



HAL
open science

Le management des idées en conception innovante : pour une hybridation des outils d'aide aux développements créatifs

Jérémy Legardeur

► To cite this version:

Jérémy Legardeur. Le management des idées en conception innovante : pour une hybridation des outils d'aide aux développements créatifs. Génie mécanique [physics.class-ph]. Université Sciences et Technologies - Bordeaux I, 2009. tel-00662405

HAL Id: tel-00662405

<https://theses.hal.science/tel-00662405v1>

Submitted on 24 Jan 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.

N° d'ordre :

HABILITATION A DIRIGER DES RECHERCHES

PRESENTEE A

L'UNIVERSITE BORDEAUX 1

ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES PHYSIQUES ET DE L'INGENIEUR

Par **Jérémy LEGARDEUR**

Le management des idées en conception innovante : pour une hybridation des outils d'aide aux développements créatifs

Soutenu le 1^{er} Décembre 2009

Jury :

Clément FORTIN, Professeur École Polytechnique de Montréal (Président)

Alain BERNARD, Professeur, Ecole Centrale de Nantes (Rapporteur)

Bernard YANNOU, Professeur, Ecole Centrale de Paris (Rapporteur)

Serge TICHKIEWITCH, Professeur, Grenoble INP (Rapporteur)

François PELLERIN, Directeur de l'établissement - Turbomeca Bordes (Examineur)

Jean Michel LARRASQUET, Professeur UPPA (Examineur)

Philippe GIRARD, Professeur, Directeur IUFM Aquitaine (Examineur)

Note au lecteur

Mon dossier d'Habilitation à Diriger les Recherches se décompose en deux documents complémentaires :

- Ce mémoire présente dans le détail l'ensemble de mes activités scientifiques développées depuis le début de ma carrière. Il se termine par la liste complète de mes publications.
- Ce mémoire est accompagné d'une notice qui présente mon CV détaillé sous forme de tableaux synthétiques ainsi que les principaux résultats de mes activités d'enseignement, de recherche puis de projets de valorisation ou de transfert auprès des entreprises.

Sommaire

Table des illustrations	6
Introduction	7
I. Problématique et méthodologie de recherche sur les processus d'innovation	17
I.1 <i>L'innovation en tant qu'objet de recherche</i>	17
I.2 <i>L'innovation : quelles définitions ?</i>	18
I.3 <i>Méthodologie de recherche</i>	20
I.4 <i>Un exemple d'étude de terrain d'un processus d'innovation</i>	27
II. Contributions sur la compréhension des processus d'innovation	33
II.1 <i>Les conditions pour favoriser l'émergence et la diffusion de l'innovation</i>	33
II.2 <i>Une préconisation au niveau organisationnel pour l'innovation</i>	34
II.3 <i>Une préconisation au niveau des acteurs</i>	37
II.4 <i>Une préconisation au niveau de l'instrumentation pour la diffusion des innovations</i>	38
III. La caractérisation des processus informels pour la conception innovante	41
III.1 <i>Les phases préparatoires et informelles de la conception innovante</i>	42
III.2 <i>La proposition d'un outil d'aide à l'analyse des processus de collaboration</i>	47
III.3 <i>La proposition d'un jeu de la conception</i>	50
IV. Définition et caractérisation de la conception innovante à partir d'un processus ILM (Ideas Lifecycle Management)	55
IV.1 <i>Un besoin d'innovation intensive</i>	55
IV.2 <i>Les méthodes et outils d'aide à la créativité au service de l'ILM</i>	56
IV.3 <i>Proposition du modèle d'hybridation PST pour la conception innovante</i>	63
V. De l'ULM (Usage Lifecycle Management) à la conception innovante	77
V.1 <i>Etudier les usages pour favoriser l'innovation</i>	77
V.2 <i>L'apport du crowdsourcing et de l'open innovation</i>	79
V.3 <i>Proposition de l'ULM : Usage Lifecycle Management</i>	81
V.4 <i>Proposition d'un processus de conception innovante par l'usage</i>	83
VI. Instrumentation de la conception innovante	87
VI.1 <i>D'un outil d'aide à la diffusion des idées...</i>	87
VI.2 <i>... à un outil support de l'exploration pour la conception innovante au service de la convergence</i>	90
VII. Perspectives du projet de recherche : de la conception innovante à l'innovation responsable	95
VIII. Références	99
IX. Liste des publications personnelles	109

Table des illustrations

<i>Figure 1 : Démarche générale de la méthodologie de recherche</i>	24
<i>Figure 2 : Esquisse design du bouclier arrière en matériaux composites Renault VI</i>	27
<i>Figure 3 : Objets intermédiaires mobilisés lors des phases de design du bouclier arrière</i>	28
<i>Figure 4 : Le concept truck Renault Radiance</i>	28
<i>Figure 5 : Exemples de produits conçus</i>	30
<i>Figure 6 : Phase préparatoire et phases de projet</i>	43
<i>Figure 7 : Capture d'écran du logiciel CoCa : Collaborative Capture [Pol 2007]</i>	49
<i>Figure 8 : Exemple de situation du jeu de la conception avec le logiciel MLCad</i>	51
<i>Figure 9 : Exemple de productions obtenues pendant les 24h de l'innovation®</i>	52
<i>Figure 10 : Exemple d'historique de l'activité d'une équipe pendant les 24h de l'innovation®</i>	52
<i>Figure 11 : La spirale des solutions créatives selon ASIT</i>	60
<i>Figure 12 : Positionnement des méthodes de créativité [Pialot 2009]</i>	61
<i>Figure 13 : Utilisation des méthodes de créativité en aval ou en amont [Pialot 2009]</i>	62
<i>Figure 14 : Représentation de la théorie C-K [Hatchuel et Weil 1999]</i>	66
<i>Figure 15 : Différentes origines des nouvelles intentions [Pialot 2009]</i>	68
<i>Figure 16 : Construction de l'arborescence</i>	71
<i>Figure 17 : Cheminement du raisonnement exploratoire au travers des 3 dimensions PST</i>	72
<i>Figure 18 : Synthèse du modèle PST</i>	73
<i>Figure 19 : Positionnement de l'ILM et de l'ULM sur le cycle de vie</i>	82
<i>Figure 20 : Taxonomie de l'approche ULM [Chapotot 2009]</i>	83
<i>Figure 21 : Capture d'écran de la plateforme C³ [Chapotot 2009]</i>	83
<i>Figure 22 : Capture d'écran de l'outil ID²</i>	88
<i>Figure 23 : Exemple de cadre de référence dans l'outil PILOT</i>	91

Introduction

L'innovation industrielle par la conception de nouveaux produits et services est une activité dont la complexité, de part ses dimensions créatives, émergente, collective, interactive et pluridisciplinaire, est maintenant largement reconnue par plusieurs communautés scientifiques (mécanique, sociologie, gestion, psychologie, cognitive, ...). Il est maintenant établi que cette activité est distribuée entre un nombre d'acteurs chacun porteur de sa « vision » du produit ou du service à concevoir, des technologies à employer ou à inventer, du marché à pénétrer ou à construire, du modèle économique à appliquer ou à inventer....

Ce processus de conception de produits/services innovants s'appuie donc sur les sciences pour l'ingénieur (SPI) car nécessite des compétences techniques pour le développement et la fabrication d'artefacts et constitue donc un objet de recherche captivant pour un chercheur de ce domaine qui vise à mieux comprendre ces développements industriels. Mais cette activité de conception ne se résume pas seulement à une confrontation exclusivement technique car elle présente également une forte dimension sociale [Bucciarelli 1988] qui va apparaître dans l'action au sein des organisations. En effet, ces phases de conception innovante sont façonnées par des acteurs qui vont proposer des idées, créer, réfléchir, interagir, décider, s'opposer, développer des stratégies et en ce sens, elle constitue bien un objet d'intérêt pour les sciences humaines et sociales (SHS) tels que la sociologie, la gestion, la psychologie, la cognitive... qui s'intéressent aux individus et aux organisations.

Ainsi, depuis plusieurs années, la recherche développe de nombreux travaux pour étudier, rationaliser et instrumenter les phases classiquement identifiées d'un développement de produit (de la conception à l'industrialisation) et un certain nombre d'outils et méthodes sont aujourd'hui utilisés dans les entreprises pour accompagner ces phases. Par ailleurs, s'il existe des méthodes et des outils d'aide à la créativité dont le but est de favoriser la génération des idées, il y a par contre très peu de travaux concernant l'accompagnement du cycle de vie des idées et leur processus de maturation depuis leur genèse jusqu'à leur acceptation et leur mise en projet.

Pourtant ce processus charnière « entre les idées et les projets » est fortement sollicité par l'intensification de la concurrence depuis le début des années 90 qui se traduit par un besoin de forte dynamique et d'évolution des offres. En effet, la durée du cycle de vie des produits décroît de plus en plus : il est, par exemple, bien rare de nos jours, qu'un modèle automobile ait plus de huit ans de durée de vie sur une chaîne de production. De plus, si cette stratégie de renouvellement « permanent » permet de se différencier à un moment donné en proposant une offre plus attrayante, elle s'est rapidement accompagnée d'une deuxième évolution, celle de la diversification et de la densification de l'offre pour proposer des produits et services prenant en compte de manière de plus en plus prégnante et fine les attentes des consommateurs afin de mieux les séduire. Egalement, l'apparition accrue ces dernières années de nouveaux produits (Smartphones...) et services (Facebook...), qui n'existaient pas et qui résultent de l'hybridation de différents « dominant design¹ » préexistants, se caractérisent par une diffusion aussi massive que rapide. Ainsi en pratique, l'espoir d'acquérir aujourd'hui une position compétitive majeure et durable pour l'entreprise, sur la base d'un produit phare ou d'une nouvelle technologie, montre ses limites.

Dans un contexte où le renouvellement des produits et la capacité des concurrents à imiter, explorer des alternatives, varier et améliorer la performance est de plus en plus rapide, les marges apportées par les nouveaux produits s'érodent de plus en plus rapidement. Ainsi le

¹ Un Dominant design est un espace de conception connu et partagé avec tous les concurrents autour d'un produit, qui stabilisent les architectures, les valeurs portées par le produit, et organisent la compétition sur un petit nombre de fonctions considérées comme essentielles par les clients [Abernathy et Utterback 1978] [Utterback 1994].

bénéfice « durable » visé par l'entreprise ne semble plus envisageable qu'en s'inscrivant dans une logique répétée de l'innovation, et donc nécessite un management et une stimulation efficace des idées et de leur cycle de vie afin que ces dernières puissent donner naissance à de multiples projets compétitifs.

Ainsi, comment de nouveaux concepts de produits ou de services innovants peuvent-ils être générés et progressivement acceptés et développés par les entreprises ? Comment stimuler et avoir des prises sur ces processus et ces raisonnements créatifs à la fois sur ses dimensions individuelles et collectives ? Que se passe-t-il entre le moment où une nouvelle idée est générée par un acteur et la décision effective de lancer un projet basé sur cette nouvelle proposition ? Comment évaluer le potentiel des nouvelles idées et choisir les plus prometteuses tout en diminuant leurs risques associés ? Comment les expériences et les usages des produits et services sont des sources potentielles de nouvelles idées ?... Quels outils d'aide à la créativité et à l'innovation peuvent être mobilisés lors de ces processus de conception innovante ? Dans un contexte de concurrence accrue caractérisée par une dynamique de changement perpétuel, ces questions se posent légitimement pour toutes entreprises innovantes car les phases de développement de nouveaux produits sont des périodes souvent instables et peu prévisibles et qui reposent sur un large fond d'incertitude de part la nature des informations disponibles et le comportement des acteurs face à l'innovation.

A la genèse de nombreuses innovations, on observe généralement une forte instabilité à plusieurs niveaux : les idées créatives émergent et évoluent rapidement, les informations et les connaissances sont parcellaires sur les nouveaux concepts proposés, les marchés potentiels, les technologies à employer, les alliés et concurrents, l'acceptation des futurs clients, les modèles économiques (business model)... Les personnes confrontées à ces nouvelles idées et aux changements qu'elles impliquent peuvent présenter des réactions imprévues et contrastées car leurs pratiques, leur métier, leurs connaissances peuvent être mises en tension par le caractère novateur des propositions. De ce fait, dans un environnement très changeant, où l'incertitude est multiple, les décideurs sont souvent confrontés à des choix difficiles avec un sentiment de risque omniprésent notamment dans l'estimation de la faisabilité, des coûts, des délais...

Ainsi, il est fréquent que de nombreuses idées prometteuses mais en rupture restent au stade de l'étude, dans un prototype "sur étagère" ou tout simplement dans la tête d'un des collaborateurs de l'entreprise ou de l'organisation. Pourtant, dans de nombreux secteurs, l'innovation est un facteur clé de succès et c'est bien particulièrement lors des premiers moments d'un projet et parfois en dehors ou avant son démarrage que l'on peut le plus facilement explorer et diverger en introduisant des idées de rupture par rapport à l'existant. Mais les processus d'introduction et d'adoption de nouveaux concepts en forte rupture par rapport aux produits existants empruntent souvent des trajectoires sinueuses et chaotiques !

L'histoire des sciences et des techniques le démontre d'ailleurs très bien avec des produits tels que le moteur à combustion pour carburant gasoil dont l'inventeur, Rudolf Diesel (1858-1913), a disparu quelques années avant de connaître son succès commercial ou le Post-it, résultat d'un mélange chimique raté d'une colle qui ne collait pas et dont le département marketing de l'entreprise de 3M ne croyait pas au potentiel de marché ! Ces exemples illustrent la complexe alchimie de l'alignement à trouver pour un concept, un marché, une technologie afin qu'une idée puisse s'imposer. La non-linéarité de ces parcours s'explique par le fait qu'elle résulte de l'interaction entre des processus formels et informels dans l'entreprise avec une forte dimension sociotechnique de négociation entre les différents acteurs mis en jeu (experts, métiers, responsables et opérationnels, chefs de projet, usagers, clients, etc.).

C'est précisément dans ce contexte pluridisciplinaire du Génie industriel, à l'interaction de la technique et de l'humain, que je m'intéresse plus particulièrement depuis maintenant dix ans aux phases amont de la conception innovante.

Notamment, je développe des travaux de recherche qui visent à analyser, à modéliser et à instrumenter les processus d'émergence et de confrontation des idées lors des toutes premières phases de développement d'un nouveau produit. Il s'agit ainsi de s'intéresser plus particulièrement aux phénomènes de raisonnement créatif avec une attention particulière sur deux axes complémentaires :

- les processus créatifs (couramment appelés « créativité ») qui permettent la genèse de nouvelles idées, de nouveaux concepts,
- les phases de maturation et de consolidation des idées basées sur l'échange et la confrontation dans des contextes collectifs tels que l'on peut rencontrer dans les organisations.

Mes travaux de recherche visent donc à apporter de nouvelles connaissances pour une meilleure compréhension de ces processus d'émergence et de diffusion des nouvelles idées de produits et services au sein des entreprises. L'objectif *in fine* étant de pouvoir ainsi développer et déployer de nouveaux dispositifs (méthodes, outils, organisations...) afin de favoriser l'innovation qui est maintenant reconnue² comme un des moteurs du développement économique mais également, comme nous le verrons par la suite, de tendre de plus en plus vers l'innovation responsable pour répondre aux nouveaux défis proposés par le développement durable.

Dans ce mémoire d'Habilitation à Diriger les Recherches (HDR), qui vise à faire une synthèse de mes travaux et de mes encadrements depuis maintenant dix ans d'activités en tant qu'enseignant chercheur, je vais défendre la thèse suivante : **le management des idées lors des phases amont de conception innovante passe par la nécessité de développer une approche d'hybridation des méthodes et des outils d'aide aux développements créatifs pour aller de l'idée à l'usage et vice versa.**

Pour cela, je vais présenter ici mes principales contributions selon 3 axes qui insistent sur l'enjeu d'organiser une multiple hybridation :

- entre les dispositifs de recherche (SPI et SHS) pour mieux appréhender les processus de conception innovante,
- entre les dispositifs d'accompagnement de la conception innovante mais également avec ceux de la conception réglée ou routinière,
- entre les outils et des méthodes d'aide à la créativité et à l'innovation de manière intrinsèque et de manière extrinsèque avec les méthodes et outils orientés usage et analyse environnementale pour répondre aux nouveaux défis posés par le développement durable.

Mes propositions sont le fruit d'une expérience de dix années dans le domaine de la recherche qui a été initiée en Rhône-Alpes pour se dérouler aujourd'hui en Aquitaine. Ainsi, ce mémoire a pour but de présenter une synthèse de mes travaux dans le domaine de l'innovation, articulée de la manière suivante :

Dans le **chapitre 1**, je propose d'introduire le thème de l'innovation à la fois en me basant sur les différentes approches et définitions proposées dans la littérature mais également en argumentant l'intérêt de l'étudier comme un objet de recherche en tant que tel et notamment dans son milieu industriel.

² « L'innovation est l'instrument le plus important de l'entrepreneur, peu importe son domaine d'activité » [Drucker 1985].

« La compétitivité des grandes entreprises est basée sur trois stratégies dont une est la capacité d'innover plus vite et plus souvent que les autres concurrents » [Quinn 1998]

Pour cela, je détaille une formalisation de la méthodologie de recherche basée sur la recherche-action pour l'étude de la conception innovante en terrain industriel, méthodologie que j'ai progressivement développée et affinée au regard des particularités de la conception innovante tout au long de mon parcours professionnel et qui se décompose en 5 étapes.

- l'observation des pratiques et des activités dans des situations effectives de conception de produits et services innovants en entreprise,
- la caractérisation fine des processus de conception à partir des observations et en tenant compte des contextes dans lesquels ils se déploient,
- la formalisation des processus analysés à l'aide de modèles,
- la proposition de nouvelle instrumentation pour les processus observés,
- le test et l'accompagnement au changement des nouvelles propositions d'outils.

Afin d'illustrer l'intérêt de cette approche inductive et empirique, je conclue cette première partie en présentant brièvement les résultats obtenus lors de l'étude de terrain effectuée à l'occasion de mes travaux de doctorat à l'INP Grenoble et notamment sur la conception d'un bouclier arrière en matériaux composites pour l'entreprise Renault VI.

Ainsi, j'expose qu'au delà du passage de « l'âge du fer » à « l'âge des composites », et de la « simple » proposition d'un nouveau concept de pièce, les apports de mon approche résident dans :

- la compréhension de ces « passages » par l'identification des perturbations et des transformations que nous initiions au sein des entreprises par la mise en œuvre d'une dynamique d'innovation,
- la proposition et le test de nouveaux dispositifs (méthodes - outils - organisations) pour favoriser une démarche d'innovation au sein des organisations étudiées.

De ce fait, je montre que les dispositifs proposés en tant que méthodologie de recherche sont conçus et testés dans une démarche itérative et interactive, d'observation, de modélisation et d'amélioration.

Dans le **chapitre 2**, je propose mes premières contributions concernant la compréhension des processus d'innovations industrielles. Ainsi, je propose trois hypothèses sur le développement des innovations :

- Il n'y a pas d'innovation à organisation constante et sans une mise en réseau des acteurs (hypothèse 1)
- Il n'y a pas d'innovation à connaissance constante et sans création et partage de nouveaux savoirs (hypothèse 2)
- Il n'y a pas d'innovation sans une remise en cause des outils et des dispositifs d'évaluation. (hypothèse 3)

Ainsi, je montre que le processus d'adoption, ou au contraire de rejet, de nouvelles idées (notamment celles concernant la proposition d'un nouveau concept de produit ou service) s'inscrit dans un processus complexe qui ne relève pas uniquement d'un domaine (technique) mais qui conduit à rouvrir le jeu et le périmètre de la conception innovante : réouverture avec l'arrivée de nouvelles pratiques, de nouveaux acteurs et de nouveaux savoirs, réouverture avec l'arrivée de nouveaux critères et de nouveaux supports d'évaluation afin de confronter des nouvelles propositions au sein du collectif.

En réponse au besoin de dynamiques sous-jacentes à ces trois hypothèses précédentes, je détaille dans les paragraphes suivants, les premières préconisations sur les processus de diffusion.

Au niveau de l'organisation (selon hypothèse 1), mes préconisations portent :

- d'une part, sur la nécessité d'étudier et de prendre en compte la tension entre les « dispositifs de qualification et de déqualification » d'une nouvelle idée (préconisation n°1),
- et d'autre part, sur l'intérêt et l'enjeu de suivre et valoriser les processus informels liés à la diffusion et à la maturation de nouvelles idées lors des « phases préparatoires » en amont ou en parallèle des projets d'innovation (préconisation n°2).

Au niveau des acteurs (selon hypothèse 2), je propose d'affiner les processus d'*intrapreneurship* ou de création de nouveaux projets basés sur l'intervention d'acteurs particuliers (les porteurs ou initiateurs de nouvelles idées) au sein de l'entreprise. Je propose ainsi une caractérisation « des acteurs d'interface » décrits souvent dans la littérature comme « innovateurs », « inventeurs », « créatifs »... (préconisation n°3)

Au niveau de l'instrumentation (selon hypothèse 3), je montre :

- la nécessité de requestionner l'utilisation unitaire des outils et méthodes traditionnellement utilisés en ingénierie de la conception notamment au regard de la problématique d'évaluation des nouvelles idées, (préconisation n°4)
- l'intérêt « d'aller plus loin » que la « simple » stimulation par la créativité de l'émergence de nouvelles idées, notamment en proposant des nouveaux dispositifs (modèles/outils/méthodes) afin d'accompagner le processus de maturation collective des nouvelles idées. (préconisation n°5)

Par la suite, chacune de ces cinq préconisations ont fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre de mes recherches et de mes encadrements de travaux de doctorant qui font l'objet des chapitres 3 à 6.

Ainsi, dans la continuité des deux premières préconisations, le **chapitre 3** présente mes contributions sur l'étude des processus de collaboration au sein des entreprises notamment sur les dimensions de la coordination et de la coopération et de leur rapport avec l'informel. Ces résultats ont été obtenus par la mise en place d'une collaboration initiée à l'ESTIA avec Christophe Merlo puis Stéphanie Minel et l'équipe GRAPHOS ainsi que par le co-encadrement de Guillaume Pol inscrit en PhD à l'université de Cranfield sous la direction de Graham Jared et Christophe Merlo à l'ESTIA.

Les résultats obtenus sur ce thème concernent plus particulièrement :

- la caractérisation des processus de collaboration à la fois sur leurs dimensions formelles et informelles, leur lien avec la conduite de projet, thème étudié au sein de l'équipe ICO de l'IMS, ainsi que leur lien avec la gestion des connaissances, thème étudié par l'équipe GRAPHOS
- le développement et la proposition du logiciel CoCa (Collaborative Capture), développé lors du PhD de G. Pol à partir d'une étude de terrain au sein d'une PME, outil qui permet aux chercheurs et praticien de tracer et d'analyser les événements collaboratifs au sein des projets en entreprise.
- la proposition d'un jeu de la conception « Lego Space Design » qui est basé sur l'utilisation des briques de jeu Lego afin de mettre en situation de collaboration des élèves ingénieurs et leur permettre d'analyser leur comportement au sein d'un collectif au cours de leur formation.
- la présentation du challenge « Les 24h de l'innovation® » dont le concept est novateur sur le plan pédagogique car il s'agit de proposer à un public majoritairement étudiant de répondre en 24 heures chrono à des demandes de développement d'innovation (produits, services...) proposées par des entreprises de différents secteurs d'activités.

Dans le **chapitre 4**, en réponse aux besoins suggérés par les préconisations 4 et 5 sur l'accompagnement des phases de diffusion des idées, je présente mes contributions sur la définition et la caractérisation d'un processus ILM (Ideas Lifecycle Management) afin d'accompagner les phases d'échanges, de confrontation et de maturation des idées en tant que support de la conception innovante.

Plus particulièrement, ces contributions qui portent sur une modélisation du processus de conception innovante ont été développées à l'occasion de mon co-encadrement des travaux de thèse d'Olivier Pialot inscrit à l'INPG sous la direction de Jean François Boujut.

Ainsi, lors de ces travaux nous nous sommes attachés au raisonnement de conception exploratoire à proprement dit, celui qui permet la maturation du concept initial en faisant varier ses possibles déclinaisons. En distinguant deux types de propriétés ajoutées à l'arborescence de définition qui caractérise ce type de raisonnement, nous proposons alors :

- de caractériser le point de départ d'une innovation par l'association d'une nouvelle intention à un système de base, existant ou non, qui permettent de décrire ce que l'on appelle un concept ou une nouvelle idée dont on cherchera à affiner la définition lors du raisonnement de conception exploratoire.
- le modèle « multi-entrées PST » pour pouvoir formuler de nouvelles intentions pouvant venir des trois dimensions distinctes P (Potentiel de nouvelle proposition de valeur), S (Concept de système) et T (Techno).
- un modèle « multi-questions » PST qui est constitué d'un ensemble de questions dont chacune est relative à une des trois dimensions P, S et T et qui permet de « déformer » la proposition initiale.

Ainsi, grâce à ces contributions, nous montrons qu'il est alors possible de passer d'un raisonnement exploratoire basé sur une représentation d'un cheminement constaté a posteriori à un processus plus « conscient » pour l'innovation basé sur une exploration qui hybride les différents outils d'aide à la conception innovante.

Cette forme semble pouvoir permettre l'obtention de résultats au moins aussi « créatifs » que les méthodes dites de créativité mais en offrant un cheminement conscient et progressif qui ouvre des perspectives à une rationalisation du processus de conception en innovation. En outre, il ouvre alors à la possible définition de prises méthodologiques spécifiques et le développement d'une instrumentation adaptée (développée au chapitre 6)

Dans le **chapitre 5**, lors de la construction et du déploiement du projet intégré européen SMMART (System for Mobile Maintenance Accessible in Real Time) et de la thèse d'Emilie Chapotot inscrite à l'université de Bordeaux 1 sous la direction de Philippe Girard, je me suis particulièrement intéressé aux méthodes d'innovation centrée sur l'usage qui permettent d'intégrer l'ensemble du cycle de vie dans le développement des produits et services.

En effet, dans la continuité du projet SMMART qui était centré sur de nouvelles approches pour les phases d'utilisation et de maintenance des produits et services dans les domaines de l'aéronautique et du transport routier, j'ai développé mes recherches concernant la création de valeur en conception innovante par l'intégration de l'usage comme source de développement de produits/services innovants.

L'hypothèse au départ de cette recherche est la suivante : les informations sur les différents usages des produits et des services constituent non seulement, une source de mesure de la satisfaction des clients mais également peut permettre le développement de nouvelles fonctions, de nouveaux concepts donnant naissance à des produits ou à des services innovants et ainsi initier une phase exploratoire de type ILM.

Dans cette optique, nous avons développé dans le cadre de la thèse d'Emilie Chapotot :

- une approche de type ULM (Usage Lifecycle Management) qui permet de manager les différentes phases aval du cycle de vie des produits et services,
- une plateforme web collaborative C³ (Conception, Consommation, Communication, basée sur les principes du web 2.0 et plus particulièrement de l'*open innovation* et du *crowdsourcing* comme moyen de communication entre de multiples utilisateurs distribués.

Notre démarche est ici de caractériser les informations sur l'usage en fonction des utilisateurs, des produits et de leur contexte d'usage. Nous proposons ainsi une nouvelle approche qui vise à gérer les informations dites d'usage à travers les différentes phases du cycle de vie des produits et services et cela à l'échelle multi-utilisateurs d'une entreprise étendue.

Je montre ici l'intérêt pour les entreprises d'hybrider les différentes sources de retour d'expérience sur l'usage des produits en proposant des dispositifs basés sur les approches émergentes telles que l'*open innovation* et le *crowdsourcing*.

Forts de tous ces éléments caractérisant le raisonnement exploratoire de conception innovante, je m'intéresse dans le **chapitre 6** aux questions et aux dispositifs permettant de converger vers les phases de conception aval d'un produit ou service que l'on veut innovant. Je développe et propose un certain nombre d'outils afin d'accompagner et affiner les résultats d'un raisonnement de conception innovante pour obtenir un livrable de conception. Au préalable nous avons montré que si le raisonnement de conception innovante permet de « déformer » la définition d'un objet en l'orientant vers les déclinaisons les plus prometteuses, son livrable ne prend pas pour autant la forme d'un système matérialisable physiquement dans ce sens que sa définition est incomplète, que les parties non impactées par la nouvelle intention initiale restent indéfinies.

Ainsi dans la perspective de reconstruction des connaissances relatives à la conception, nous montrons qu'elle peut s'effectuer via un processus de critérisation d'alternatives de conception et la confrontation de différents acteurs. Pour leur donner prise sur cette phase, nous avons défini des outils de comparaison permettant donc d'affiner les caractéristiques de solution notamment basés :

- une plateforme de collaboration, nommée ID² (Innovation Développement et Diffusion), support aux échanges plus ou moins formels entre les différents acteurs métiers, leur permettant notamment d'interagir sur les critères déposés ou les évaluations proposées par d'autres, par des alarmes, des demandes d'information ou des commentaires sur l'outil ID².

Par ailleurs, pour réaliser la transition entre un livrable de « l'amont », issu de la conception innovante et la définition d'objectifs pour « l'aval » et la conception architecturale et détaillée, nous proposons :

- un outil PILOT qui permet d'effectuer une comparaison des caractéristiques de l'objet déformé avec celles appartenant à un « cadre de référence », représentant la famille de produits la plus proche

Cet outil donne prise sur la coévolution entre les objectifs ainsi définis et les alternatives de conception développées, coévolution qui s'effectue par séquences. Grâce à PILOT, au fur et à mesure que les nouvelles bases de connaissances relatives au tout nouvel objet s'acquièrent, il devient alors possible de consciemment et progressivement s'approcher du livrable souhaité.

Ainsi mes contributions au niveau des outils visent essentiellement à accompagner le processus de maturation des idées afin de les accompagner vers la mise en projet au sein des entreprises. Nous pensons que de tels outils s'inscrivent dans un nouveau paradigme des outils d'aide à la conception innovante basé sur deux orientations : celle de proposer des supports (logiciel, méthode...) pour soutenir le travail des acteurs (à l'opposé de tenter d'automatiser, de rendre

plus intelligent ou créatif un système informatique ou expert), celle de stimuler l'interaction entre les acteurs à travers les supports proposés (en complément des recherches pour favoriser l'interaction entre utilisateurs et leurs supports informatiques).

Pour conclure, j'expose dans le **chapitre 7**, les perspectives de mon projet de recherche.

En effet, aujourd'hui, les enjeux écologiques et de développement durable à l'échelle planétaire, nous amènent à reconsidérer une problématique de l'innovation industrielle qui sera basée sur des logiques de cycles de vie des produits/services plus longs et plus complexes incorporant notamment plusieurs phases de conception et d'usages caractérisés par le recyclage (revalorisation et réutilisation) permettant à une entreprise de se rétribuer plusieurs fois à partir de la même « matière » mais réagencée et « remanufacturée » sous différentes formes, pour différents clients. Si cette problématique semble séduisante d'un point de vue sociétal (car l'utilisateur bénéficierait de produits et de services éco-innovants), le processus de conception innovante à mettre en place semble lui bien plus complexe : il sous-entend notamment de considérer un certain nombre de problématiques locales et globales et posent notamment la question de l'hybridation des outils d'aide à la conception innovante avec ceux qui permettent la prise en compte et la mesure des impacts environnementaux. Ainsi mes perspectives se déclinent en deux axes principaux :

Une des premières perspectives à mes travaux vise à développer et déployer les dispositifs proposés (méthodes, outils logiciel, organisations...) dans une problématique d'écoinnovation afin de tendre de plus en plus vers l'innovation responsable pour répondre aux nouveaux défis proposés par le développement durable. L'objectif ici est d'adapter ou d'hybrider les méthodes et les outils de l'innovation vers la stimulation du raisonnement créatif intégrant la dimension environnementale lors des phases de développement de produits et services. Ce travail s'appuie notamment sur la thèse de Benjamin Tyl qui a démarrée en 2009 (inscrit à l'université de Bordeaux 1 sous la direction de Philippe Girard) et dont l'objectif est de proposer un outil d'aide à l'écoinnovation notamment pour les PME. Les résultats s'annoncent prometteurs car nous avons déjà travaillé sur l'hybridation d'un outil d'aide à la créativité (ASIT) avec les démarches d'analyses environnementales pour donner naissance à l'outil EcoASIT qui est actuellement en cours de développement.

Le deuxième axe de perspectives est de questionner l'hybridation des outils et méthodes d'accompagnement du raisonnement créatif sur des terrains industriels pour développer de nouvelles approches. Il s'agira ici plus particulièrement de voir comment développer de nouvelles méthodes ou outils d'aide en intégrant des logiques de recherche, d'expansion, mais également d'évaluation collective de nouveaux concepts et des connaissances. Ce travail s'appuie notamment sur le co-encadrement de la thèse de Frédéric Arnoux inscrit en 2008 à l'école doctorale des Mines Paristech sous la direction d'Armand Hatchuel, et en CIFRE dans l'entreprise Turbomeca sera l'occasion de mettre à l'épreuve les divers outils de la conception innovante (au regard de la théorie C-K) dans le cadre d'activités industrielles aéronautiques qui mobilisent un cycle de vie de produits/services relativement long et complexe. Egalement, un projet de thèse en cours de construction avec Pascal Jarry (Consultant de l'entreprise Solidcreativity) dont l'idée est de requestionner la méthode ASIT (notamment la version orientée vers la conception) au regard des enjeux identifiés précédemment.

En conclusion, je présente les perspectives de croisement et donc de nouvelles hybridations possibles entre les différentes formes de créativité dans différents domaines (ingénierie, artistiques...) qui ouvrent un projet de montage d'un « laboratoire distribué » sur le développement de nouvelles théories et de modèles pour favoriser l'hybridation au service de l'expérimentation sur des terrains industriels.

Les références bibliographiques d'importance pour mes travaux sont listées dans le **chapitre 8** ainsi que la liste de mes publications dans le **chapitre 9**.

Chapitre

I

Problématique et méthodologie de recherche sur les processus d'innovation

I. Problématique et méthodologie de recherche sur les processus d'innovation

I.1 L'innovation en tant qu'objet de recherche

Dans un contexte concurrentiel mondial, ponctué par des crises et des relances économiques, le faible taux de succès des projets d'innovation, malgré l'attention grandissante portée à ce sujet par les entreprises, met en tension la question du management de l'innovation dans la perspective de compétitivité des acteurs économiques. Ainsi, l'innovation par le développement de nouveaux produits et services industriels est au centre de mes préoccupations que ce soit en recherche, dans les projets développés avec des entreprises partenaires ainsi que dans mes enseignements dans le domaine de la conception de produit. Cependant, avant d'aller plus loin sur cette thématique, il me semble ici essentiel de mieux définir le terme d'innovation et de préciser comment ce thème a progressivement constitué mon objet de recherche.

