcer la thèse défendue ici sur l'importance des imaginaires dans les dynamiques industrielles. Ainsi, une **modélisation des interactions entre des raisonnements de conception** pourrait affiner la description de la nature de ce nouvel objet, l'imaginaire, ensemble des concepts d'un acteur économique.

Enfin, notre travail ouvre une perspective stimulante et féconde sur le **croisement des approches en sciences cognitives et en gestion**, perspective que nous souhaitons poursuivre dans le futur. L'étude des processus créatifs et des effets de fixation semble un espace adéquat pour faire le lien entre ces disciplines. En particulier, il nous semble intéressant de construire une approche de la fixation collective en neurosciences ; les mécanismes cognitifs au cœur de l'effet de fixation et de l'inhibition de la fixation pour explorer des alternatives créatives pourront faire l'objet de recherches futures, mobilisant l'ensemble des outils en neurosciences (IRMf, EEG, ou imagerie) et approfondissant les données comportementales de la psychologie cognitive.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abernathy, W.J., & Clark, K.B. (1985). Innovation: Mapping the winds of creative destruction. *Research Policy*, 14(1), pp. 3-22.
- Abernathy, W.J., & Utterback, J. (1978). Patterns of Industrial Innovation. *Technology Review*, 2, pp. 40-47.
- Abraham, A., Windmann, S., Siefen, R., Daum, I., & Güntürkün, O. (2006). Creative thinking in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Child Neuropsychology*, 12, pp. 111-123.
- Abraham, A., & Windmann, S. (2007). Creative cognition: The diverse operations and the prospect of applying a cognitive neuroscience perspective. *Methods*, 42, pp. 38-48.
- Adamson, R.E. (1952). Functional fixedness as related to problem solving: A repetition of three experiments. *Journal of Experimental Psychology*, 44, pp. 288-291.
- Adner, R. (2006). Match Your Innovation Strategy to Your Innovation Ecosystem. *Harvard Business Review*, 84(4), pp. 98-107.
- Aggeri, F., & Labatut, J. (2010). La Gestion vue à travers ses instruments. *Finance, Contrôle, Stratégie*, 13(3), pp. 5-37.
- Aggeri, F., Barbier, M., Caron, P., & Le Masson, P. (2010). Designing industry architectures: managing the expansions of the value landscape to overcome speculative hype and realization paralysis - the revealing case of "building with hemp." *International workshop on System Innovations, Knowledge Regimes, and Design Practices towards Sustainable Agriculture*, Lelystad, Juin 2010.
- Agogué, M. (2012). L'émergence des collectifs de conception inter-industries : le cas de la Lunar Society dans l'Angleterre du XVIIIème, *Gérer et Comprendre* (Septembre 2012, à paraître).
- Agogué, M., Berthet, E., & Hooge, S. (2012). Towards a model of the dynamics of business ecosystems in cases of high demand for innovation. *Innovation and Product Development Management Conference*. Manchester, Juin 2012.
- Agogué, M., Kazakçı, A.O., Weil, B., & Cassotti, M. (2011). The impacts of examples on creative design : explaining fixation and stimulation effects, *International Conference on Engineering Design*, Copenhagen, Aout 2011.
- Agogué, M., Le Masson, P., & Robinson, D. K. R. (2012). Orphan innovation, or when path-creation goes stale : a design framework to characterize path-dependence in real time. *Technology Analysis and Strategy Management*, 24(6), pp. 603-616.
- Agogué, M., Yström, A., & Le Masson, P. (2012). Rethinking the role of intermediaries as an architect of collective exploration and creation of knowledge in open innovation. *International Journal of Innovation Management*, (accepté, à paraître).
- Allais, M. (1953). Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'école Américaine. *Econometrica*, 21(4), pp. 503-546.
- Almirall, E. (2011). Living Labs: arbiters of mid- and ground-level innovation, *Technology Analysis and Strategy Management*, 23(1), pp. 87-101.
- Anderson, P., & Tushman, M. L. (1990). Technological discontinuities and dominant designs: A cyclical model of technological change. *Administrative Science Quarterly*, 35, pp. 604-633.
- Arrow, K. J. (2002). Path dependence and competitive equilibrium. In Guinnane, T., Sundstrom, W.A., & Whatley, W.C. (Eds.), *History matters: essays on economic growth, technology, and demographic change*, Stanford, CA: Stanford University Press, pp. 23-35.
- Arthur, W. B. (1989). Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. *The Economic Journal*, 99, pp. 116-131.
- Astley, W. G., & Fombrun, C. J. (1983). Collective strategy: social ecology of organizational environments. *Academy of Management Review*, 8(4), pp. 576-587.
- Audretsch, D. B., & Feldman, M. P. (1996). R&D spillovers and the geography of innovation and production. *The American Economic Review*, 86(3), pp. 630-640.

- Baldwin, C. Y., & Woodard, J. C. (2009). The architecture of platforms : A unified view. In Gawer, A. (Ed.), *Platforms, market and innovation*, London: Edward Elgar, pp. 19-44.
- Ballerini, D., & Alazard-Toux N. (2006). Les biocarburants: état des lieux, perspectives et enjeux du développement, éditions Technip
- Becattini, G. (1979) Dal settore industriale al distretto industriale. Alla ricerca dell'unità d'analisi dell'economia industriale. *Rivista di Economia e politica Industriale*, 1, pp. 7-21.
- Becattini, G. (2002) Industrial sectors and industrial districts : Tools for industrial analysis. *European planning studies*, 10, pp. 3-21.
- Béjean, M. (2008). Le management des entreprises à prestations artistiques. Activités de conception, régimes de signification et potentiel de croissance. Thèse de doctorat en sciences de gestion, Paris, MINES ParisTech.
- Benkeltoum, N. (2009). Les régimes de l'open source : solidarité, innovation et modèles d'affaires. Thèse de doctorat en sciences de gestion, Paris, MINES ParisTech.
- Bernard, C. (1865). Introduction a l'étude de la médecine expérimentale, Paris : Flammarion, 429 pages.
- Berry, M. (1983). Une technologie invisible? L'impact des instruments de gestion sur l'évolution des systèmes humains. Paris, CRG Ecole Polytechnique.
- Bessant, J., & Rush, H. (1995). Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. *Research Policy*, 24(1), pp. 97-114
- Bissola, R., & Imperatori, B. (2011). Organizing individual and collective creativity : flying in the face of creativity clichés. *Creativity and Innovation Management*, 20(2), pp. 77-89.
- Blunier, B., & Miraoui, A. (2009). Ving questions sur la pile à combustible, Technip, Paris
- Borup, M., Brown, N., Konrad, K., & Van Lente, H. (2006). The sociology of expectations in science and technology. *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3/4), pp. 285-298.
- Brun, P. (1988) La Domotique, Paris : Que sais-je, 126 pages.
- Callon, M., & Rabeharisoa, V. (2003). Research “ in the wild ” and the shaping of new social identities. *Technology in Society*, 25, pp. 193-204.
- Callon, M. (1992). Variété et irréversibilité dans les réseaux de conception et d'adoption des techniques. In Foray, D., & Freeman, C. (Eds) *Technologie et richesse des nations*, Paris : Economica, pp. 275-324.
- Caron, P., Barbier, M., Le Masson, P., & Aggeri, F. (2008). Elaboration de règles professionnelles et innovation dans les agro-matériaux de construction : le cas de l'association construire en chanvre. Rapports du programme ANR Pro-DD. Paris: INRA-SADPT & Mines Paristech.
- Cassotti, M., Habib, M., Poirel, N., Aïte, A., Houdé, O., & Moutier, S. (2012). Positive emotional context eliminates the framing effect in decision-making. *Emotion*, (accepté, à paraître)
- Chapel, V. (1997). La croissance par l'innovation intensive : de la dynamique d'apprentissage à la révélation d'un modèle industriel, le cas Téfal. Thèse de doctorat en sciences de gestion, Paris, MINES ParisTech.
- Chesbrough, H. W. (2003). Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology, Boston, MA : Harvard Business School Press, 225 pages.
- Chidamber, S., & Kon, H. (1994). A research retrospective of innovation inception and success: the technology-push, demand-pull question. *International Journal of Technology Management*, 9(1), pp. 94-112.
- Cogez, P., Le Masson, P., & Weil, B. (2012). “Don't pick winners or losers” - Roadmapping as a wellspring of disruptive technologies: how ITRS supports divergence in the semiconductor industry, working paper.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity : a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp. 128-152.
- Cohendet, P., Créplet, F., & Dupouët, O. (2003). Innovation organisationnelle, communautés de pratique et communautés épistémiques: le cas de Linux. *Revue française de Gestion*, 5(146), pp. 99-121.
- Cohendet P., Llerena P. (2003). Routines and communities in the theory of the firm, *Industrial and Corporate Change*, 12(3), pp. 271-297.