Certains auteurs [Le Masson et al., 2006] pointent le fait que les différentes approches sur l'innovation « *restent diffractées par le prisme des disciplines qui les ont fait naître* ». En effet, l'innovation recouvre différentes dimensions (techniques, économiques, humaines, organisationnelles...), et chacune d'elles, étudiée par une discipline scientifique différente, a donné lieu à une très abondante littérature³. A l'instar de la recherche, l'innovation stimule également la mise à jour de nouvelles connaissances et apparaît pour chaque champ disciplinaire comme un élément extérieur perturbateur permettant la critique des théories établies⁴. Etudier l'innovation permet aux chercheurs de prendre une posture particulièrement favorable pour mettre en évidence les failles et les évolutions des théories établies, qu'il s'agisse de théories de la mécanique, de la physique, du social, de l'économie, des organisations, des processus cognitifs, etc. De part les changements et ruptures associées, il est intéressant d'analyser ce que les théories existantes deviennent à l'épreuve de l'innovation ? L'étude des innovations conduit donc parfois à l'introduction de notions nouvelles avec comme corollaire la révision ou l'enrichissement des théories disciplinaires. D'autres auteurs [Van de Ven 1986] renforcent le caractère fragmentaire des recherches sur l'innovation en soulignant que la plupart d'entre elles se focalisent sur un seul type d'innovation ou sur une seule étape du processus. Ces travaux soulignent que ces recherches ont apporté de nombreuses connaissances sur des aspects spécifiques de l'innovation, mais ont largement occulté les problèmes concrets auxquels sont confrontés les managers pour gérer l'innovation.

Cependant, comme nous l'avons souligné dans la thèse d'Olivier Pialot [Pialot 2009], il n'y a pas de discipline ou de section de recherche qui traite directement de l'innovation, comme un thème autonome. Mais les différents champs disciplinaires traitant de l'innovation n'étant pas définitivement étanches, ils autorisent donc des hybridations par des approches pluridisciplinaires. Ainsi, passant d'un statut de prétexte et de phénomène perturbant, l'innovation devient donc un objet de recherche central à part entière.

Pour ma part, mes recherches portent essentiellement sur l'innovation industrielle avec une attention particulière sur les phases amont de développement de produits innovants. Le but

³ Pour un état de l'art approfondi détaillant les définitions proposées en les remplaçant autant que possible dans des généalogies de travaux de recherche, nous renvoyons le lecteur à la partie intitulée « *L'innovation au kaléidoscope des disciplines* » de l'ouvrage « *Les processus d'innovation* » [Le Masson et al. 2006]. Egalement, le lecteur pourra se référer à l'ouvrage [Perrin 2001].

⁴ Par exemple, il est intéressant de voir comment avec l'avènement des produits innovants basés sur des technologies de type MEMS (Micro ElectroMechanical Systems) ou nanotechnologies, les théories de la physique et de la mécanique sont souvent questionnées lors du passage à l'échelle micro et nano.

principal de toute recherche étant la production de nouvelles connaissances sur un objet ciblé, mes travaux sur l'innovation industrielle visent à produire une meilleure compréhension de ce phénomène complexe et peu prédictible afin de proposer des outils et des méthodes qui permettront de dynamiser et de mieux maîtriser les phases amont de développement. Mais un travail de recherche nécessite généralement d'établir des hypothèses, d'expérimenter et de valider les résultats obtenus. Ainsi il convient de s'interroger sur la matière première de ce type de recherche et la méthodologie associée à un objet d'étude tel que l'innovation industrielle ?

Cependant avant d'essayer d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'innovation, il semble important d'en définir ses grandes lignes car « *beaucoup des difficultés suscitées par cette notion proviennent justement de la définition qu'on lui donne* » [Le Masson et al. 2006]. Nous allons voir que la diversité des définitions est donc à imputer au fait que ce mot désigne à la fois un processus et son résultat ou les deux à la fois [Pialot 2009].

I.2 L'innovation : quelles définitions ?

Historiquement, c'est à l'économiste autrichien Joseph Alois Schumpeter que l'on doit la première étude sur l'innovation [Schumpeter 1934]. Dans cette étude, l'innovation est définie comme le passage d'une invention au marché sanctionnée par une première transaction commerciale réussie. Il y a donc une distinction entre invention (production d'une nouveauté) et l'innovation (intégration de cette nouveauté dans un bien sur le marché). Ainsi l'auteur s'intéresse non pas à la « classique » question de l'équilibre économique mais à celle de la dynamique économique, de la croissance. En effet l'innovation met en défaut la théorie de l'équilibre général qui défend une concurrence pure et parfaite, et nécessite de tenir compte des formes de production de connaissance et d'échanges de savoirs et non plus seulement de produits et de services. Pour Schumpeter l'innovation est un concept caractérisant tout changement dans l'offre de produits ou services : « *Technological change in the production of commodities already in use, the opening up of new markets or of new sources of supply, Taylorisation of work, improved handling of material, the setting up of new business organizations such as department stores - in short, any « doing things differently » in the realm of economic life - all these are instances of what we shall refer to by the term Innovation* » [Schumpeter 1939]. Nous devons à MacLaurin [Maclaurin 1953], les distinctions devenues classiques aujourd'hui pour caractériser l'innovation : distinction innovation / invention, distinction incrémentale / radicale ; les distinctions innovations de produit / de process / de service. Plus tard, dans [Knight 1967], l'auteur introduit une connotation valorisante qui est reprise dans [Barreyre 1981], pour définir l'innovation comme un processus dont l'aboutissement est une réalisation originale qui comporte des attributs créateurs de valeur. Elle est la mise en application originale et porteuse de progrès d'une découverte, d'une invention ou simplement d'un concept. Elle n'est pas une action simple mais un processus global qui est un ensemble de sous-processus en inter-relation [Myers et Marquis 1969]. Dans [Perrin 1999], une innovation est une idée nouvelle qui se concrétise par la mise sur le marché d'un nouveau bien ou d'un nouveau service. Une invention, ou une nouvelle idée d'un produit ou d'un procédé, non commercialisée n'est pas une innovation. Notons également que l'on peut parler d'innovation organisationnelle pour représenter un changement du mode d'organisation de l'entreprise [Alter 1995] ou d'innovation dans les usages pour décrire l'acceptation positive de nouvelles pratiques.

Enfin, ajoutons que les frontières entre ces différentes caractérisations ne sont pas complètement étanches et qu'il est possible d'imaginer d'hybrider ces différentes formes d'innovation. Ainsi, dans l'automobile « *certain constructeurs ont su produire des innovations processus associées à des innovations produits pour améliorer la rentabilité* » [Paguet 2000]. Dans le cas de l'iPod d'Apple, il est très difficile de caractériser précisément s'il s'agit d'une innovation produit liée à ses performances en termes de rapidité de transfert de données, de légèreté, d'ergonomie ... ou d'une innovation de service ou de « *business model* » eu égard à la plateforme de vente en ligne de mp3 sur Internet qui lui est associé, l'iTunes store. Un autre exemple est celui d'IKEA qui, en proposant des meubles à monter soi-même et en transformant le client en (apprenti) menuisier, conduit à plusieurs évolutions, à la fois techniques (sur la

conception de produits *design* mais à coûts modérés et facile à monter), organisationnelles (sur la logistique de distribution et l'organisation des espaces de vente des magasins) ...

Cette liste de définitions et de classifications est loin d'être exhaustive car chaque auteur propose sa propre vision de ce qu'il considère comme une innovation. De ce fait, en guise d'introduction de mes travaux de doctorat [Legardeur 2001], il me semblait peu opportun de définir une *énième définition universelle* de l'innovation car chaque chercheur et praticien se construit une représentation de ce phénomène en fonction des particularités de son terrain de ses observations et de ses expériences. Par contre, il me paraissait plus important de souligner le fait que certaines des définitions précédentes nécessitaient souvent une rationalisation a posteriori de l'action et demandaient de connaître les résultats du développement pour obtenir le « *label* » innovation. En effet, si l'on peut attribuer plus ou moins objectivement le terme d'innovation à un produit ou un service qui est déjà mis sur le marché (par les premiers retours des clients ou encore le suivi du compte de résultat de l'entreprise), qu'en est-il pour des développements en cours ? Comment évaluer une « potentielle » innovation qui n'en est pas encore une (puisque le produit n'est pas encore mis sur le marché) ? Ainsi « *on ne peut parler d'innovation que de façon subjective* » et surtout « *on parlera d'innovation uniquement ex post : il faut que l'objet soit déjà conçu pour que le jugement soit porté* » [Le Masson et al. 2006].

Il semble donc intéressant de compléter la dichotomie invention/innovation axée principalement sur une vision de l'innovation vue comme le résultat, pour s'intéresser aux approches qui considèrent l'innovation comme un processus. Ainsi, s'éloignant d'une vision axée principalement sur le produit (invention / innovation), certains auteurs s'intéressent à l'innovation en tant que processus « *qui conduit de l'invention à sa diffusion* » [Kelly et Kranzberg 1978] : ce « *n'est pas une action isolée mais un processus complet relié à d'autres sous processus. Ce n'est pas seulement la création d'une idée, ce n'est pas la conception d'un nouveau produit, ce n'est pas non plus le développement d'un nouveau marché; le processus d'innovation est l'intégration simultanée de tous ces éléments* » [Myers et Marquis, 1969]. En d'autres termes, l'innovation serait « *un processus global de sous-processus inter-reliés* » [Bocquet 2002], un « *ensemble d'activités mises en œuvre pour transformer une idée de produit nouveau en une réalisation effective* » [Xuereb 1991]. Gartiser traduit le processus d'innovation comme une succession de phases techniques, industrielles et commerciales qui conduisent à la vente de nouveaux produits manufacturés ou à l'utilisation commerciale de nouveaux procédés ou équipements technologiques, mais aussi à l'introduction réussie dans l'entreprise de nouveaux modes d'organisation ou de commercialisation [Gartiser 1999]. Ainsi, l'innovation peut être vue comme un processus d'adoption d'un changement, de quelque chose de nouveau pour une organisation considérée et pour son environnement immédiat [Knight 1967], comme la capacité pour une organisation à repérer et proposer un savoir inventif et à le socialiser.

Par contre, si l'on peut octroyer plus ou moins objectivement ce terme d'innovation à une invention qui est mise sur le marché, la difficulté est autre lorsque l'on veut attribuer ce terme à un processus en cours. En effet, dans le premier cas, les réactions du marché, les premiers retours des clients, (et le suivi du compte de résultat de l'entreprise !) permettent de savoir si le produit ou le service proposé au marché constituent réellement une innovation. Par contre, dans le second cas, il y a une certaine carence en termes d'indicateurs et de prises lorsque l'on veut caractériser le degré d'innovation d'un processus. Et c'est particulièrement ce deuxième aspect, lié au fait que l'on ne connaît pas encore les résultats du développement, qui constitue un réel enjeu pour le pilotage de ce type de projet. En effet, dans le domaine industriel, les responsables de projets ne peuvent pas attendre uniquement les premiers retours du marché pour savoir si les développements mis en œuvre constituent vraiment des innovations et nécessitent des attentions particulières ou des ressources et des moyens supplémentaires.

De ce fait, nous pouvons voir ici se confirmer un enjeu concernant l'identification d'indicateurs et de prises permettant de caractériser une situation d'innovation dans ses phases amont de développement. Dans cette optique, nous avons cherché à cerner les particularités d'un « développement innovant », d'une « conception innovante », termes que nous pouvons employer pour qualifier un projet qui présente de forte chance de déboucher sur un produit innovant.

D'un côté l'invention, (c'est à dire une idée, un concept, une découverte, un prototype, etc.) et de l'autre l'innovation (caractérisée par une première rencontre positive avec le client, l'utilisateur...). Mais entre les deux que se passe-t-il réellement ? Quelles trajectoires sont empruntées pour parvenir à cette mutation mystérieuse ? Quelles sont les conditions pour favoriser cette transformation au destin hypothétique ? Telles sont les questions qui se posent lorsque l'on veut approcher le phénomène d'émergence de l'innovation et comprendre les rouages de son processus. C'est cette période qui nous intéresse ici qui ne se décrète pas, qui interagit en permanence avec son environnement composé d'humains et d'objets, et dont les résultats ne sont pas prédéterminés. Ainsi, nous faisons ainsi une première référence au modèle de la traduction présenté dans [Callon et Latour 1985] et [Callon 1986] qui complète selon nous l'approche des diffusionnistes proposée par [Rogers 1962] et qui permet d'insister sur le fait que l'innovation est un processus non-linéaire, avec l'idée d'une transformation interactive et itérative des acteurs et des objets. De ce fait, nous pouvons dire que l'innovation peut désigner à la fois un résultat (une invention utilisée avec succès) et également le processus sociotechnique qui a permis d'atteindre ce résultat (les différentes activités qui ont transformé et adapté l'invention en un succès commercial). Ainsi, s'intéresser aux processus sociotechniques d'émergence et de confrontation des idées, nécessite de s'immerger dans l'intimité des organisations pour mieux les observer, les analyser, les comprendre et les instrumenter. Ce point essentiel conduit à une méthodologie de recherche particulière qui est décrite dans le paragraphe suivant.

I.3 Méthodologie de recherche

Un chercheur dont les travaux portent sur la caractérisation mécanique d'un nouveau matériau dispose d'un objet de recherche bien défini (le nouveau matériau en question) et d'un certain nombre d'appareils scientifiques et de protocoles de mesure pour établir les différentes lois de comportement dans différentes conditions d'utilisation. Dans mon cas, mon objet de recherche étant centrée sur les processus d'émergence et de confrontation des idées, ma matière première est constituée essentiellement d'expériences de développement de produits.

En ce sens ma démarche de recherche s'inscrit dans le courant et l'approche de Simon qui propose le terme de sciences de l'Artificiel [Simon 1969] pour décrire toutes les sciences qui ont pour vocation à étudier ce qui est construit par l'homme (dans un large spectre qui va des organisations sociales complexes jusqu'aux objets les plus quotidiens). La création des sciences de l'Artificiel s'explique par 3 points fondamentaux :

- le refus de traiter les sciences humaines sur le modèle exclusif des sciences naturelles, celui de la soumission à des lois naturelles.
- le refus du découpage entre les sciences et les humanités en recherchant le noyau commun de connaissances qui les relie.
- le caractère contingent des objets construits par l'homme, parce qu'ils sont créés pour répondre à un besoin à un moment ce qui conduit Simon à les caractériser d'artificialités.

En dépit de ce caractère contingent, ils peuvent faire l'objet d'une réflexion scientifique à vocation normative puisqu'elle a pour but de créer les outils d'analyse qui permettent « *de montrer comment on peut forger des propositions empiriques à partir de tous les systèmes* » [Simon 1969]. Ainsi, l'innovation nécessite donc une méthodologie de recherche particulière basée sur l'observation participante et la recherche action [Lewin 1951] en entreprise qui est détaillée dans le paragraphe suivant.

Mes expérimentations sont donc basées sur la participation et l'observation de situations de conception *in vivo* c'est-à-dire au sein des entreprises. Leurs dimensions sociotechniques en font un objet peu tangible, peu reproductible et surtout peu prévisible car porté par l'interaction entre êtres humains et artefacts au sein d'entreprises qui présentent elles-mêmes des caractéristiques distinctives de par leur domaine d'application, leur type d'organisation, leur système hiérarchique, leur culture et leur histoire... De ce fait, le chercheur confronté à cet objet de recherche doit accepter son rapport en permanence avec la non prévisibilité et la non

reproductibilité. Ainsi dans une optique d'appréhender les processus de développement de produit, le terrain industriel nécessite d'être abordé par une approche résolument inductive et empirique. En effet, avec cette approche, le terrain industriel est vu comme un lieu et une source d'observation des pratiques de conception permettant une construction conjointe (industriels et chercheurs) d'une problématique. Cette posture modifie la vision du terrain industriel que l'on rencontre souvent dans le domaine des sciences pour l'ingénieur qui considère le terrain industriel comme un seul lieu d'application et de validation des théories. Dans notre cas, le terrain n'est pas seulement un lieu d'application, mais également un lieu permettant l'expérimentation et la confrontation des concepts et des outils imaginés à partir de la réalité du terrain.

Après avoir suivi une formation à dominante mathématiques (DEUG⁵ A MP' Math-Physiques), poursuivie ensuite par un diplôme d'ingénieur maître en génie mécanique et productique à l'université de Montpellier II, j'ai donc découvert lors de mes premiers travaux de recherche à l'occasion de mon DEA⁶, cette méthodologie de recherche particulière qui s'est enrichie progressivement par le fruit de mon parcours professionnel de la région Rhône Alpes à l'Aquitaine.

Ma méthodologie de recherche actuelle s'inscrit dans la continuité de celle découverte en 1997 avec « l'école Grenobloise de la conception » et le montage original et pluridisciplinaire entre chercheurs mécaniciens⁷, sociologues⁸ et industriels⁹ pour mieux comprendre l'activité de conception. Dans les années 90, c'est avec l'émergence des paradigmes de la conception intégrée, de l'ingénierie simultanée et concourante [Tichkiewitch 1996] [Bernard 1996] [Bocquet 1998] [Prasad 1999] [Brissaud et Tichkiewitch 2000] que ce dispositif de recherche a permis de construire une posture commune pour développer simultanément, et de manière interactive, les connaissances sur l'activité de conception et de nouveaux outils d'aide dédiés à cette activité. La finalité de ce dispositif étant de mieux analyser et instrumenter l'activité sociotechnique de la conception de produit.

J'ai donc passé les 5 premières années de ma carrière d'enseignant-chercheur (DEA - Thèse de doctorat - ATER¹⁰) au sein de ce montage original qui m'a permis de bâtir un socle scientifique et une volonté résolument tournée vers la pluridisciplinarité pour appréhender les activités de conception. Aujourd'hui, des collaborations (par exemple à travers le co-encadrement de la thèse d'Olivier Pialot avec JF. Boujut) sont toujours en cours et mon expérience grenobloise reste une référence présente dans ma manière de construire mes dispositifs de recherche.

Cette méthodologie particulière de recherche intervention, détaillée dans [Boujut 2001], est basée sur l'observation participante des situations de conception. L'auteur propose de distinguer deux grands champs de recherches empiriques : les études ethnographiques et les analyses de protocoles.

En conception de produits, les analyses de protocoles sont principalement utilisés en France par des mécaniciens, des psychologues ou des ergonomes afin de produire des résultats fins sur

⁵ *Diplôme d'Etudes Universitaires Générales*

⁶ *Diplôme d'Etudes Approfondies*

⁷ *Les mécaniciens étant les membres de l'équipe Conception Intégrée (CI) du laboratoire 3S (aujourd'hui laboratoire G-Scop) dont les professeurs Jean François Boujut, Serge Tichkiewitch, Daniel Brissaud, Olivier Garro...*

⁸ *Les sociologues étant les membres de l'ancien laboratoire CRISTO (Centre de Recherche : Innovation Socio Technique et Organisations) aujourd'hui laboratoire Pacte : Henri Tiger, Alain Jeantet, Dominique Vinck...*

⁹ *Le lecteur pourra trouver dans ce mémoire les informations concernant les projets développés à cette période avec comme principaux partenaires industriels : Renault, Volvo Global Truck (ex Renault VI), Schneider Electric...*

¹⁰ *Attaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche*

les processus cognitifs mis en jeu lors de la conception, soit en situation de conception individuelle, soit, étudié plus récemment, dans des situations de conception collective, en présentiel ou non. Les méthodes d'analyse employées sont généralement des méthodes lourdes à mettre en œuvre car nécessite parfois un appareillage relativement contraignant. En effet, ces expériences se réalisent le plus souvent en laboratoire, avec des salles équipées permettant d'avoir accès aux processus mentaux par l'intermédiaire de l'enregistrement des verbalisations, par des enregistrements vidéo ou par des observations directes et des interviews. Souvent, les populations de concepteurs étudiées sont composées d'étudiants ou d'enseignants. La situation de conception est ainsi très finement définie et contrôlée et les moyens mis à disposition des concepteurs sont strictement limités (sur les dimensions spatio-temporelles) par le dispositif expérimental. On note aujourd'hui une très nette tendance à sortir de ce cadre contraignant pour aller observer des situations réelles de conception, avec le risque de perdre quelques leviers d'analyse disponibles en situation de laboratoire, mais en gagnant en pertinence par rapport à l'objet d'étude.

Les études ethnographiques quant à elles, appartiennent à un courant de pratiques en sciences sociales issu de l'anthropologie. Cette méthode d'observation a largement contribué à la description et à la compréhension du fonctionnement de sociétés humaines très variées. Elle est principalement basée sur l'observation directe et l'immersion totale du chercheur dans le milieu. Les périodes d'observation peuvent être très longues et s'étendent souvent sur plusieurs années. L'accès à la situation effective donne des descriptions très riches et permet de rendre compte de la complexité de la situation où des acteurs et des objets interagissent dynamiquement. Ces méthodes sont souvent qualifiées dans la littérature de méthodes descriptives par opposition aux méthodes prescriptives qui produisent des spécifications, des modèles opératoires.

Pour le chercheur étudiant la conception de produits, l'objet d'étude est alors « la société ou le monde des concepteurs », dans sa dimension collective particulière, et qui s'inscrit dans un cadre professionnel avec des enjeux particuliers. A travers ces études, on rencontre les outils d'aide à la conception dans leurs « situations naturelles » d'usage. Louis Bucciarelli a été un des premiers chercheurs à réaliser ce type d'études dans le domaine de la conception [Bucciarelli 1988] [Bucciarelli 1994]. D'autres auteurs ont montré également le rôle socioéconomique de la conception [Hubka et Eder 1988]. En France, les expériences de Grenoble ont fait l'objet d'une publication [Vinck 1999] pour relater les travaux réalisés avec cette approche dans le cadre de la collaboration entre mécaniciens du laboratoire 3S et sociologues du CRISTO. Cet ouvrage s'appuie sur des études de terrain réalisées généralement par de jeunes doctorants-ingénieurs, pendant des durées allant de quelques mois jusqu'à plus d'un an. Le propos de cet ouvrage est de montrer comment le « *détour par le terrain peut être producteur de connaissances scientifiques sur le fonctionnement effectif de cette société des concepteurs* ».

L'étude de terrain de 18 mois (illustrée ultérieurement) effectuée lors de ma thèse qui a eu lieu dans des conditions similaires permet de montrer comment la position de chercheur junior intervenant sur le terrain industriel permet d'être acteur des mutations en même temps que témoin. Avec cette posture de « recherche intervention », que nous partageons avec d'autres chercheurs notamment en gestion¹¹, le chercheur devient observateur et analyste des modifications qu'il entraîne par ses interventions. Cette posture est très bien justifiée par Moisdon [Moisdon 1997] : « *Il s'agit surtout de saisir un fonctionnement global, c'est-à-dire la façon dont différentes logiques locales se lient entre elles, ce qu'elles laissent aux interstices, ce qu'elles induisent comme contradiction, ce qu'elles créent d'inattendu. Parvenir à cette compréhension passe nécessairement par un travail spécifique où l'intervention et l'observation se mêlent intimement, dans la mesure où on ne peut réellement reconstituer le champ de forces en cause qu'en essayant de le modifier* ».

¹¹ Le Centre de Gestion Scientifique (CGS) de l'école des Mines de Paris en sont les pionniers dans le domaine de la conception

Lors de mon expérience Grenobloise, j'étais présent sur le terrain en tant que jeunes ingénieurs-doctorant, en situation d'acteur, et dont les périodes d'immersion s'étendaient sur plus d'une année. Outre la période d'immersion, les contacts privilégiés noués pendant l'étude de terrain, permettent aux chercheurs de réaliser des entretiens ciblés a posteriori. Le matériel empirique ainsi accumulé représente la base à partir de laquelle sont élaborés de nouveaux concepts d'outils et méthodes. Aujourd'hui, j'ai l'occasion de compléter ces travaux basés sur l'observation par des analyses basées sur mes propres interventions en tant que « chercheur sénior » auprès des entreprises.

De ce fait, les travaux que j'ai ensuite menés sont donc principalement basés sur le principe de la recherche intervention. C'est avec le vocable « approche sociotechnique » que l'on décrit généralement cette méthodologie dont les apports et les intérêts sont plus largement décrits en détail dans [Boujut et Tiger 2002].

En 2002, j'ai eu l'opportunité de poursuivre mes recherches en Aquitaine au sein de l'école d'ingénieurs ESTIA et ainsi développer de nouvelles approches sur de nouveaux terrains tels que l'industrie de l'aéronautique, ou de l'*outdoor*, ainsi que dans le domaine des services bancaires¹². Au sein de l'ESTIA, le besoin d'appréhender mon objet de recherche pluridisciplinaire au carrefour des sciences de l'ingénieur et des sciences humaines a été à l'origine d'un travail de mise en place de collaborations entre les équipes de recherche de l'ESTIA : l'équipe LIPSI centrée sur l'ingénierie de la conception et l'équipe du GRAPHOS (dirigée par Jean Michel Larrasquet) composée de chercheurs en gestion et en sciences cognitives et centrée sur le management des connaissances et du changement dans les organisations complexes.

Ces rencontres m'ont permis d'initier fin 2002 conjointement avec Christophe Merlo, enseignant-chercheur en productique, un axe de recherche intitulé « Ingénierie des processus et des organisations en conception de produit et innovation ». Depuis, cet axe de recherche a été renforcé par l'arrivée de Stéphanie Minel en 2004 dans le cadre de son séjour postdoctoral, aujourd'hui, enseignante-chercheuse en ergonomie. En 2009, l'équipe a ainsi pu encadrer une dizaine de doctorants.

Depuis le 1er janvier 2007, de part les proximités scientifiques, je suis également rattaché au laboratoire IMS (dirigé par Pascal Fouillat) où je travaille au sein de l'équipe ICO - Ingénierie de la conception (animée par Philippe Girard) du groupe Productique (Responsable : Bruno Vallespir) du département LAPS (Responsable : Jean Paul Bourrières).

Aujourd'hui, mon travail en collaboration avec les membres des équipes de l'ESTIA, du laboratoire IMS mais également avec les différents co-directeurs de thèse de mes doctorants (Grenoble INP, Supmeca Toulon, Mines Paristech, University of Cranfield...) me permet d'aborder le processus de conception et de développement de produits innovants, en l'étudiant de manière pluridisciplinaire au sein des entreprises notamment dans les secteurs de l'aéronautique, de l'*outdoor*, ainsi que dans le domaine de la finance et des services bancaires¹³...

Ces croisements scientifiques en France et à l'étranger m'ont donc permis d'obtenir de formaliser une démarche globale de ma méthodologie de recherche (représentée sur la figure 1) basée sur la recherche-action en terrain industriel en la décomposant en 5 étapes :

¹² Le lecteur trouvera ci-après dans ce document des informations sur les projets menés avec des entreprises tels que Turbomeca, Quiksilver, Rip Curl, le Crédit Agricole...

¹³ Le lecteur trouvera ci-après dans ce document des informations sur les projets menés avec des entreprises tels que Turbomeca, Quiksilver, Rip Curl, le Crédit Agricole...

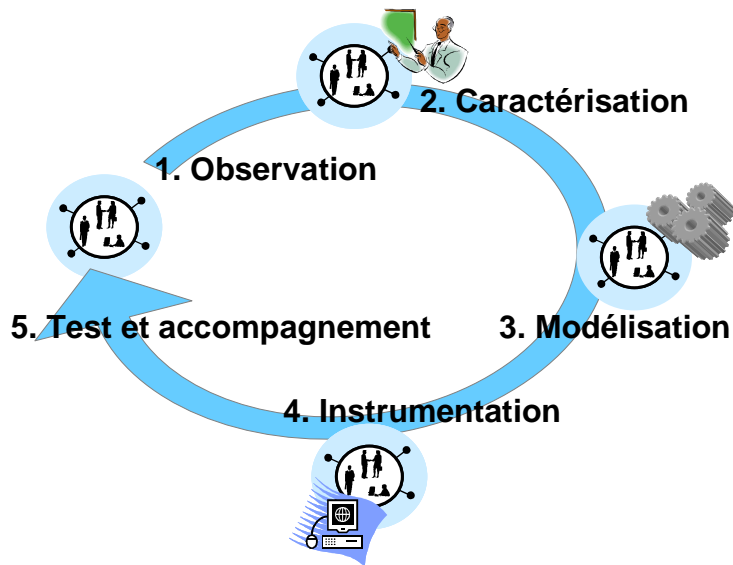


Figure 1 : Démarche générale de la méthodologie de recherche

I.3.1 L'observation des pratiques

La première étape concerne l'observation des pratiques et des activités dans des situations effectives de conception en industrie, afin d'analyser les processus et de décrypter les mécanismes sociotechniques entre acteurs dans la dynamique complexe des projets d'innovation.

L'observation en tant que méthode de recueil de données est une source de production de connaissances qui constitue un des fondements de la pratique scientifique moderne. De ce fait, aujourd'hui, un grand nombre de travaux sur la conception revendiquent un tel ancrage empirique. Cependant, les méthodes d'observation empiriques doivent s'appuyer sur des protocoles et des règles qui dépassent l'expérience personnelle et ainsi relève davantage des méthodes utilisées par les sciences sociales. Le projet interdisciplinaire grenoblois avec le laboratoire de sociologie industrielle CRISTO (aujourd'hui laboratoire PACTE) et les collaborations actuelles avec le laboratoire de gestion du GRAPHOS sont des lieux privilégiés d'acculturation sur ce point. Tout d'abord, il s'agira de travailler à partir d'analyses des situations effectives de conception en industrie et lors d'expériences en laboratoire ou avec des étudiants pour observer ces processus complexes que sont la conception innovante. L'objectif est de décrypter les mécanismes sociotechniques de la coordination/coopération entre acteurs dans la dynamique des projets de conception.

Mais dans cette confrontation avec le terrain, le chercheur fait face à une situation complexe liée à la nature des savoirs mobilisés en conception innovante. En effet, issus d'une formation technique (en génie mécanique, pour ma part) nous avons tendance en tant qu'enseignant chercheur à appréhender les connaissances techniques comme formelles, universelles, explicitement énoncées. Mais une fois sur le terrain, ces connaissances apparaissent comme tacites, contextuelles, diffuses, spécifiques à une discipline ou parfois collectives et partagées. Ainsi il nous paraît important d'analyser le terrain par une prise en compte globale est systémique de cette vision (ou conception) du monde ou *Weltanschauung* telle que le propose Checkland avec sa proposition de *Soft System Methodology* [Checkland 1981].

Ainsi, lors d'une étude de terrain, un chercheur se retrouve parfois dans une situation comparable à celle exprimée par un doctorant lors de sa thèse en industrie [Laureillard 2000] : *"Ingénieur de formation, il m'était très difficile de retrouver ou de distinguer les connaissances acquises au cours de mes études dans le processus qui se déroulait devant moi."* Ainsi, l'observation des pratiques des acteurs met en évidence le caractère local et contextuel des

connaissances mobilisées dans l'action. C'est un compromis des différents points de vue d'acteurs entre les règles métiers et les contraintes contextuelles et locales en jeu.

Par contre, le chercheur en position de recherche intervention doit, en même temps qu'il observe et modélise le fonctionnement de l'organisation, s'interroger sur sa position afin de rendre compte de son propre rôle [Weil 1999]. Ainsi, dans le cas d'une intervention sur le terrain, notre présence et les perturbations que nous apportons créent des situations spécifiques pour les acteurs en présence, et nous permettent de mieux appréhender les connaissances en place par rapport aux situations plus routinières. En effet, dans une situation relativement stabilisée, les règles et les pratiques des métiers ne sont pas ou peu remises en cause et sont ainsi difficilement identifiables. Dans une situation d'innovation, les acteurs ne peuvent pas se reposer uniquement sur les connaissances tacites et implicites, de rigueur dans leurs pratiques quotidiennes, ils doivent en outre expliciter leurs connaissances, leurs raisonnements pour justifier leur position par rapport aux nouvelles idées afin d'être compris par les autres. Ainsi, dans le cas de l'émergence de nouvelles idées, ce sont les perturbations (proposition d'un nouveau concept, d'une nouvelle technologie, d'un nouveau fournisseur...) et les changements (utilisation de nouvelles méthodes, enrôlement de nouveaux acteurs) qui permettent de révéler des règles métiers et les connaissances mobilisées dans le travail des acteurs.

I.3.2 La caractérisation des processus d'innovation

La deuxième étape concerne la caractérisation fine des processus de conception innovante à partir des observations et en tenant compte des contextes dans lesquels ils se déploient. Il s'agit de mieux comprendre la nature de l'action collective en conception et d'identifier les premiers paramètres et facteurs descriptifs des processus observés.

A partir de nos observations et de nos analyses de terrain, nous chercherons à caractériser plus finement ces processus de diffusion des innovations [Rogers 1962], de coordination/coopération et notamment en tenant compte des contextes (situations de conception routinière ou innovante) dans lequel ces processus se déploient. L'idée étant de travailler avec une approche systémique [de Rosnay 1975], [Le Moigne 1977], [Jayaratna et Larrasquet 1993] et les principes de la « pensée complexe » [Morin 1990] pour tenir compte de la complexité [Larrasquet 1999] des actions observées. Egalement, d'autres travaux basés sur des études empiriques concernant le domaine de la conception et de l'innovation sont intégrés dans notre analyse.

I.3.3 La modélisation des processus d'innovation

Cette étape vise à modéliser et formaliser les processus de conception innovante à l'aide de modèles qui décrivent les phénomènes observés, mais qui tiennent compte du caractère peu prédictible et donc peu stabilisé de l'activité des acteurs dans les organisations.

Notre but ici est de proposer des modèles génériques qui permettent de décrire les processus de conception innovante observés mais en tenant compte du caractère peu prédictible et donc peu stabilisé de l'activité des acteurs dans les organisations. Nos modèles sont confrontés avec ceux que l'on pourra trouver dans la littérature, et également avec d'autres terrains d'observation. Il faut également insister sur le fait que ces modèles n'ont pas pour vocation d'être normatifs. Ils ne seront pas construits comme la description d'un processus souhaité, mais plutôt comme l'analyse d'une observation de l'existant. C'est en effet à partir de nos observations sur le terrain et de notre analyse de ces observations, que sera construite cette modélisation. Mais plutôt que de chercher à tout ramener à un modèle, jusqu'à mutiler une réalité en la simplifiant, c'est davantage la modélisation systémique et projective, qui se construit de manière pragmatique, « *comme un point de vue pris sur le réel, à partir duquel un travail de mise en ordre, partiel et continuellement remaniable, peut être mis en œuvre* » [Le Moigne 1990].

Cette analyse se traduit également au niveau de l'entreprise par une position réflexive des acteurs au sens des travaux de Schön [Schön 1991] vis-à-vis de leurs pratiques quotidiennes. Nous pensons que cette réflexion est majeure car cette dynamique d'apprentissage permet aux

acteurs d'approfondir les analyses en cours aussi bien au niveau de l'organisation que celui des outils. De plus, nous pensons qu'une telle réflexion, au niveau de l'entreprise est également favorable à l'élaboration d'une nouvelle vision sur la façon de mener une certaine conduite de l'innovation.

Par ailleurs, le chercheur dans ce domaine doit accepter de ne pas pouvoir modéliser complètement les phénomènes observés par des modèles prescriptifs, mécanistes ou mathématiques¹⁴ mais de s'inspirer des méthodes des sciences humaines et sociales pour appréhender et modéliser les phénomènes marqués par des dimensions fortes d'incertitude, non-déterministes, émergentes...

I.3.4 L'instrumentation des processus d'innovation

Cette étape vise à produire de nouveaux instruments pour les processus de conception innovante, sur la base des résultats issus des premières étapes de notre méthodologie. Cette étape ambitionne de proposer de nouveaux dispositifs (outils, modèles, méthodes) afin d'améliorer les pratiques observées mais aussi à intégrer ces dispositifs avec les autres outils et systèmes existants.

Notre travail va nous conduire à engager une réflexion sur des cadres conceptuels et des propositions d'outils et de méthodes destinés à instrumenter ces processus.

De ce fait, nous cherchons à développer de nouveaux outils (ou faire évoluer des outils existants) pour instrumenter l'action collective. Nous abordons cette dimension avec un objectif d'intégration par rapport aux autres outils existants destinés à instrumenter le processus de développement de produit et le processus de gestion de projet.

I.3.5 Le retour sur l'usage et l'accompagnement au changement

En proposant localement, avec les acteurs impliqués, le test de nouveaux outils, nous en observons la mise en usage et l'appropriation (ou le rejet). Finalement, cette position permet de penser l'action de concevoir dans sa complexité et son instrumentation particulière.

Comme le souligne certains travaux [Blanco et al. 1996], [Moisdon 1997] la rencontre entre les outils et les organisations est régulièrement problématique. Cette rencontre est très souvent génératrice de difficulté d'insertion pour les premiers et de perturbation pour les deuxièmes. De ce fait, nous essayons dans la mesure du possible de tester les outils proposés dans l'usage afin de procéder à une démarche itérative et interactive, d'observation, de modélisation et d'amélioration, qui nous conduira, à terme, à la définition d'un outil efficace pour accompagner les processus d'innovation. Cette mise en usage de nos propositions s'articule également autour d'une recherche de dispositifs d'accompagnement au changement de façon à les pérenniser.

Mes recherches sont donc basées sur cette posture interdisciplinaire entre les sciences sociales et les sciences pour l'ingénieur. Une part importante de ce travail en collaboration prend la forme de co-encadrement de doctorants avec des professeurs de différents domaines et sections de recherche. Le lecteur ne s'étonnera donc pas de trouver des références importantes dans des domaines très variés tels que la mécanique, la productique, le génie industriel, la sociologie, la gestion, la cognitive... L'adoption d'une posture de recherche intervention permet donc de construire progressivement une problématique et des objectifs convergents entre chercheurs et industriels. Nous espérons que ce mémoire d'HDR à travers les illustrations de terrain continuera à montrer la pertinence, et la nécessité, de développer les relations entre chercheurs universitaires et acteurs industriels, particulièrement dans le domaine de la conception innovante et du génie industriel. Au vu de notre expérience, nous constatons que

¹⁴ *Même en mobilisant les théories et techniques avancées de la logique floue, de la probabilité, de la statistique, des réseaux de neurone, des approches discrètes et continues, des approches multi-agents, de l'intelligence artificielle...*

même si les enjeux sont parfois difficiles à ajuster dans les premiers temps, les avancées sont réelles dans l'entreprise comme dans la recherche.

A ce titre, je propose de montrer comment ce thème de recherche s'est construit progressivement sur la question du management des idées depuis mes travaux de thèse à aujourd'hui. C'est l'objet des paragraphes suivants qui visent à illustrer les apports d'une approche terrain telle que je viens de la décrire.

I.4 Un exemple d'étude de terrain d'un processus d'innovation

L'innovation été déjà le fil conducteur de ma thèse de doctorat [Legardeur 2001] intitulée « Méthodes et outils pour l'innovation produit/process ». Cette thèse était co-encadrée par Jean François Boujut (mécanicien de l'équipe CI du laboratoire 3S aujourd'hui G-Scop) et Henri Tiger (sociologue industriel du laboratoire CRISTO aujourd'hui Pacte). Lors de ces travaux, nous avons eu l'occasion d'aborder la thématique de l'innovation sous un angle peu habituel, celui de l'intégration produit/process de nouveaux matériaux¹⁵ dans les phases amont des projets. Plus particulièrement, nous avons pu participer et observer pendant 18 mois à l'émergence et la conception d'un nouveau produit dans le domaine du véhicule industriel au sein de l'entreprise Renault VI (aujourd'hui Volvo Global Trucks) à Vénissieux.

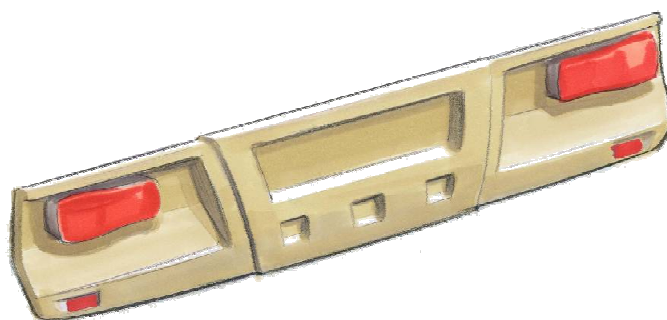


Figure 2 : Esquisse design du bouclier arrière en matériaux composites Renault VI

Traditionnellement, l'intégration produit/process est souvent présentée comme le moyen d'anticiper efficacement sur l'étape de fabrication et de renforcer la coordination entre ceux qui conçoivent le produit et ceux qui conçoivent les procédés (ou *process*) d'industrialisation. On parle alors de développement simultané du produit et des procédés de fabrication où il faut intégrer les contraintes d'industrialisation dès les phases de conception du produit. Dans cette optique, de nombreuses recherches portent sur les moyens de mieux articuler certaines étapes de fabrication (usinage, emboutissage, estampage, etc.) lors de la phase de conception. Cependant, la plupart de ces dispositifs sont prévus pour être mis en œuvre dans un environnement relativement stabilisé au sens où les procédés de fabrication sont connus à la fois des acteurs du « produit » et des acteurs du « process ».

Par contre, dans notre cas, nous avons travaillé dans le cadre de cette thèse, dans une situation industrielle différente dans le cadre du projet Action Composites¹⁶. Nous avons ainsi pu

¹⁵ Dans notre cas, il s'agissait de matériaux composites SMC (Sheet Molding Compound)

¹⁶ En réponse à l'enjeu que peut représenter l'utilisation des SMC dans l'industrie des transports et de l'électrotechnique, le projet Action Composites a été mis en place en région Rhône Alpes en 1997 autour d'un consortium de recherche pluridisciplinaire. Ce consortium était composé de 6 laboratoires de recherche situés à Grenoble, Lyon, et Chambéry spécialisés dans les domaines de la conception mécanique, de la mécanique des matériaux, de la chimie des matériaux, de la physique des matériaux, et de la sociologie industrielle. Egalement, 4 partenaires industriels (RENAULT SA, RENAULT V.I, INOPLAST, SCHNEIDER ELECTRIC) faisaient partie de ce consortium et sont, soit des transformateurs, soit des clients-utilisateurs de pièces SMC.

observer et participer aux phases amont de développement d'un produit innovant dans un contexte où le concept (du produit), les technologies et le marché n'étaient pas des données figées mais où au contraire l'incertitude et le caractère lacunaire des savoirs caractérisaient une réelle situation d'innovation. Pourtant nous avons montré que c'est particulièrement lors de ces phases que des choix innovants peuvent être fait entre plusieurs alternatives. Mais l'exploration de ces nouvelles alternatives innovantes emprunte alors de complexes trajectoires sociotechniques complexes et souvent dissuasives car les acteurs se retrouvent face à des manques de connaissance dans certains domaines alors que les solutions traditionnelles sont déjà relativement bien stabilisées et avancées. Ainsi, pendant plus de 18 mois, nous avons été acteur et observateur d'un développement dont certains des « objets intermédiaires » selon [Jeantet et Tichkiewitch 1995] [Jeantet 1998] utilisés lors de la conception sont présentées sur la figure 3.

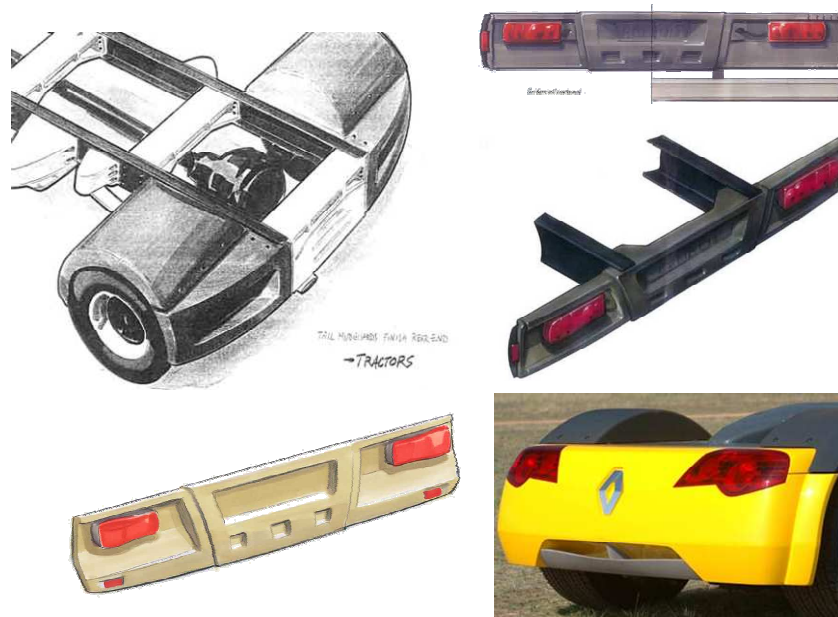


Figure 3 : Objets intermédiaires mobilisés lors des phases de design du bouclier arrière

A l'échelle de l'histoire industrielle des matériaux, le remplacement de l'acier par un matériau composite pourrait apparaître comme le nouvel épisode d'une substitution commencée il y a plus d'un demi-siècle et nous pouvons par ailleurs nous interroger sur la pertinence, et l'intérêt, de développer une application industrielle dans le cadre d'une thèse. Il pourrait sembler logique de penser que le rôle d'un doctorant n'est pas de concevoir une nouvelle pièce dans un bureau d'études, aussi innovante soit-elle. Par contre, il faut noter que ce bouclier n'aurait peut être pas existé sans nos travaux de recherche, mais surtout, cette thèse ne serait pas arrivée à ce stade si ce bouclier n'avait pas non plus existé. Quelques années après la thèse, en 2004, il est intéressant de noter la présence d'un bouclier arrière relativement similaire sur le Renault Radiance (figure 4), le premier concept truck présenté au salon mondial de Hanovre.



Figure 4 : Le concept truck Renault Radiance

Ainsi, au delà de l'image anecdotique du passage de « l'âge du fer » à « l'âge des composites »¹⁷, et de la « simple » proposition d'un nouveau concept de pièce, les apports de ces études de terrain résident dans :

- la compréhension de ces « passages » par l'identification des perturbations et des transformations que nous initiions au sein des entreprises par la mise en œuvre d'une dynamique d'innovation,
- la proposition de nouveaux dispositifs (méthodes - outils - organisations) pour favoriser une démarche d'innovation au sein des organisations étudiées.

Mes travaux de thèse illustrent cette nécessité de développer des approches de terrain pluridisciplinaires pour analyser finement les processus d'innovation et plus particulièrement dans le cadre du développement de nouvelles idées en phase amont des projets. Ainsi, nous avons vu que la situation rencontrée au départ de la thèse montrait que les conditions n'étaient pas encore réunies pour qu'une proposition d'une nouvelle idée d'une pièce en matériau composite puisse être acceptée.

Notre approche par le terrain et l'immersion dans l'action constitue donc un premier axe de contributions sur l'innovation. L'approche sociotechnique de l'innovation à travers l'expérience du bouclier arrière propose une étude empirique et inductive de l'intégration d'un matériau composite particulier dans un bureau d'études traditionnellement utilisateur et expert des technologies de la métallurgie. L'analyse que nous avons faite de cette expérience montre la complexité et la fragilité d'un processus d'innovation et conduit à la nécessité de repenser la place des acteurs, leurs compétences, les outils mobilisés et les dispositifs d'évaluation permettant de favoriser le développement des projets innovants. Nous avons montré que l'introduction de nouvelles idées impliquait un déplacement (au sens du modèle de la traduction proposé par Michel Callon et Bruno Latour) des objets et des acteurs mais aussi des organisations. Lors de ces déplacements, le débat autour des différentes propositions de nouveaux concepts permet de révéler les connaissances des acteurs et leurs limites. Dans ces confrontations de nouvelles idées, les connaissances sont mises à l'épreuve. La fragilité de certaines propositions et contestations, et la faiblesse de certains arguments et compromis révèlent une incomplétude des savoirs mais servent aussi aux développements de nouvelles connaissances qui permettent d'aboutir à de nouveaux « compromis créatifs ».

En conclusion de ce chapitre 1, nous pouvons voir ici se dessiner les premiers besoins d'hybridation notamment concernant celle des méthodologies de recherche pratiquées en sciences sociales avec celles des sciences pour ingénieur afin de mieux appréhender ces processus d'innovation au sein des entreprises.

La démarche de recherche présentée dans ce chapitre a été menée avec d'autres partenaires industriels sur d'autres projets de conception. Ainsi, nous avons pu progressivement proposer et compléter ces premières contributions sur la compréhension des processus d'innovation au sein des entreprises. L'ensemble de ces résultats étant détaillées dans les publications nos publications, le lecteur en trouvera une synthèse dans le chapitre suivant.

¹⁷ Nous faisons ici une référence au livre « Eloge du mixte - Matériaux nouveaux et philosophie ancienne » [Bensaude-Vincent 1998]. Dans cet essai, l'auteur fait remarquer que les anthropologues qui étudient la préhistoire ont coutume de définir une étape de civilisation par référence au travail d'un nouveau matériau. Ainsi, après l'âge de pierre, l'âge de bronze, l'âge du fer, l'auteur propose l'âge des composites pour caractériser notre civilisation, en argumentant que le côté pluriel et multi-matériaux hétérogènes de ces technologies correspond pleinement aux produits complexes de notre époque.

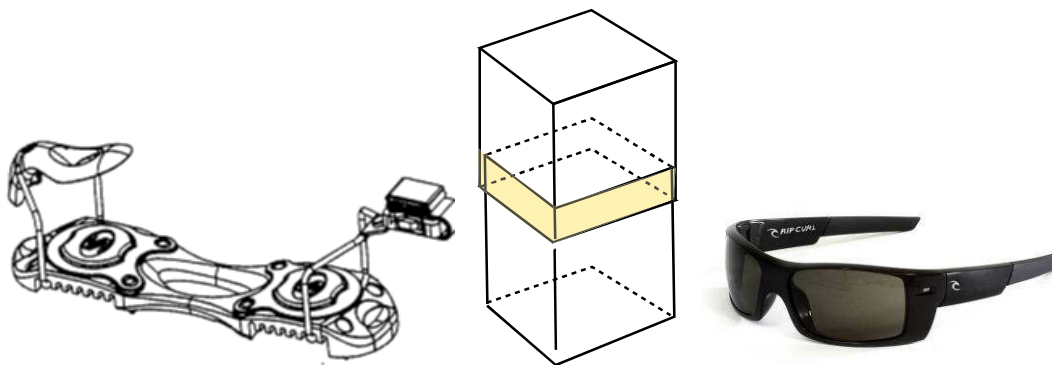


Figure 5 : Exemples de produits conçus

De ce fait, nous pouvons souligner que les résultats proposés dans ce mémoire sont le fruit d'une hybridation des observations et des résultats obtenus sur des études de terrains variés liés à nos projets de R&D et de transferts tels que la conception d'un nouveau produit dans le domaine de l'automobile (conception d'un bouclier en matériaux composites pour Renault VI), de l'industrie du sport (conception de lunettes à charnières aimantées pour Rip Curl, où la conception d'une fixation d'un ski pour Salomon...cf. figure 5), de l'agroalimentaire (conception d'un emballage éco-innovant pour Roskoplast), de l'aéronautique (conception de nouveaux concepts de turbopropulseur pour Turbomeca...) mais aussi la conception de nouveaux services pour les agences du Crédit Agricole ou d'une nouvelle organisation basée sur un nouveau système d'information au sein de l'entreprise Ederena...



Principales publications en lien avec ce chapitre décrivant notre méthodologie de recherche (Liste complète au chapitre 9) : [A. 14], [C. 15], [C. 16], [F. 1], [G. 1]

Chapitre

II

**Contributions sur la compréhension des
processus d'innovation**

II. Contributions sur la compréhension des processus d'innovation

II.1 Les conditions pour favoriser l'émergence et la diffusion de l'innovation

Lors de nos différentes études de terrain, nous avons pu remarquer que les situations d'innovation conduisaient très vite à l'instauration d'une certaine perturbation dans le processus de conception classique et nécessitaient de remettre en cause les dispositifs existants pour s'accommoder du caractère complexe et instable de ces situations. Dans ce contexte, nous avons pu identifier et caractériser trois conditions principales pour favoriser l'innovation :

- Premièrement, il n'y a pas d'innovation à organisation constante, c'est-à-dire sans une certaine évolution de l'organisation et sans une mise en réseau des acteurs. En effet, lors de l'introduction de nouvelles idées en phase amont de projet, l'enjeu du travail de conception innovante consiste avant tout à gérer une certaine tension qui s'instaure entre un dispositif de qualification de ces nouvelles idées porté par les promoteurs des propositions relativement innovantes, et un dispositif de déqualification porté par les promoteurs des solutions plus routinières. Ainsi, notre première condition qui caractérise la diffusion des innovations dans ses phases amont concerne la nécessité de repenser différemment le collectif et les différentes ressources. Nous affirmons que la dynamique de l'innovation passe par la nécessité d'identifier, de mobiliser et de faire évoluer de nouveaux réseaux d'acteurs. Ces réseaux, qui résultent de processus d'intéressement et d'enrôlement au sens de [Akrich et al. 1988] souvent peu formalisés, offrent aux acteurs des structures opportunes pour favoriser les échanges d'idées et d'informations. En effet, la structure en réseau permet un partage des idées, des informations et des savoirs avec un caractère flexible, moins normatif et contractuel que celui des circuits traditionnels de l'entreprise.

- Deuxièmement, il n'y a pas d'innovation à connaissance constante et sans création et partage de nouveaux savoirs. L'introduction de nouvelles idées conduit la majorité des acteurs à réinterroger les pratiques et connaissances existantes et implique donc le développement de nouvelles connaissances au sein du réseau. Ainsi, nous sommes dans une situation où les connaissances vont être alors constamment réinterrogées dans le cours de l'action par l'arrivée de nouvelles idées et de ce fait contribuer à construire de nouveaux savoirs. L'enjeu est donc d'organiser l'émergence et la confrontation des savoirs lors de l'émergence de nouvelles idées. La nouveauté se caractérise souvent par un manque de connaissance des acteurs sur certains aspects (techniques, économiques, etc.) et explique l'apparition de tensions qui peuvent fortement freiner et stopper ces projets innovants. Dans ce contexte, concevoir en voulant intégrer une nouvelle idée implique le développement de nouvelles connaissances, qui doivent être mises à jour et mises au débat au sein du réseau, et nécessite d'établir un réel co-développement avec les acteurs qui peuvent ainsi apporter les expertises manquantes.

- Troisièmement, il n'y a pas d'innovation sans une remise en cause des outils et des dispositifs d'évaluation. En effet, dans le cas de projets plus routiniers, la cartographie des acteurs impliqués et les principaux critères mobilisés sont relativement vite établis et stabilisés. Par contre, lors des situations de projets innovants, nous avons vu que cette cartographie est très instable avec l'arrivée progressive de nouveaux acteurs, apportant de nouveaux critères d'évaluation à différents stades du projet. La confrontation entre les différents points de vue implique des processus d'échanges largement informels qui nécessitent de nouveaux supports et de nouveaux moyens d'instrumentation pour favoriser l'échange et l'évaluation des nouvelles idées.

Ainsi, le processus d'adoption, ou au contraire de rejet, d'un nouveau concept s'inscrit dans un processus complexe qui ne relève pas uniquement du domaine technique et qui conduit à rouvrir le jeu et le périmètre de la conception : réouverture avec l'arrivée de nouvelles pratiques, de nouveaux acteurs et de nouveaux savoirs, réouverture avec l'arrivée de nouveaux critères et de nouveaux supports d'évaluation afin de confronter des nouvelles propositions au sein du collectif de conception.

En réponse au besoin de dynamiques sous-jacentes à ces 3 conditions précédentes, je détaille dans les paragraphes suivants, des préconisations au niveau organisationnel, au niveau des acteurs, ainsi qu'au niveau des outils qui sont autant de pistes à travailler dans l'optique de favoriser l'innovation.

II.2 Une préconisation au niveau organisationnel pour l'innovation

II.2.1 Organiser la tension entre les dispositifs de qualification et de déqualification

D'après notre première condition, l'innovation est accompagnée généralement d'une certaine « déstabilisation » de l'organisation. Dans ce paragraphe, nous allons insister sur la nécessité de prendre en compte cette évolution pour favoriser la diffusion de l'innovation dans les espaces informels. Cette évolution est la conséquence d'une opposition légitime entre organisation et innovation au regard des zones d'incertitudes. A ce sujet, certains travaux [Crozier et Friedberg 1977] ont utilisé le concept de zone d'incertitude en expliquant que tout l'effort d'une organisation consiste à maîtriser les aléas auxquels elle est confrontée. C'est ce qui explique la définition des responsabilités, de procédures, de cahier des charges, de contrats, qui tenteront de rendre l'avenir et les comportements prévisibles. Cependant, il subsiste toujours des imprévus et l'innovation favorise cette émergence de « l'adhocratie » [Mintzberg 1989] et soulève alors de multiples zones d'incertitudes. L'existence même de ces zones d'incertitude ouvre des possibilités de jeu entre les acteurs de l'organisation. C'est donc une source de conflit où les jeux de pouvoir vont s'installer. Identifier ces zones d'incertitude permet de déterminer les lieux où vont s'élaborer des alliances, des résistances et des négociations entre les acteurs et finalement conduire à faire progresser l'innovation. Ainsi, nous pouvons dire qu'il existe une complémentarité mais également une certaine concurrence entre la logique de l'innovation qui vise à tirer partie des incertitudes et la logique de l'organisation qui vise à les réduire. Cette opposition se retrouve également dans l'observation de situations de travail présentée dans [Alter 1993]. Cette opposition conduit à une certaine déstabilisation des dispositifs organisationnels mis en place traditionnellement. Notamment, le collectif de la conception est souvent remis en question et se trouve confronté à un besoin de combinaisons nouvelles pour s'adapter au caractère tourbillonnaire de l'innovation.

Dans ces situations d'innovation, nous avons pu caractériser d'une manière relativement schématique, l'activité de conception par la présence de deux dispositifs particuliers. D'une part, il existe ce que nous avons appelé un « dispositif de qualification » (ou d'acceptation) de la nouvelle idée porté par les promoteurs d'une solution nouvelle. Ce dispositif est composé d'acteurs présentant des compétences à développer leur intuition et à travailler aux incertitudes qu'ils considèrent comme des opportunités pour le développement de nouvelles solutions. D'autre part, il existe un « dispositif de déqualification » (ou de rejet) de la nouvelle idée porté par les promoteurs d'une solution plus routinière et qui visent à réduire les incertitudes qu'ils considèrent comme des risques potentiels pour l'entreprise.

Ainsi, dans les situations d'innovation, nous assistons à la constitution de ces deux dispositifs et à leur rencontre bijective. Dans cette configuration, l'enjeu du travail de conception consiste avant tout à gérer une certaine tension qui s'établit entre ces deux dispositifs guidés par des objectifs et des intérêts a priori relativement opposés. Nous retrouvons également cette observation dans d'autres domaines analysés par [Alter 1990] concernant les postures des acteurs face à l'innovation. En effet, Alter considère que les êtres humains définissent leur

comportement par rapport à l'état stratégique et culturel de leur situation à un moment donné. Il distingue alors plusieurs postures par rapport à l'innovation et entre autre, il définit les innovateurs comme des experts de l'innovation ayant une certaine compétence à développer leur intuition. Il oppose à ces innovateurs, les positions de légaliste lorsque des acteurs développent une stratégie de résistance au changement et ne prennent pas de risque pour imposer une nouvelle idée. Cette analyse sous-entend que la position des acteurs n'est pas stabilisée et que ces derniers peuvent changer de groupe (légalistes ou innovateurs) à tout moment en fonction de la situation du projet.

Cependant, les oppositions de logiques de ces deux postures selon Alter, ou dispositifs de qualification et déqualification sont pourtant complémentaires. En effet, il faut noter que la présence et l'activité de ces deux postures sont nécessaires pour faire avancer un projet de conception innovante. En effet, lors des phases amont, les confrontations en termes de points de vue, d'évaluations de la solution, de critères mobilisés, d'arguments et les oppositions de logique entre les deux groupes sont essentielles pour assurer une certaine progression de l'innovation. Généralement, les propositions qui émanent d'un des deux dispositifs sont mises à l'épreuve des points de vue de l'autre. Lors de ces débats, de nouveaux éléments (techniques, économiques, juridiques, stratégiques, etc.) émergent et viennent alors définir les conditions d'un nouveau contexte et soulever de nouvelles propositions. Ainsi, d'une manière progressive et itérative, chaque nouvelle proposition tenant compte des débats précédents est le résultat d'adaptations et d'ajustements du concept.

Par ailleurs, il existe une difficulté liée au fait qu'au fil du processus, la position de certains des acteurs n'est pas stabilisée dans un ou l'autre dispositif. Ainsi, lors d'un projet innovant, certains acteurs peuvent présenter des postures différentes en fonction des éléments du contexte. A ce sujet, ces changements de posture, de réactions face à une nouvelle idée et les oppositions de logique peuvent en partie s'expliquer par la question des intérêts propres des acteurs. En effet, les légalistes vont s'opposer à une innovation, non pas parce qu'ils sont passifs ou obtus mais parce que la proposition soulevée ne constitue pas un réel enjeu pour ces acteurs et peut s'opposer à leurs intérêts. En effet, chacun résiste ou adhère à une innovation en fonction de ses intérêts propres et c'est bien normal puisque l'innovation a pour but de déplacer à la fois les objets et les acteurs dans le modèle de la traduction [Callon et Latour 1985]. Ainsi, si les enjeux respectifs de la majorité des acteurs sont relativement concourants, l'innovation peut trouver sa voie. Dans le cas contraire, l'innovation demeurera une invention cantonnée dans les dossiers et la mémoire de chacun jusqu'à ce qu'une nouvelle configuration éventuellement la transforme de nouveau et la relance.

De ce fait, ces deux dispositifs qui semblent pourtant s'opposer, participent pleinement à ce processus itératif et interactif d'adaptations et de transformations de l'invention en innovation. Ainsi, nous pouvons dire de manière caricaturale que plus les légalistes vont résister, plus les innovateurs vont persister et multiplier des actions pour crédibiliser ou faire évoluer la solution¹⁸. Par contre, ce mouvement d'adaptation est d'autant plus productif lorsque les dispositifs en présence s'attachent à accepter cette mise à l'épreuve. Ainsi si l'innovation fait face à des oppositions trop lourdes (refus de coopérer, etc.) de la part de certains acteurs, elle peut parfois emprunter des chemins différents et des voies peu codifiées pour progresser : ceux de l'informel.

II.2.2 Valoriser et manager l'informel

Je me suis intéressé plus particulièrement aux espaces d'innovation qui se déploient, en marge de l'organisation, dans la structure informelle de l'entreprise. En effet, lors des phases exploratoires d'un projet, il arrive parfois qu'un acteur, porteur d'une nouvelle idée, propose des alternatives différentes et originales, en rassemblant un certain nombre d'informations, en constituant un premier réseau d'acteurs, en identifiant un certain nombre d'avantages et d'inconvénients de la nouvelle solution proposée, etc... Ces phases présentent un caractère

¹⁸ A noter que certaines méthodes d'animation, notamment celle des 6 chapeaux [de Bono 2005] sont basées sur ce principe et ce jeu de la confrontation.

fortement informel car, fréquemment ce type de développement se développe de manière non contractuelle, en dehors des projets officiels, sans forcément de ressource allouée. Les processus de coopération et de confrontation des points de vue impliquent alors des modes de partage et d'échange d'informations qui empruntent souvent des circuits informels et peu identifiés au sein des entreprises. Cependant, les résultats de ces phases, une fois approuvés et validés par les décideurs de l'entreprise, peuvent alors parfois conduire au lancement de projets officiels et à l'émergence d'applications réellement innovantes¹⁹.

Ainsi, en analysant un certain nombre de nos terrains, nous avons mis en exergue l'enjeu représenté par les phases informelles de prospective, que nous avons désignées par le terme de « phases préparatoires » au projet. Ces périodes d'anticipation et de négociation sont souvent non contractuelles, mais l'enjeu qu'elles représentent, demeure très stratégique pour l'innovation. Le dispositif, qu'elles constituent, consiste à légitimer progressivement une idée nouvelle en organisant sa confrontation avec les différents points de vue des acteurs afin de créer une configuration où le lancement d'un projet devient possible.

Nous affirmons que ces phases préparatoires supportent un réel travail de conception innovante est propice à l'émergence et au développement de solutions innovantes. En ce sens, nous avons pu souligner que le caractère jusqu'ici informel de ces phases est assez représentatif d'un processus d'innovation qui trouve ici une structure adaptée à son déploiement. Par contre, si les phases préparatoires s'accommodent du caractère instable et imprévisible des trajectoires de l'innovation, leur structure informelle rend fragile et lacunaire les possibilités de capitalisation et de valorisation de ces dernières.

Ainsi, nous avons pu identifier l'enjeu stratégique de nommer et de donner un statut à ces phases et le besoin de développer des outils adéquats pour instrumenter ces périodes amont des projets innovants. La proposition d'un outil, qui constitue le troisième type d'apport de mon doctorat, fait suite à ce constat et s'inscrit dans la continuité des analyses précédentes.

Nous soulignons le fait que les travaux menés à bien durant ces phases déterminent largement les conditions de l'apparition et du succès d'un projet innovant. Avant de lancer un nouveau projet, caractérisé par la définition de plusieurs objectifs en termes de coût, de ressource, de qualité et de délai d'exécution, le porteur d'une nouvelle idée essaye de mener une aventure importante afin de convaincre les autres participants (et également les décideurs de l'entreprise) que la nouvelle idée est fiable pour l'application considérée. Si des travaux appropriés sont réalisés, l'argumentation développée à ce stade permet de mener à la définition de spécifications adaptées (techniques et économiques), permettant l'entrée dans une phase officielle de développement.

Durant ces phases amont de conception innovante, nous avons également caractérisé les diverses stratégies employées par ces innovateurs, porteurs d'idées, sorte d'aiguillon des innovations dans leur premier moments, dont le but est de consolider les propositions d'idées et de légitimer leurs propositions sur l'ensemble des dimensions (techniques, économiques, juridiques...).

Ces innovateurs font l'objet du paragraphe suivant.

¹⁹ Nous pouvons citer à ce sujet, l'invention du Post-it, que l'on doit tout d'abord au docteur Spencer Ferguson Silver qui, étant convaincu de l'utilité potentielle du mélange chimique raté « d'une colle qui ne collait pas vraiment », développée au cours de ses travaux au sein de l'entreprise 3M, a multiplié l'organisation de présentations informelles pour susciter l'intérêt de ces collègues suite au scepticisme du département marketing du groupe. Finalement, ce n'est qu'au bout de 5 ans, et surtout avec l'aide d'Arthur Fry, ingénieur de chez 3M, qui, ayant assisté à une des présentations de Spencer Ferguson Silver, a l'idée d'utiliser cette colle sur des petits bouts de papier pour faire des marques pages et réussissent astucieusement à dépasser les préjugés de tous en envoyant des échantillons des célèbres jaunes autocollants aux différentes secrétaires de leur entreprise ainsi qu'à Wall Street à New York et à la City de Londres de qui n'ont cessé par la suite d'en redemander... ainsi que les quelques autres millions de personnes par la suite !.

II.3 Une préconisation au niveau des acteurs

II.3.1 Caractériser le rôle stratégique des innovateurs en tant qu'acteurs d'interface

Mes différentes études de terrain m'ont permis de participer et d'analyser l'émergence et le déroulement de processus d'*intrapreneurship* basés sur l'intervention d'acteurs particuliers : les porteurs ou initiateurs de nouvelles idées au sein de l'entreprise. Ces acteurs étant généralement qualifiés d'innovateurs, « de créatifs »,... Nous avons pu ainsi caractériser ce rôle « d'acteur d'interface » comme stratégique, et notamment, dans les phases amont, où ces porteurs de nouvelles idées agissent comme des catalyseurs aux interfaces des différents métiers qu'ils réussissent à impliquer autour de leur nouvelle idée. En effet, l'innovation se développant souvent dans des situations ambiguës, confuses et mal définies et cette indétermination, il est nécessaire de préserver une grande latitude aux initiatives personnelles des acteurs [Flichy 1995]. De ce fait, même si certains acteurs de l'entreprise ne sont pas a priori partisans de travailler dans le contexte instable d'un projet innovant, il convient alors de proposer des dispositifs qui laissent la possibilité à ces « innovateurs ou innovateurs²⁰ » de développer des idées originales, et surtout de les faire partager et de les légitimer au sein de l'entreprise.

La réalisation de cette légitimation est assurée par le porteur d'idée qui doit fournir des informations pertinentes et fiables au sein de son réseau. Mais d'autre part, l'argumentation développée par les acteurs doit être comprise et intégrée par les autres participants. De cette façon, le choix des "représentations" (ou des "porte-parole" selon [Akrich et al. 1988]) de la nouvelle idée, est un des points clés du processus de sélection. Selon la théorie de l'acteur-réseau [Callon et Latour 1985] [Callon 1986], le destin de l'innovation, son contenu et ses chances de succès, dépendent alors fortement du choix des porte-paroles ou représentants qui vont interagir, négocier pour mettre en forme le projet et le transformer jusqu'à ce qu'il se construise un marché. Ce concept de porte-parole s'applique aux acteurs, mais également aux différents objets utilisés pendant la conception.

De ce fait, j'ai cherché à approfondir cette caractérisation des innovateurs en se basant sur l'analyse de ma propre expérience chez Renault VI, mais également en complétant par l'étude des autres porteurs d'idées rencontrés au sein des entreprises partenaires depuis dix années maintenant. Cette approche relativement ethnographique par l'étude des pratiques de ces acteurs particuliers montre que cette position d'interface permet à ces personnes d'agir en tant que force de proposition de nouvelles idées pour faire tendre la conception dans le sens d'une conception innovante. Dans ce contexte, l'acteur, porteur d'une nouvelle idée doit développer des argumentations pour faire valoir des critères qui ne sont pas forcément partagés par les autres acteurs, voire antagonistes à leur perception. Dans cette situation, cet acteur d'interface se retrouve dans un dispositif où il doit mobiliser un certain nombre de compétences et être le fédérateur de plusieurs points de vue pour faire valoir le sien, tout en étant très proche des objectifs des projets, des contraintes métiers et des préoccupations quotidiennes des autres acteurs de la conception. Ainsi, nous avons pu caractériser plus précisément ce dispositif, notamment grâce à l'identification du statut et du rôle des acteurs d'interface dans les projets de conception, et par le décryptage des différentes stratégies mobilisées par ces acteurs particuliers dont la visée est de favoriser l'introduction de nouvelles idées. De ce fait, nous avons pu montrer que ces acteurs d'interface développaient une approche relativement originale de « l'innovation sous contrainte métier » en favorisant l'intégration de nouveaux concepts en phase amont des projets. En ce sens, nous avons vu qu'ils participaient à un mouvement de « déstabilisation-stabilisation » du processus de conception en mettant à l'épreuve la cohérence des solutions éprouvées, et en reconstruisant une nouvelle cohérence autour de nouvelles combinaisons innovantes.