- Cohendet, P., Grandadam, D., & Simon, L. (2010), The anatomy of the creative city, *Industry & Innovation*, 17(1), pp. 91-111.
- Cohendet, P., & Simon, L. (2008), Knowledge intensive firms, communities and creative cities. In Amin, A. & Roberts, J. (Eds), *Community, economic creativity and organisation*, Oxford : Oxford University Press.
- Crane, D. (1972). *Invisible colleges. Diffusion of Knowledge in Scientific Communities*, Chicago : The University of Chicago Press, 211 pages.
- Cusumano, M. A., & Gawer, A. (2002). The Elements of Platform Leadership. *Sloan Management Review*, 43(3), pp. 51-58.
- David, A., (2000). Logique, épistémologie et méthodologie en sciences de gestion : trois hypothèses revisitées, in David, A., Hatchuel, A., & Laufer, R. (Eds), *Les Nouvelles Fondations des sciences de gestion : éléments d'épistémologie de la recherche en management*, Paris : Vuibert, pp. 83-109.
- David, P.A. (1985). Clio and the economics of QWERTY. *The American Economic Review*, 75(2), pp. 332-337.
- David, P.A. (2000). Path dependence, its critics and the quest for "historical economics" In Garrouste, P. & Ioannides, S., *Evolution and path dependence in economic ideas : past and present*, Cheltham : Edward Elgar, pp. 15-40.
- De Neys, W., & Franssens, S. (2009). Belief inhibition during thinking: not always winning but at least taking part. *Cognition*, 113(1), pp. 45-61.
- De Vaujany, F.-X. (2005). De la pertinence d'une réflexion sur le management des objets et outils de gestion, In De Vaujany, F.-X. (Ed), *De la conception à l'usage : vers un management de l'appropriation des outils de gestion*, Paris : Editions EMS.
- De Vaujany, F.-X. (2006). Pour une théorie de l'appropriation des outils de gestion : vers un dépassement de l'opposition conception - usage. *Management & Avenir*, 9(3), pp. 109-126.
- De Vaujany, F.-X. (2011). A new perspective on the genealogy of collective action through the history of religious organisations. *Management and Organization History*, 1, pp. 65-78.
- Defeyter, M A., & German, T.P. (2003). Acquiring an understanding of design: Evidence from children's insight problem solving. *Cognition*, 89, pp. 133-155.
- DiMaggio, P.J. (1988). Interest and agency in institutional theory. In Zucker, E. (Ed.), *Institutional patterns and organizations*, Cambridge MA: Ballinger, pp. 3-22.
- Diehl, M., & Stroebe, W. (1987). Productivity Loss in Brainstorming Groups: Towards the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53, pp. 497-509.
- Dosi, G. (1982). Technological paradigms and technological trajectories : A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*, 11(3), pp. 147-162.
- Dow, S. P., & Klemmer, S. R. (2011). The efficacy of prototyping under time constraints. *Design Thinking*, 2, pp. 111-128.
- Drozda-Senkowska, E. (1999). *Psychologie sociale expérimentale*, Paris: Armand Colin.
- Duncker, K. (1945). On problem solving. *Psychological Monographs*, 58(5), pp. 1-113.
- Eisenhardt, K.M. (1989). Building theories from Case Study Research. *The Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.
- Elmquist, M. (2007). *Enabling Innovation. Exploring the prerequisites for innovative concepts in R&D. Project Management, Technology Management and Economics*. Göteborg, Sweden: Chalmers University of Technology.
- Evans, J. (2003). In two minds: dual-process accounts of reasoning. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(10), pp. 454-459.
- Evans, J. (2008). Dual-processing accounts of reasoning, judgment, and social cognition. *Annual review of psychology*, 59, pp. 255-78.
- Felk, Y. (2011). *Evaluation et pilotage des activités de recherche pour la rupture dans la R&D centrale de STMicroelectronics : réviser les classiques du management de la recherche industrielle*. Thèse de doctorat en sciences de gestion, Paris, MINES ParisTech.

- Fink, A., Grabner, R.H., Gebauer, D., Reishofer, G., Koschutnig, K., & Ebner, F. (2010). NeuroImage Enhancing creativity by means of cognitive stimulation : Evidence from an fMRI study. *NeuroImage*, 52(4), pp. 1687-1695.
- Finucane, M.L., Alhakami, A., Slovic, P., & Johnson, S.M. (2000). The affect heuristic in judgments of risks and benefits. *Journal of Behavioral Decision Making*, 13, pp. 1-17.
- Firestone, J.M. (1998). Basic Concepts of Knowledge Management, White Paper, Executive Information Systems, 24 June 1998.
- Frederick, S. (2005). Cognitive Reflection and Decision Making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), pp. 25-42.
- Fréry, F. (2000). Un cas d'amnésie stratégique : l'éternelle émergence de la voiture électrique Un cas d'amnésie stratégique : l'éternelle émergence de la voiture électrique. IXème Conférence Internationale de Management Stratégique.
- Fried, L. P., Tangen, C. M., Walston, J., Newman, a B., Hirsch, C., Gottdiener, J., Seeman, T., et al. (2001). Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *The journals of gerontology*, 56(3), pp. 146-56.
- Garel, G. (1998). Habilitation à diriger des recherches.
- Garud, R., & Karnoe, P. (2001). Path creation as a process of mindful deviation. In: Garud, R. & Karnoe, P. (Eds.), *Path Dependence and Creation*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp. 1-38.
- Garud, R., & Karnoe, P. (2003). Bricolage versus breakthrough : distributed and embedded agency in technology entrepreneurship. *Research policy*, 32, pp. 277-300.
- Garud, R., & Rappa, M.A. (1994). A Socio-Cognitive Model of Technology Evolution: The Case of Cochlear Implants. *Organization Science*, 5(3), pp. 344-362.
- Gawer, A. (2009). *Platforms, Markets and Innovation*. Cheltenham, UK and Northampton, MA: Edward Elgar.
- Gawer, A., & Cusumano, M. (2002). *Platform leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Gawer, A., & Henderson, R. (2007). Platform Owner Entry and Innovation in Complementary Markets: Evidence from Intel. *Journal of Economics & Management Strategy*, 16(1), pp. 1-34.
- Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. *Research policy*, 33, pp. 897-920.
- Geels, F. W., & Raven, R. (2006). Non-linearity and Expectations in Niche-Development Trajectories: Ups and Downs in Dutch Biogas Development (1973-2003). *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3/4), pp. 375-392.
- German, T.P., & Defeyter, M. A. (2000). Immunity to functional fixedness in young children. *Psychonomic Bulletin & Review*, 7(4), pp. 707-712.
- Gille, B. (1978). *Histoire des Techniques*, Paris : Gallimard.
- Gillier, T. (2010). Comprendre la génération des objets de coopération interentreprises par une théorie des co-raisonnements de conception. Thèse de doctorat en Génie des Systèmes Industriels, Grenoble, INPL.
- Gueguen, G., & Torres, O. (2004). La dynamique concurrentielle des écosystèmes d'affaires - Linus contre Microsoft. *Revue Française de Gestion*, 158(1), pp. 227-248.
- Guellec, D., & Ralle, P. (1995). *Les nouvelles théories de la croissance*, Paris: La Découverte, 128 pages.
- Guesnier, J., & Souquiere, M. (2009). *Moveo et la Securite Routiere des 2 roues*, Rapport d'option ingénierie de la conception, Mines ParisTech.
- Guilford, J. P. (1950). Creativity. *American Psychologist*, 3, pp. 444-454.
- Guilford, J. P. (1967). *The nature of human intelligence*. New York: Mc Graw Hill.
- Guilley, E., Armi, F., Ghisletta, P., D'Épinay, C. L., & Michel, J.-P. (2003). Toward a working definition of fragility. *Médecine et Hygiène*, 61(2459), 2256-2261.