²⁰ Au sens d'acteur de l'innovation

II.4 Une préconisation au niveau de l'instrumentation pour la diffusion des innovations

Les premières analyses nous ont permis de proposer des éléments de compréhension sur l'innovation mais notre contribution porte également sur l'instrumentation de ce processus. Nos observations montrent alors qu'un outil ou une méthode pour la conception innovante, et surtout dans les phases amont d'un projet, ne peut plus seulement être :

- un outil (ou une méthode) d'aide à la créativité dont l'objectif est de produire « seulement » une quantité de nouvelles idées, au coup par coup. Il faut également permettre d'accompagner le processus de maturation collective des idées ou des nouveaux concepts proposés.
- un outil de représentation des connaissances spécifiques à un métier mais doit faciliter l'expression et la confrontation des points de vue des différents métiers et permettre l'identification et l'émergence de nouvelles connaissances tout au long du processus de conception innovante.

En effet, si l'innovation est le résultat de nombreuses traductions et d'adaptations, de nouvelles perspectives se dessinent pour les outils d'aide à la conception innovante : celles qui consistent à proposer aux acteurs des espaces de mise au débat et de mise à l'épreuve des idées pour favoriser le développement de solutions innovantes.

L'exemple des outils C.A.O (Conception Assistée par Ordinateur) dans le processus de conception illustre ce point. En effet, ces outils sont des instruments très efficaces et pertinents pour représenter le produit mais ils sont souvent la représentation d'un point de vue d'un acteur particulier : celui du dessinateur-projeteur ou de l'acteur étude. Ces outils n'offrent que des informations limitées liées à la géométrie de la pièce et ne constituent pas un support suffisamment explicite pour donner des prises à l'ensemble des métiers impliqués. De plus, dans le cas des phases amont de conception, nous avons vu que ces outils ne peuvent intervenir qu'après une certaine période de travail effective car leur utilisation nécessite d'avoir mis à jour suffisamment d'informations.

Par ailleurs, nous avons pu observer les difficultés et les limites des dispositifs d'évaluation habituels concernant l'appréciation des nouvelles idées, qui s'accommodent assez mal à l'évaluation des alternatives innovantes. Par exemple, l'évaluation du coût d'une solution innovante est toujours problématique. Sans revenir sur la nécessité de remettre en cause l'utilisation du chiffrage classique, nous souhaitons ici soulever la question de la distinction entre le coût et la valeur d'une solution. En effet, en voulant agir sur la valeur, l'organisation manipule encore trop souvent des leviers d'action propres au coût en entretenant une confusion entre réduction des coûts et augmentation de la valeur. La voie de la création de valeur est donc plus complexe que celle de la réduction des coûts car les critères sont multiples et leur nature qualitative. Évaluer, ce n'est pas seulement chiffrer mais c'est porter un jugement sur la valeur de quelqu'un ou de quelque chose. Ainsi, nous pensons que l'évaluation économique d'un produit en phase amont de conception innovante ne peut être uniquement basée sur un critère quantitatif et limitatif lié au coût qui va certainement évoluer tout au long du projet. En ce sens, nous rejoignons les propos exposés dans [Lorino 1990] « *le poids des phases amont ou phases d'étude dans la détermination des coûts totaux traduit le découplage valeur-coût ; les coûts du cycle de vie du produit sont déterminés bien avant la mise sur le marché, donc bien avant que ne puisse être vérifiée la valeur du produit. Le découplage valeur-coût est donc un découplage dans le temps, d'autant plus important que le marché est imprévisible et instable* », et dans [Chouraqui 1998] « *...il faut apprendre à dépasser le mesurable et le chiffrable, apprendre à vivre avec des approximations et les richesses du qualitatif. Un des meilleurs moyens d'apprendre consiste justement à faire participer l'ensemble des concernés à l'analyse d'un problème. Si l'on ne peut pas, sur certains points, avoir de vérité objective, c'est une pluralité de regards qui doit essayer de s'articuler dans l'intérêt même de l'efficacité économique et sociale.* »

De ce fait, nous pensons que l'évaluation en phase amont sur les différents aspects de l'idée proposée (technique, économique,...) doit être multicritères et multi-acteurs ce qui implique pour une organisation d'accepter des systèmes d'évaluation parallèles, et parfois contradictoires avec ceux déjà existants. De plus, ces évaluations doivent être possibles avec des valeurs floues, subjectives et surtout incomplètes et cela de manière couplée car, à ce stade du projet, les incertitudes et les alternatives sont encore nombreuses et il semble peu opportun de dissocier les évaluations (techniques, économiques, etc.) afin de conserver une vue d'ensemble sur le déroulement du projet.

Ainsi, nous affirmons que les dispositifs et les outils actuels doivent être modifiés afin de permettre un enrichissement des grilles d'évaluations par l'introduction et la confrontation de nouveaux critères d'évaluation. Ainsi des travaux [Limayem et Yannou 2000] proposent l'évaluation multicritères et multi-acteurs en cours de projet. Par ailleurs, il faut tenir compte du fait que l'enrichissement de critères est dynamique et peut également conduire à favoriser l'introduction de nouveaux acteurs dans le processus de conception. Nous retrouvons ici une certaine complémentarité avec notre première condition concernant la nécessité de faire évoluer l'organisation et le collectif de la conception.

A l'issue de mes travaux de thèse, la proposition de l'outil ID² représentait un exemple de cette évolution de l'instrumentation pour la conception innovante. Avec ce résultat, nous avons en quelque sorte atteint un premier cap, celui de l'instrumentation par un outil informatique de l'action de conception innovante. De plus, les opportunités de tester ce nouvel outil chez différents partenaires industriels ont ouvert des perspectives expérimentales nouvelles pour prolonger ce travail sur l'instrumentation des phases amont de conception (chapitre 6).

Ainsi, le parcours suivi, du terrain à l'outil, montre que l'observation du processus de conception, des mécanismes de coopération et de constructions collectives des solutions innovantes sous l'angle de la recherche intervention en entreprise modifie notre façon d'appréhender ces phénomènes et nous permet d'imaginer une instrumentation nouvelle. En effet, notre approche par l'observation participante du processus d'innovation place résolument la conception, et a fortiori l'innovation, dans un paradigme de l'action, façonnée par des dynamiques de connaissances, d'apprentissages, et d'interactions. Dans d'autres domaines de recherche comme la gestion par exemple, la prise en compte de ces différentes dynamiques contribue à une certaine évolution des métiers, de l'organisation et des outils.

Ainsi, pour faire évoluer les outils d'aide à la conception innovante, l'enjeu est double : d'une part, il faut développer, le point de vue des interactions, conduisant à proposer des espaces et des lieux de coopération, et d'autre part, il faut développer le point de vue des métiers, conduisant à proposer des outils spécifiques à ces connaissances métiers, mais tournés vers les interfaces. Ainsi, un outil doit être le support des actions locales et des interactions entre métiers en favorisant la coordination des acteurs autour d'un objet commun ou en permettant la construction de prises. L'outil pour l'innovation doit offrir la possibilité de construire une ou plusieurs vues partagées du produit, du service à travers lesquelles se confrontent les connaissances et s'élaborent les compromis. Par ailleurs, la vision souvent technique, et relativement déterministe, des outils actuels semble peu adéquate à une élaboration d'une instrumentation adaptée à l'innovation dans sa dimension collective et distribuée.

En conclusion de ce chapitre 2, les différents points présentés font écho à la thèse que j'avais donc défendue en 2001 : un dispositif pour favoriser l'innovation ne peut être conçu sans une compréhension fine de l'activité de conception innovante et sans appréhender les différentes dynamiques qui la traversent : dynamiques de l'organisation, des connaissances, des apprentissages, et des dispositifs d'évaluation.



Principales publications en lien avec ce chapitre (liste complète au chapitre 9) : [A. 2], [A.7], [A. 8], [A. 15], [B. 1], [C. 1], [C. 8], [C. 9], [D. 7], [D. 10], [D. 11], [D. 13], [G. 1], [G. 2]

Chapitre



La caractérisation des processus informels pour la conception innovante

III. La caractérisation des processus informels pour la conception innovante

Si nous accordons ici une certaine légitimité à la distinction entre une invention (avec à la base une idée nouvelle, un nouveau concept, une découverte) et une innovation (caractérisée par une mise sur le marché d'une invention qui a reçu un retour économiquement et /ou socialement intéressant), nous ne pouvons plus utiliser ce terme d'innovation pour désigner des développements ou processus en cours. Par exemple, si nous faisons l'hypothèse qu'un moteur fonctionnant à l'énergie solaire comme seule source d'énergie, non polluant, est déjà en cours de développement chez un motoriste, ce dernier ne peut pas dire qu'il travaille sur une innovation majeure puisqu'il ne connaît pas encore les résultats de la mise sur le marché de son produit ! Il faut avouer que dans ce cas particulier et dans de nombreuses autres situations, l'abus de langage est tentant même si on ne peut pas vraiment prévoir avec exactitude, l'accueil que va réserver le marché à une nouveauté. C'est seulement a posteriori que l'on pourra constater qu'une invention s'est révélée être une innovation. Par ailleurs, l'histoire de certains développements montre la multitude des trajectoires empruntées par l'innovation qui reste parfois cantonnée à un stade d'invention pendant quelques mois, parfois de nombreuses années, ou parfois indéfiniment. Par contre, si l'on ne peut difficilement prévoir avec exactitude la réponse du marché en cours de conception, il faut cependant, éviter l'abandon prématuré des solutions qui semblent potentiellement innovantes et essayer de conserver et de considérer les différentes alternatives émises. En effet, par une volonté soudaine ou par obstination d'une ou plusieurs personnes, ou par un changement de contexte du marché, il arrive parfois que les acteurs réussissent à adapter une invention mise de côté temporairement, ou à la transformer complètement pour trouver son utilité sociale et économique qui lui permet alors d'être qualifiée d'innovation. On l'aura compris, entre invention et innovation, il existe une phase, peu prédictible, parfois très courte ou parfois interminable, composée d'une succession d'événements où tout est question d'adaptation et de transformation.

L'invention doit se transformer en permanence pour s'adapter au contexte et au marché afin de devenir une véritable innovation. En effet, certains auteurs [Gero 1990] [Blanco 1998] [Dorst et Cross 2001] ont montré qu'il existe une définition conjointe du problème et de la solution qui évoluent en même temps lors d'une activité de conception distribuée entre acteurs. Par contre, nous insistons sur le fait qu'il existe une différence fondamentale qui caractérise une étape de conception innovante d'une étape de conception plus routinière.

En effet, lors d'une étape de conception routinière ou de conception réglée pour reprendre le terme proposé par Hatchuel, Weil et Le Masson [Le Masson et al., 2006], de nombreux dispositifs organisationnels sont stabilisés et permettent aux acteurs de s'appuyer sur des repères à la fois techniques et économiques, des méthodes et des procédures à suivre, des points de passage à vérifier, etc. Dans ces situations, les acteurs connaissent en partie les étapes essentielles à envisager et de ce fait, le réseau d'acteurs à mobiliser est relativement vite identifié et stabilisé dès les premiers temps d'investigations. Par contre, dans le cas des développements innovants (ou de conception innovante) que nous avons suivis, tout le travail préliminaire consistait à identifier progressivement les compétences nécessaires à mobiliser. Au départ, le collectif autour du projet n'existe pas ou il est embryonnaire et demeure très fragile. Dans le cas de développements en phases préparatoires, on ne peut pas vraiment parler de projet à proprement dit, puisque une volonté individuelle (ou éventuellement de quelques personnes) est à l'origine des investigations. Dans ce contexte, le courant du *New Product Development* (NPD) [Wheelwright et Clark 1992] proposent des alternatives au modèle séquentiel pour les processus d'innovation : en « *stage gate* » [Cooper 1994], ou basé sur itération d'un « *cycle élémentaire de conception* » [Roozenburg et Eekels 1995], ou de « chaînes interconnectées » [Kline et Rosenberg 1986] dans le but d'accélérer le processus de développement de produits et donc de s'extraire de la pression temporelle issue des marchés,

de comprimer les étapes du processus en implémentant le traitement parallèle des activités impliquées dans le développement de produit.

De ce fait, nous voyons ici que l'innovation nécessite alors de créer et de faire évoluer un réseau d'acteurs non préétablie qui va se définir en même temps que le projet progresse. Dans ce contexte, la dimension stratégique et les compétences associées pour constituer et asseoir ce nouveau réseau sont essentielles pour faire progresser l'innovation. De plus, il faut noter que dans ces phases de construction des réseaux, les niveaux d'intervention des acteurs dans le projet ne sont pas stabilisés mais s'inscrivent bien dans une dynamique composée de déplacements propres au processus d'innovation.

Ainsi, si derrière le terme « invention » se cache un processus de conception non formalisé, porté souvent par une seule personne pour répondre à un problème précis mais pas toujours collectif, il faut noter ici l'enjeu d'organiser ce processus informel de création dans un contexte collectif. Pour Vallette, « on invente seul dans un coin, mais on innove ensemble dans une dynamique » [Vallette 2005]. La production d'innovations est le plus souvent l'aboutissement d'un processus collectif dans le cadre de réseau technico-économiques constituant des « méta-organisations » et non le résultat de l'activité d'un individu isolé [Akrich et al., 1988]. Si leur utilité est parfois questionnable, le fait que de nombreuses inventions proposées au Concours Lépine ne débouchent que très rarement sur des innovations-produit peut s'expliquer en partie par cette absence d'un collectif organisé d'un point de vue organisationnel.

Ainsi, je propose de détailler dans le paragraphe suivant une caractérisation de ces phases collaboratives informelles en conception innovante.

III.1 Les phases préparatoires et informelles de la conception innovante

III.1.1 Une caractérisation des phases informelles

Certaines de nos études de terrain concernant les phases amont de conception, mettent en exergue l'intérêt et la difficulté des phases de prospective qui permettent parfois l'émergence de nouveaux projets basés sur de nouvelles propositions de solutions innovantes. Ces premières étapes sont très stratégiques pour les processus d'innovation car elles correspondent au moment où des idées de nouvelles applications et de nouveaux concepts émergents, et vont être étudiées et évaluées pour être éventuellement développées par la suite en projet. Nous avons ainsi caractérisé ces périodes qui peuvent débiter bien avant le lancement officiel d'un projet au sein de l'entreprise et qui apporte un éclairage intéressant sur les phénomènes de coopération entre acteurs.

Ces idées d'associations entre technologie et application peuvent alors être développées durant ce que l'on a désigné comme *les phases préparatoires*. L'enjeu de ces phases est d'abord de pouvoir rassembler un certain nombre de données et d'informations afin de légitimer et de consolider l'idée avancée. Pendant ces périodes, les innovateurs cherchent les éléments techniques, économiques, stratégiques, etc., et tous les renseignements concernant leur nouvelle idée pour définir ce que nous avons défini comme *la zone problématique*. C'est à dire un lieu potentiel d'application. Cette zone problématique va progressivement être identifiée en fonction des capacités et des caractéristiques de la nouvelle idée proposée par l'innovateur qui va être mise à l'épreuve des contraintes du produit et des caractéristiques des process existants. Nous avons qualifié de phases préparatoires, ces périodes de négociations et de recherches, qui restent parfois informelles, et qui sont souvent non contractuelles, car à cet instant le projet n'est pas encore officiellement lancé. En effet, le lancement d'un projet est souvent caractérisé par l'attribution d'un code projet, d'une définition des plannings, des budgets, des ressources allouées, etc. Par contre, dans le cas des phases préparatoires, ces éléments ne sont pas toujours définis puisqu'ils vont faire partie des résultats et conséquences *in fine* des développements effectués lors de ces phases.

En effet, lors du lancement d'un projet, la définition des différentes caractéristiques en termes d'objectifs visés, de gains envisagés, de plannings, de budgets et ressources, nécessite d'avoir identifié et évalué les principales étapes du développement attendu et demande donc d'avoir mis à jour au préalable suffisamment d'informations pour réaliser ces prévisions. Dans cette situation, il semble difficile d'imaginer le lancement d'un projet sans avoir ce minimum d'informations et nous pouvons dire que les cas doivent être rares où une direction de projet lance un développement sur la simple formulation d'une idée. De plus, nous avons tous des exemples de produit qui ont débuté par un travail d'essais, de recherches et de prospectives, développés en dehors des projets officiels et qui ce sont révélés, parfois par chance et détournement, parfois par persévérance et obstination, comme de véritables innovations.

Les phases préparatoires participent à fournir des premières données qui contribuent d'une certaine manière à rationaliser le lancement de nouveaux projets. De ce fait, même si ces phases ne sont pas clairement identifiées dans les processus de développement, traditionnellement présentés par les entreprises, nous affirmons qu'elles constituent en elles-mêmes, un réel travail de conception nécessaire aux développements de solutions innovantes (voir figure 6).

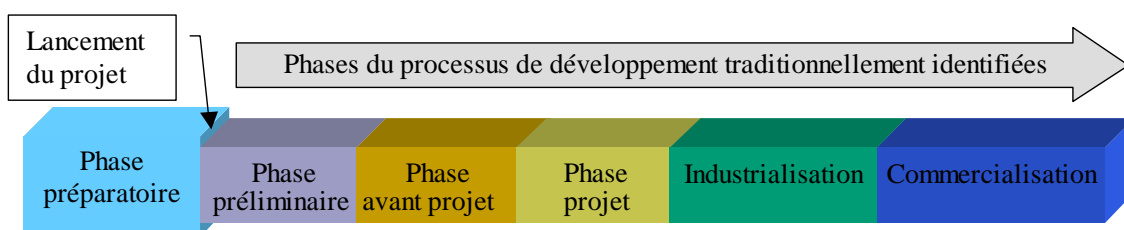


Figure 6 : Phase préparatoire et phases de projet

Sur la figure 6, nous pouvons voir que la phase préparatoire débute bien avant les phases de projets. Par contre, il faut remarquer qu'il existe une certaine difficulté à identifier clairement le début et la fin de ces phases préparatoires. A quel moment peut-on considérer que les acteurs commencent à travailler en phase préparatoire ? La réponse n'est pas aussi tranchée que peut le laisser supposer la figure. En effet, lors de ces périodes, l'innovateur est souvent amené à rechercher des informations (dans les bases de données de l'entreprise, auprès d'un certain nombre d'acteurs internes et externes à l'entreprise...) pour obtenir toutes sortes de renseignements dont il a besoin pour continuer à développer son idée. Lors de ses multiples contacts, l'innovateur peut être également amené à présenter, partiellement ou précisément, sa nouvelle idée. Ces présentations peuvent alors donner lieu à de multiples réactions de la part de ses interlocuteurs qui lui font part de leurs points de vue. Ces réactions peuvent soulever alors de nouveaux critères et de nouvelles évaluations qui contribuent à la redéfinition de la zone problématique. Nous faisons l'hypothèse que les innovateurs collectent parfois des informations sans forcément avoir une idée d'application bien précise. Par contre, c'est en analysant et en combinant progressivement ces informations avec celles du produit qu'ils vont aboutir à de nouvelles idées. Il semble donc difficile d'affirmer qu'une phase préparatoire débute et termine à un temps t bien précis. Au contraire, nous pensons que ces phases s'inscrivent dans une certaine continuité et complémentarité avec les activités en projet des innovateurs.

Ainsi, les phases préparatoires ne s'arrêtent pas toujours lorsqu'un développement officiel est lancé et certains acteurs continuent de développer, même pendant le projet, des stratégies identiques à celles observées en phases préparatoires. Contrairement au projet qui est généralement relativement bien découpé par des jalons permettant de valider le passage d'une phase à l'autre, les frontières entre phases préparatoires et phases projets ne sont pas complètement étanches.

Midler confirme ce diagnostic : « depuis la fin des années 1990, la compétition par l'innovation s'est faite plus radicale encore, se joue désormais plus en profondeur et dans le détail, en termes de technologies ou d'usage, et implique des ruptures plus marquées. De ce fait, la seule phase de développement ne permet plus de maîtriser toutes les ruptures, qui doivent être

d'avantage anticipées et préparées au niveau de la recherche, des avant-projets ou des activités métiers hors-cycle » [Midler 2006].

Et comme le rappelle, Harold J. Leavitt « *Les innovations sont presque toujours le fait d'explorateurs individuels ou de petits groupes, et presque jamais celui de bureaucraties importantes et hautement structurées* ». [Leavitt 2005]

III.1.2 Les dispositifs de « régulation » des phases informelles

De nombreux travaux dans le domaine de la sociologie de l'innovation montrent que le succès d'une innovation dépend essentiellement des alliances [Akrich et al. 1988] qui vont se développer tout au long du processus et surtout de l'identification et du partage d'un enjeu pour chaque acteur à faire progresser l'innovation. Ces travaux montrent que la progression et la maturation des nouvelles idées nécessite plus que jamais d'instaurer le travail coopératif des acteurs au sein du processus de conception. Ainsi, par la coopération, des enjeux peuvent s'entre-définir, et participer à élaboration d'objectifs communs. Les travaux de recherche [Midler 1993], [Sardas 1997] basés sur l'observation des pratiques des acteurs en plateaux projets montrent que la mise en présence et la rencontre des experts métier autour d'un problème de conception ne suffisent pas à garantir et à instaurer la coopération. De la même manière, nos travaux en phases amont de conception montrent que la coopération n'est pas un processus naturel et simple dans sa mise en œuvre et que les phénomènes de rejet sont d'autant plus accentués et fréquents dans les situations d'innovation où les incertitudes sont nombreuses et les connaissances des acteurs peu stabilisées. Face à une telle situation, nous faisons l'hypothèse que les phases de maturation des idées nécessite de développer de nouveaux dispositifs pour favoriser ces périodes de travail coopératif et faire évoluer le processus de conception et l'organisation vers cet idéal-type de la coopération.

Il apparaît que la coopération s'inscrit parfois dans des réseaux tacites, très peu prédictibles et formalisables. En effet, si à ce jour, très peu de dispositifs (méthodes, outils, etc.) tiennent compte de cette multiplicité des réseaux informels, elle constitue néanmoins une richesse relationnelle très forte pour une entreprise. Ainsi, nous pensons que les dispositifs doivent alors servir à organiser un processus de confrontation entre les points de vue sur les idées proposées et nécessite de partager non seulement les résultats des actions mais également les savoirs et les ressources nécessaires pour y parvenir. Ainsi, *vouloir instaurer des périodes coopératives dans les projets demande d'accroître les moyens de régulation interne de l'action de conception* [Jeantet et Boujut 1998].

Ainsi, un premier moyen de régulation concerne un besoin d'élaborer et d'utiliser des supports de travail, qui doivent être à la fois communs et donner des prises [Blanco 1998] à l'ensemble des acteurs afin de permettre l'intervention et l'expression des points de vue de chacun (nous détaillerons ultérieurement dans le chapitre 4 notre proposition de modèle PST pour favoriser collectivement ce processus de prise). La régulation de l'action de conception passe également par l'explicitation des raisons des prises de position et des critères mobilisés par chacun afin d'engendrer une possible construction progressive des idées en commun. Nous avons mentionné que cette notion de savoirs communs est particulièrement importante dans le déroulement de l'action coopérative.

Par ailleurs, un autre moyen de régulation doit être mis en place pour permettre aux acteurs d'élaborer des enjeux respectifs et de définir en commun des objectifs à atteindre. Ce moyen de régulation est d'autant plus facilité que les rapports de confiance, établis au cours des projets antérieurs et des expériences passées, existent entre les acteurs. Pour reprendre d'une manière schématique, les concepts exposés dans [Akrich et al. 1988], nous dirons que ces moyens de régulation permettent de favoriser les processus d'intéressement par la construction de prises et d'explicitation des critères mobilisés, et les processus d'enrôlement par un certain partage des enjeux.

De plus, la coopération est un mode d'organisation qui est conditionné et mis en tension avec les stratégies et les intérêts de chaque acteur et partie prenante. Nous avons pu observer que

dans ces jeux de pouvoir [Crozier et Friedberg 1977], un acteur particulier occupe une place essentielle dans la mise en œuvre d'un processus coopératif et des moyens de régulation requis. Cet acteur est celui que l'on a nommé innovateur : c'est-à-dire l'initiateur qui est soit à l'origine de l'idée ou du concept proposé soit l'acteur d'interface qui va manager la maturation de l'idée proposée. Une analyse de ce rôle central dans le processus de diffusion est proposée dans le paragraphe suivant.

III.1.3 Le rôle de l'innovateur : acteur d'interface pour l'innovation

L'ingénierie concourante s'est accompagné de la création d'un nouvel acteur : le directeur de projet, représentant emblématique du chef de projet [Midler 1993]. Dans notre cas, l'observation des projets informels dans un contexte d'innovation souligne le rôle d'un acteur d'interface que nous avons qualifié d'innovateur. Contrairement à des acteurs métiers qui peuvent être assimilés à de « simples portes-paroles » d'un point de vue, l'innovateur est, lui, le véritable mobilisateur d'un processus collectif de maturation d'une nouvelle idée, d'un nouveau concept. Par contre, son rôle et surtout son statut l'amène à intervenir d'une manière complètement différente par rapport à un chef de projet sur le processus coopératif. A ce sujet, nous allons montrer que cet innovateur en tant qu'acteur d'interface tel que nous avons pu le rencontrer ne possède pas les mêmes objectifs et les mêmes leviers d'action qu'un chef de projet. A ce sujet, [Poveda 2001] montre que l'activité d'un chef de projet consiste non seulement à ordonner et à arbitrer l'action mais également à être le garant des règles de coordination. Par contre, l'innovateur n'a pas toujours la même autorité directe et les mêmes dispositifs d'incitation au travail car il se trouve dans une position hiérarchique parfois identique aux acteurs en présence. Ainsi, contrairement au chef de projet, il ne peut pas toujours imposer des voies de développement ou des expertises aux acteurs ou faire jouer son autorité pour trancher dans les débats. Dans cette situation, l'innovateur ne peut pas développer des stratégies prescriptives mais s'inscrit dans une démarche volontariste d'enrôlement de nouveaux acteurs. De ce fait, nous affirmons qu'une partie de son action tend à établir les conditions de coopération mais dans une dimension différente de celle d'un chef de projet. Ainsi, l'acteur d'interface ne peut imposer la coordination mais il s'efforce de créer les conditions pour la mise en œuvre d'un travail coopératif par des stratégies d'intéressement et des stratégies propres aux phases préparatoires. L'acteur d'interface est ainsi un acteur interne au collectif de la conception qui vise à favoriser la « synchronisation cognitive » [Darses 1997] de son réseau d'acteurs. En ce sens, il doit jouer dans les interstices laissées par l'organisation afin d'encourager l'initiative de tous les acteurs (et non uniquement la sienne) à émettre des propositions, et à participer aux débats indépendamment de leur fonction ou de leur niveau d'expertise.

A l'image de la position d'un acteur d'interface, l'innovateur se situe résolument « entre » les métiers et joue donc un rôle majeur dans la régulation de l'action. Compte tenu du caractère lacunaire des savoirs aux frontières des métiers [Moison et Weil 1992], l'acteur d'interface doit être le catalyseur des compromis, des ajustements locaux et doit assurer la prise en compte de l'ensemble des points de vue. Pour cela, il mène une constante réflexion sur les modalités de l'intervention des différents *stakeholders* et doit, de plus, bien connaître leur situation de travail, leurs compétences et leurs besoins. L'acteur d'interface doit donc avoir une connaissance importante du processus en place et des acteurs qui le composent. Par conséquent, nous rejoignons les observations faites dans [Laureillard 2000] et nous pensons qu'il ne peut être extérieur au collectif et que cette fonction doit être occupée par un acteur du projet. De ce fait, un acteur peut très bien se retrouver temporairement dans une situation d'acteur d'interface à un moment du projet et reprendre son rôle d'acteur métier.

Cette notion d'acteur d'interface entre les métiers émerge également à travers d'autres travaux [Moison et Weil 1992]. A partir du constat du caractère lacunaire des savoirs d'interface dans le fonctionnement des plateaux projet chez Renault, les auteurs s'interrogent sur l'opportunité de créer un nouveau type d'acteur dans les projets de conception : « les acteurs d'interface ». Renonçant à définir des acteurs spécifiques car finalement tous les acteurs sont d'une manière ou d'une autre aux interfaces (ce qui montre bien que c'est le lieu essentiel de l'activité de conception), ils préfèrent proposer des dispositifs dans lesquels de tels acteurs pourraient exister temporairement dans le cadre d'une mission particulière d'interface qui leur serait

confiée. D'autres travaux croisent cette notion d'interface. Dans [Sardas 1997], définit des « experts transversaux » au projet dont le rôle est de gérer la capitalisation et l'innovation. Ces travaux préconisent l'émergence d'experts « méthodes de conception » chargés de l'adaptation des outils et des méthodes de travail.

Ainsi, au travers de ces travaux sur la dynamique des métiers de la conception, nous retrouvons l'enjeu des « acteurs d'interface » et de ces « compétences d'interface » tournées vers l'explicitation de choix de conception, la mise à plat de règles, de savoirs et la confrontation des points de vue. Lors de notre étude sur les phases préparatoire nous avons également identifié un aspect très important concernant l'activité d'un acteur d'interface dans le cadre de la coopération : celui de la dynamique des apprentissages.

III.1.4 Les apprentissages lors des phases de coopération informelle

Nous allons montrer dans ce paragraphe que mettre en œuvre un processus coopératif de maturation d'une nouvelle idée nécessite de développer les apprentissages des acteurs au niveau individuel, et collectif et finalement conduit à développer les principes de l'apprentissage organisationnel [Argyris et Schön 1978], [Midler 1991]. Ainsi, placer cette dimension de l'apprentissage au centre de notre analyse, conduit à distinguer un processus de conception d'un processus de résolution de problème. De nombreux auteurs ont d'ailleurs déjà largement contribué à cette distinction en mettant en évidence le concept d'apprentissages croisés [Hatchuel 1994], [Weil 1999], d'apprentissage organisationnel [Midler 1991] et en identifiant le rapport du savoir à l'action [Schön 1991], [Prudhomme 1999].

Il est maintenant établi qu'il existe un enjeu majeur concernant la création et le partage des connaissances dans le cas d'un processus de coopération. Ainsi, dans un contexte d'instabilité et de non complétude des connaissances tel que nous avons pu le caractériser pour les processus de conception innovante, il nous semble essentiel d'instaurer une dynamique d'apprentissage au niveau individuel et collectif. Au niveau individuel, un acteur mobilise un ensemble de savoirs disparates pour concevoir, et la mise en relation entre un savoir pertinent et une situation problématique constitue une étape clé du processus d'innovation [Charue-Duboc 2000]. Par ailleurs, lors d'une activité coopérative, la dynamique des interactions entre acteurs est essentielle car elle établit le lien entre les apprentissages individuels et collectifs. Nous rejoignons ici la notion d'apprentissages croisés développée dans [Hatchuel 1994]. Ainsi, les nombreux apprentissages croisés qui se produisent entre acteurs génèrent des savoirs d'interface ou des connaissances communes [Laureillard 2000]. L'apprentissage organisationnel n'est pas la production d'un savoir collectif attribuable à l'organisation. Ce sont les acteurs qui apprennent dans leurs interactions avec l'objet, les outils et surtout entre eux. La confrontation de leurs savoirs et de leurs points de vue, ainsi que la nécessité de justifier les contraintes dont ils sont porteurs pour les autres, font, du collectif en interaction, un lieu où se créent des connaissances nouvelles. En ce sens, plus le collectif réuni est large, tout en restant pertinent, plus l'échange peut être riche et fructueux [Jeantet et Boujut 1998]. On parle alors d'apprentissage collectif et de constitution des compétences clés pour les processus de coopération.

Par ailleurs, les analyses de terrain permettent également d'apporter un éclairage intéressant sur les dynamiques d'apprentissage lors des processus de coopération informelle autour des nouvelles idées. A ce sujet, nous avons souligné aux paragraphes précédents comment les innovateurs en tant qu'acteurs d'interface peuvent agir comme catalyseurs au niveau des frontières entre métiers. Cette position les amenant donc à se trouver au centre des lieux où se développent de nouvelles connaissances. Dans ce contexte, ces acteurs se trouvent dans une position privilégiée d'apprentissage aux interfaces des métiers. Ce constat n'est pas lié aux compétences intrinsèques des individus mais à leur position centrale au niveau des échanges et des flux d'information. Par exemple, il est fréquent de voir comment des innovateurs tels qu'un jeune doctorant impliqué sur l'animation et la participation à un groupe innovation au sein de nos partenaires industriels, où nos correspondants dans les entreprises, confrontés à des situations similaires, se forment très rapidement de nouvelles compétences dans des domaines variés suite à leurs interactions avec les acteurs métiers concernés. Ainsi, nous avons pu constater

que les innovateurs, en tant qu'acteur d'interface sont généralement dans des situations privilégiées d'apprentissage pour les savoirs d'interfaces ?

Cela étant, se pose alors la question du potentiel d'apprentissages pour les autres parties prenantes et les autres acteurs constituant le réseau. Nous faisons l'hypothèse que les autres acteurs des réseaux mobilisés peuvent également bénéficier de ces apprentissages mais dans une plus faible mesure. Par contre, nous pensons que les dispositifs actuels, centrés sur l'aptitude des innovateurs à faire partager ces apprentissages, ne sont pas suffisants pour une entreprise confrontée à un besoin d'innovation répétée. En effet, il nous semble peu efficace de faire reposer l'enjeu de l'apprentissage des acteurs d'un projet sur quelques individus. En effet, l'acteur d'interface joue un rôle non volontaire de filtre sur les flux d'informations car la dynamique des projets est telle que les acteurs, même s'ils en ont l'objectif, ne peuvent pas humainement tout restituer à leurs interlocuteurs. Au final, dans ces configurations, les apprentissages croisés [Hatchuel 1994] entre acteurs métiers sur le projet sont moins consolidés que ceux qui existent entre l'acteur d'interface et son réseau car les acteurs métiers ont moins de prises sur le projet et les connaissances des autres intervenants.

Pourtant les processus d'apprentissages collectifs sont au cœur de l'innovation. De plus, une nouvelle contextualisation des connaissances et leur appropriation par les acteurs, ainsi que leurs actions associées sont probablement sources de nouvelles pistes pour l'innovation. En effet, le but n'est pas de constituer un panel de connaissances formelles et explicites qui prescriraient l'action mais de contribuer à l'élaboration de savoirs qui encadrent l'action et donnent lieu à de nouvelles dynamiques d'innovation. Ainsi, à travers l'exemple de la conception de la Prius chez Toyota, il est intéressant de noter que les connaissances acquises sur l'hybridation d'un moteur électrique avec un moteur thermique constituent une source d'innovation future encore plus importante que le chiffre d'affaires et l'image générés par les ventes du produit. De la même manière, il est intéressant de voir comment Apple a obtenu un tel succès commercial avec l'iPhone en capitalisant sur les savoirs et les apprentissages générés lors de la conception des produits précédents (iPod, iMac...).

Ainsi, lors des études de terrain, la caractérisation de l'informel est un point central dans l'analyse des processus d'innovation et de maturation des nouvelles idées. De plus, nous allons voir dans le prochain paragraphe qu'il s'agit d'analyser ces aspects non pas de manière unilatérale et découpée mais plutôt dans une logique d'interaction avec les processus formels des organisations.

III.2 La proposition d'un outil d'aide à l'analyse des processus de collaboration

Lors d'une étape de conception dite "routinière" ou réglée, de nombreux dispositifs sont stabilisés et permettent aux acteurs de s'appuyer sur des repères à la fois techniques, économiques et organisationnels. Dans ces situations, les acteurs connaissent en partie les étapes essentielles du développement à envisager : le réseau d'acteurs à mobiliser est relativement vite identifié et stabilisé dès les premiers temps d'investigations, le produit à concevoir ne nécessite pas des sauts de connaissances importants, les méthodes et les outils à utiliser sont connus... Ces situations routinières se développent à partir d'une coordination, pensée et organisée en amont, des actions et des hommes par le système décisionnel. Coordination qui prend la forme de procédures de travail, de normes ou de circuits formels de communication. Dans ce contexte, le pilotage consiste alors à organiser, avec une certaine part de prescription, le système de conception. De ce fait, cette situation conduit à mettre en place des facteurs de suivi principalement orientés vers des indicateurs de résultats (respect des coûts, du planning, etc.).