- Guyot, R. (2008). Gisements de sécurité routière : les deux-roues motorisés. Paris : La Documentation Française, 280 pages.
- Hargadon, A. B. (1998). Firms as knowledge brokers : Lessons in pursuing continuous innovation. *California Management Review*, 40(3), pp. 209-227.
- Hargadon, A., & Sutton, R. I. (1997). Technology Brokering and Innovation in a Product Design Firm. *Administrative Science Quarterly*, 42(4), pp. 716-749.
- Hatchuel, A. (1994). Apprentissages collectifs et activité de conception. *Revue Française de Gestion*, juillet-août, pp. 109-120.
- Hatchuel, A. (1995). Les marchés à prescripteurs. In Jacob A. & Vérin H. (Eds.), *L'inscription sociale du marché*, Paris: L'harmattan, pp. 203-225.
- Hatchuel, A. (2010). Activité marchande et prescription: à quoi sert la notion de marché? In Aggeri, F. Favereau, O. & Hatchuel, A.(Eds.), *L'activité marchande sans le marché*, Paris : Presse des Mines / Colloque de Cerisy.
- Hatchuel, A., & David, A. (2007). Collaborating for Management Research: from Action Research to Intervention Research in Management. In Shani, A. B., Mohrman, S. A., Pasmore, W. A., Stymne B. A., & Niclas A. (Eds.), *Handbook of Collaborative Management Research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Hatchuel, A., & Le Masson, P. (2003). La croissance des firmes par l'innovation répétée : gestion et micro-économie des fonctions de conception. *Revue d'économie politique*, 18.
- Hatchuel, A., & Le Masson, P. (2006). Growth of the firm by repeated innovation: towards a new microeconomics based on design functions. *11th International Schumpeter Society Conference*, Nice-Sophia-Antipolis, France.
- Hatchuel, A., & Molet, H. (1986). Rational Modelling in understanding and aiding human decision-making : about two case-studies. *European Journal of Operational Research*, 24, pp. 178-186.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (1992). L'expert et le système, gestion des savoirs et métamorphose des acteurs dans l'entreprise industrielle (263 pages). Paris: Economica.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2002). La théorie C-K : fondements et usages d'une théorie unifiée de la conception. *Herbert Simon International Conference on Design Sciences*. Lyon, 15-16 mars 2002.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2004). Les nouveaux régimes de la conception. Langages, théories et métiers. *Design management Magazine*, 6, pp. 9-10.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2008). Les nouveaux régimes de conception. Paris: Vuibert.
- Hatchuel, A., & Weil, B. (2009). C-K design theory: An advanced formulation. *Research in Engineering Design*, 19, pp. 181-192.
- Hatchuel, A., Le Masson, P., & Weil, B. (2011). Teaching Innovative Design Reasoning: How C-K Theory Can Help to Overcome Fixation Effect. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 25(1), pp. 77-92.
- Hedberg, B. (1981). How organizations learn and unlearn. In P.C. Nystrom and W. H. Starbuck, (eds.) *Handbook of Organizational Design*, Vol. 1. New York: Oxford University Press, pp. 3-27.
- Helden, A. V., & Hankins, T. L. (1994). Introduction : Instruments in the History of Science. *Osiris*, 1-6.
- Henderson, R. M., & Clark, K. B. (1990). Architectural innovation: The reconfiguration of existing product technologies and the failure of established firms. *Administrative science quarterly*, 35(1), pp. 9-30.
- Hooge, S., (2011), Performance de la R&D en rupture et des stratégies d'innovation Organisation, pilotage et modèle d'adhésion, Thèse de doctorat en sciences de gestion, Paris, MINES ParisTech.
- Hooge, S., Agogué, M., & Gillier, T. (2012). A new methodology for advanced engineering design : lessons from experimenting C-K theory-driven tools. *International Design Society Conference*. Dubrovnik, Mai 2012.
- Houdé, O. (1995). Rationalité, développement et inhibition. Paris: PUF.
- Houdé, O., Zago, L., Crivello, F., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B., et al. (2001). Access to deductive logic depends on a right ventromedial prefrontal area devoted to emotion and feeling: Evidence from a training paradigm. *NeuroImage*, 11, 1486-1592.

- Houdé, O., Zago, L., Mellet, E., Moutier, S., Pineau, A., Mazoyer, B., et al. (2000). Shifting from the perceptual brain to the logical brain: The neural impact of cognitive inhibition training. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 12, 721–728.
- Houdé, O. (2004). *La psychologie de l'enfant* (126 pages). Paris : PUF.
- Houdé, O., & Tzourio-Mazoyer, N. (2003). Neural foundations of logical and mathematical cognition. *Nature*, 4(June), pp. 507-514.
- Howells, J. (2006). Intermediation and the role of intermediaries in innovation. *Research Policy*, 35, pp. 715-728.
- Iansiti, M., & Levien, R. (2004). Strategy as ecology. *Harvard Business Review*, March 2004, pp. 68-79.
- Jacobides, M.G., Knudsen, T., & Augier, M. (2006). Benefiting from innovation: Value creation, value appropriation and the role of industry architectures. *Research Policy*, 35(8), pp. 1200-1221.
- Jansson, D., & Smith, S. M. (1991). Design Fixation. *Design Studies*, 12(1), pp. 3-11.
- Jarry, B., (2009), Les biocarburants, Communication à l'Académie des technologies.
- Jones, P. M. (2008). *Industrial Enlightenment*. Manchester : Manchester University Press.
- Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*, 58, pp. 697-720.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive Psychology*, 3(3), pp. 430-454.
- Kahneman, D., & Frederick, S. (2007). Frames and brains: Elicitation and control of response tendencies. *Trends in Cognitive Sciences*, 11(2), pp. 45-46.
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1982). *Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Kaplan, S. & Henderson, R. (2005). Inertia and incentives: bridging organizational economics and organizational theory. *Organization Science*, 16, pp. 509–21.
- Kaplan, S., & Tripsas, M. (2008). Thinking about technology: Applying a cognitive lens to technical change. *Research Policy*, 37(5), pp. 790-805.
- Kazakçi, A.O. (2009). A formal account of the dual extension of knowledge and concepts in C-K design theory. *21st International Conference on Design Theory and Methodology*, San Diego, CA.
- Kazakçi, A.O., & Tsoukias, A. (2005). Extending the C-K design theory : a theoretical background for personal design assistants. *Journal of Engineering Design*, 16(4), pp. 399-411.
- Knowles-Middleton, K. E. (1966). *A history of the thermometer and its use in meteorology*. Baltimore, Maryland: The John Hopkins University Press.
- Kohn, N. W., & Smith, S. M. (2010). Collaborative Fixation : Effects of Others ' Ideas on. *Applied Cognitive Psychology*, 25(3), pp. 359-371.
- Krugman, P. (1991). Increasing returns and Economic Geography. *The Journal of political Economy*, 99, pp. 483-499.
- Labatut, J. (2009). *Gérer des biens communs Processus de conception et régimes de coopération dans la gestion des ressources génétiques animales*, Thèse de doctorat en Sciences de Gestion, Paris, Ecole des Mines.
- Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society*, Philadelphie : Open University Press.
- 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, Paris, Ecole des Mines.
- Le Masson, P. (2008). *Habilitation à diriger des recherches*.
- Le Masson, P., Aggeri, F., Barbier, M., & Caron, P. (2011). Taming Technological Bubbles by Managing Generative Expectations. The “Building with Hemp” Case Study. *Technology Analysis & Strategic Management*, (submitted).

- Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A. (2006). Les processus d'innovation. Conception innovante et croissance des entreprises, Paris: Hermès.
- Le Masson, P., Weil, B., & Hatchuel, A. (2010). Strategic Management of Design and Innovation. Cambridge: Cambridge University Press.
- Le Masson, P., Weil, B., Hatchuel, A., & Cogez, P. (2012). Why aren't they locked in waiting games? Unlocking rules and the ecology of concepts in the semiconductor industry. *Technology Analysis & Strategic Management*, 24(6), pp. 617-630.
- Le Moigne, J.-L. (1995). Les épistémologies constructivistes. Que sais-je? (127 pages). Paris: Presses Universitaires de France.
- Leibenstein, H. (1968). Entrepreneurship and development. *American Economic Review*, 38(2), pp. 72-83.
- Lenfle, S. (2001). Compétition par l'innovation et organisation de la conception dans les industries amont. Le cas d'Usinor. Thèse de doctorat Sciences de Gestion, Paris, Université de Marne-la-Vallée, Ecole Polytechnique.
- Lenfle, S. (2008). Projets et conception innovante. Habilitation à Diriger des Recherches en Sciences de Gestion, (172 pages).
- Leonard-Barton, D. (1990). A dual methodology for case studies: Synergistic use of a longitudinal single site with replicated multiple sites. *Organization Science*, 1(3), pp. 248-266.
- Liebowitz, S. J., & Margolis, S. E. (1995). Path Dependence, Lock-In and History. *Journal of Law, Economics, & Organization*, 11(1), pp.205-226.
- Llerena, P., & Matt, M., (1999). Inter-organizational collaborations: the theories and their policy implications. In: Gambardella, A.& Malerba, F. (Eds.), *The Organization of Economic Innovation in Europe*. Cambridge University Press, pp. 179–201.
- Maguire, S., Hardy, C., & Lawrence, T. B. (2004). Institutional entrepreneurship in emerging fields: HIV/AIDS treatment advocacy in Canada. *Academy of Management Journal*, 47(5), pp. 657-679.
- Mahoney, J. (2000). Path Dependence in Historical Sociology. *Theory and Society*, 29(4), pp. 507-548.
- Malerba, F. (2002). Sectoral systems of innovation and production. *Research Policy*, 31, pp. 247-264.
- Mantel, S. J., & Rosegger, G. (1987). The role of third-parties in the diffusion of innovations: a survey. In Rothwell, R. & Bessant, J. (Eds.), *Innovation: Adaptation and Growth*, Amsterdam: Elsevier, pp. 123-134.
- Marshall, A. (1920) Principles of economics. London : Macmillan.
- McEvily, B., & Zaheer, A. (1999). Bridging Ties: A Source of Firm Heterogeneity in Competitive Capabilities. *Strategic Management Journal*, 20(12), pp. 1133-1156.
- Meyer, M.H., & Dalal, D. (2002). Managing platform architectures and manufacturing processes for non assembled products. *Journal of product innovation management*, 19, pp. 277-293.
- Meyer, U., & Schubert, C. (2007). Integrating path dependency and path creation in a general understanding of path constitution. The role of agency and institutions in the stabilisation of technological innovations. *Science, Technology & Innovation Studies*, 3(1), pp. 23-44.
- Midler, C. (2004). Expansion des produits, des usages, des marchés et dynamique du système de conception : l'exemple de la voiture communicante. In A. Hatchuel & B. Weil (Eds.), Les nouveaux régimes de la conception. Colloque de Cerisy, 14-20 juin 2004.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, a H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), pp. 49-100.
- Moison, J.-C. (2005). Comment apprend-on par les outils de gestion ? Retour sur une doctrine d'usage. Entre connaissance et organisation : l'activité collective (Dir. Teulier R. et Lorino P.). Paris: La Découverte.
- Moore, J. F. (1993). Predators and prey: A new ecology of competition. *Harvard Business Review*, May-June, pp. 75-87.
- Mowery, D., & Rosenberg, N. (1979). The influence of market demand upon innovation: A critical review of some recent empirical studies. *Research Policy*, 8(2), pp. 102-153.

- Mullen, B., Johnson, C., & Salas, E. (1991). Productivity loss in brainstorming groups: a meta-analytic integration. *Basic and Applied Social Psychology*, 12, pp. 3-23.
- Murray, J. A. (1984). A concept of entrepreneurial strategy. *Strategic Management Journal*. *Strategic Management Journal*, 5, pp. 1-13.
- Nelson, R.R., & Winter, S.G. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge and London: The Belknap Press of Harvard University Press.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge Creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New-York: Oxford University Press.
- ONISR. (2009). French policy and major data on accidentology in France.
- Ohlsson, S. (1992). Constraint-based student modeling. *Journal of Artificial Intelligence and Education*, 3(4), pp. 429-447.
- Paulus, P.B & Dzindolet, M.T., (1993). Social influence processes in group brainstorming, *Journal of Personality and Social Psychology*, 64(4), 575-586
- Pellecuer B., 2007, *Energies renouvelables et agriculture*, Ed France agriculture
- Peltoniemi, M., & Vuori, E. (2004). Business Ecosystem as the New Approach to Complex Adaptive Business Environments. *Journal of E-business Research*, pp. 267-281.
- Pettigrew, A. M. (1990). Longitudinal field research on change : theory and practice. *Organization Science*, 1(3), pp. 267-291.
- Piaget, J. (1941), *La genèse du nombre chez l'enfant*, Oxford, England: Delachaux, Niestle, 308 pages.
- Picard, R. (2007). Usage des TIC par les patients et les citoyens en situation de fragilité dans leurs lieux de vie, Rapport CGTI.
- Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of compétition, *Havard Business Review*, nov-dec, pp. 77-90.
- Provan, K.G., Human, S. E. (1999). Organizational learning and the role of the network broker in small-firm manufacturing networks. In A. Grandori (Ed.), *Interfirm Networks: Organization and Industrial Competitiveness*. (pp. 185- 207). London: Routledge.
- Purcell, T., & Gero, J. S. (1996). Design and other types of fixation. *Design Studies*, 17(4), pp. 363-383.
- Robinson, D. K. R., & Propp, T. (2008). Multi-path mapping for alignment strategies in emerging science and technologies. *Technological Forecasting & Social Change*, 75, pp. 517-538.
- Rohrbeck, R., Hölzle, K., & Gemünden, H. G. (2009). Opening up for competitive advantage - How Deutsche Telekom creates an open innovation ecosystem. *R&D Management*, 39(4), pp. 420-430.
- Romer, P. (1986). Increasing Return and Long Term Growth. *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- Rosenkopf, L., & Tushman, M.L. (1998). The coevolution of community networks and technology: lessons from the flight simulation industry. *Industrial and Corporate Change*, 7, pp. 311-346
- Rumar, K. (1999). European Transport Safety Council ETSC, Rapport.
- Savage, L. J. (1972). *The foundations of statistics* (2nd ed., p. xv-310). New York: Dover.
- Schaller, R. R., & Kash, D. E. (2004). *Technological Innovation in the Semiconductor Industry: A Case Study of the International Roadmap for Semiconductors (ITRS)*. Fairfax, VA: George Mason University.
- Schofield, R. E. (1957). *The Industrial Orientation of Science in the Lunar Society of Birmingham*. Isis, 48, 408-415.
- Schofield, R. E. (1963). *The Lunar Society of Birmingham, A Social History of Provincial Science and Industry in Eithteenth-Century England*. Oxford: Clarendon Press, 491 pages.
- Schumpeter, J. A. (1934). *Capitalism, socialism, and democracy*, New York : Harper & Row.
- Segrestin, B. (2003). *La gestion des partenariats d'exploration : spécificités, crises et formes de rationalisation*. Thèse de doctorat Sciences de Gestion, Paris, Ecole des Mines.