Dans un contexte d'innovation, le processus de conception n'obéit pas souvent à un schéma prédéterminé. Les actions des participants ne sont pas toujours préalablement identifiées car c'est l'action même du projet qui va les guider autour de la définition progressive d'enjeux respectifs et d'objectifs communs. Des périodes de travail individuel peuvent succéder à des

périodes de travail collectif, cependant le contenu des tâches n'est pas toujours établi à priori mais se définit en cours d'action. Ainsi le résultat final de ce processus n'est pas obtenu en sommant uniquement les résultats partiels de chacun mais s'inscrit dans un mouvement plus complexe qui résulte de la confrontation créative et de l'ajustement de diverses compétences porteuses de contraintes hétérogènes et de la négociation des compromis entre les différents points de vue. Dans ce contexte, il y a une incertitude à la fois sur les trajectoires à emprunter mais également, sur le réseau d'acteurs à mobiliser. De ce fait, le pilotage consiste alors à organiser le système de conception [Girard 1999] avec une certaine autonomie pour favoriser l'émergence. Cela nécessite, par exemple, d'organiser la création de communautés de pratiques (par métiers, par fonctions, par projets, etc.) pour favoriser l'alignement d'intérêts communs et la coopération et ainsi former de véritable « communautés d'innovation » au sens de [Reddy 1989] ou de « communautés de pratiques » [Wenger 1998] pour l'innovation.

Cependant, la difficulté réside que dans l'action, la distinction entre conception réglée et innovante n'est pas si franche et qu'il convient, une nouvelle fois, d'hybrider les approches proposées. En effet, entre coordination et coopération, les réseaux d'acteurs se construisent et se reconfigurent en fonction du processus de conception. La typologie proposée nous permet d'identifier la coopération et les aspects d'émergence comme des facteurs clés pour favoriser l'innovation. Par ailleurs, la prescription et la coordination montrent une certaine adéquation au caractère stabilisé d'un processus routinier. Par contre, aucune des deux logiques ne sera préférée à l'autre, au risque de voir apparaître des dysfonctionnements majeurs, au-delà, c'est leur interconnexion, leur hybridation et leur complémentarité qui seront privilégiées et source de performances pour une entreprise ou une organisation agile. En effet, si nous accordons une certaine légitimité sur le fait qu'il existe des différences qui caractérisent une situation de conception innovante d'une situation plus routinière, il faut appréhender un processus de conception comme une combinaison complexe de successions et d'enchèvement de ces deux types de situation. Ainsi, dans la dynamique d'action collective des développements, la distinction entre conception innovante et réglée n'est pas si claire et permanente, des périodes stabilisées ou non peuvent alterner en fonction de l'actualité des projets. De ce fait, même si certains projets ont des contextes, des teneurs particulières à l'innovation, il arrive fréquemment d'observer des phases très routinières pendant leur déroulement. Inversement, lors de phases de conception dites routinières et considérées comme réglées, il arrive fréquemment d'observer des situations très instables, créatives, liées à des imprévus où l'arrivée de nouvelles parties prenantes dans le dispositif. Ainsi, pour une entreprise agile, il s'agit alors d'organiser les deux approches pour assurer la divergence et la convergence au service de la performance [Blanco 2008].

De ce fait, à l'instar du chef de projet qui doit composer en permanence avec cette dualité (et ce n'est pas la seule !), le travail d'analyse du praticien en recherche action sur le terrain en est également complexifié pour distinguer les différentes dimensions du CATWOE (*Customers, Actors, Transformation process, World View ou Weltanschauung, Owner, Environmental constraints*) au sens de la *Soft System Methodology* proposée par [Checkland 1981] [Checkland et Scholes 2001]. Ainsi dans le cadre du PhD de Guillaume Pol [Pol 2007], j'ai participé au développement d'un outil d'aide à l'observation pour accompagner l'analyse des travaux de terrain. Dans notre cas, il s'agissait de travailler sur la caractérisation des processus de collaboration au sein de l'entreprise Ederena (PME spécialisée en conception et fabrication de produits en matériaux mécano-collés en nid d'abeille composite) en vue du déploiement d'un système d'information. Ces analyses portaient sur deux points de vue complémentaires : celui de la conduite du projet [Girard 1999], [Merlo 2003] ainsi que celui des relations et des interactions entre acteurs impliqués dans les événements collaboratifs d'un projet afin de pouvoir identifier les multiples facteurs qui influencent la collaboration et ainsi caractériser les événements collaboratifs qui soient formels ou informels, dans des projets innovants ou routiniers.

Un modèle pour la caractérisation de la collaboration a donc été proposé et détaillé dans [Pol 2007] et [Merlo 2009], autour du concept d'évènement collaboratif où l'idée est de permettre à l'observateur/praticien/chercheur en situation d'observation participante de renseigner une succession d'évènements situés dans le temps en vue de les comparer ultérieurement aux

différents processus de conception prévus et réactualisés. Ce modèle de collaboration vise donc à couvrir le maximum d'informations nécessaires à la compréhension et l'analyse des événements collaboratifs, ainsi que de leur exploitation en vue de formaliser sous forme de bonnes pratiques pour les chefs de projet lors des projets de conception. Ce modèle étant plutôt destiné à instrumenter l'intervention d'un observateur neutre pour permettre une formalisation fiable des informations et une exploitation collective et non individualisée des informations saisies, un outil logiciel a été rendu nécessaire pour permettre d'exploiter ce modèle au vu de la quantité d'événements identifiables lors d'un projet de conception. Ainsi, l'outil logiciel CoCa (cf. figure 7) a donc été développé [Pol 2007], en vue de supporter la capture des événements collaboratifs émergents lors des projets de conception afin de faciliter l'analyse des données récoltées pour formaliser des préconisations à destination des chefs de projets mais également pour permettre à un chercheur/praticien en situation de recherche-action de compléter et d'instrumenter ses observations sur le terrain.

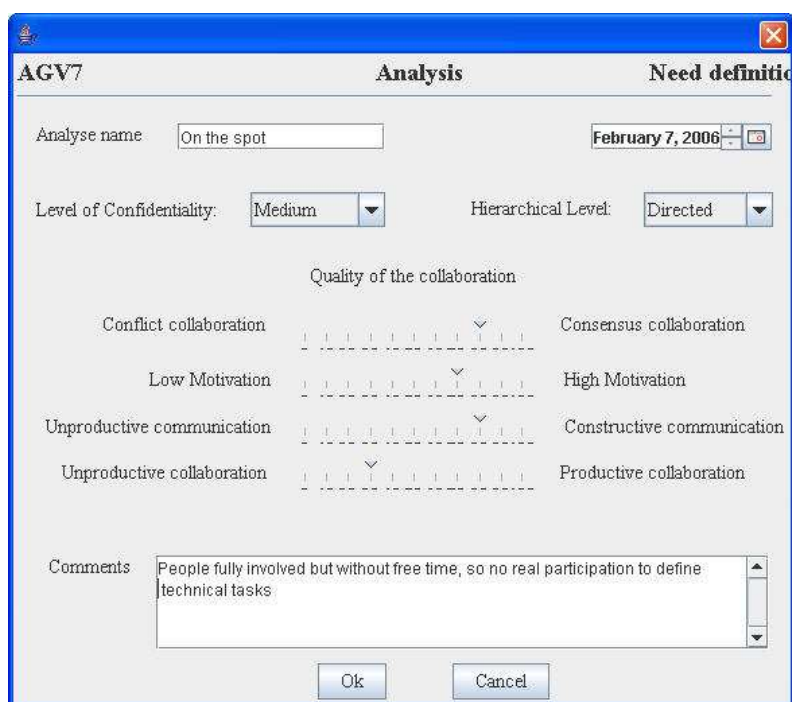


Figure 7 : Capture d'écran du logiciel CoCa : Collaborative Capture [Pol 2007]

Développé en langage Java et avec une base de données relationnelle accessible en réseau, l'interface utilisateur se répartit entre trois fonctionnalités complémentaires : la gestion des projets, la gestion des événements collaboratifs, la visualisation des données collectées. Les fonctionnalités dédiées aux événements collaboratifs sont regroupées à travers un écran « event » qui synthétise à la fois les fonctions pour la capture et les fonctions pour l'analyse. La capture comprend plusieurs onglets permettant de caractériser un événement : le « contexte » de l'événement, le « type et le sujet » et les « critères » de mesure. L'analyse est saisie à travers les onglets « liens » entre événement puis « évaluation/analyse ». Enfin les fonctionnalités de visualisation proposent aujourd'hui une représentation graphique de l'enchaînement des événements basée sur un critère temporel et/ou causal et/ou problème. Ainsi cet outil permet à un chercheur en recherche intervention de compléter ses données recueillies sur le terrain par les informations saisies dans cet outil. L'intérêt principal étant de pouvoir ensuite reconstruire certains processus formels ou informels à partir d'un certain nombre d'événements singuliers. Par ailleurs, il est également envisagé d'adjoindre un module statistique permettant d'obtenir des synthèses issues des paramètres de caractérisation des événements, et ce en cumulant les données de plusieurs projets.

A ce jour, l'outil CoCa a été expérimenté au sein de la PME Ederena Concept sur 3 projets différents, cumulant ainsi une centaine d'événements collaboratifs [Pol 2007].

III.3 La proposition d'un jeu de la conception

Si l'étude de la collaboration en situation d'innovation est relativement complexe dans le contexte industriel, la formation des individus est une problématique forte pour les organismes d'enseignement et plus particulièrement pour les écoles d'ingénieurs. Aujourd'hui, former de futurs ingénieurs, dotés de réels savoirs techniques tout en leur permettant d'acquérir des "compétences à la collaboration" reste un défi majeur pour les centres de formation qui visent à mettre sur le marché des acteurs de l'innovation. Ainsi si les connaissances techniques et économiques des différents acteurs de la conception augmentent sans cesse, les écoles d'ingénieurs et plus largement les centres de formation doivent enseigner de plus en plus de disciplines à leurs étudiants. Par exemple, les outils d'aide à la conception (CAO, PLM,...), les outils d'évaluation technique et économique, etc., se développent continuellement afin d'assister les acteurs dans la réalisation de leurs tâches de plus en plus complexes et spécifiques à un métier. Néanmoins, cette dynamique des connaissances métiers et des savoir-faire en général impose aux acteurs de se spécialiser et de choisir un domaine d'expertise particulier. Cette situation conduit à un certain "cloisonnement" des savoirs répartis entre différents individus et entre différentes structures. Un acteur ne peut pas élargir ses compétences dans une multiplicité de domaines. Cette situation conduit à observer une "asymétrie croisée des savoirs" entre les acteurs métier : chaque individu développe des connaissances de plus en plus spécifiques à son métier mais au détriment d'une certaine veille technique dans les autres domaines conduisant ainsi à des difficultés de compréhension, d'échange et de partage aux interfaces des métiers [Finger et al. 1995].

Aujourd'hui, la formation des individus orientée vers le développement de savoir-être et d'aptitudes à la collaboration demeure problématique. En effet, de part la multitude des « paramètres » (développement personnel, psychologie de l'individu, du groupe, culture d'entreprise, jeux de pouvoir, habitude de travail...) qui la conditionnent, il faut reconnaître le caractère fortement contextuel de la collaboration. C'est pourquoi cette aptitude à la collaboration est souvent perçue comme une compétence qui s'apprend essentiellement par l'expérience et la mise en situation réelle de l'individu. De ce fait, dans un but pédagogique, il est très difficile de reproduire de tels environnements d'apprentissage même si les stages, les projets étudiants sont les premières réponses apportées par les écoles pour mettre en situation les élèves ingénieurs dans leur futur rôle d'acteurs de la collaboration. Nous faisons l'hypothèse que ces dispositifs d'apprentissage de la collaboration ne sont pas suffisants et peuvent être complétés par d'autres approches.

Nous avons donc proposé un jeu de la conception destiné à être utilisé par les centres de formation comme un outil pédagogique pour l'apprentissage de la collaboration. Ce jeu, essentiellement basé sur les briques Légo®, a été développé pour simuler la conception pluridisciplinaire d'un objet technique et amener un groupe d'étudiants à expérimenter une situation nécessitant la coopération de tous. Plus particulièrement, nous avons adapté certains concepts du jeu « Delta Design » développé au M.I.T par [Bucciarelli 1991]. Nous ne reviendrons pas dans ce mémoire les intérêts pédagogiques de Delta Design car le lecteur pourra se référer à l'article [Prudhomme et al. 2003]. Toutefois nous soulignons l'intérêt majeur pour l'étudiant qui peut ainsi par une analyse réflexive selon [Schön 1991] mieux comprendre et analyser son comportement dans une action collective.

Dans le jeu que nous proposons, l'objectif est de concevoir une navette spatiale (cf. exemple figure 8) par l'assemblage de brique Lego® en respectant un certain nombre de contraintes. Le choix des briques est essentiellement basé sur leurs facilités d'utilisation, leurs possibilités de construire/représenter des produits mécaniques (un avion, une automobile), l'utilisation des logiciels libres (tel que MLCad) pour construire et partager à distance des modèles virtuels d'assemblage. A noter qu'un certain nombre de jeux pédagogiques, utilisés dans certaines formations d'ingénieurs et de marketing, et également de coaching en entreprise ont été déjà conçu avec ce type de brique (<http://www.seriousplay.com/>).



Figure 8 : Exemple de situation du jeu de la conception avec le logiciel MLCad

A l'instar du jeu Delta Design, nous avons également une partie commune qui présente l'objectif général assigné à l'équipe puis des définitions de postes et de règles spécifiques pour les différents métiers. Si on analyse les différentes règles métier qui sont données aux joueurs, nous pouvons constater que celles-ci sont parfois floues/subjectives ou précises/formelles et ont été définies afin de proposer des oppositions et des alliances entre elles. Cela permet alors d'observer des moments de collaboration et des moments de négociation entre les joueurs qui font valoir leurs contraintes respectives au moment de la construction de la maison. L'intérêt de notre jeu réside dans l'analyse des "temps forts" de collaboration. Cette analyse peut être faite par un observateur externe ou par un binôme joueur- observateur par métier. L'objectif de notre jeu est de se rapprocher des pratiques sociotechniques [Subrahmanian et al. 2001] des ingénieurs qui utilisent à la fois des modèles CAO (dans notre cas, c'est le modèle MLCad), des outils propres (dans notre cas, ceux sont les macros Excel), et des prototypes (dans notre jeu, l'équipe pourra prototyper les premières versions de la navette avec de vraies briques Lego®).

En complément de ce jeu, nous avons également développé le challenge « Les 24h de l'innovation® » qui est une manifestation annuelle organisée à l'école d'ingénieurs ESTIA à depuis 2007 (www.24h.estia.fr). Le principe est basé sur un concept novateur car il s'agit de répondre en 24 heures chrono à des demandes de développement d'innovation (produits, services...) proposées par des entreprises de différents secteurs d'activités, des laboratoires de recherches, des associations, des particuliers.

Le déroulement est basé sur la démarche suivante : un appel à projets, à participation, et à sponsors est lancé avant la manifestation. Les sujets collectés sont ensuite proposés auprès des participants le jour de l'épreuve. A l'ouverture, les sujets sont dévoilés et les équipes se constituent (au maximum 10 personnes par équipe). Chaque équipe composée majoritairement d'étudiants dispose ensuite de 24 heures pour développer des solutions, des concepts innovants, des prototypes en réponse au besoin exprimé. A l'issue de ces 24h, chaque équipe présente ses propositions en seulement 3 mn devant l'ensemble des participants et devant un jury composé de professionnels de l'innovation qui attribue des prix afin de récompenser les meilleures équipes avec la remise des lots offerts par les sponsors de l'épreuve.

Après trois éditions, l'événement confirme son caractère innovant en France par la venue de plusieurs centaines de participants issus de plusieurs institutions de formation en France (écoles d'ingénieurs et de management, université, BTS, collège...). Egalement, la participation de plusieurs dizaines d'entreprises (de la PME aux grands groupes multinationaux de renom) soit en tant que porteur de projet soit en tant que sponsors de l'édition, confirme l'intérêt grandissant pour cette manifestation dont le nom a été déposé auprès de l'INPI. Cet intérêt des entreprises s'explique par l'espoir d'un bon retour sur investissement d'une telle manifestation. En effet, ces dernières proposent un sujet (une idée, un cahier des charges, un thème de recherche...) sous la forme allégée d'un simple titre accompagné d'une phrase courte de description et obtiennent, gratuitement et rapidement, des concepts de solutions innovantes, des modèles virtuels, des

prototypes... De plus, de par le format contraignant mais stimulant pour les étudiants, la plupart des équipes essaient de produire des résultats avec un niveau de définition assez surprenant pour un travail réalisé sur une période de 24 heures (voir illustrations sur la figure 9). Ainsi, plusieurs sujets développés lors de des premières éditions sont en cours d'industrialisation et sont sur le point d'être lancés sur le marché par les entreprises. Une proposition de brevet est également en cours d'étude sur un des projets développés.

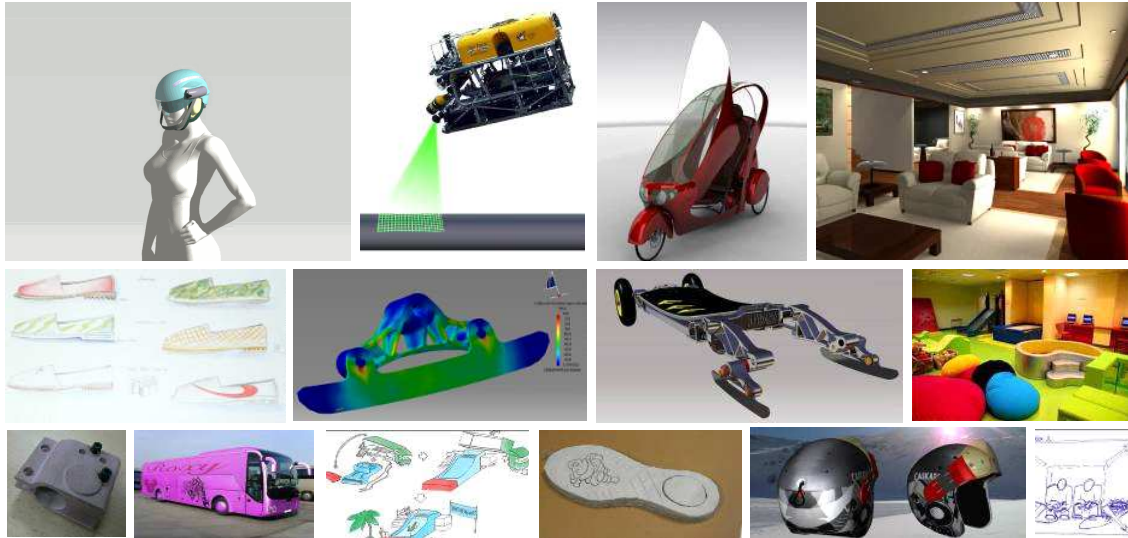


Figure 9 : Exemple de productions obtenues pendant les 24h de l'innovation®

Ces résultats sont obtenus par la mise en place d'un système de suivi et d'encadrement spécifique à cette manifestation. Les équipes ont une autonomie complète sur l'organisation de leur travail. Cependant, grâce à un système web de suivi heure par heure, nous pouvons superviser l'activité de chacune des équipes (voir un exemple sur la figure 10) et ainsi proposer des professionnels (consultants en créativité, designers, ingénieurs, enseignants...) qui sont à la disposition tout au long des 24h pour conseiller les équipes en fonction de leur demande.

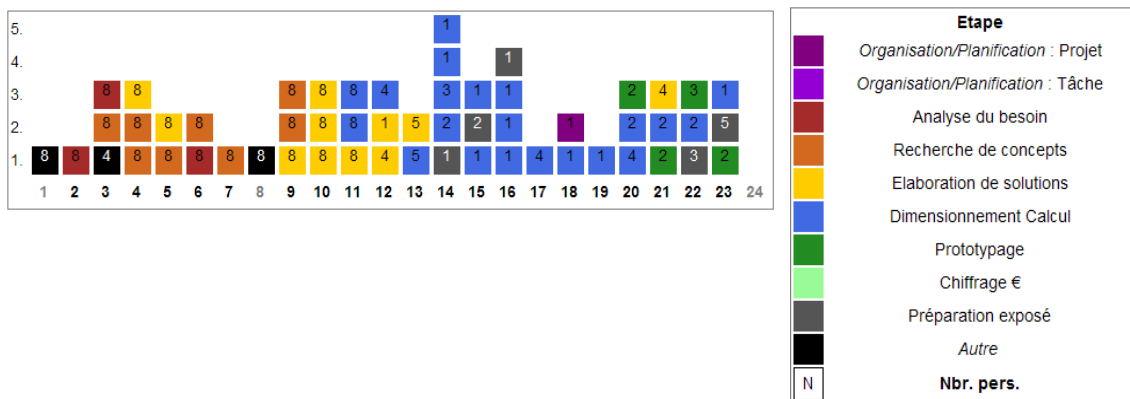


Figure 10 : Exemple d'historique de l'activité d'une équipe pendant les 24h de l'innovation®

Avec ces propositions de dispositifs pédagogiques, nous nous inscrivons dans le courant actuel visant à la mobilisation et à la mutualisation des moyens académiques notamment dans le cadre particulier de l'apprentissage de savoirs-être complexes tels que la collaboration entre métiers. C'est à cette condition que les jeunes ingénieurs modernes [Kurfess 2001] pourront s'insérer plus facilement dans leurs réseaux socioprofessionnels.

En conclusion de ce chapitre 3, nous voyons ici l'enjeu de pouvoir travailler sur l'hybridation des processus formels et informels pour la conception innovante. De ce fait, nous avons présenté dans ce chapitre, plusieurs apports qui permettent à différents publics : chercheurs, entreprises, étudiants de mieux appréhender ces phénomènes dans le cadre de projets innovants.



Principales publications en lien avec ce chapitre (Liste complète au chapitre 9) : [A. 3], [A. 5], [A. 6], [A. 10], [A. 12], [A. 13], [A. 16], [C. 4], [C. 10], [C. 15], [C. 19], [C. 26], [C. 27], [C. 28], [C. 34], [D. 3], [D. 4], [D. 6], [D. 8], [D. 12]

Chapitre

IV

Définition et caractérisation de la conception innovante à partir d'un processus ILM (Ideas Lifecycle Management)

IV. Définition et caractérisation de la conception innovante à partir d'un processus ILM (Ideas Lifecycle Management)

IV.1 Un besoin d'innovation intensive

Nous avons vu que la coévolution à un rythme accéléré de l'offre et de la demande a des impacts multiples sur la forme des marchés et plus particulièrement sur celle des nouveaux produits et des services, pour lesquels il est possible de distinguer différentes caractéristiques spécifiques. Ainsi, nous remarquons tout d'abord une complexité grandissante des objets, ces derniers intégrant de plus en plus de dimensions et de fonctions dans leur conception au fur et à mesure du déplacement des points de différenciation vis-à-vis des concurrents, mais aussi en réponse aux évolutions des exigences client. Ensuite, ces fameux objets nouveaux posent une autre question particulièrement complexe tant à leurs concepteurs qu'à leurs utilisateurs, celle de leur identité.

L'identité des produits n'est plus un point de départ stable de la conception [Le Masson et al., 2006] [Pialot 2009]. Alors que la performance à atteindre, les grandes alternatives architecturales et la nature des métiers à maîtriser étaient autrefois données, ce sont maintenant des questions ouvertes. Aussi, une démarche d'innovation doit permettre d'appréhender l'instabilité de l'identité des objets. Ainsi, l'iPhone d'Apple doit-il être considéré encore comme un téléphone mobile ? Parce qu'il offre la capacité de « surfer » aisément sur Internet et qu'il est possible de télécharger des applications, ne s'apparente-t-il pas plutôt à un ordinateur mobile avec la fonction téléphonie ?

Ces symptômes de crise d'identité des produits ne sont pas l'apanage des secteurs de l'informatique ou des télécommunications mais se retrouve dans d'autres industries, comme l'automobile (les hybridations de type Crossover, motorisations électrique / thermique sont des exemples parmi d'autres), et amènent d'ailleurs à reconsidérer la notion même de « *branche industrielle* » qui apparaît soudain fragilisée et fortement questionnée [Le Masson et al., 2006]. Par conséquent, pour un concepteur, penser la prochaine génération d'un produit invite à s'interroger sur son identité, intégrant des questionnements sur la valeur de certains espaces conceptuels ou sur les hybridations possibles. Une démarche d'innovation semble devoir donc ne pas contraindre l'identité des objets dès le départ.

Mais si la démarche doit viser à ne pas contraindre l'identité de l'objet, cela signifie en fait qu'elle favorise sa mobilité et qu'alors on s'ouvre à de nouvelles explorations, de nouveaux espaces dans la chaîne de valeur [Porter 1985], de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles technologies, de nouvelles connaissances et de nouveaux métiers ou encore de nouvelles formes de modèles économiques, et donc à de nombreuses incertitudes : cette situation de crise d'identité des produits implique la disparition de nombreux repères pour l'ensemble des acteurs d'une entreprise. Ici la préoccupation des ressources prend alors encore plus d'acuité car il faut alors travailler sur un nombre d'autant plus important de dimensions : quels sont les clients, le marché, les nouveaux besoins, les prestations, les fonctionnalités, les technologies, les procédés, les références de coût, les fournisseurs ... ? Tout ceci est maintenant à redéfinir, à concevoir, ce qui semble imposer d'autant plus d'activités et de ressources.

Au final, l'innovation intensive n'est pas une mode mais bien une nouvelle forme de compétition qui place les industriels dans le besoin d'une démarche efficiente d'innovation. Selon [Pialot 2009], cette dernière semble devoir intégrer deux impératifs assez contradictoires, à savoir permettre une mobilité de l'identité des objets au cours de leur genèse et maîtriser les ressources « consommées ». Cette volonté d'une approche efficiente de la démarche

d'innovation des entreprises pose de nombreuses questions, sur la manière de l'initier, sur les indicateurs caractérisant les livrables, sur les prises pratiques offertes aux acteurs de la conception, sur la possibilité de suivre les trajectoires de l'innovation...

Ainsi, nous proposons une approche afin de mieux appréhender le management du cycle de vie des idées ou ILM (Ideas Lifecycle Management) où il s'agit de s'intéresser d'une part à la création de ces nouvelles idées mais également à la maturation/exploration de ces dernières.

C'est l'objet de nos propositions qui sont détaillées dans les paragraphes suivants.

IV.2 Les méthodes et outils d'aide à la créativité au service de l'ILM

IV.2.1 Les méthodes et outils d'aide à la créativité

Lors d'un processus de conception innovante, les acteurs mobilisent diverses méthodes et outils pour les aider dans leurs activités de création. Selon certains auteurs, il est possible de les regrouper en deux grandes classes : les méthodes de créativité et celles de rationalisation²¹ [Cross et al. 1992] [Cross 1993]. Les méthodes de créativité sont fréquemment associées à l'innovation car elles cristallisent à la fois une spécificité majeure et une nécessité du processus d'innovation : la stimulation pour l'émergence de nouvelles idées et l'exploration de nouveaux espaces. Aussi, nous proposons d'étudier leurs apports sur un processus de type ILM pour la conception innovante.

Dans la littérature, de nombreux auteurs associent les méthodes de créativité comme point de départ à l'innovation [De Brabandere 2004], [Jakobiak 2005], [Ngassa et al. 2003], [Ozer 1999], [Altshuller 1984], [Jaoui 2003], en les voyant comme moyen de divergence, sans trop préciser où ils les positionnent vis-à-vis du processus de conception. Certains auteurs [Aoussat 1990], [Groff 2004] définissent plus précisément le cadre d'utilisation des méthodes de créativité, dans certaines phases d'un processus de conception de produits nouveaux. Pourtant historiquement si on s'intéresse à leur genèse nous pouvons noter que les techniques de créativité n'ont pas été développées pour l'innovation industrielle [Le Masson et al. 2006]. En effet, c'est après la deuxième guerre mondiale que Guilford [Guilford 1959] établit une distinction entre l'intelligence convergente, celle que mesure le QI, et l'intelligence divergente qu'il rend synonyme de créativité. Dans le monde anglo-saxon des années 60-70, la sélection d'élèves ou le processus de recrutement pour certains postes ont intégré une série de tests de créativité, visant donc à mesurer l'intelligence divergente des candidats. C'est dans la perspective de fournir un soutien pédagogique pour satisfaire ces tests que les premières méthodes ont donc été imaginées, notamment par des psychologues comme Paul Torrance : ce sont des exercices d'esprit, personnels ou collectifs, visant un foisonnement maximum.

Aujourd'hui, la littérature sur les méthodes de créativité est vaste, certains auteurs proposant par exemple un classement de 172 méthodes [Ngassa et al. 2003]. Par conséquent, notre but n'est pas de présenter un état de l'art exhaustif mais plutôt d'explicitier les grands principes de ces techniques de créativité en groupe. Nous nous proposons d'affiner notre état de l'art sur cette question de la créativité qui semble « communément » indissociable de l'innovation mais également une voie prometteuse dans l'optique de faire varier l'identité d'un objet. Nous allons ainsi analyser différentes méthodes de créativité, celles « d'animation collective » et les méthodes TRIZ et ASIT plus centrées sur la recherche de solutions techniques à un problème posé.

Mais qu'est-ce que la créativité ? Selon de nombreux auteurs, la créativité est décrite comme une aptitude de l'individu à créer, à produire des idées neuves et réalisables, à combiner et à

²¹ Dans cette typologie, les méthodes de rationalisation sont classées en fonction des étapes de conception.

réorganiser des éléments [Demory 1990] [Osborn 1988] : la créativité est envisagée comme « *processus intellectuel qui vise à provoquer le plus d'associations possibles afin d'arriver à une nouvelle synthèse, un nouvel arrangement d'où surgiront des nouveautés conceptuelles, des stratégies inattendues, des innovations* » [Roy 1978], mais ce processus est difficile à appréhender, les grands inventeurs eux-mêmes ne s'expliquant pas bien ce qui leur est arrivé lorsque leur invention leur est venue. La complexité de la créativité peut être illustrée par les différentes disciplines qui l'étudient : psychologie, sociologie, management et sciences de l'ingénieur, philosophie ... [Amabile 1996] mais aussi par l'introspection du cerveau humain²² qui semble nécessaire. De nombreux auteurs [Wallas 1926] [Koestler 1965] ont essayé de modéliser ce qui se passe dans la tête d'une personne, entre le moment où elle est confrontée à un problème jusqu'au moment où elle trouve une solution créative. Koestler propose un modèle de processus créatif en trois phases :

- une phase logique où le problème est formulé, où l'on rassemble des données et où il y a une première recherche de solutions.
- une phase intuitive qui comprend une prise de distance avec la problématique, une maturation et une décantation avant une illumination,
- une phase critique où l'on examine, vérifie et met au point la découverte, la solution.

En superposant ce modèle de processus créatif avec celui de Wallas²³, nous remarquons que la phase intuitive peut se décomposer en deux sous-phases : Incubation et Illumination. L'incubation vise à contourner « *l'auxiliaire mental qui nous empêche de trop penser, appelé fixation* » [Horowitz 2003]. L'illumination représente elle le fameux « *flash of insight* » synonyme d'émergence de solutions créatives. Les méthodes ou techniques de créativité visent majoritairement à instrumenter cette phase intuitive, qui caractérise la production d'idées.

D'un point de vue opérationnel, ces techniques de génération d'idées s'effectuent généralement en groupe car les mécanismes de la linguistique, plus particulièrement la construction de métaphores, sont favorisés dans le cadre d'un groupe d'individus [Degrange, 2000]. Ainsi, de manière classique, il est préconisé de disposer d'un groupe pluridisciplinaire de six à huit participants volontaires et motivés, et d'un animateur qui s'appuie alors sur un ensemble de techniques d'animation telles que celle des 6 chapeaux [de Bono 2005], des jeux pour réduire la proxémie²⁴ entre les participants,

Après une identification du problème qui doit être suffisante pour ne pas déployer d'énormes efforts créatifs « *en vain pour résoudre des problèmes mal identifiés* » [Jaoui 2003], il est généralement dissocié une première phase, divergente, de production d'idées, puis une deuxième consistant à les évaluer et les trier : un « *délai entre l'émission des idées et le tri* » est préconisé de manière à prendre un recul nécessaire pour ne pas « tuer » trop rapidement certaines idées « *par réflexe de protection à l'égard d'un changement* » [de Brabandère 2004] : c'est le jugement différé. Le processus créatif lui-même, la production d'idées, se déroule d'abord par un premier temps, qui correspond à l'« illumination » de Wallas, où tout peut être dit, sans censure ni autocensure, puis par un deuxième où l'on peaufinera, classera, regroupera les nombreuses idées produites sans en éliminer et sans leur enlever leur originalité [Jaoui, 2003] et où pourra s'effectuer des combinaisons d'idées. Les idées sont *in fine* formalisées sous forme

²² Les travaux de Sperry, prix Nobel de médecine en 1981, ont donné une nouvelle dimension aux recherches sur l'aptitude créative des individus : il distingue l'hémisphère gauche du cerveau qui serait le siège des fonctions rationnelles comme la mémoire, la logique, le raisonnement ou encore le calcul, de l'hémisphère droit où seraient localisées des fonctions globalisantes telles que la synthèse, l'intuition, l'esthétique, la sensation, les images, les métaphores, l'instantanéité.

²³ Le modèle de processus créatif de Wallas comporte 4 phases : Préparation, Incubation, Illumination et Vérification [Wallas 1926].

²⁴ La proxémie, terme proposé par [Hall 1966] est la distance physique qui s'établit entre des personnes prises dans une interaction

de fiche-idée, mais notons que nous ne relevons généralement aucun dispositif visant à satisfaire la question de leur approfondissement, lorsque celle-ci est esquissée.

Concernant ces méthodes de créativité de groupe, une remarque apparaît nettement : c'est le nombre de techniques existantes. On en dénombre des centaines, chacune s'appuyant sur une particularité ou un mécanisme cognitif, et nous soulignerons en outre qu'il n'existe que peu d'informations quant à leur efficacité et leur utilisation en entreprise [Ngassa et al., 2003]. La question du choix d'une ou plusieurs techniques en vue d'une séance de créativité semble peu rationnelle (« laquelle ou lesquelles choisir ? ») et on peut donc penser que l'efficacité d'une séance de créativité collective repose en grande partie sur l'animateur, sur son expérience des techniques à mobiliser et sur ses talents d'animation du groupe, mais aussi sur sa conduite d'un point de vue formel de la séance.

Notre deuxième remarque est que la légitimité des méthodes de créativité elles-mêmes, du point de vue de leur formalisme, est remise en cause par certains auteurs. Ainsi, les techniques de créativité « *sont présentées comme des recettes, un peu sur le mode culinaire, sans qu'il soit proposé de cadre propice à une réflexion théorique pouvant venir répondre à quelque rigueur* » [Degrange 2000].