- Segrestin, B. (2006). Innovation et coopération inter-entreprises. Comment gérer les partenariats d'exploration ? Paris: Editions du CNRS.
- Sieg, J. H., Wallin, M. W., & von Krogh, G. (2009). Managerial Challenges in Open Innovation: A Study of Innovation Intermediation in the Chemical Industry. *European Academy of Management*, Liverpool, UK.
- Smith, S.M. (2003). The constraining effects of initial ideas. In P. B. Paulus & B. A. Nijstad (Eds.), *Group creativity* (pp. 15-31). New York: Oxford University Press.
- Smith, S.M., Linsey, J.S., & Kerne, A. (2010). Using Evolved Analogies to Overcome Creative Design Fixation. In T. Taura & Y. Nagai (Eds.), *Design Creativity 2010* (pp. 35-39). New York: Springer London.
- Smith, S.M., Ward, T.B., & Schumacher, J.S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory and Cognition*, 21, pp. 837-845.
- Smith, S.M., Ward, T., & Finke, R.A. (1995). *The creative cognition approach*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press.
- Solow, R. M. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), pp. 65-94.
- Stacey, R. D. (1995). The science of complexity : an alternative perspective for strategic change process. *Strategic management journal*, 16(16), pp. 477-495.
- Stack, M., & Gartland, M.-P. (2003). Path Creation, Path Dependency, and Alternative Theories of the Firm. *Journal of Economic Issues*, 37(2), pp. 487-494.
- Starbuck, W. (1996). Unlearning ineffective or obsolete technologies. *International Journal of Technology Management*, 11(7/8), pp. 725-737.
- Stevenson, H., & Gumpert, D. E. (1985). The heart of entrepreneurship. *Harvard Business Review*, mars-avril, pp. 85-94.
- Stroebe, W., & Diehl, M. (1994). Why groups are less effective than their members: on productivity losses in idea-generating groups. *European Review of Social Psychology*, 5, pp. 272-303.
- Sydow, J., Schreyögg, G., & Koch, J. (2009). Organizational path-dependence : opening the black box. *Academy of Management Review*, 34(4), pp. 689-709.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation : Implications for integration, collaboration, licensing and public policy. *Research policy*, 15(6), pp. 285-305.
- Thrane, S., Blaabjerg, S., & Møller, R. H. (2010). Innovative path dependence: Making sense of product and service innovation in path dependent innovation processes. *Research Policy*, 39(7), pp. 932-944.
- Torrance, E. P. (1974). *The Torrance Tests of Creative Thinking : Norms-Technical Manual*. Lexington, MA: Personnel Press.
- Uglow, J. (2002). *The Lunar Men*. London: Faber & Faber.
- Urban, G. L., & Von Hippel, E. (1988). Lead user analyses for the development of new industrial products. *Management Science*, 34(5), pp. 569-582.
- Van de Ven, A., Polley, D. E., Garud, R., & Venkataraman, S. (1999). *The Innovation Journey* (422 pages). New-York, Oxford: Oxford University Press.
- Van Elslande, P. (2008). *Accidentologie, Usage et Représentations des Deux-Roues Motorisés, Présentation des travaux du projet DRM*.
- Van Lente, H. (1993). *Promising Technology: The Dynamics of Expectations in Technological Development*. Delft: Eburon.
- Van Lente, H., & Rip, A. (1998). Expectations in technological developments: an example of prospective structures to be filed in by agency. In C. Disco & B. J. R. van der Meulen (Eds.), *Getting new technologies together* (pp. 195-220). Berlin: Walter de Gruyter.
- Van Merkerk, R.O., & Robinson, D. (2006). Characterizing the emergence of a technological field: Expectations, agendas and networks in Lab-on-a-chip technologies. *Technology Analysis & Strategic Management*, 18(3/4), pp. 411-428.

- Vedel, I. (2009). La fragilité : en quête d'un nouveau paradigme clinique et de recherche pertinent. *La revue de médecine interne*, 30(2), 105-109.
- Vedel, I., & Ankri, J. (2008). Edito par. *Gérontologie et Société*, (124), 8-14.
- Von Hippel, E. (1982). Get New products from Customers. *Harvard Business Review*, (March-April 1982), pp. 117-122.
- Von Hippel, E., & von Krogh, G. (2003). Open source software and the "private-collective" innovation model : issues for organization science. *Organization Science*, 14(2), pp. 209-223.
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton: Princeton University Press.
- Ward, T., Patterson, M. J., & Sifonis, C. M. (2004). The role of specificity and abstraction in creative idea generation. *Creativity Research Journal*, 16(1), pp. 1-9.
- Weil, B. (1999). Conception collective, coordination et savoirs, les rationalisations de la conception automobile. Thèse de doctorat Sciences de Gestion, Paris, Ecole des Mines.
- Weil, B., Le Masson, P., & Minguet, G. (2011). Les collèges de l'inconnu : les régimes de conception de la nouvelle puissance industrielle, Rapport pour l'ANR
- Wynn, K. (1992). Addition and subtraction by human infants. *Nature*, 358, pp. 749-750.
- Yami, S. (2003). Petite entreprise et stratégie collective de filières. *Revue française de gestion*, 29(144), pp. 165-179.
- Yin, R. K. (2003). Case Study Research: Design and Methods. In L. Bickman & D. J. Rog, (Eds.) *Applied Social Research Methods Series, Volume 5* (181 pages). Thousand Oaks: Sage.
- Yström, A., & Agogué, M. (2011). Open and radical: Managing the complexity of a collaborative arena, Comparative findings from Sweden and France. *Innovation and Product Development Management Conference*. Delft, Juin 2011.

LISTE DES PUBLICATIONS ASSOCIEES A LA THESE

- Agogué M., Robinson D.K., Le Masson P., (2012), Orphan innovation, or when path-creation goes stale: a design framework to characterize path-dependence in real time, *Technology Analysis and Strategy Management*
- Agogué M., Kazakçi A.O., Cassotti M., (2011) The impacts of examples on originality : explaining fixation and stimulation effects, ICED Conference
- Agogué M., Yström A., Le Masson P., (A paraître, 2012) Rethinking the role of intermediaries as an architect of collective exploration and creation of knowledge in open innovation, *International Journal of Innovation Management*.
- Agogué M., (A paraître, 2012) L'émergence des collectifs de conception inter-industries : le cas de la Lunar Society dans l'Angleterre du XVIIIème, *Gérer et Comprendre*
- Agogué M., Berthet E., Hooge S., (2012) From ecology to management sciences : towards a modeling of the dynamics of stakeholders in an innovating ecosystem, IPDM conference

ANNEXES

Annexe 1 – Distribution naturelle du lâcher d’œuf

Résultats par catégorie :

<i>Méta-catégorie</i>	<i>Catégorie</i>	<i>NB occurrence</i>	<i>% occurrence</i>
<i>Amortir le choc</i>	<i>matelas / surface molle</i>	<i>21</i>	<i>16%</i>
	<i>lacher dans l'eau / piscine</i>	<i>11</i>	<i>8%</i>
	<i>trampoline</i>	<i>10</i>	<i>8%</i>
	<i>ressort</i>	<i>1</i>	<i>1%</i>
<i>Protéger l'œuf</i>	<i>enveloppe protectrice</i>	<i>33</i>	<i>25%</i>
	<i>on saute avec l'œuf</i>	<i>1</i>	<i>1%</i>
	<i>œuf en plastique</i>	<i>1</i>	<i>1%</i>
	<i>protection rebondissante</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
<i>Ralentir la chute</i>	<i>parachute</i>	<i>8</i>	<i>6%</i>
	<i>ballon / mongolfière</i>	<i>6</i>	<i>5%</i>
	<i>rampe / circuit</i>	<i>3</i>	<i>2%</i>
	<i>ventilateur</i>	<i>3</i>	<i>2%</i>
	<i>deltaplane</i>	<i>3</i>	<i>2%</i>
	<i>poulie</i>	<i>2</i>	<i>2%</i>
	<i>avion / hélice téléguidés</i>	<i>2</i>	<i>2%</i>
	<i>ascenseur</i>	<i>2</i>	<i>2%</i>
	<i>élastique</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
	<i>entonnoir en mousse</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
	<i>aspirateur vers le haut</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
	<i>escalier (avatar)</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
<i>Interrompre la chute</i>	<i>humain qui rattrappe l'œuf</i>	<i>6</i>	<i>5%</i>
	<i>receptionner avec un filet</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
	<i>empêcher la chute en rattrapant</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
<i>Agir avant la chute</i>	<i>ne pas lancer l'œuf</i>	<i>3</i>	<i>2%</i>
	<i>lacher plus haut que 10m</i>	<i>1</i>	<i>1%</i>
	<i>le casser avant</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>
	<i>remplacer l'œuf à l'atterrissage / clonage</i>	<i>0</i>	<i>0%</i>

Utiliser un dispositif vivant	à l'intérieur de la poule	4	3%
	dressage d'animaux	1	1%
	spiderman / batman / superman	0	0%
Modifier les propriétés de l'œuf	cuire l'œuf	2	2%
	changer les propriétés de l'œuf	2	2%
	congeler l'œuf	0	0%
	changer les propriétés de la poule	0	0%
Utiliser les propriétés naturelles de l'œuf	propriétés naturelles de l'œuf (axe)	0	0%
	dans le vide	4	3%
	arrêter le temps	1	1%
	trou noir	1	1%
	religion pro-œuf	0	0%
	on compte sur la chance	0	0%
	tunnel spatio-temporel	0	0%
repulsion magnétique	0	0%	

Annexe 2 – Les projets étudiés dans le cas autonomie des personnes âgées

Field	Projects	Begin	End	Description	Website
Acting on the causes of the condition	BEDMOND	2009	2011	Assistant for the health professional, a daily behaviour information provider to early diagnose mild cognitive impairment (MCI) stages as a first step of neurodegenerative diseases	www.aal-europe.eu
Controlling sensors	AGNES	2009	2011	User-Sensitive Home-based Systems by detecting, communicating, and meaningfully responding to relevant states, situations, and activities	www.aal-europe.eu
	CARE	2009	2011	Safe Private Homes for Elderly Persons	www.aal-europe.eu
	H@H	2009	2011	Wearable sensor devices for monitoring of cardiovascular and respiratory parameters and, at the same time, enabling the medical staff to remotely supervise their situations and taking actions by involving public/private healthcare organisations	www.aal-europe.eu
	Mobile Team			Integrating sensors in the web 2.0 for elderly	www.sensaris.com
Controlling the environment	eCAALYX	2009	2011	AAL solution for several chronic conditions that can provide reliable long-term and maintenance-free operation in non-technical environments	www.aal-europe.eu
	HOPE	2009	2011	Enable persons to perform activities they were not able to do before and which are important for their daily personal life. The proposed system provides a basis for integrating further services, e.g. control of the home environment.	www.aal-europe.eu
Increase in physical activity	A2E2	2009	2011	Prevent or/and manage elderly individuals' chronic diseases	www.aal-europe.eu

Learning	RGS	2009	2011	Develop and test a virtual reality based system that will allow an elderly person who suffered a stroke, to take advantage of a novel ICT based product to manage their chronic condition. RGS deploys an individualised and specific deficit oriented training that combines movement execution with the observation of a correlated action by virtual limbs that are displayed in a first-person perspective.	www.aal-europe.eu
Monitoring the person	ALADDIN	2009	2011	An integrated platform enabling distant monitoring of patient status and facilitating personalised intervention and adaptive care	www.aal-europe.eu
	AMICA	2009	2011	Providing medical management and medical care to patients suffering from Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) based on innovative Information and Communication Technologies.	www.aal-europe.eu
	ANAPURNA	2009	2010	A Care-Box to coordinate around the patient at the same time care, services, people	www.groupe-arcant.fr
	CCE	2009	2011	the development of an open, standardised, integrated European platform to deliver connected ICT-based assistive living solutions for the elderly	www.aal-europe.eu
	DOMEO	2009	2011	an open integration platform for eldercare robots configuration and deployment in real-world environment and for everyday life requirements	www.aal-europe.eu
	EMOTIONAAL	2009	2011	integrated seamless solution including social services and new technologies to support self care, prevention and assistance to carry out daily activities, health and activity monitoring and enhances safety and security.	www.aal-europe.eu
	Happy Aging	2009	2011	a lifestyle monitor for recording main activities, a navigation assistant to support user's mobility in close environment and a personal assistant to support performing distinct actions.	www.aal-europe.eu
	HELP	2009	2011	The aim is to dynamically monitor and treat Parkinson's Disease patients, with several services for home care, self-medication and monitoring	www.aal-europe.eu
	HERA	2009	2011	platform with cost-effective specialised assisted living services for the elderly people suffering from mild Alzheimer or cardiovascular diseases with identified risk factors	www.aal-europe.eu
	HMFPM	2009	2011	services related to medication and medicine related information and services, and to health- monitoring and diet information.	www.aal-europe.eu
	IS-ACTIVE	2009	2011	real-time support to patients in order to monitor, self-manage and improve their physical condition according to their specific situation.	www.aal-europe.eu
	PAMAP	2009	2011	an unobtrusive and fully mobile system that enables the accurate monitoring of the physical activities of ageing people.	www.aal-europe.eu
	REMOTE	2009	2011	enhancing the elderly's home with audio- visual, sensor/motoric monitoring and automation abilities to trace vital signs, activity, behaviour and health condition, and detect risks and critical situations, as well as provide, effective and efficient support at home.	www.aal-europe.eu
	RHONE ALPES SANTE TV			An integration plateforme for health and care through TV	www.sirlan.com
	ROSETTA	2009	2011	Guidance and Awareness Services for Independent Living	www.aal-europe.eu
	SAS			Teleservice platform	www.autonomie-services.com
SOFTCARE	2009	2011	integral system for home monitoring which will greatly expand upon existing home-based health monitoring systems, as it will take into account more than one chronic condition.	www.aal-europe.eu	
New means of communication	CAPMOUSE	2009	2011	Development of a Non-Invasive Capacitive Sensor Oral Mouse Interface for the Disabled Elderly	www.aal-europe.eu
	E-FEEL			Using touch and light to recreate emotion and physical contact	www.neovenz.com