Nous allons maintenant analyser la méthode TRIZ, un ensemble d'outils qui permet de générer de nouvelles idées en lien avec un problème d'ordre technique.

IV.2.2 La méthode TRIZ

La méthode TRIZ²⁵ est un ensemble d'outils créés et développés suite aux travaux de Genrich Altshuller à partir de 1946, visant à contourner « l'inertie psychologique » pour permettre l'émergence de concepts de solutions en réponse à des problèmes [Altshuller 1999]. Au lieu de s'intéresser à ce qui se passe dans la tête d'une personne entre le moment où elle est confrontée à un problème jusqu'au moment où elle trouve une solution créative, Altshuller a centré son analyse sur des créations existantes : les outils et la connaissance mobilisée sont principalement extraits d'analyses réalisées sur plusieurs milliers de brevets. Ces analyses lui ont permis d'observer qu'une invention dans un domaine est souvent la transposition d'une solution existante dans un autre domaine.

La méthode TRIZ a pour objectif de rationaliser et d'étendre les domaines investigués pour permettre aux ingénieurs d'exploiter, le plus efficacement possible, des principes de solutions déjà éprouvés dans d'autres applications innovantes. L'apport principal de TRIZ est donc de favoriser la créativité appliquée à la résolution de problèmes techniques. Les outils proposés remplissent deux fonctions bien distinctes. Les premiers permettent de modéliser, d'abstraire le problème spécifique en un problème standard. Atteindre un certain niveau d'abstraction permet de s'affranchir des particularités du problème traité et plus largement de la manière habituelle de l'aborder propre à une discipline. Les seconds sont des outils de résolution et proposent de manière systématique des pistes de solution standard que l'on déclinera par la suite en une ou plusieurs solutions spécifiques.

Concernant les limites de TRIZ, certaines recherches sur l'utilisation de cette méthode et les outils associés pointent la difficulté de formuler un problème spécifique en un problème standard exprimé dans des termes propres à TRIZ, mais aussi et surtout la difficulté d'interpréter les solutions génériques pour les adapter en solutions spécifiques [Choulier et Draghici 2000] [Ngassa et al. 2000]. En effet, il n'est proposé aucun outil spécifique pour effectuer cette opération qui vise à déduire les solutions spécifiques à partir des pistes de solutions standards proposées.

²⁵ TRIZ : acronyme russe de « *Teoriya Rescheniya Izobretateliskih Zadatcc* », que l'on rencontre également dans la littérature sous le terme anglais « TIPS » (« *Theory of Inventive Problem Solving* ») et qui peut se traduire en français par la théorie de résolution des problèmes inventifs, ou plutôt théorie de résolution de problèmes pour innover.

Une deuxième limite concerne les conditions d'utilisation de la méthode. En effet, Choulier et Draghici montrent que si la méthode TRIZ semble particulièrement bien adaptée à la résolution de problèmes relativement bien définis, elle semble difficilement envisageable dans le cas de l'innovation et plus généralement pour des problèmes de conception mal définis [Choulier et Draghici 2000]. En effet, pour mobiliser certains outils comme les modèles « *substance-champ* », il est nécessaire d'avoir des connaissances précises sur l'objet du problème. Les retours d'expérience de projets industriels montrent la nécessaire maîtrise des outils par les participants : un premier niveau de connaissance doit être acquis, ce temps d'apprentissage pouvant être important [Choulier et Draghici 2000], et il est préférable d'être accompagné d'un expert. La méthode TRIZ comprend en fait de nombreux outils, plus ou moins complexes et qu'il faut mobiliser ou pas suivant les cas²⁶. Les logiciels²⁷ peuvent aider à la fois pour l'apprentissage de la méthode et pour une utilisation concrète. La méthode TRIZ semble « complexe » et « chronophage » à utiliser : il est donc nécessaire de bien cibler et maîtriser son utilisation, respectivement en termes de problèmes traités et au niveau des outils mobilisés.

La méthode TRIZ est efficace, mais dans certaines conditions et sur le périmètre restreint de la résolution de problèmes bien identifiés et à caractère technique. Nous allons maintenant présenter une évolution de TRIZ : la méthode ASIT.

IV.2.3 La méthode ASIT

La méthode ASIT²⁸, a été imaginée par Roni Horowitz [Horowitz 2003]. En s'intéressant à différentes solutions, particulièrement les plus « élégantes », il a remarqué que le « monde de la solution » n'introduit pas de nouveau type d'objets par rapport au « monde du problème » : les solutions créatives sont très proches dans leur « généalogie » des solutions conventionnelles. Ceci constitue la première condition de la méthode ASIT, nommée condition du « Monde Clos », et rejoint certains principes de TRIZ et notamment les notions d'idéalité et de ressources. La deuxième condition, celle du « changement qualitatif », peut s'expliquer par l'utilisation ou l'annulation de la cause du problème. Le fait de poser cette dernière condition permet de « casser » les contradictions, les mêmes contradictions que l'on essaie de résoudre dans TRIZ. Ces deux conditions, qui constituent la base de la méthode ASIT, sont accompagnées de cinq outils visant à aider à identifier les opportunités cachées à l'intérieur du Monde Clos [Horowitz 2003]. La méthode ASIT, comme la méthode TRIZ, est une méthode de résolution de problèmes et remet en cause le mythe de « la quantité mène à la qualité » suivant lequel « *plus on a d'idées à considérer, plus on augmente nos chances de découvrir de nouvelles choses* » [Grossman et al. 1988], et ne s'appuie donc pas sur la pensée latérale ou divergente, ou sur une réflexion hors du cadre. Pour contourner les « fixations », l'inertie psychologique, ASIT propose justement un « *nouveau cadre au lieu de nous dire de penser en dehors d'un cadre* » [Horowitz 2003]. Ainsi, un des points forts de ces méthodes ASIT et TRIZ est de fixer des directives quant à la qualité des solutions trouvées : dans TRIZ, ce cadre est délimité par une modélisation particulière du problème ; dans ASIT, la condition du Monde Clos suivant laquelle « *il ne faut pas ajouter d'objet d'un nouveau type* » fixe l'idée d'un monde de la solution utilisant les mêmes composants que le monde du problème. Horowitz montre l'intérêt de cette condition par un modèle de spirale représentée sur la figure 11 [Horowitz 2003].

²⁶ Une stratégie d'acquisition de compétence « au cas par cas » est proposée par [Lutz et Cavallucci 2000] et pour les problèmes plus complexes, il existe un outil de résolution adapté : « ARIZ », algorithme de résolution des problèmes inventifs.

²⁷ Certains supports informatiques reprennent l'ensemble de ces outils TRIZ et les associent parfois à des bases de données d'exemples. Les logiciels CreaTRIZ, TechOptimizer™, CREAX, en sont des exemples. Le lecteur intéressé peut se référer aux ouvrages spécialisés sur la méthode [Altshuller 1999], [Savransky 2000], et pour les analyses sur la méthode même [Choulier 2000a et b].

²⁸ ASIT : acronyme de « Advanced Systematic Inventive Thinking ». ASIT a été imaginée par Roni Horowitz sur la base de travaux israéliens du début des années 1990 qui visaient à simplifier la pratique de TRIZ, plus particulièrement le « SIT » (« Systematic Inventive Thinking ») de Genedy Filkovsky.

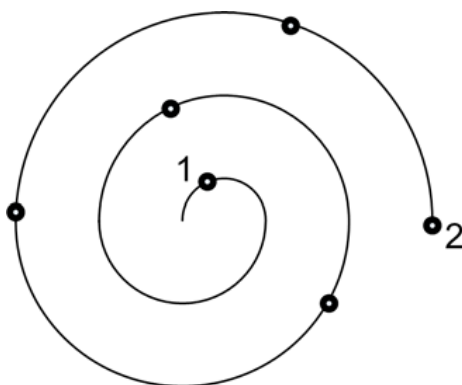


Figure 11 : La spirale des solutions créatives selon ASIT

Puisque les solutions créatives sont très proches dans leur « généalogie » des solutions conventionnelles, il est nécessaire de rester proche du centre de la spirale qui représente les solutions existantes. Ce qui n'est pas le cas des séances de créativité de groupe où l'on observe que lorsque les premières idées n'arrivent pas à résoudre le problème, on les abandonne pour d'autres, qui nous éloignent des solutions conventionnelles. Or au fur et à mesure que l'on s'éloigne des solutions conventionnelles, on s'éloigne aussi des solutions créatives. L'auteur ajoute que l'effort pour parcourir la spirale en s'éloignant du centre est conséquent et qu'il ne participe pas à la génération d'idées de qualité. La méthode ASIT propose donc uniquement deux conditions et cinq outils favorisant la créativité. Ces outils, bien qu'ils s'inspirent des 40 principes de la matrice TRIZ, sont simples à utiliser et non liés aux problèmes d'ingénierie. Ainsi, la méthode ASIT permet de traiter tous types de problèmes à condition qu'il existe un facteur aggravant identifié. Elle est peu coûteuse en temps et son usage est relativement simple grâce à son formalisme épuré. C'est pourquoi nous pensons que la méthode ASIT est efficace dans un contexte industriel, lorsqu'il y a un besoin ponctuel de résolution créative. Il faut noter toutefois qu'il existe deux variantes d'ASIT : « ASIT résolution », qui est la version la plus connue et qui est donc orientée sur la résolution de problèmes et « ASIT Conception » qui est orientée sur la génération de nouveaux concepts mais qui reste encore peu diffusée principalement par quelques limites méthodologiques et théoriques. Nous verrons dans le dernier chapitre, les perspectives du démarrage d'une thèse qui vise à améliorer cette version d'ASIT conception.

Nous proposons d'analyser maintenant ces méthodes de créativité dans la perspective d'un processus d'innovation de type ILM.

IV.2.4 Analyse et positionnement des méthodes de créativité pour la conception

Nous venons de décrire des méthodes de créativité très différentes dans leur généalogie, leur concept et les démarches qu'elles proposent. Parce qu'elles interviennent dans des contextes différents, ces méthodes semblent davantage complémentaires que de pouvoir être comparées entre elles. Ainsi, devant un problème technique pointu et important pour l'entreprise, le choix de la méthode TRIZ semble être le plus pertinent et ce ne sera pas le cas sur des problématiques de nature moins techniques ou des problèmes « mal posés ». Cependant, bien qu'elles soient différentes, en juxtaposant les différentes méthodes de créativité analysées, nous relevons quelques lacunes communes et certains points les distinguant.

D'abord, nous observons une même difficulté à accompagner l'utilisateur de la méthode tout au long du processus de génération de l'idée et à aboutir *in fine* à des solutions « finalisées » en termes de définition. En effet, quelque soit la méthode nous pouvons remarquer une même trame de leur processus créatif : la génération d'idées à partir de pistes, de concepts de solutions, d'un axe de résolution ... ce que nous nommerons une « amorce ». L'idée marque la traduction de cette amorce, soit une proposition compréhensible mais non suffisamment adaptée, transformée suivant différents points de vue et définie pour être qualifiée de solution, c'est-à-dire pour pouvoir être confiées aux phases aval de conception. L'action des différentes

méthodes se concentre en fait sur l'énoncé d'une ou plusieurs amorces. Ces dernières correspondent par exemple aux principes TRIZ comme « *les poupées russes* », aux propositions des outils ASIT comme « un nouvel objet, du même type que X va résoudre le problème Y » et aux pistes offertes par les séances de créativité en groupe comme les verbes à l'infinitif de la technique de concassage. Ce sont des « recettes » évoquées par Degrange pour produire des idées. Cette amorce peut être donnée de manière plus ou moins systématique (méthodes de concassage, ASIT ...), plus ou moins en lien avec l'analyse du problème (méthodes systématiques de recombinaison, méthode TRIZ, 9 écrans ...), ou peut émerger d'un processus plus ou moins guidé (méthodes analogiques, aléatoires, associatives).

La génération des idées à proprement dite, quelque soit la technique considérée, semble elle reposer sur la créativité des participants, sur leur « *flash of insight* » : à partir d'une nouvelle amorce, on demande aux acteurs d'être « débridés », de « suspendre leur jugement de soi et d'autrui » pour éviter les fixations [Horowitz 2003]. Cependant, les idées générées sont souvent à l'état « brut » et nécessitent d'être développées, d'être approfondies. Or pour transformer ces idées en solutions suffisamment définies pour être confiées à l'« aval », nous remarquons là aussi qu'il n'est pas proposé, lorsque cette phase est identifiée, de dispositif dédié à cet approfondissement. Pour préciser cette problématique de l'obtention d'idées « finalisées », nous remarquons que les trois types de méthodes présentées ont toutes pour point de départ l'identification d'un problème ou d'un thème d'étude et que le champ d'action de ces méthodes, l'espace des idées générées, est délimité par cette problématique émise. Sur ce point précis, nous remarquons que les différentes méthodes présentent des différences notables. Si les méthodes de créativité de groupe, et dans une moindre mesure la méthode ASIT, peuvent s'accommoder d'une problématique assez « imprécise », la méthode TRIZ semble elle circonscrite à un besoin de définition fine du problème. La figure 12 proposée dans [Pialot 2009] propose un positionnement (avec une bijectivité questionnable) des différentes techniques de créativité vis-à-vis de la nature de l'énoncé du problème (« précis et localisé » ou « diffus ») et laisse donc augurer du niveau de développement des idées générées en termes de définition (« floue et abstraite » ou « finalisée »).

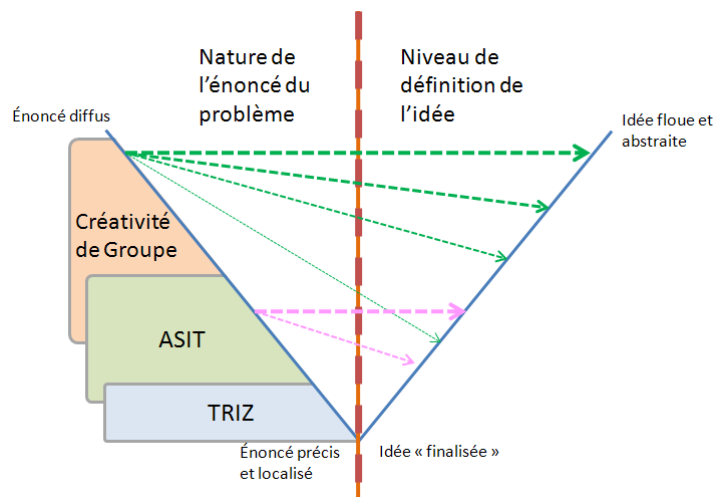


Figure 12 : Positionnement des méthodes de créativité [Pialot 2009]

Certes les méthodes de créativité sont des méthodes utilisables en conception, plus particulièrement lors des phases de génération d'idées ; mais en ne permettant pas ou peu de soutenir le processus de développement d'une idée novatrice jusqu'à une définition « finalisée » en accompagnant son cycle de vie, nous pouvons légitimement nous poser la question de leur utilisation dans un processus de conception. Ainsi, excepté la méthode TRIZ, en apportant très peu ou pas de modifications au processus de conception (qui demeure généralement très systématique, en reposant sur des phases structurées et des connaissances disponibles *ex ante*...), l'utilisation des méthodes de créativité nous interroge sur leur intervention possible dans un processus de conception innovante et dans la perspective d'un processus ILM.

Quelque soit le moment où elle est mobilisée, la méthode TRIZ requiert une définition suffisamment fine du problème, et implique des connaissances précises sur l'objet de la conception. Du fait que l'on travaille sur un problème précis, restreint à un périmètre de l'objet de conception, d'ordre technique, si la définition des solutions obtenues pourra être suffisamment « finalisée », il semble *a contrario* que les solutions, si majeures soient-elles, ne modifieront que très sensiblement la définition des besoins à satisfaire ou de l'identité de l'objet de la conception : ce sont davantage des innovations technologiques, des innovations portant sur la performance des objets permettant de se démarquer notablement au sein d'un « *dominant design* »²⁹. Concernant les autres méthodes, les méthodes de créativité de groupe, si elles peuvent s'accommoder d'une problématique plus « imprécise », de problèmes « mal définis », elles semblent également produire des idées non suffisamment développées. Utilisées en aval d'une phase de définition du cahier des charges d'un projet de conception, ces méthodes de créativité peuvent stimuler la diversité ou l'ampleur du nombre d'idées émises ou du nombre de voies explorées, mais qui resteront circonscrites à l'espace de solutions dont les contours sont restreints par les objectifs de conception du cahier des charges. L'innovation semble donc à nouveau réduite à une solution technique ingénieuse ou un « design » novateur sur un aspect localisé du système conçu. Précisons que pour ASIT, le problème doit être suffisamment défini pour pouvoir déterminer les éléments du monde du problème. Justement, parce que les méthodes TRIZ et dans une moindre mesure donc ASIT nécessitent une formulation assez précise de l'énoncé d'un problème, ce qui sous-tend aussi la formulation des idées à la définition plus finalisées, ce sont elles qui semblent s'insérer majoritairement dans un contexte *post*-cahier des charges, comme l'illustre la figure 13 à gauche.

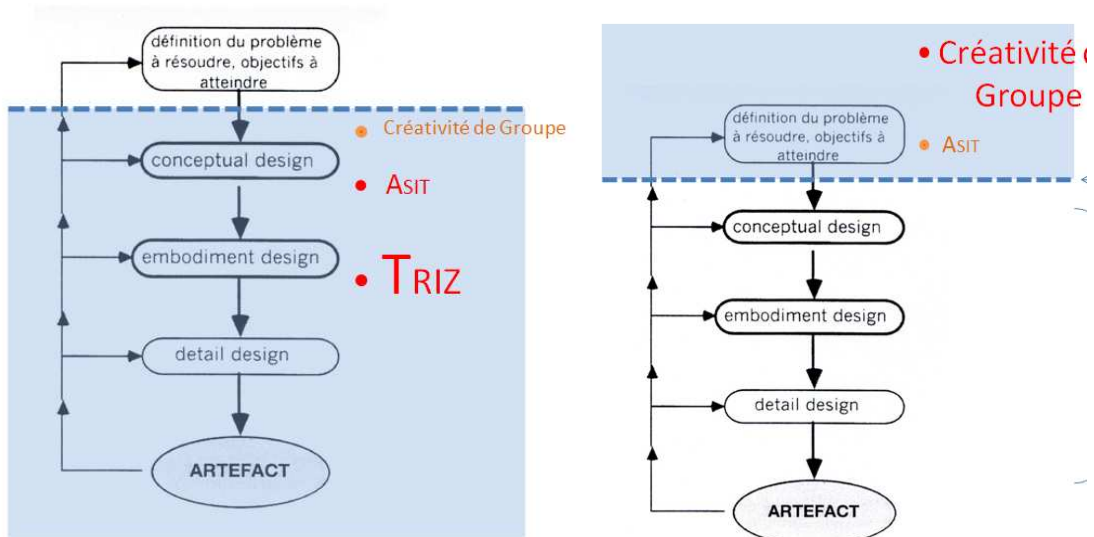


Figure 13 : Utilisation des méthodes de créativité en aval ou en amont [Pialot 2009]

Si la créativité est envisagée en amont de la phase de définition du problème, du cahier des charges, elle peut alors influencer la définition des spécifications du produit et ainsi contribuer à la remise en cause des identités des objets. Là ce sont les séances de créativité de groupe qui semblent les plus appropriées aux thématiques et problématiques « imprécises » ou « mal posées » caractéristiques de l'amont. L'utilisation de la méthode ASIT Conception ou ASIT Résolution (si définition d'un problème « Asitable ») peut aussi être envisagée comme le montre la figure 13 à droite.

Par contre, à ce stade ces méthodes ne permettent pas de fournir des idées suffisamment développées, avec une définition aux contours finalisés, c'est-à-dire permettant de spécifier des

²⁹ Au moins dans un premier temps, car une solution technique « majeure » peut permettre ensuite d'initier des projets d'innovation répondant à de nouveaux besoins, dont l'identité de l'objet de conception sera révisée.

objectifs précis d'une conception. En outre, le couplage envisagé « méthodes de créativité + processus de conception systématique » (tel qu'il est présenté sur les figures 13) se définit et se justifie par une réutilisation de connaissances existantes dans l'entreprise, alors que les idées créatives sous-entendent elles potentiellement des besoins d'apprentissages ou d'acquisition de nouvelles connaissances. Ainsi, même dans l'hypothèse où les idées émises seraient suffisamment « finalisées » pour pouvoir spécifier des objectifs de conception précis, leur association avec un processus de conception systématique semble assez peu cohérente et compatible.

Dans la perspective de déployer un processus ILM pour la conception innovante, il ressort donc de cette présentation d'outils et méthodes de créativité, et plus généralement de leur positionnement dans un processus de conception « systématique » qu'il existe un certain nombre d'incompatibilités et de paradoxes qui nous questionnent sur l'efficacité de ces dispositifs. Ainsi, excepté la méthode TRIZ, en apportant très peu ou pas de modifications au processus de conception (qui demeure souvent de type systématique dans les entreprises, en reposant sur des niveaux structurés et des connaissances disponibles *ex ante* ...), nous pensons que l'utilisation des méthodes de créativité peut être envisagée différemment dans le cadre de la conception innovante qui ne suit pas un processus de conception systématique.

Nous proposons dans les paragraphes suivants le modèle PST dont le but est de permettre un processus d'exploration basé sur l'hybridation de ces méthodes afin de répondre à la problématique de la conception innovante.

IV.3 Proposition du modèle d'hybridation PST pour la conception innovante

IV.3.1 Vers un raisonnement exploratoire multi-acteurs

Comme nous l'avons vu, en matière de processus de conception systématique et réglé lorsque l'identité des objets est prédéfinie, les travaux de Pahl et Beitz qui proposent plusieurs étapes successives ont fait longtemps référence [Pahl et Beitz 1977] [Pahl et Beitz 1984]. Ils font la synthèse d'un mouvement de systématisation des raisonnements de conception qui se sont imposés progressivement aux ingénieurs pour permettre notamment de s'adapter à des objets très différents et aux pratiques collectives. Par la décomposition de tout raisonnement de conception en trois étapes principales et indispensables (identification des fonctions, choix des modèles conceptuels, « embodiment » ou déploiement physique du système), cette méthode sert non seulement de trame pour les étapes de réalisation mais aussi de « structure temporelle » en posant des jalons aux différents acteurs pour l'acquisition de connaissances et la prise de décision. On peut trouver beaucoup de variantes à cette approche qui est d'ailleurs encore largement étudiée dans la communauté scientifique [Aoussat et al. 2000] et notamment au sein de la Design Society, mais elles conservent toutes la même logique.

Dans la littérature sur les raisonnements de la conception, nous trouvons cependant d'autres approches. Ainsi, Suh propose une autre théorie de la conception [Suh 1990] dont la méthodologie repose sur l'existence d'un client en mesure de formuler des « *functional requirements* » (FR), qui sont une traduction du problème en paramètres d'un cahier des charges. Le concepteur, sur ce problème, identifie quant à lui des « *design parameters* » (DP), qui sont les paramètres sur lesquels il peut jouer pour concevoir un objet respectant les FR du client, les DP étant reliés aux FR par un ensemble de lois.

Pour bien comprendre ce qui distingue l'approche de Pahl et Beitz de celle de Suh, il nous faut mettre ces deux propositions de raisonnement de conception en perspective des travaux de Simon, le premier à affirmer que l'existence d'une science de la conception était possible [Simon 1969]. En effet, si on s'intéresse à la génération des alternatives, alors que suivant Suh le « bon » design se déduit de façon déterministe des DP et des FR, la « *Konstruktionslehre* » de Pahl et Beitz introduit une progression, un échange devant s'instaurer entre la génération des

alternatives et la décision. Simon a formalisé cette opposition en proposant les concepts de rationalité substantive et de rationalité procédurale.

Suivant la première, quels que soient les algorithmes utilisés, les solutions définies à l'avance comme « bonnes » seront atteintes : par conséquent, cette forme de rationalité permet plutôt de discriminer les « bons » raisonnements des mauvais. La seconde, la rationalité procédurale, est au contraire inventive et téléologique : il s'agit de réaliser un artefact ayant des propriétés voulues mais encore inexistant, d'inventer des actions permettant de réduire le différentiel entre l'objectif à atteindre et les possibles actuels. Selon Simon, le raisonnement des concepteurs s'inscrit dans cette forme de rationalité et consiste à procéder étape par étape en ayant recours à des « micro-actions » permettant de réduire progressivement les différentiels, la succession de cycles « génération / test » dessinant une trajectoire caractéristique de conception : le processus détermine donc les grandes caractéristiques de l'artefact. En d'autres termes, en proposant de d'abord formuler les besoins, les attentes ou des objectifs (« Problem setting »), puis d'y répondre en temps fini de façon satisfaisante via une approche de « Problem solving », Simon inscrit la conception dans une rationalité « limitée » [Simon 1969].

Si pour résoudre des problèmes dans une forme de conception « routinière », l'ingénieur conserve la mémoire des avancées passées pour les réutiliser comme ressources dans les nouveaux développements, on remarque cependant qu'il a intrinsèquement une propension à innover : pris entre application et invention, l'ingénieur peut donc selon son talent ou les nécessités du moment reprendre les solutions passées, les adapter ou encore s'efforcer de renouveler complètement ce qui a été proposé avant lui. Mais la conception n'est pas l'apanage des seuls ingénieurs [Le Masson et al. 2006]. Il est en effet possible d'inclure des métiers en lien avec la recherche, et si l'on ne se restreint pas à l'innovation technologique, les designers, les publicitaires ou des groupes d'utilisateurs comme le spécifie Von Hippel dans son concept d'innovation ascendante [Von Hippel 2005], ou encore si l'on s'écarte de la sphère de l'entreprise, les architectes ou les artistes. Puisque ces acteurs ont donc tous en commun de concevoir au travers de raisonnements plus ou moins créatifs, ce sont autant de nouvelles pistes pour appréhender différemment l'acte de concevoir dans l'optique de générer une démarche permettant d'explorer et de fixer progressivement l'identité d'un futur produit, d'un service, ou d'une nouvelle organisation. Ainsi un processus exploratoire pour la conception innovante semble être une promesse en lien avec notre objectif de maturation des idées. C'est pourquoi, nous nous sommes plus particulièrement intéressés à la théorie C-K.

IV.3.2 L'apport de la théorie C-K

Rejoignant notre proposition initiale : il n'y a pas d'innovation à connaissance constante, Hatchuel et Weil, les auteurs de la théorie C-K préconisent alors la mise en regard de l'univers de C (pour concept) et de celui de K (pour Knowledge = connaissance) pour permettre la représentation de la richesse du processus de conception, et pour rendre compte à la fois de la déclinaison d'un concept et de la production de connaissances associées. Considérer la conception comme coévolution de savoirs et de concepts, comme interaction entre une spécification progressive des concepts et une création de connaissances, leur permet de prendre en considération la notion « d'expansion », ce que ne permettent pas les théories classiques du problem solving [Hatchuel et Weil 2002]. En effet, en associant toujours la conception à un raisonnement en situation de rationalité limitée, Simon esquivait cette notion d'expansion [Simon et al. 1979]. La modélisation selon Hatchuel et Weil de la conception innovante est présentée comme une traduction d'une « disjonction sémantique », de l'énoncé d'un concept « flou » (pour cause de lacunarité des savoirs disponibles au départ), en un concept qui puisse être précisément spécifié par l'état des savoirs in fine [Hatchuel et Weil 1999]. Il y a donc coévolution des concepts et des connaissances.

Cette nouvelle modélisation de la conception est synthétisée au sein de la théorie unifiée de la conception ou « théorie C-K de la conception », théorie imaginée par Hatchuel [Hatchuel 1996] puis développée par Hatchuel, Weil et Le Masson [Hatchuel et Weil 1999] [Hatchuel et Weil 2002] [Hatchuel et Weil 2003]. Du fait que l'identité de l'objet ne soit pas donnée dès le départ, que la production des connaissances n'est pas restreinte et pourra se faire dans les directions

les plus variées, cette théorie peut rendre compte des raisonnements créatifs et des expansions qui les accompagnent, mais aussi de formes plus restrictives de conception, plus routinières. Avec cette nouvelle description plus générique, c'est finalement toute la diversité des formes de conception qui sont prises en compte, dont celles s'inscrivant dans une logique d'innovation, c'est-à-dire qui ne se fondent pas sur une identité figée des objets à concevoir.

Les auteurs posent comme proposition fondamentale le fait que « *tout raisonnement de conception suppose la distinction entre deux espaces associés : l'espace des concepts et l'espace des connaissances* » [Hatchuel et Weil 2002]. La théorie C-K repose donc sur la distinction formelle entre « concept » (C) et « connaissance » (K pour « Knowledge »), termes qui se définissent de la manière suivante :

Une connaissance est une proposition ayant un statut logique, vrai ou faux. Ce sont des propositions validées, d'ordre techniques, commerciales, sociales, réglementaires... Peu importe la manière dont ce statut est fixé et comment elles ont été obtenues. L'espace des connaissances (espace K) est donc un ensemble de propositions ayant toutes un statut logique.

Le sens donné au « concept » est proche de celui des architectes, des designers ou des ingénieurs pour qui le terme désigne une proposition novatrice à partir de laquelle on veut initier un travail de conception. Les auteurs définissent cette notion relativement à celui de « connaissance » : un concept est une notion ou une proposition compréhensible vis-à-vis de l'espace K et sans statut logique : on ne peut dire d'un concept qu'il est vrai, faux, incertain, ou indécidable. « Lorsqu'un ingénieur se propose de concevoir un « avion à hélices carénées qui vole convenablement », il ne peut donner aucun statut logique à cette proposition : s'il affirme que cette proposition est fautive, il doit énoncer une connaissance qui arrête le raisonnement de conception. S'il dit que cette proposition est vraie, il affirme qu'il existe déjà des « avions à hélices carénées volant convenablement » et donc il doit alors reformuler son concept en le différenciant de ce qui existe, par exemple en ajoutant « plus léger que celui de X ». On voit qu'un concept évoque une proposition « inconnue relativement à la connaissance disponible » [Hatchuel et Weil 2002], qui ouvre le champ des possibles mais qui est compréhensible. Un concept ne représente pas une réalité mais un potentiel d'expansion. L'espace des concepts (espace C) est donc un ensemble de propositions sans statut logique (proposition ni vraies ni fausses).

La séparation des deux espaces C et K permet de donner une représentation théorique précise du raisonnement de conception exploratoire. Le point de départ d'une démarche de conception selon la théorie C-K est la formalisation d'une proposition initiale sous forme d'un concept initial, une disjonction sémantique notée Co . Parce que cette proposition n'a pas de statut logique, il n'est pas possible de la juger d'emblée : il ne s'agit pas d'être « pour » ou « contre » le concept de « clés qui ne se perdent pas », ni « d'y croire » ou de ne pas « y croire ». Travailler sur un « concept » consiste précisément à suspendre le jugement et à spécifier ce concept en lui ajoutant des attributs. La conception consiste alors à spécifier progressivement ce concept initial (Co), en lui ajoutant des propriétés issues de l'espace K : ce processus implique donc un ensemble d'allers et retours entre l'espace C et l'espace K. La fin du raisonnement intervient quand la somme des propriétés P_i ajoutées à la proposition initiale Co permet d'obtenir un « objet » interprétable dans l'espace K, c'est-à-dire au moment où nous jugeons que « Co qui possède les propriétés $P_1, P_2...P_i...P_k$ » a acquis le statut logique vrai dans l'espace K. Lorsqu'une telle proposition est acceptée, que l'on estime posséder l'ensemble des connaissances adéquates pour que l'on puisse en dessiner les contours, la matérialiser, le raisonnement de conception peut être arrêté : la proposition « Co qui possède les propriétés $P_1, P_2...P_i...P_k$ » n'est plus un concept, elle est devenue une proposition de l'espace K. La conjonction C-K est l'opération qui marque cette « transformation » d'un concept en connaissance. Notons qu'un raisonnement de conception peut aboutir à plusieurs opérations de conjonction à partir d'une seule proposition initiale.

En fait, le point important tient à la nature des attributs ajoutés : s'ils sont considérés comme relevant naturellement du concept, on dira que la partition est restrictive ; si au contraire les propriétés adjointes sont originales, changent l'identité du concept, alors on retrouve le

processus créatif et la partition sera qualifiée d'expansive. En d'autres termes, les partitions restrictives, par l'ajout d'une propriété qui ne modifie pas la définition « classique » de la proposition initiale, traduisent une restriction de l'ensemble des solutions admissibles (on converge vers un objet plus concret), alors que les partitions expansives, en modifiant cette même définition ouvrent elles un nouveau champ des possibles (on diverge vers des objets à l'identité différente). En plus de l'ajout d'une propriété, le choix d'une partition traduit également la formulation d'une ou plusieurs nouvelles questions aux bases K. L'exploration de l'espace K permet de formaliser et de fournir une ou plusieurs propriétés, que l'on choisira d'associer ou pas à la proposition de départ. Ces propriétés P_i cristallisent finalement à la fois l'échange entre les espaces C et K, la convergence progressive du processus de conception vers un objet concret et en même temps la définition progressive de l'identité du futur objet. Précisons que l'exploration de l'espace K peut se traduire par l'activation de bases K existantes mais elle semble également inséparable d'un processus d'acquisition de connaissances, eu égard aux nouvelles questions qu'impliquent les partitions expansives.

Le raisonnement C-K permet donc de comprendre comment se décompose l'évolution des objets et leur identité en conception, via des mécanismes relatifs à l'émergence et au choix d'association de propriétés. Pour retracer ce processus, un formalisme est proposé. Le concept initial et ses partitions successives dessinent une trajectoire de conception. Les auteurs proposent de représenter le processus de conception en distinguant deux colonnes relatives aux espaces C et K comme l'illustre la figure 14 tirée de [Hatchuel et Weil 1999] : l'espace C prend la forme d'une arborescence où chaque nœud est en fait un sous-ensemble de l'ensemble situé au-dessus de lui, donc un sous-ensemble du concept initial C_0 , et l'espace K lui se traduit par l'énumération des connaissances mobilisées, situées au même niveau que le concept auxquelles elles se rapportent.

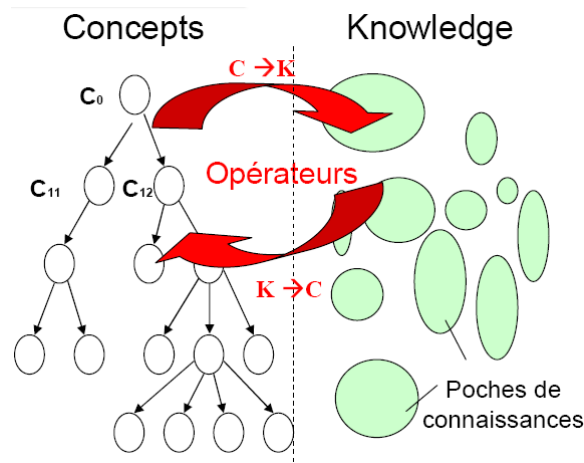


Figure 14 : Représentation de la théorie C-K [Hatchuel et Weil 1999]

La théorie C-K, par la vision générique du raisonnement de conception qu'elle offre, semble pouvoir recouvrir de multiples intérêts tant en termes d'explication théorique que d'horizons méthodologiques. L'intérêt fondamental de la théorie C-K est de rendre consciente la notion d'expansion en conception, d'opérationnaliser le concept de « rationalité expansible » [Hatchuel et Weil 2002] qui permet de dépasser la rationalité limitée de la « problem solving theory » [Simon 1969] et qui semble enfermer le raisonnement rationnel dans un espace de contraintes le délimitant fortement. Simon, en proposant d'aborder la conception par le « problem space », définit implicitement « l'ensemble des solutions possibles » comme un monde clos, un espace complètement spécifié. La théorie C-K, en proposant comme point de départ du raisonnement de conception sous forme de concept, introduit la notion d'expansion : un concept est indéfiniment expansible et laisse une marge infinie à la conception innovante. La théorie C-K permet de rendre compte, progressivement, sans perdre l'intelligibilité du raisonnement, de cette expansion des concepts, mais aussi de celle des connaissances.