Annexe 3 – Les projets étudiés dans le cas sécurité des deux-roues

Field	Projects	Begin	End	Description	Website
Accidentology	Accidento 2RM MAIF	2002	2002	Study on Learning to drive two wheeler in a prevention perspective.	www.fondation-maif.fr
	APROSYS / SP4	2004	2009	Advanced PROtection SYStems	www.aprosys.com
	MAIDS	1999	2003	Motorcycle Accident In-Depth Study	www.maids-study.eu
	RIDER	2003	2005	Study of accidents of the 2WD in Essonne, France	www.fondation-maif.fr
	TRACE	2006	2008	TRaffic Accident Causation in Europe	www.trace-project.org
Airbag	APISYS	2009	-	Smart Airbag Protection - Industrialization	/
Behavioural studies	2BESAFE	2008	2011	2 wheeler BEhaviour and SAFETy : to understand the behavioural and ergonomic factors that contribute to crashes involving 2-wheeled vehicles	www.feast.org/projects/?ID=703
	AU2RM	2006	2008	Cause and dynamics in 2WD crashes, interactions with other road users, reciprocal representation	www.predit.prd.fr
	CASC	2009	2010	A study of bicycle helmet use by cyclists and influence on behavior	www.isped.u-bordeaux2.fr/RECHERCHE/PPCT/FR-ISPED-Traum-CASC.htm
	GADGET	1998	1999	Guarding Automobile Drivers through Guidance Education and Technology	cordis.europa.eu/transport/src/gadget.htm
	Mobilité et risque des jeunes motocyclistes	-	2000	Behavioural effects of functions of risks on youth biking	www.fondation-maif.fr
	The Conspicuity Research	-	2007	Study on the detectability of 2WD	www.acembike.org
Biomechanics	BIOCASQ	2006	2008	Study on helmets	www.predit.prd.fr
	Cost 327	1994	1999	Motorcycle Safety Helmets	cordis.europa.eu/cost-transport/src/cost-327.htm
	PROHELM	2006	2009	PREvention Options with motorcycles HELMets	www.cost357.org
	PROMOTO	2006	2008	Bikers protection	/
	PROTEUS	2004	2006	Head protection of vulnerable road users	www2.securiteroutiere.gouv.fr/IMG/pdf/RR2_predit_proteus_synthese_2006_oct.pdf
Development Platform	APSN	2004	2008	Advanced Passive Safety Network	www.passivesafety.com
	Crash-barriers and Motocyclists	1999	2001	Study on safety barriers and Recommendations	www.fema.ridersrights.org/crashbarrier/index.html
	MYMOSA	2006	2010	Towards Integrated Safety for P2W	www.mymosa.eu
Driving beginners	DAN	2000	2000	Description and Analysis of post-licensing measures for Novice drivers	www.kfv.at/departement-transport-mobility/international-projects/dan

Driving simulators	SIMACOM	2006	2009	Simulator for training in the maneuver braking / avoidance	www.predit.prd.fr
	Train-All	2007	2009	Integrated system for driver TRaining and Assessment using Interactive education tools and New training curricula for ALL modes of road transport	www.trainall-eu.org
Help devices for driving	SAFERIDER	2008	2010	Advanced driver assistance systems (ADAS) and in-vehicle information systems (IVIS)	www.saferider-eu.org
	SAVE-U	2002	2005	Sensors and systems Architecture for Vulnerable road Users protection	www.save-u.org
	WATCHOVER	2006	2008	Cooperative systems for detecting vulnerable road users	www.watchover-eu.org
Integrated safety	PISa	2006	2010	Powered two wheeler Integrated Safety	www.pisa-project.eu
	SIM	2006	2009	Safety In Motion - Improving the global safety of a 2WD	www.sim-eu.org
New training	Initial Rider Training (IRT)	1997	2007	Definition of a new trans-European driver training 2WD	www.fema.ridersrights.org/docs/irt_finalreport.PDF
Sensors of danger	DAMOTO	2008	2010	Detecting situations in Motorcycle Accident	/
	SUMOTORI	2003	2007	SUReté MOTO RIsque	www.predit.prd.fr

Annexe 4 – Les projets étudiés dans le cas de la valorisation énergétique de la biomasse

Area	Topic	Collaborative area	Ukrainian inst.	French inst.
Resources production	Biomass fuels	Biomass supply - Partnership - Marketing	InvestUkraine Biomass Inst	GDF Suez
	Rapeseed and sunflower oil for biofuels	Chain supply organization in Ukraine - Partnership Quality insurance	Ministry of Agricultural Policy of Ukraine	Sofiproteol
	Ressources selection, certification, densification	Biomass supply - Research		
	New renewable resources		National Botanical Gardens NULESU	INRA CDA 45 Maguin
	Development of sorgho crops	Development - Advices	Vinnitsa Agrarian University	BETEN INRA CDA 45
Resources preparation	Pellets and briquettes (manufacturing)	Industrialisation - Marketing		BETEN Promill-Stolz
	Pellets and briquettes (manufacturing)	Investment for a new plant in Ukraine	DCIHH T-Promotion	
	Briquettes production	Development - Industrialisation	Ivan Franko National University	
Biogas production	Cyanobacteria utilization	Investment for a new plant in Ukraine / biogas plant development	Mykhalo Ostrogradskiy University of Kremenchuk SEC Biomass / NGOI	

	Biogas extracted from landfill		Innovative foundation "Living Energy" the GAS institute NASU	SUEZ
	Methanisation	Investment for a new plant in Ukraine	DCIHH T-Promotion	SUEZ
	Biogas production from waste / Cavitation	Research	Ukrainian Academy of Agrarian Sciences Institute of Animal Sciences Midgard Ecology Scientific research Institute on Social and Economic Development of Kyiv	INSA Toulouse CNRS BioEnergies
Fuel production technologies	Bioethanol	Investment for a new plant in Ukraine - Enhancement of existing plants	Yuzhremstanok Ltd Alcohol Plant Kozlivsky DP TD ETANOL	Maguin Maguin UNGDA + TEREOS
	Biobutanol production	process, plant	Académie des sciences	
Granulators	Joint production of small-seal granulators on biomass resources	industrial project	National Agricultural University, Institute for Ecobiotechnologies & Biotechnologies	UNGDA
R&D / Basic research	Assessment of environment pollution by bioenergy production	Research		
	Biofuel cells	Research	Institute of Sugar Beets, Ukrainian agrarian academy of Sciences	INSA Toulouse CNRS BioEnergies
	New enzymes	Research	Institute of Cell Biology, NAS Académie des Sciences, NASU National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine Clean Service - UKR Spirit Ukrainian Academy of Agrarian Sciences Institute of Animal Sciences	INSA Toulouse CNRS BioEnergies
	Microbial strains efficiently fermenting xylose and glucose	Research		
	Innovative bioprocess for biofuel production	Research		
Micro algae	Research	Académie des sciences Ukr	CNRS CEA	
Boilers	Biomass combustion in Rommy District			Beten Compte-R
	Replacement of gas boilers by biomass boilers		Académie des Sciences Ukraine (centre ingénierie "Biomasse")	Beten Compte-R
	Blending control		Kiev Polytechnic Institute MESU ATSU	CNRS Icare
	Co-firing of coal and biomass (investigations of practical equipment design of biomass co-firing process)	Research - Development - Industrialisation	Coal Energy Technologies Institute	GDF Suez
Engine	Engine combustion	Research	ASTU Clean Service	IFP John Deere
	Monitoring project for control of CO ₂ from internal combustion engine	research / industrial project	Clean Service	
Monitoring of good practices	Monitoring of good practices	research / industrial project	National Agricultural University, Institute for Ecobiotechnologies & Biotechnologies	
	to study effective pathways for utilization of agricultural residues for energy production	research	NASU	
Economy	Economical validation of biomass & energy project	research / industrial project	Academy of economics Ukr	
Diagnostic	Energy autonomy of an Ukrainian Kolkhoz	Development - Advices	Zahidagroinvest	Beten CDA 45

TABLE DES FIGURES

Figure 1 – Présentation des différentes étapes de la recherche.....	40
Figure 2 - Synopsis de thèse	46
Figure 3 - Evolution de l'accidentologie des deux-roues et des véhicules légers	50
Figure 4 - Emergence de la path-dependence organisationnelle	61
Figure 5 - Modèle cognitif d'une trajectoire technologique.....	66
Figure 6 - Trois questions de recherche pour structurer l'étude de l'innovation orpheline	82
Figure 7 - Axiomatique de conception, trois capacités d'action d'un acteur	91
Figure 8 - Conception sans coordination, l'usager concepteur	92
Figure 9 - Fonction de conception d'après (Le Masson 2001)	93
Figure 10 - Coordination sur un bien proposé par le concepteur au récepteur	95
Figure 11 - Modèle de croissance sous conditions d'obsolescence et coordination sur un bien	98
Figure 12 - Coordination sur une prescription	100
Figure 13 - Modèle de croissance sous conditions de coordination sur une prescription	102
Figure 14 - Une fonction de conception étendue	106
Figure 15 - Coordination sur un inconnu	107
Figure 16 –Modèle de croissance sous conditions de coordination sur un inconnu	108
Figure 17 - Modélisation de l'innovation orpheline	109
Figure 18 - Modélisation de la sortie de l'innovation orpheline	110
Figure 19 - Simulation de l'innovation orpheline dans le cas de la sécurité des deux-roues en France	116
Figure 20 - Différentes stratégies de sortie de l'innovation orpheline.....	116
Figure 21 - Modélisation de la théorie C-K.	135
Figure 22 - Modélisation d'un effet de fixation par la théorie C-K.....	136
Figure 23 – Utilisation d'un code couleur pour structurer un diagramme C-K	140
Figure 24- Etape 1 de construction du référentiel C-K	141
Figure 25 – Etape 2 de construction du référentiel C-K	141
Figure 26 – Etape 3 de construction du référentiel C-K.....	142
Figure 27 - Etape 4 de construction du référentiel C-K	142
Figure 28 – Etape 5 de construction du référentiel C-K.....	143
Figure 29 –Etape 1 d'un référentiel sur le lâcher d'œuf : état de l'art	149
Figure 30 - Etape 2 d'un référentiel sur le lâcher d'œuf : génération des concepts adressables	150
Figure 31 - Etape 3 d'un référentiel sur le lâcher d'œuf : génération d'une expansion	150
Figure 32 – Etape 4 de construction du référentiel C-K sur le lâcher d'œuf : double expansion C/K. .	151
Figure 33 – Distribution naturelle des réponses à une tâche de conception	153
Figure 34 - Etape 2 de construction du référentiel C-K : génération des concepts adressables.....	159
Figure 35 - Etape 3 de construction du référentiel : génération d'une première expansion	160
Figure 36 - Etape 4 de construction du référentiel C-K : mécanismes de double expansion	161
Figure 37 - Etape 5 de construction du référentiel C-K sur l'autonomie des personnes âgées.	162

Figure 38 - Distribution des projets européens en cours par méta-catégories.....	163
Figure 39 – Référentiel C-K sur la sécurité des deux-roues.....	168
Figure 41 - Référentiel C-K sur les bioénergies	181
Figure 42 - Exemples expansifs et restrictifs sur la tâche de l'œuf	188
Figure 43 - Impact de l'introduction d'un exemple sur le nombre de réponses	189
Figure 44 - Impact de l'introduction d'un exemple sur le nombre de catégories	190
Figure 45 - Impact de l'introduction d'un exemple sur l'originalité	191
Figure 46 - Distribution naturelle des réponses à la tâche de l'œuf - comparatif adultes et enfants	192
Figure 47 - Distribution naturelle de réponses sur la tâche des œufs,	193
Figure 48 - Résultats sur le nombre de solutions chez l'adulte et chez l'enfant	194
Figure 49 - Résultats sur le nombre de catégories chez l'adulte et chez l'enfant	194
Figure 50 - Résultats sur le score d'originalité chez l'adulte et chez l'enfant	195
Figure 51 - Positionnement des exemples expansifs sur le référentiel.....	203
Figure 52 - Modèle de performance de deux architectes, I-Care et ARIEL	212

Tableau 1 - Les trois formes de raisonnement scientifique	34
Tableau 2 - La recherche comme une navigation entre différents niveaux théoriques,	35
Tableau 3 - Le rôle de l'instrument scientifique pour le chercheur : fonctions et exemples	38
Tableau 4 – Mobilisation de différentes approches méthodologiques	40
Tableau 5 – Analyse de l'industrie de la sécurité des deux-roues	52
Tableau 6 - Caractérisation de l'innovation orpheline	54
Tableau 7 - Les blocages d'une dynamique industrielle, synthèse de la littérature en gestion	78
Tableau 8 - Une dynamique à trois espaces.....	112
Tableau 9 - Synthèse de la nouvelle fonction de conception	112
Tableau 10 - Organisation d'un diagramme C-K d'après Hooge, Agogué et Gillier (2012)	139
Tableau 11 – Synthèse des différentes étapes de construction d'un référentiel C-K	143
Tableau 12 – Synthèse des deux hypothèses de construction du référentiel C-K.....	145
Tableau 13 – Pourcentages de réponses par méta-catégories à la tâche du lâcher d'œuf	152
Tableau 14 - Les TIC pour l'autonomie des personnes âgées, une innovation orpheline.....	157
Tableau 15 - Valorisation énergétique de la biomasse, une innovation orpheline.....	177
Tableau 16 - Conditions expérimentales du test de l'impact de l'exemple sur la créativité.....	188
Tableau 17 – Méthodologie de défixation	198
Tableau 18 - Experts rencontrés dans la phase de construction du référentiel C-K.....	202
Tableau 19 - Positionnement de la figure de l'architecte.....	213
Tableau 20 - Positionnement de la figure d'architecte	215

Modéliser l'effet des biais cognitifs sur les dynamiques industrielles - Innovation orpheline et architecte de l'inconnu

RESUME : L'objet de la thèse est l'étude des dynamiques industrielles, en particulier des biais cognitifs qui conduisent au blocage de ces dynamiques. Si les processus d'innovation dépassant le cadre de l'entreprise ont fait l'objet de diverses recherches, les dynamiques industrielles sont restées peu étudiées sous l'angle du blocage cognitif dans les activités de conception. Pour approfondir cette question, la thèse se focalise sur l'étude d'une phénoménologie nouvelle, l'innovation orpheline, définie comme une innovation très attendue par la société, mais qu'aucun acteur ou consortium d'acteurs n'est capable de générer, alors que les conditions traditionnelles pour favoriser son émergence sont réunies. L'enjeu de la thèse est de répondre à trois questions: Quelle modélisation pour cerner les facteurs causaux de l'innovation orpheline ? ; Quel outil pour diagnostiquer les biais cognitifs dans une situation empirique ? ; Quelles modalités organisationnelles pour sortir de l'innovation orpheline ?

Cette démarche a permis de dégager trois résultats principaux :

- 1) un modèle de la fixation cognitive collective, soulignant l'impact fort que peut avoir l'interaction entre les imaginaires singuliers au sein d'un collectif.
- 2) un outil, le référentiel C-K pour identifier la fixation collective et pour diagnostiquer l'innovation orpheline.
- 3) un modèle d'action pour un nouvel acteur, baptisé l'architecte de l'inconnu, en charge de stimuler les capacités de conception innovante de l'écosystème d'acteurs.

Mots clés : dynamiques industrielles, blocages, biais cognitifs, théorie de la conception

Modeling the impact of cognitive biases on industrial dynamics – Orphan innovation and architect of the unknown

ABSTRACT :

The purpose of the thesis is the study of industrial dynamics, in particular cognitive biases that lead to the lock-in of these dynamics. If innovation processes beyond the scope of the firm have been the subject of various studies, little has been done on the study of industrial dynamics from the perspective of cognitive lock in design activities. To explore this question, the thesis focuses on the study of a new phenomenology, orphan innovation, which is defined as orphan innovation as an innovation highly expected by society, but one which no actor or consortium of actors can manage to process with their current innovation capabilities, although all of the institutional conditions to foster it are gathered. The aim of the thesis is to answer three questions: How to model industrial dynamics and to identify causal factors of orphan innovation? How to build a tool to diagnose cognitive biases and orphan innovation in empirical situations? What are the organizational levers to overcome orphan innovation situations?

The thesis then is based on three main results:

- 1) a model of collective cognitive fixation, underlying the impact of imaginaries and their interactions among a collective action.
- 2) a methodology to identify collective fixation and therefore to diagnose orphan innovation.
- 3) a model of action for a new actor, called the architect of the unknown, in charge of stimulating innovative design capacities of the actors among the industry.

Keywords : industrial dynamics, lock-in, cognitive bias, design theory