IV.3.3 Proposition du modèle PST en tant que modèle d'hybridation pour la conception innovante

Sur la base des précédentes observations, nous avons formalisé à l'occasion des travaux de doctorat d'Olivier Pialot [Pialot 2009] une approche globale qui est accompagnée par la proposition d'un modèle PST qui permet de stimuler un point de départ « multi-entrées » pour la conception innovante ainsi que l'exploration des alternatives de conception innovantes à travers la mobilisation d'un jeu de questions et l'hybridation des méthodes et outils d'aide aux développements créatifs que nous avons pu décrire dans les parties précédentes.

IV.3.3.1 Origines et dimensions d'exploration pour la conception innovante

Avec le modèle PST (anagramme de « Potentiel de nouvelle proposition de valeur - Système - Technologie), nous proposons de clarifier le point de départ de la conception innovante qui peut avoir pour origine trois dimensions distinctes :

- la première dimension que nous nommons « Potentiel de nouvelle proposition de valeur » (notée P) a pour champ l'analyse des besoins des clients, des problèmes et des changements. Elle recouvre les potentiels permettant de déplacer le jeu des valeurs associées à un système par les clients, les usagers d'un produit, d'un service. Cette dimension traduit l'idée de ne pas se contenter de concevoir un nouvel objet satisfaisant un ou plusieurs besoins, mais de viser la conception d'un système avec un caractère « nouveau » affirmé, intégrant un « gap » vis-à-vis des offres concurrentes, un « plus » différenciateur visible et faisant sens aux yeux des clients. En d'autres termes, chaque problème, besoin non assouvi ou changement est vu comme un potentiel pour innover.

- La dimension Système (notée S) ou concept de système représente l'espace des « objets à concevoir » (produit, service, organisation...) dont la définition est à un moment donné plus ou moins abstraite (et s'apparentant au concept). Elle recouvre tout énoncé de proposition inédite, plus ou moins ambiguë et prometteuse permettant un nouveau point de départ d'un processus de conception existant et une autre entité en attribuant au premier une propriété du second ... dont la formulation est déconnectée de toute identification d'une opportunité technologique ou d'un besoin.

- La dimension Technologie (notée T) représente l'ensemble des technologies, techniques et composants, regroupant ainsi les moyens de réaliser un nouveau système de conception satisfaisant à la fois sa faisabilité, un certain degré de performances et de fiabilité. Elle recouvre toutes les opportunités offertes par l'ensemble de ces moyens, déjà existants, mais aussi et surtout leurs évolutions ou l'apparition de nouveautés.

Notre modèle multi-entrées PST doit être compris comme la suggestion de trois angles d'attaque pour innover en proposant une nouvelle intention³⁰ qui peut avoir pour origine soit un nouveau potentiel de proposition de valeur, soit une nouvelle technologie ou soit un nouveau concept de système (produit/service) comme l'illustre la figure 15,.

³⁰ *Au départ de tout nouvel objet technique on trouve toujours un problème spécifique à résoudre, une intention, un objectif à atteindre [Maunoury 1968]. L'« intention » de Maunoury apparaît donc comme la véritable origine de toute invention, et donc de toute innovation, ce que confirme Bellon lorsqu'il énonce que l'une des caractéristiques de l'innovation est « qu'elle constitue un acte de volonté ... » [Bellon 1994], ou encore Drucker qui relève que la plupart des innovations résultent d'une recherche délibérée d'opportunités d'innovation [Drucker 1998].*

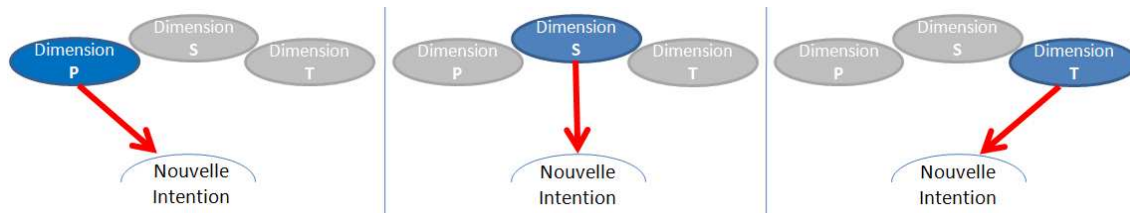


Figure 15 : Différentes origines des nouvelles intentions [Pialot 2009]

Le modèle PST propose donc une approche multi-entrées qui présente l'intérêt majeur de pouvoir capter le maximum d'opportunités pour amorcer le processus d'innovation qui peut naître à partir de différentes sources [Von Hippel 1998]. Nous pensons en effet que ce dispositif multi-entrées permet à une entreprise de recouvrir en grande partie, par l'exploration des trois dimensions, la richesse des différentes origines des opportunités d'innovation.

Un autre intérêt au système multi-entrées du modèle PST est d'offrir une approche méthodologique souple dans le sens où il supporte, du fait de cette multiplicité des points de départ possibles d'un projet d'innovation, la participation rendue possible d'un grand nombre d'acteurs différents (conception, marketing, technologue, clients, fournisseurs...) qui, au regard de leur métier respectif, de leur pratique, des outils et méthodes mobilisés pourront apporter différents angles d'attaque possibles.

IV.3.3.2 Caractérisation de la nouvelle intention comme point de départ

Pour initier ce processus visant à traduire une proposition novatrice par l'adjonction d'une nouvelle intention en objet concret, l'idée est de progressivement et consciemment remettre en cause, rediscuter, revisiter les propriétés qui font la définition du système, du potentiel, de la technologie vis-à-vis de l'exploration des espaces de valeur qui leurs sont associés. Pour ce faire, l'impact de la nouvelle intention sur les attributs intrinsèques définissant « classiquement » le système doit être suffisamment fort. Le fait de pouvoir « assimiler » l'association d'une nouvelle intention à un système comme une disjonction sémantique nous permet de proposer de nouvelles conditions sur le point de départ du raisonnement de conception en innovation.

En fait, d'un point de vue formel, nous proposons que la disjonction sémantique (selon la C-K) porte sur l'association de deux termes :

- un système que l'on cherche à déformer et que nous nommerons « système de base »
- et une nouvelle intention, que nous appellerons « troublemaker ».

Dans cette optique d'une ambiguïté maximale de la proposition novatrice, le système de base doit d'abord être précisément défini. Concernant le *troublemaker* (terme relatif à la nouvelle intention), l'idée est d'ouvrir le champ des possibles, en perturbant notablement la définition que l'on donne classiquement au système de base.

Premièrement dans cette perspective, aux antipodes d'un attribut contenu plus ou moins « naturellement » dans la définition du système auquel elle est associée (telle « une climatisation confortable »), la nouvelle intention doit créer un « choc », une forte disjonction : pour une ambiguïté majeure, on visera donc plutôt à ce que la proposition novatrice contienne une forte contradiction entre ses termes (« climatisation sans climatisation ») ou de fortes interrogations (« climatisation lumineuse »). Deuxièmement, le sens du *troublemaker* doit être suffisamment précis pour que l'on puisse être capable de lui associer ensuite des propriétés. Enfin, troisièmement, si nous venons de voir que la formulation du *troublemaker* doit être suffisamment précise, il semble cependant souhaitable qu'il ne soit pas associé à une solution technologique ou prendre la forme d'un attribut de solution ou d'un moyen de réaliser une fonction qui n'est pas encore définie. Cette traduction trop directe de la nouvelle intention en attribut de solution développée, en plus de former une association « incohérente », restreint le champ d'exploration du concept. Ainsi, lorsque l'on considère un « écran d'ordinateur Bluetooth », le *troublemaker* « Bluetooth » enferme les concepteurs vers une voie technologique précise alors que le but même de la proposition novatrice n'est pas défini. Une proposition

d'« écran d'ordinateur sans fil » semble plus ambiguë et donc plus prometteuse pour visiter un champ de possibles définitions plus large, et donc innover davantage.

Il convient maintenant, à propos du *troublemaker*, de cibler les situations où les conditions requises à son égard ne sont pas remplies et de proposer quelques pistes visant à le reformuler. Concernant l'exercice de reformulation à proprement dit, nous venons de voir dans notre description du modèle multi-entrées PST comment reformuler une proposition incluant une technologie précise (dimension T), en traduisant cette dernière par la fonction qu'elle permet de remplir. Sur la dimension S, Nous avons proposé une reformulation de la nouvelle intention sous une forme plus abstraite lorsque la proposition était trop proche d'une idée de solution, que le *troublemaker* « ferme » sur des aspects précis de solution.

Vis-à-vis de l'association entre un système de conception et une nouvelle intention, la contribution du modèle PST est donc de modéliser une amorce, une origine, une étincelle amenant à formuler le point de départ d'un raisonnement de conception pour innover comme pouvant venir de la dimension P, de la dimension S ou de la dimension T. Ainsi il est possible d'hybrider les différentes sources qui conduisent à générer de nouvelles idées pour les formaliser sous forme de nouvelles intentions. Par exemple :

Les approches de type veille stratégique, benchmarking en proposant de surveiller les produits existants, les brevets, les nouveautés des concurrents peuvent permettre d'initier de nouvelles intentions en proposant une exploration « maison » de ces nouveaux concepts, c'est-à-dire de se les approprier en cherchant à en extraire de nouvelles expansions. Un deuxième axe consiste à observer et suivre les tendances issues de domaines plus ou moins connexes à celui de l'entreprise. C'est ainsi que peuvent être identifiées les dernières tendances d'objets existants, comme celles du « nomade » ou du « *low-cost* » en sont ou ont pu en être des exemples, et qui permettront par association de générer des propositions novatrices.

Egalement, les méthodes de créativité peuvent permettre d'obtenir plus « intuitivement » de nouvelles intentions pouvant survenir plus « aléatoirement et brusquement ». Sans entrer dans les arcanes relativement complexes des mécanismes opérant au sein du cerveau, nous retiendrons qu'une nouvelle intention peut provenir aléatoirement à quiconque et à tout moment : c'est une des raisons pour justifier l'intérêt de suivre les résultats obtenus lors de séances de brainstorming, ou ceux obtenus dans le cadre du déploiement d'un système d'innovation participative³¹ afin de récolter les bonnes idées du personnel au sein de l'entreprise, ou ceux issus de système de type *open innovation* pour récupérer des communautés d'innovateurs extérieures à l'entreprise.

Egalement, en sus d'une veille ou d'une formulation de propositions de manière « aléatoire » ou via l'utilisation de méthodes de créativité, il est possible d'identifier une nouvelle opportunité pour innover en émettant des modélisations spécifiques du système et de prêter attention à son évolution dans le temps : on met ainsi en perspective les modifications apportées à l'objet au fil du temps et le fait de parcourir cette généalogie d'un système constitue assez souvent un moyen d'émettre une nouvelle intention. Nous voyons ici les opportunités d'utilisation des principes des lois d'évolutions de TRIZ, des arbres phylogéniques, du biomimétisme, la « *synectics* » [Gordon 1961] [Prince 1970]. Ainsi, citons l'exemple du constructeur Honda qui a imaginé une automobile urbaine, à partir d'un parallèle entre l'évolution de l'homme et l'évolution de ce produit, qui propose un espace intérieur maximal pour un encombrement minimal [Nonaka et Takeuchi 1995].

Par ailleurs les outils classique de l'ingénierie (analyse des besoins, de la valeur...) peuvent permettre d'identifier de nouvelle intention notamment issue de P relatifs à des besoins et s'exprimera comme une volonté de répondre au problème identifié ou au changement repéré. Ce problème ou changement étant relatif à un système, la nouvelle proposition, point de départ d'un processus de conception pour innover, prendra la forme d'un système existant auquel est

³¹ *Tel que le propose des entreprises comme I-Nova, Ideal central...*

associée la nouvelle intention ainsi formalisée. Ainsi, au problème de la perte fréquente du système « clés » correspond par exemple la proposition de clés avec l'intention nouvelle « qui ne se perdent pas ». Le principe est bien de formuler la proposition novatrice comme un système auquel on associe « directement » l'intention de résoudre le problème identifié (« clés qui ne se perdent pas »), et non en passant par une étape intermédiaire de recherche de solutions (qui aboutirait par exemple sur la proposition « clés avec une balise GPS »).

Il existe cependant une exception notable que nous avons notée au sein de la dimension P : il s'agit de la résolution d'un nouveau problème identifié et dont l'idée de sa résolution ne peut être associée à un système existant. Nous sommes alors dans un cas où la proposition novatrice intègre un système de base qui n'existe pas. La disjonction sémantique est alors portée uniquement par le *troublemaker*. Le problème est décrit par une fonction ou une action et le contexte y est précis. L'ambiguïté née en fait de l'association d'un problème « parfaitement » identifié, que l'on peut caractériser très précisément, et de l'idée même d'imaginer un système permettant de le satisfaire. Cette exception se cantonne en fait à l'énoncé de nouvelles propositions issues de la dimension P. En effet, ce ne peut pas être le cas dans les dimensions S et T, puisque la nouvelle intention se réfère là à un système existant. Sur la dimension S, la notion d'idée intègre par nature le système précis sur lequel on essaie de diverger, les nouvelles intentions (nouvelles sensations, intentions issues d'analogies ...) sont intrinsèquement liées au système de base existant sur lequel on travaille. Sur la dimension T, on reformule sous forme de fonction la technologie pour obtenir un *troublemaker* et l'association à un système de base existant est nécessaire pour faire naître une ambiguïté. Si l'on détient une technologie inédite et que l'on est dans le cas de la recherche d'applications potentielles, la problématique n'est pas de conception mais de recherche de systèmes auxquels associer la nouvelle techno et dans ce cas précis, nous nous référons aux travaux de Gaillard sur le marketing de la R&D [Gaillard 1997].

IV.3.3.3 Stratégies d'exploration pour la conception innovante

Nous avons vu aux précédents paragraphes comment formaliser une nouvelle proposition à partir d'une nouvelle intention, point de départ d'un raisonnement de conception exploratoire. Si ce dit raisonnement peut se caractériser comme une coévolution entre un espace de concepts et un espace de connaissances, il peut également selon nous se modéliser comme une coévolution entre un ensemble d'éléments participant à la définition d'un objet de conception, les propriétés P_i , et des énoncés de problèmes de conception [Pialot 2009]. En effet, la conception étant à la fois un processus d'énonciation de problèmes (problem forming) et de résolution de problèmes (problem solving) [Darses 1992], de manière concomitante au choix d'une propriété précisant la définition de l'objet de conception se dessine l'énoncé d'un problème de conception à résoudre.

Si en conception routinière ou réglée, on spécifie les objectifs de conception, c'est-à-dire que l'on circonscrit d'abord un « macro-problème » de conception à résoudre puis que l'on cherche la meilleure solution satisfaisant l'ensemble des spécifications, en innovation, ces spécifications n'existent pas. Ce « macro-problème » n'est *a priori* pas spécifié si ce n'est au travers de la nouvelle intention. C'est ainsi qu'en innovation est souvent associée l'idée de travailler sur un « problème mal défini » [Choulier 2008].

Lors de la conception innovante, du fait précisément que les spécifications ne sont pas acquises *ex ante*, les interrogations amenant à l'énoncé des problèmes de conception, locaux donc, sont d'autant plus nombreuses. Chaque ajout de propriété (notée P_i), en même temps qu'il précise la définition du système lui-même, impulse un nouveau problème de conception à résoudre, soit des modifications de l'objectif fonctionnel à satisfaire et/ou des contraintes de conception délimitant le champ des futures alternatives de solutions possibles. En innovation, les potentielles nombreuses interrogations qui apparaissent lors de l'ajout d'une propriété, en même temps qu'elles nécessitent un travail d'affinement du problème de conception, offrent une capacité accrue pour expandre le champ des alternatives possibles de déclinaison de la proposition inédite initiale. Dans l'optique d'un raisonnement de conception exploratoire, ces interrogations apparaissent donc comme des opportunités pour identifier davantage de nouvelles propositions de valeur.

La définition de l'artefact dans la dimension S se construisant par ajout progressif de propriétés, ces dernières lui sont forcément intrinsèques : elles traduisent un attribut spécifique et précis appartenant à l'objet en cours de conception. Aussi, nous en concluons que les propriétés P_i que l'on ajoute caractérisent soit un objectif fonctionnel à satisfaire, soit un moyen alloué pour précisément l'assouvir. Plus précisément, nous distinguons deux types de propriétés :

- Les propriétés de type « objectif fonctionnel à satisfaire » qui traduisent une action que devra assouvir le système ou de l'un de ses constituants, exprimée en termes de finalité, de fonction de service. Ce type de propriété est relative à la question « un système qui fait quoi ? ».
- Les propriétés de type « organique » qui sont relatives à la fois à l'architecture ou l'organisation structurelle d'éléments constitutifs de l'objet (composants d'un produit), à leur nature, leur type ainsi qu'au choix de technologies qu'ils impliquent. Ce type de propriété précise ce qui compose l'objet et est relative à la question « un système avec quoi ? ».

Par contre sont exclues toutes les autres propriétés que l'on pourrait qualifier d'extrinsèques comme par exemple celles attribuant l'objet en cours de conception à une catégorie de population ou à un usage précis. Nous verrons que ces aspects se traduisent au travers de la dimension P. Cette restriction de la typologie des propriétés ajoutées nous amènent au fait que nous modélisons indirectement la dimension S comme un jeu de questions-réponses entre « objectifs » et « moyens », comme le montre la figure 16.

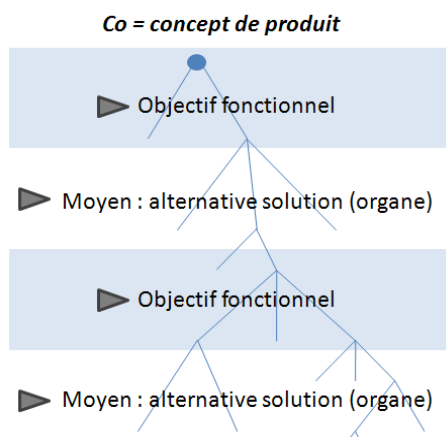


Figure 16 : Construction de l'arborescence

IV.3.3.4 Proposition du modèle « multi-questions » PST

Quelque soit la propriété de type « objectif fonctionnel » ajoutée dans la dimension S, elle sous-tend potentiellement un choix parmi plusieurs possibilités d'objectifs à associer au système de conception. Or, l'idée même d'un choix concernant la définition d'un objectif de conception, fonctionnel donc, implique *a minima* que l'on se soit posé en amont la question « Pour Quoi ? ». Or, cette question est le point de départ pour s'intéresser aux besoins assouvis et plus généralement caractériser la proposition de valeur sur la dimension P. En d'autres termes, la question « Pour Quoi ? » invite aussi à s'interroger sur d'autres questions relatives à l'usage « Pour Qui ? », « Où ? », « Quand ? », ensemble de questions que nous pouvons chapeauter par la question « Pourquoi un tel système ? ». En outre, vis-à-vis de toutes ces questions, une capacité à orienter la définition du système de conception en vue de le doter d'un caractère « nouveau » affirmé, intégrant un « gap » vis-à-vis des offres concurrentes et un « plus » différenciateur visible et faisant sens aux yeux des clients s'apparenterait à un travail sur la Dimension P.

Parallèlement, l'idée d'ajouter à la définition du système à concevoir des propriétés de type organique semblent répondre clairement à la question « Comment ? ». Là, c'est un choix parmi différentes alternatives de solution satisfaisant l'énoncé d'une fonction précise à assouvir qui semble être impliqué dans la dimension T représentative de l'ensemble des technologies, techniques et composants. Ainsi, si l'arborescence de définition du système de conception se

construit grâce à l'ajout conscient de deux types de propriétés, certaines relatives aux objectifs de conception et d'autres relatives aux moyens de les satisfaire, nous proposons d'envisager une démarche supportant cette construction via une dynamique s'appuyant sur un jeu de questionnement que nous pouvons résumer à « (c'est) Quoi ? », « Pourquoi ? » et « Comment ? » mettant en jeu les trois dimensions P, S et T. En d'autres termes, nous mobilisons à nouveau ces trois dimensions pour suggérer là un modèle multi-questions PST du raisonnement de conception en innovation, qui se veut être une trame guidant les acteurs d'un projet de conception en innovation via un cheminement de raisonnement illustré sur la figure 17.

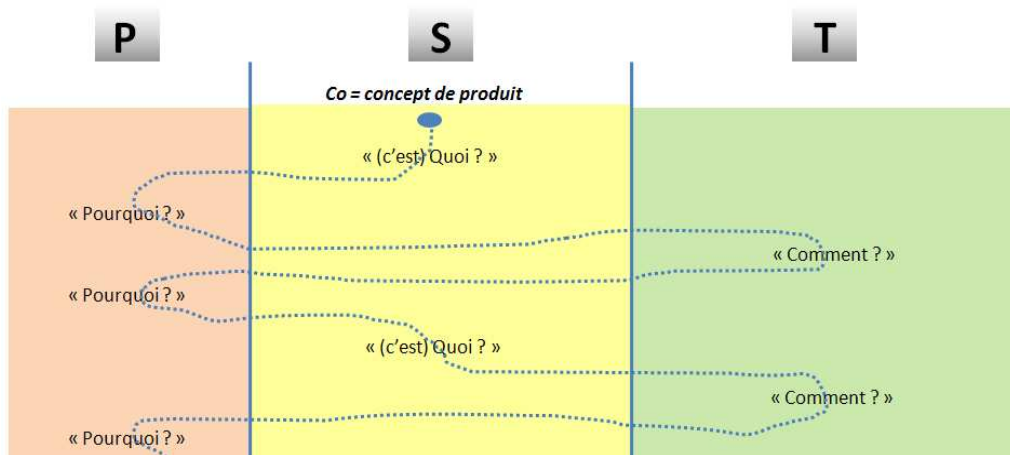


Figure 17 : Cheminement du raisonnement exploratoire au travers des 3 dimensions PST

IV.3.3.5 Intérêt du modèle PST pour la conception innovante

En proposant l'exploration d'une dualité (système + *troublemaker*), nous proposons ainsi de couvrir les différents points de départ que l'on retrouve en créativité : un problème à résoudre, un thème à explorer, un concept à définir... Plusieurs types de « points de départ » sont ainsi proposés dans [Pialot 2009] et nous exposons également différents mécanismes qui permettent d'identifier des propriétés Pi à rajouter au système ou au *troublemaker* soit à partir d'une démarche libre et spontanée de recherche d'idées (basée ou non sur l'utilisation de méthodes et outils d'aide à la créativité) soit à partir d'une recherche des « propriétés partitionnantes » afin de viser une « exploration contrôlée ». L'intérêt de nos modèles étant de pouvoir combiner les deux approches car, comme le rappelait Einstein et Infeld, la génération d'un concept n'est pas déterminée de manière univoque car on peut habituellement la mettre à exécution de plusieurs manières. Une exigence, cependant, doit être rigoureusement satisfaite : « *tout concept généralisé doit se ramener au concept primitif quand les conditions originelles sont réalisées* » [Einstein et Infeld 1936].

Comme le synthétise la figure 18, le raisonnement PST est donc une proposition d'un raisonnement exploratoire où le cheminement se traduit par une suite logique de type « objectif-moyen-objectif-moyen ... » s'appuyant sur la distinction de deux types de propriétés (types objectif fonctionnel et organique) que l'on ajoute à la définition d'un nouvel objet initié par une nouvelle intention. Au regard du modèle « multi-questions » PST, ce cheminement est guidé par un jeu de questions au travers des trois dimensions P, S et T dont nous avons montré leur rôle et pour chacune d'elle des éléments méthodologiques permettant à la fois l'exploration, la caractérisation et l'expansion des possibles déclinaisons de définitions d'un concept original.

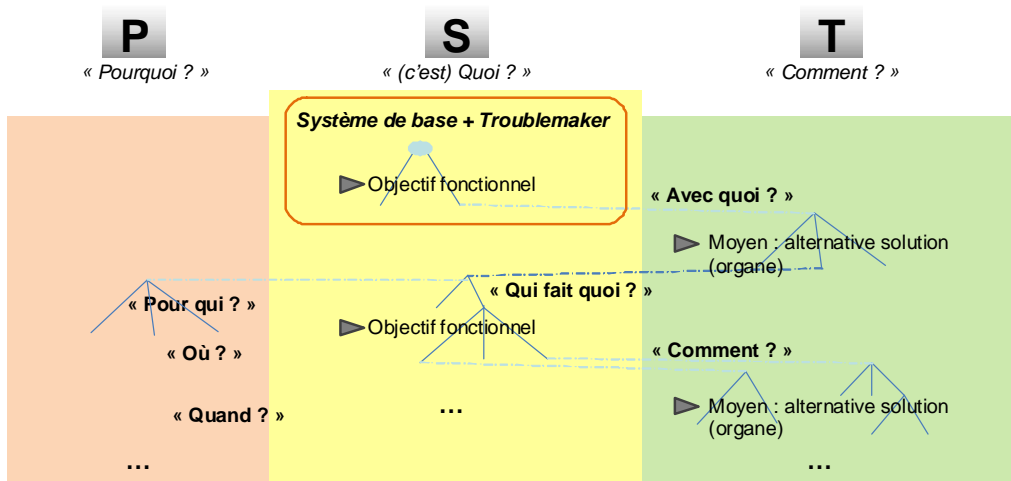


Figure 18 : Synthèse du modèle PST

Tous ces éléments fournissent des prises méthodologiques pour hybrider les différents outils de développement créatifs (créativité, AF, AV...) qui peuvent être mobilisés tout au long de ce processus exploratoire. Ainsi à tout moment de la construction de l'arborescence des concepts, il existe une, voire plusieurs questions que l'on peut se poser pour faire avancer le raisonnement de manière progressive, consciente et rationnelle et ainsi tendre vers le besoin du *Ideas Lifecycle Management* (ILM). Ce dispositif qui caractérise un raisonnement PST représente donc un pas vers « l'opérationnalisation » du raisonnement exploratoire de la conception innovante et s'inscrit dans le schéma de pensée esquissé par la théorie C-K proposé par Hatchuel et Weil. Ainsi si le raisonnement PST offre une approche relativement structurante au travers des actions à mener au sein des trois dimensions, il n'en demeure pas moins qu'il se caractérise aussi par sa souplesse, et ce à plusieurs niveaux.

En effet, premièrement, dans un raisonnement PST, les allers-retours peuvent être nombreux. Ainsi par exemple, un travail au sein de la dimension T peut faire apparaître des lacunes dans l'énoncé du problème de conception à résoudre (dimension S) ou une caractérisation plus fine de la valeur d'usage sur la dimension P peut amener à reconsidérer un choix de partition. Plus généralement, toute nouvelle idée, nouvelle modélisation, nouvelle compréhension ou utilisation de capacité d'expansion que recouvrent les dimensions P et T amènent à rediscuter les avancées effectuées en tenant compte des nouveaux éléments. Le corollaire à ces mouvements est que le cheminement d'un raisonnement PST, la construction de l'arborescence, ne s'effectue pas suivant un processus prédictible, descendant et linéaire : les propriétés Pi ajoutées in fine au concept initial ne sont vraisemblablement pas toutes enchaînées les unes à la suite des autres, et nous pensons que la construction de l'arborescence va être construite, déconstruite, réorganisée plus ou moins partiellement, de manière itérative.

Un deuxième point concernant la souplesse d'un raisonnement PST est qu'il peut impliquer toutes sortes de métiers (conception, marketing, fabrication, design...) qui peuvent intervenir de manière plus ou moins régulière, à un moment du raisonnement ou tout au long de celui-ci. La structure arborescente permettant de comprendre la généalogie du projet en cours alors que la structure en trois dimensions permet à chacun d'avoir prise, de pouvoir contribuer suivant son pôle de compétence.

Troisièmement, concernant le management des projets d'innovation et des équipes associées, si le raisonnement PST permet de par sa construction la possibilité de suivre le processus de conception exploratoire, donnant prise au manager sur les dimensions qui ont été plus ou moins bien explorées, il se caractérise aussi par un mode de gestion adaptatif ou agile qui pourra évoluer en fonction des ressources allouées au projet d'innovation. La logique exploratoire du raisonnement PST permettant effectivement de « cultiver » tout un ensemble d'alternatives en grettant toutes les expansions possibles de leurs définitions, ce qui peut, nous l'avons vu, déboucher sur des résultats pluriels, mais qui sont aussi chronophages. Tenant compte de ces caractéristiques, il est possible, à ressources égales, d'orienter l'exploration soit dans un mode

divergent (exploration large donc lente), soit dans un mode plus convergent (exploration plus réduite et donc plus rapide).

En conclusion de ce chapitre 4, notre proposition d'approche PST doit être vue comme un moyen d'hybrider les différents outils et méthodes utilisés lors de la conception innovante. De ce fait, il ne prétend pas avoir le statut d'une théorie de la conception innovante (tel que le propose C-K), ni celui d'un outil (même si nous en entrevoyons quelques fonctionnalités qui pourraient être facilement opérationnelle sous forme de logiciel ou de formalisme). Nous pensons qu'il s'agit d'avantage de la proposition d'un modèle ou d'une démarche pour favoriser l'hybridation des différents outils existants pour accompagner les phases de développement lors d'un processus de type ILM (Ideas Lifecycle Management).



Principales publications en lien avec ce chapitre (Liste complète au chapitre 9) : [A. 11], [C. 24], [C. 29], [C. 20], [C. 21], [C. 24], [C. 29]

Chapitre

V

**De l'ULM (Usage Lifecycle Management) à la
conception innovante**

V. De l'ULM (Usage Lifecycle Management) à la conception innovante

V.1 Etudier les usages pour favoriser l'innovation

Nous venons de présenter dans les chapitres précédents nos différents travaux menés sur l'accompagnement d'une démarche de génération de nouvelles idées et de leur processus de maturation tout au long de leur cycle de vie (de la genèse à leur mise en projet). Dans ce chapitre, nous allons aborder un autre point de vue complémentaire pour la conception innovante : celui de l'analyse et de la caractérisation des usages en aval des phases de développement d'un produit ou d'un service. En effet, dans cette course à la création de valeur pour les entreprises, les approches centrées sur l'analyse et l'étude des usages des produits et des services constituent également un formidable creuset pour dynamiser les processus d'innovation. Les travaux de recherche réalisés à l'occasion de la thèse d'Emilie Chapotot [Chapotot 2009] entrent parfaitement dans cette problématique, actuelle à la fois pour les entreprises mais également pour la recherche.

Ainsi, si les informations sur les différentes utilisations des produits et des services constituent une source de mesure de la satisfaction des clients, ces approches centrées sur l'usage [Roussel et al. 2001] visent à promouvoir et faciliter le développement de nouvelles fonctions, de nouveaux concepts, de nouveaux produits et/ou services innovants à partir des pratiques existantes. Nous rejoignons cette hypothèse et nous pensons qu'il existe une possible connexion entre l'analyse des usages avec les phases exploratoires de type ILM telles que nous venons de décrire au chapitre précédent.

Nos travaux de recherche dans ce domaine ont démarré en 2005 et ont été soutenus par la Communauté Européenne dans le cadre d'un projet européen nommé SMMART (System for Mobile Maintenance Accessible in Real Time). Ce projet intégré d'un budget total de 26 millions d'euros (dont 413 K€ de financement pour ESTIA) a été développé en collaboration avec 24 partenaires (dont Turbomeca, Volvo Technology AB, Eurocopter, Thalès, Snecma Services, CEA, Fraunhofer Institute, MIK...). Ce projet visait à proposer de nouvelles approches pour les activités liées à l'utilisation et à la maintenance des produits et services dans les domaines de l'aéronautique et du transport routier. L'objectif ici était de développer un système pour recueillir les données d'utilisation en temps réel des turbomoteurs afin de prévoir et d'anticiper d'une part les défaillances, mais également d'optimiser la logistique des opérations de maintenance. Ce projet se focalise donc sur l'amélioration des activités de maintenance, mais impacte également l'ensemble du cycle de vie du produit. C'est dans la continuité de ce projet que nous avons ainsi développé nos recherches autour de la thèse d'Emilie Chapotot [Chapotot 2009] centrée sur la création de valeur en conception par l'intégration de l'usage comme catalyseur d'innovation.

Nous avons vu aux chapitres précédents que les différentes mutations successives du monde économique et industriel ont progressivement modifiés la vision de la conception des produits. C'est en se confrontant à une concurrence de plus en plus omniprésente que les industriels ont du progressivement se pencher sur la question de « l'intégration du client ou de son point de vue » dans les processus de conception. C'est par cette prise de conscience sur l'importance de capter au mieux les attentes, les problèmes des clients lors du développement d'un produit que les habitudes de conception se sont modifiées peu à peu. Aujourd'hui, le consommateur ou client est vu désormais comme une source potentielle de valeur ajoutée qui peut être utilisée à travers des pratiques d'innovation de type *bottom-up* transposées dans le cadre des entreprises étendues.

Nous avons vu que la conception est avant tout possible grâce au partage collectif et à l'interaction entre les divers acteurs intervenant autour du produit ou du service à concevoir [Bernard 1996]. Ce partage collectif et ce besoin d'interactions a donné lieu à une explosion des systèmes d'intégration et d'information dans les entreprises qui se traduit par le déploiement des outils de type DFX, ERP, PLM, SGDT, CRM...³². Ces systèmes donnent accès à une quantité grandissante d'informations et à un grand nombre d'interlocuteurs dans le cadre de l'entreprise, et de ses partenaires (fournisseurs, clients...). Cependant, il faut noter que la plupart de ces outils ont donc été conçu dans une logique interne de l'entreprise, ou étendue, c'est-à-dire qu'ils sont généralement utilisés par les acteurs de l'entreprise, en leur sein (ou dans un cadre limité avec certains de leurs fournisseurs et clients) pour échanger des informations sur le processus de développement (de la naissance à la fin de vie), informations qui ne sortent que très rarement (en principe !) des murs des entreprises concernées.

De nombreux travaux de recherche ont été menés sur ce thème de l'intégration en conception. Dans la thèse d'Emilie Chapotot [Chapotot 2009], l'état de l'art de certaines méthodes et outils rassemblés sous le vocable de « *Design for X* » apporte la conclusion que ces méthodes ne sont pas toujours adaptées à une prise en considération globale des contraintes et sont clairement axées sur les contraintes métiers du produit et peu finalement sur l'usage. Le champ d'action des méthodes du *Design for X* étant restreint sur la dimension de l'usage, notre intérêt s'est porté sur les approches du PLM (Product Lifecycle Management) qui vise la gestion des informations relatives au produit à travers les différentes étapes de son cycle de vie. En étudiant la capacité de gestion de l'information de ces systèmes, nous avons remarqué que certaines phases du *lifecycle*, notamment celles concernant la commercialisation, la distribution, l'utilisation du produit fini, en passant par la maintenance et la fin de vie ou recyclage, n'étaient pas toujours bien couvertes par les fonctionnalités des systèmes PLM.

D'une manière générale, notre analyse fait le constat d'une gestion des informations soit trop technocentrée (Product Data Management, PDM, ERP), soit trop centrée sur les acteurs (Customer Relationship Management CRM, Employee Relationship Management ERM, etc.) mais en réalité essentiellement basée sur la gestion administrative des informations de ces protagonistes. Ainsi, si l'accent a été mis sur l'instrumentation des phases de développement, de production, nous remarquons que lors des phases où le produit et /ou le service est exposé à d'autres acteurs, notamment lorsqu'il est distribué, utilisé sur le marché par les clients finaux, intermédiaires, (les consommateurs, les réparateurs, les acteurs du recyclage...) la densité de ces dispositifs de suivi est beaucoup plus faible et questionnable.

Or, c'est précisément par l'analyse de l'interaction entre ces différents utilisateurs et ces produits et services en utilisation qu'il est possible d'observer, de collecter, d'analyser des usages détournés, non prévus, des besoins émergents, des problèmes rencontrés, des nouveaux utilisateurs... qui peuvent être le point de départ de nouvelles formes de conception innovante. Ainsi, en complément d'une approche plutôt descendante de type ILM (exposée au chapitre précédent), nous pensons que c'est à travers ce type de démarche ascendante ou *bottom up* que de nouvelles stratégies de développement et d'innovation peuvent ainsi être mise en place dans les entreprises de manière complémentaire.

Notre état de l'art sur l'innovation par l'usage, nous a permis d'identifier, un certain nombre de travaux mais notre intérêt s'est plus particulièrement porté sur les méthodes CAUTIC proposée par [Mallein et Privat 2002] et la méthode GLOCALE proposée par [Valette 2005]. Ces méthodes permettent de d'observer et d'analyser les informations d'usage afin de déceler des potentiels d'amélioration et d'innovation. La mise en place de ces méthodes s'avère très efficace, mais nous pensons qu'elles restent relativement chronovores et se limitent souvent à une utilisation prescrite et pilotée uniquement par une démarche volontaire des acteurs d'une entreprise. Notre souhait est donc d'ouvrir ces pratiques d'analyse de l'usage de manière plus large, à plusieurs réseaux d'entreprises, mais également aux consommateurs et aux différents

³² DFX = Design For X, ERP = Enterprise Resource Planning, PLM = Product Lifecycle Management, SGDT = Système de Gestion de Données Techniques, CRM = Customer Relationship Management

utilisateurs des produits. L'objectif ici est de capitaliser les informations d'usages provenant de divers points de vue des acteurs tant internes qu'externes à l'entreprise et de les intégrer dans les processus amont du cycle de vie afin d'améliorer leur réactivité à reconcevoir un produit répondant aux attentes des utilisateurs, mais allant au-delà par la proposition de nouvelles idées, de nouveaux concepts, de produits et services innovants.

V.2 L'apport du *crowdsourcing* et de l'*open innovation*

De nos jours, l'évolution des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) par le web et aujourd'hui le web 2.0 (en attendant le web 3.0 !) met en tension la question des échanges entre les individus. Cette accélération des blogs, forums de discussion, réseaux sociaux (Facebook, Twitter...) ouvrent par ailleurs de nouvelles perspectives sur la question des échanges et des coopérations autour de l'usage des produits/services, entre les acteurs au sein même de l'entreprise mais également avec leurs clients, leurs prospects et plus généralement le monde extérieur. En effet, en parallèle des méthodes et outils classiques tels que par exemple l'Analyse Fonctionnelle (AF), le Quality Function Deployment (QFD), l'Analyse des Tendances Conjointes (ATC)³³ qui peuvent contribuer à réfléchir sur les usages possibles d'un produit ou d'un service, de nouvelles pratiques autour du web communautaire se dessinent aujourd'hui avec ce web participatif plus axé sur les réseaux sociaux.

Internet est un formidable support pour favoriser les interactions à distance entre individus à travers le monde entier. Il permet de favoriser des échanges entre chacun des acteurs de la toile. Ainsi de manière plus ou moins spontanée, certains groupes, composés d'individus ayant des affinités ou des intérêts communs, se forment et créent des communautés virtuelles qui peuvent utiliser par exemple des forums de discussions pour échanger des informations, échanger des conseils, des idées, de l'expertise, des opinions, du savoir, etc. Ces outils sont porteurs d'une richesse et d'une densité d'informations non négligeable et peuvent avoir des répercussions à la fois positives et négatives pour une entreprise qui souhaite « surfer » sur cette vague du web 2.0. La plupart des sites marchands de produits multimédias disposent de forums permettant à leurs utilisateurs d'échanger des informations sur des produits de leur marque ou s'y référant. Prenons comme exemple, le site internet du fabricant d'ordinateurs Dell qui met à disposition de sa communauté d'utilisateurs, un espace réservé pour échanger des informations. Ce forum est constitué de rubriques la plupart du temps intitulées au nom d'un produit de la marque ou d'un accessoire multimédia. Même si la fréquentation d'un tel forum est bonne, il n'est cependant pas orienté sur des cas d'usages de produits qui ne peuvent donner des informations précises sur les souhaits et les besoins des utilisateurs. D'autres entreprises se sont donc orientées vers le développement de forums centrés sur les usages plutôt que sur les produits. [Soudoplatoff 2006] nous propose deux exemples qui mettent en évidence l'impact que peut avoir ces forums de discussions. Le premier exemple concerne la société Leroy Merlin qui a décidé d'ouvrir sur son site marchand des forums de discussions non pas centrés sur les produits, mais bien sur des cas d'usages de ces produits. De ce fait, le site de l'enseigne s'est donc retrouvé support de discussions avec des personnes expérimentées répondant aux questions des néophytes avec un forum très pratique qui s'est mis en place et a permis à Leroy Merlin d'obtenir beaucoup d'informations sur leurs propres produits, mais également a permis de gagner en image de marque par rapport à la concurrence. Le second exemple concerne la société Intel qui a connu quelques mésaventures provenant des forums de discussions. Lors de la sortie de ses premiers produits Pentium, il s'est avéré selon un ingénieur que le processeur pouvait *bugger* dans certaines situations assez rares. Malgré un déni total de la société, l'ingénieur a tout de même diffusé l'information sur des forums de discussions. D'autres internautes ont confirmé ces témoignages et Intel a dû faire face à un mouvement de protestation où un réseau entier d'utilisateurs était au courant des problèmes.

Les deux exemples précédents illustrent la puissance et le potentiel (positif ou négatif) de ces médias de communication qui autorisent le partage d'information à échelle mondiale. Ainsi, nous

³³ Pour des exemples d'application de ces méthodes en conception, le lecteur pourra se référer aux travaux suivants : [Auvray 1995] [Christofol, 1995] [Bouchard 1997] [Roussel, 2001].

observons généralement plusieurs limites concernant l'utilisation de ces forums pour les entreprises et montrent l'intérêt de travailler sur de nouvelles formes pour accompagner les dynamiques d'innovation par l'usage.

De nouvelles pratiques telles que le *crowdsourcing*³⁴ où l'*open innovation*³⁵ proposent de s'appuyer sur ces nouveaux modes d'échanges, *peer to peer*, afin de faire participer une multitude d'individus délocalisés sur la coconception de nouveaux produits, la résolution de problèmes complexes, à la réflexion sur de nouveaux usages et ainsi offre une piste à étudier pour l'innovation. Le principe commun est le même puisqu'il s'agit de faire appel à la foule (traduction de « *crowd* ») ou à l'extérieur (traduction de « *open* ») pour résoudre des problèmes, trouver de nouvelles idées, évaluer des contributions, qualifier des informations, acquérir de la connaissance.

De nombreuses plateformes internet sont basées sur ces principes du *crowdsourcing* ou de l'*open innovation* et sont apparus très rapidement depuis une dizaine d'années. Ces plateformes d'intermédiaires se présentent sous diverses formes avec des connexions plus ou moins complexes entre les utilisateurs (considérés comme des experts, trouveurs, solutionneurs...) et les entreprises (considérés comme des apporteurs d'affaires ou de sujets, des clients...) ou de simples sites de collaboration dans un domaine particulier. Les sites utilisant ces principes sont généralement conçus avec un « modèle économique partagé » qui permet aux sociétés à l'origine de ces plateformes de faire des profits en proposant des produits et/ou services mais en permettant à toute la communauté d'être potentiellement rémunérée (financière ou autre).

En allant chercher les compétences et les connaissances sur le web, soit sous forme de projets collaboratifs distribués (*crowdsourcing*) soit sous forme de challenges ou concours (*open innovation*), ces plateformes doivent mettre en place un système de rémunération afin d'encourager la participation massive d'experts, ou le principe de partage et de codéveloppement des projets.

Selon le modèle de *crowdsourcing* adopté, les modèles de rémunération correspondants sont très différents. [Blanc et al. 2008] en dénombrent trois sortes : la rémunération directe, la rémunération indirecte et la rémunération annexe. La rémunération directe consiste à reverser une partie des bénéfices de la vente des idées et ressources proposées par les contributeurs. La rémunération indirecte consiste toujours à reverser une partie des bénéfices de la vente des idées et ressources des contributeurs mais qui sont transformées par les entreprises pour y apporter de la valeur ajoutée. La dernière rémunération, la rémunération annexe consiste à reverser l'intégralité des bénéfices de la vente des idées et ressources déposées par les contributeurs. La société met alors gratuitement à disposition un site web avec des informations et les revenus proviennent des publicités et des services payants supplémentaires.

En ce qui concerne les plateformes basées sur les principes de l'*open innovation*, il existe aujourd'hui, un ensemble de sociétés qui proposent leur propre système : Innovation Partagée, ou PRESANS en France qui se sont inspirées des plateformes telle qu'InnoCentive aux Etats-Unis dont l'exemple illustre bien le principe de ces plateformes. Innocentive est une entreprise initiée par une compagnie pharmaceutique qui était face à un problème de conception de leur

³⁴ Le *crowdsourcing* (terme proposé par [Howe 2006]) est basé sur un principe ascendant qui vise à orchestrer les échanges entre initiateurs et contributeurs. Il attire les contributeurs en proposant une récompense ou rémunération en fonction du niveau d'apport amené au projet. Ainsi, c'est un échange équitable d'informations, de connaissances et d'expertise qui se met en place.

³⁵ [Chesbrough 2006] définit l'*open innovation* comme une méthode permettant de créer et de réutiliser la valeur ajoutée provenant des multiples contributeurs d'un projet. En résumé, l'*open innovation* utilise les connaissances internes et externes pour développer un projet interne à l'entreprise. Le but est de valoriser les connaissances capitalisées dans les réseaux internes et externes de l'entreprise afin de créer de la valeur ajoutée. La recherche de savoir se fait de manière horizontale comme l'innovation bottom-up ou horizontale que nous avons développée dans les paragraphes précédents.

produit. Malgré un département de recherche et développement performant, trouver une solution à leur problème s'est avéré plus compliqué qu'il n'y paraissait. Face à ce manque d'idées en interne, l'entreprise lança sur le web un service en ligne permettant à des experts hors de l'entreprise de se pencher sur leur problématique. Sachant que la solution qui serait retenue au challenge proposé serait récompensée (financièrement), des scientifiques à travers le monde s'y sont intéressés. Ainsi, l'initiateur de l'idée fut récompensé et l'entreprise récolta la solution à son problème de conception à un prix défiant toute concurrence [Allio 2004].

Aujourd'hui, il existe plusieurs dizaines de plateformes basées sur le *crowdsourcing* ou l'*open innovation* sans compter les sites du style « wiki » qui tourne autour du partage de connaissances (tel que Wikipedia) qui s'apparentent quelque peu dans le principe. Par exemple, parmi les plateformes intermédiaires qui mettent en relation des utilisateurs avec différentes entreprises nous pouvons citer : Innocentive, Crowdsprit³⁶, TekScout, Fellowforce, IdeaConnection, Yet2.com, IdeaMagnet, Ninesigma, Innovation Exchange, Idea Bounty, Open Innovation GmbH/Battle of concepts, Big Idea Group, spigit Enterprise, Idea Crossing, Sense Worldwide, Pharmalicensing, Inkling Markets, HumanGrid, The Crowdfund Company...

Mais également il existe des plateformes propres à des entreprises qui proposent leur propre système : BMW Customer Innovation Lab, LeadUsers.nl & Live Simplicity (Philips), Staples Invention Quest, Kraft, GameChanger (Shell), Henkel Innovation Trophy, IBM ThinkPlace et InnovationJam, Cool Software (Intel), Dell IdeaStorm, Betavine (Vodafone), My Starbucks Idea, Nintendo Wiiware, Peugeot, Electrolux Design Lab, Nespresso, LEGO Mindstorms, ESP Game/Google Image Labeler...

Ainsi avec la proposition de leurs propres plateformes ouvertes, les entreprises sont amenées à se réinterrogés sur leurs modèles d'innovation. Certains auteurs notent que dès à présent certaines entreprises complètent ou modifient leur politique d'innovation et de propriété intellectuelle [Tapscott et Williams 2006] et ouvrent donc la porte à de nouveaux modèles économiques associés.

Nous proposons que la problématique de collecte, d'interprétation et de hiérarchisation des informations pertinentes sur les usages que nous avons mis en évidence précédemment puisse être testée avec ce type de support. De ce fait, nous proposons par la suite une démarche (nommée ULM) permettant de recueillir les informations sur l'usage ainsi qu'une plateforme dédiée C³ pour le recueil et l'analyse de ces informations. Ces contributions sont détaillées dans les paragraphes suivants.

V.3 Proposition de l'ULM : Usage Lifecycle Management

Pour répondre aux problématiques industrielles et de recherches que nous avons établies, nous proposons une approche visant à gérer les informations d'usage que l'on peut retrouver dans les phases aval du cycle de vie produit. C'est en capitalisant ces informations dans les processus d'utilisation, de maintenance et de recyclage que nous souhaitons mettre à jour des améliorations à apporter au produit et mettre à jour des idées innovantes. Nous avons nommé cette approche ULM pour Usage Lifecycle Management [Chapotot 2009] où la gestion des informations comprend les phases de capitalisation, de formalisation, et de réutilisation.

L'objectif, ici, est de capitaliser les informations d'usage provenant de divers types d'utilisateurs et de les intégrer dans les processus amont du cycle de vie afin d'améliorer la réactivité des entreprises pour reconcevoir un produit ne répondant pas seulement aux attentes des utilisateurs, mais aussi initier de nouvelles idées amenant au développement de produits innovants. La figure 19 illustre le positionnement des approches ILM et l'ULM que nous proposons dans ce mémoire.

³⁶ Dans le cadre de la thèse d'Olivier Pialot, nous avons travaillé avec ce partenaire pour la mise au point de leur process de collecte des idées.

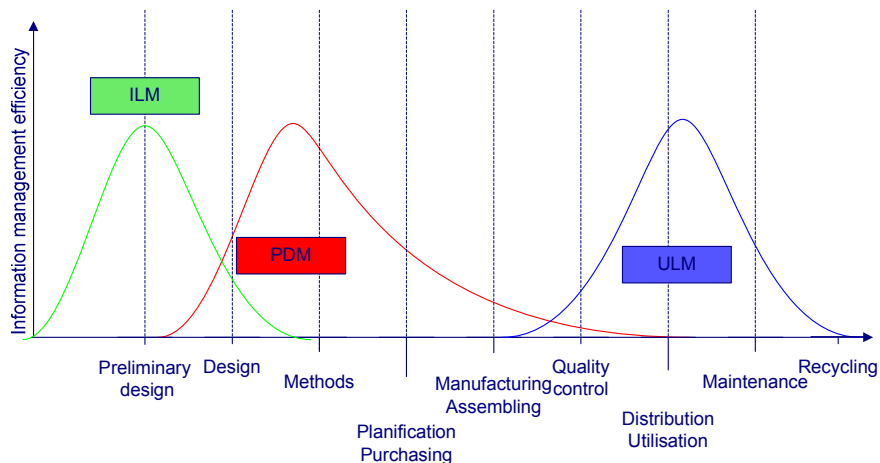


Figure 19 : Positionnement de l'ILM et de l'ULM sur le cycle de vie

Nous avons montré dans le paragraphe précédent que l'approche PLM permet de gérer les processus de gestion des données produit (PDM), des informations clients (CRM) et employés (ERM), mais ceci dans la limite des processus de conception et de production. Afin de pallier ce manque dans le PLM, nous proposons une approche complémentaire ULM pour gérer les informations d'usage du produit/service dans les phases d'utilisation, de maintenance, de distribution et de recyclage. Nous définissons donc l'ULM comme une approche permettant de manager l'information issue des phases aval du cycle de vie des produits. L'acronyme ULM, que nous avons choisi, signifie Usage Lifecycle Management et peut être détaillé de la manière suivante :

- Le terme « Usage » se réfère à l'usage d'un objet matériel ou immatériel (produit physique ou service) par un ou plusieurs utilisateurs dans un contexte spécifique. L'usage caractérise donc une relation entre le triptyque : utilisateur, objet (et ses fonctions) ainsi que le contexte d'utilisation donné.

- Le terme « Lifecycle » se réfère aux informations du cycle de vie des usages du produit. Dans notre étude, nous nous intéressons uniquement aux processus aval où l'on retrouve l'usage du produit fini (après fabrication pour un produit physique). Les processus aval concernés sont utilisation, maintenance et recyclage. Le processus « utilisation » englobe les différentes phases d'utilisation à partir du moment où le produit sort de la chaîne de fabrication, puis suit des opérations d'acheminements et d'approvisionnements chez les revendeurs et détaillants pour finir par l'utilisation finale du produit, en bout la chaîne, chez le client.

- Le terme « Management » se réfère au processus de gestion de l'information qui inclut la capitalisation, la formalisation et la réutilisation des informations d'usage. En ce qui concerne notre contribution, nous nous sommes focalisés dans un premier temps sur l'étape de capitalisation et de collecte des informations d'usage. Ces informations seront par la suite structurées pour mettre en avant leur potentiel et la valeur ajoutée qu'elles peuvent apporter à la connaissance produit d'une entreprise.

En relation avec les définitions de chacune des termes composant l'acronyme ULM, nous avons proposé une taxonomie (illustrée sur la figure 20) qui reprend chacune des caractéristiques énoncées pour la structuration des informations liées à l'usage.

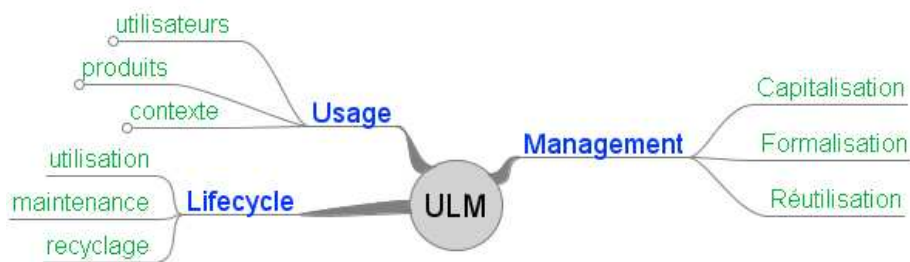


Figure 20 : Taxonomie de l'approche ULM [Chapotot 2009]

A partir des étapes de capitalisation et de formalisation des informations d'usage effectuées, nous proposons trois possibilités de réutilisation et d'exploitation de ces informations: l'exploitation pour travailler sur les défaillances des produits, l'exploitation pour une meilleure reconception des produits et l'exploitation pour l'innovation détaillées dans [Chapotot 2009].

Afin d'instrumenter l'approche ULM, nous avons restreint la capitalisation des informations d'usage à une taxonomie des usages proche de la définition du sociologue Pierrault qui consiste à caractériser les usages en fonction de trois éléments. Ces trois éléments comprennent l'utilisateur, l'objet et les fonctions de cet objet [Pierrault 1989]. Sachant que l'auteur attribue un contexte d'utilisation à ces fonctions, il revient à dire que pour définir l'usage d'un objet, il est nécessaire de prendre en considération les trois éléments utilisateur/objet/contexte.

Notre travail s'appuie également sur l'approche définie par [Kanis 1999] qui consiste à étudier la manipulation et l'utilisation d'un objet dans un contexte d'action. C'est à partir de ces deux définitions de l'usage que nous avons instrumenté notre approche autour de la taxonomie utilisateur/produit/contexte [Chapotot 2009]. Nous nous sommes appuyés sur cette classification pour caractériser les différentes fonctions et informations à recueillir par le biais d'un outil accessible par les divers utilisateurs.

V.4 Proposition d'un processus de conception innovante par l'usage

Nous proposons d'instrumenter l'approche ULM au travers d'une plateforme web externalisée qui est basée sur les principes du *crowdsourcing*. Cet outil baptisé C³ pour Conception Consommation Communication (voir figure 21) s'oriente sur la collecte et l'analyse d'information autour du trièdre utilisateur/produit/contexte afin de capitaliser et de formaliser les informations d'usage d'un produit.



Figure 21 : Capture d'écran de la plateforme C³ [Chapotot 2009]

En fonction du contexte dans lequel évolue l'utilisateur, le regard porté sur l'usage du produit peut être différent. C'est pourquoi nous avons choisi de considérer parmi les utilisateurs, les utilisateurs finaux (clients, consommateurs,...), les utilisateurs intermédiaires (revendeurs, détaillants, etc.) et les utilisateurs internes (salariés des processus d'utilisation, maintenance et recyclage...). En considérant l'ensemble de ces acteurs, nous envisageons de capitaliser les informations d'usage à travers des entreprises étendues.

L'objectif, ici, est de capitaliser les informations d'usage provenant de divers types d'utilisateurs et de les intégrer dans les processus amont du cycle de vie afin d'améliorer la réactivité des entreprises pour reconcevoir un produit ne répondant pas seulement aux attentes des utilisateurs, mais aussi initier de nouvelles idées amenant au développement de produits innovants.

A partir du travail d'évaluation et de pondération des entrées utilisateurs, il est envisageable selon divers points de départ d'effectuer une analyse aboutissant à des préconisations pour la conception ou la reconception d'un produit. Ce processus est composé de trois étapes et a pour objectif de formaliser les nouveaux besoins des utilisateurs qui aboutiront soit à l'amélioration de produits, soit à la naissance de nouveaux concepts.

La première étape concerne l'entrée des informations d'usage provenant des différents utilisateurs identifiés (clients, revendeurs, détaillants, acteurs de l'entreprise...). Ces informations d'usage sont collectées selon le type d'utilisateur identifié, le produit et le contexte. C'est par les questionnaires et les fonctions d'améliorations que les informations sont récupérées. Ces fonctions d'améliorations permettent soit de signaler un problème pour mettre à jour un problème lié à l'usage du produit dans un contexte spécifique, soit de proposer une solution à un problème identifié (qu'il provienne d'un autre utilisateur ou non), soit de proposer directement des concepts innovants pouvant répondre à un besoin identifié par d'autres utilisateurs.

La seconde étape permet d'identifier les profils, d'évaluer et pondérer les informations d'usage qui ont été déjà hiérarchisées par la communauté d'utilisateurs. Chaque utilisateur fait partie d'une catégorie qu'il soit client, revendeur ou acteur interne de l'entreprise mais il est également nécessaire de le positionner par rapport à son acceptation du changement, c'est-à-dire par rapport à l'arrivée d'un nouveau produit ou service. Pour cela nous utilisons les principes de la méthode CAUTIC proposée par [Mallein et Privat 2002].

A partir du travail d'évaluation et de pondération des entrées utilisateurs, il est envisageable selon divers points de départ d'effectuer une analyse aboutissant à des préconisations pour la conception ou la reconception d'un produit. Pour ces raisons, nous avons proposé une plateforme capable de collecter des informations à forte valeur ajoutée comme les informations d'usage et ainsi réintégrer le client au cœur du processus de conception. Les entrées utilisateurs évaluées et pondérées peuvent donc servir selon divers biais d'attaque.

Le premier concerne l'analyse à partir des entrées utilisateurs c'est-à-dire les fonctions d'amélioration permettant de signaler un problème, de proposer une amélioration et de proposer un concept. Pour cette fonction, il est possible d'utiliser les informations déposées par les multiples utilisateurs avec une méthode de résolution de problème (comme celle que propose la méthode ASIT [Horowitz 2003]). Pour la proposition d'amélioration, les méthodes classiques de conception que nous avons évoquées dans les chapitres précédents peuvent être utilisées comme l'Analyse Fonctionnelle par exemple. On peut également envisager d'intégrer les propositions de modifications au modèle PST [Pialot 2009]. Pour finir, l'analyse peut se faire à partir des produits et services environnants de l'objet considéré. En recensant et en analysant l'ensemble des produits et services environnants, il est alors possible d'associer à l'objet étudié d'autres fonctions des objets et services périphériques et conduire ainsi à une hybridation d'un produit offrant de multiples fonctionnalités.

En conclusion de ce chapitre 5 concernant l'approche ULM et la plateforme C³, nous pouvons voir ici la possibilité de connexion entre l'amont et l'aval des processus de conception innovante. Ainsi, à travers la démarche proposée et son instrumentation, il semble alors envisageable de pouvoir relier des processus de gestion du cycle de vie des usages de type ULM (Usage Lifecycle Management) avec la gestion du cycle de vie des idées de type ILM (Ideas Lifecycle Management).



Principales publications en lien avec ce chapitre (Liste complète au chapitre 9) : [A. 18], [C. 30], [C. 31], [C. 33], [C. 35], [D. 14]

Chapitre

VI

Instrumentation de la conception innovante

VI. Instrumentation de la conception innovante

VI.1 D'un outil d'aide à la diffusion des idées...

Mes analyses depuis maintenant dix ans concernant le suivi de projets innovants m'ont conduit à m'interroger sur l'instrumentation des phases de conception innovante. En effet, tout au long de nos travaux, la méthodologie de recherche sur le terrain nous amène à observer les pratiques effectives des acteurs dans le contexte de l'innovation. Cette approche place (ou déplace) l'innovation résolument dans l'action et les interactions et nécessite alors d'appréhender les logiques d'acteurs, les réseaux qui se constituent, les mécanismes de coopération, et les outils mobilisés. La sociologie des organisations nous montre bien que les acteurs peuvent se saisir des outils, les tordre selon leurs stratégies propres, voire les détourner de leurs objectifs ou les remettre en cause. Notre propos est de considérer que les outils s'inscrivent dans l'action et impliquent qu'ils soient intimement liés à l'organisation. De ce fait, organisations et outils ne peuvent pas être traités séparément. Cette posture est également celle adoptée par les chercheurs dans le domaine de la gestion qui étudient les outils de gestion dans leur genèse et dans l'usage, au plus près des pratiques de terrain [Moisdon 1997].

Lors de nos études de terrain, nous avons observé des pratiques de conception dans l'usage et parfois pointer certaines limites des dispositifs existants. Il convient maintenant de tirer les fruits de ces observations pour la conception d'un outil c'est à dire d'effectuer un retour sur l'instrumentation. Le prochain paragraphe s'attache donc à expliciter les caractéristiques des différents outils pour la conception innovante compte tenu des observations et des points particuliers sur lesquels nous avons attiré l'attention du lecteur tout au long de ce mémoire. Nous compléterons et nous mettrons à l'épreuve ces caractéristiques avec d'autres travaux menés dans le domaine des sciences pour l'ingénieur et des sciences humaines et sociales sur l'instrumentation de la conception [Blessing 1994].

Dans ce contexte, nous pensons que l'enjeu d'un outil pour la conception innovante n'est plus de permettre la définition de vues « hermétiques » dans lesquelles s'insèrent des connaissances spécifiques (métier, produit, etc.) mais qu'il s'agit de permettre aux acteurs de construire des vues partagées dans lesquelles les diverses compétences métiers peuvent se confronter, élaborer des compromis en combinant les idées, les exigences et les contraintes de chacun. Les outils actuels d'aide à la modélisation du produit sont surtout appuyés sur des points de vue métier. Nous faisons l'hypothèse qu'il convient de définir un nouveau paradigme d'outil d'aide à la conception distribuée dont l'enjeu serait double :

- développer les possibilités de coopération entre les métiers en proposant des supports à l'interaction des points de vue,
- reconsidérer le point de vue des métiers en proposant un outil pour la formalisation des connaissances métiers, mais tourné vers l'explicitation et l'interaction avec les diverses connaissances mobilisées.

Nous pensons également que la question de l'instrumentation de l'innovation doit être aussi reconsidérée avec une vue différente des outils actuels. Ainsi, si l'innovation est souvent abordée par les leviers de la créativité et de la recherche d'idées nouvelles, nous souhaitons apporter ici une contribution différente mais complémentaire au processus d'innovation. De ce fait, nous avons tout d'abord axé nos réflexions sur le développement d'un outil favorisant ces processus de maturation des idées lors des phases amont.

Ainsi, tout au long de mes travaux de recherche, s'est progressivement défini le concept d'un outil susceptible d'apporter une aide opérationnelle et un support aux processus de diffusions et de mise à l'épreuve des idées. Ainsi, dans notre cas, nous avons orienté la conception de l'outil pour une utilisation destinée à l'activité d'un acteur particulier : l'innovateur. Ainsi, j'ai pu

développer à l'issu de mes travaux de doctorat un outil nommé ID² (Innovation Développement & Diffusion) dont la finalité est tournée principalement vers un objectif de diffusion et de maturation des nouvelles idées (au sens d'accompagner un nouveau concept pour le mettre en projet) en proposant un outil destiné à être piloté par un acteur « porteur d'idées innovantes ». Cependant, nous avons montré dans les précédents chapitres le caractère fortement distribué de l'activité des développements amont et la nécessité de mobiliser une multitude de compétences et de tenir compte des contraintes, des différents points de vue, des rationalités et des logiques des autres acteurs métier qui vont intervenir lors de ces phases de prospective. Ainsi, cette particularité nous conduit à proposer un outil (cf. illustration figure 22) qui soit dans la même optique d'ouverture aux interfaces des métiers en permettant un support aux interactions formelles et informelles entre les différents participants.

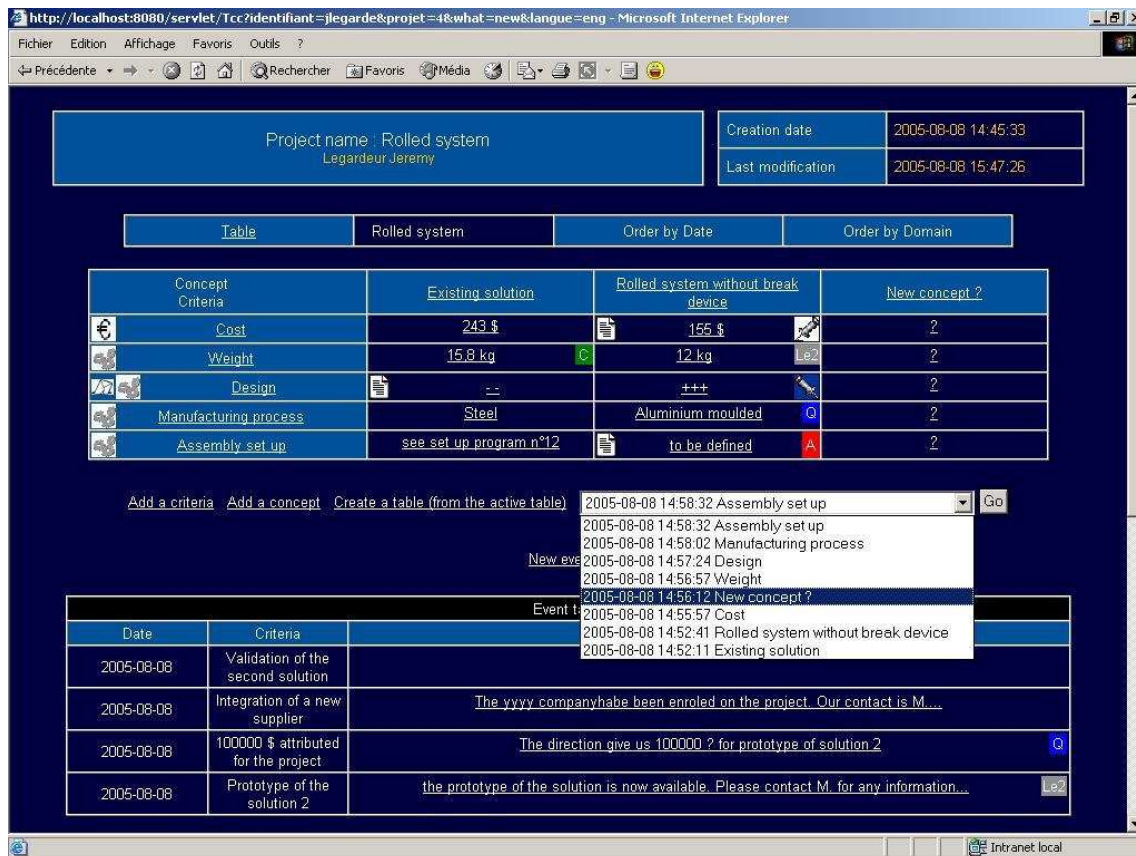


Figure 22 : Capture d'écran de l'outil ID²

Ainsi, dans l'outil ID², l'approche que nous proposons est de modéliser en cours d'action, une représentation progressive du projet d'innovation sous forme de différents concepts (présentés dans les différentes colonnes) soumis à évaluation sous la base de critères (lignes) qui eux-mêmes vont être complétés et progressivement affinés. Ainsi l'outil est principalement basé sur l'évolution d'un tableau concepts/critères (TCC) qui permet de construire une sorte de matrice dynamique de représentation des alternatives de concepts imaginés et qui sont évalués par différents critères.

L'avantage de ce type de représentation sous forme de tableau concepts/critères est de fournir un support relativement simple et facile d'accès puisque nous avons vu qu'il est souvent utilisé en entreprise sous des formes relativement simplifiées mais assez comparables pour présenter les différentes alternatives imaginées. On retrouve également ce type de tableau, désignée par le terme de *concept screening* dans certaines méthodes pour la conception et l'évaluation de solutions [Ulrich et Eppinger 1995].

De plus, dans le domaine de l'ergonomie cognitive, les études [Darses 1997], sur les confrontations des points de vue d'acteur en conception montrent que le processus d'argumentation fait appel à des connaissances non seulement sur la solution courante (à évaluer) mais aussi sur d'autres solutions (alternatives ou existantes) et ceci dans des modes d'évaluation comparative ou par analogie. Par ailleurs, l'utilisation des critères au sens de [Garro et al. 1998] permet de disposer d'un « langage commun » pour permettre la confrontation des points de vue des différents métiers que l'on va rencontrer tout au long du cycle de vie d'un produit. En effet, chaque acteur va mobiliser ses propres critères mais ces derniers peuvent constituer également des prises pour d'autres métiers : par exemple, un critère de *coût*, mobilisé par un acheteur, peut être largement débattu avec d'autres participants comme un acteur étude, un fournisseur, un acteur marketing, etc. On sait que les critères ne sont pas identiques pour les différents acteurs de la conception. Mais lorsque ces critères sont mis au débat à travers le TCC, ils sont le support d'interaction et d'explicitation avec les autres connaissances spécifiques mises en œuvre. Dans l'objectif de favoriser les interactions, cet aspect est intéressant et s'inscrit en complément d'une représentation trop exclusive du produit comme peut l'être une esquisse ou la modélisation géométrique CAO qui n'est pas forcément aussi partageable entre les différents *stakeholders* du processus de conception innovante.

De plus, dans un contexte de conception innovante tel que nous avons pu le présenter lors des premiers chapitres, nous avons vu que la créativité et la genèse de nouveaux concepts n'est pas le frein majeur du processus d'innovation. Au delà de la créativité, nous avons senti le besoin de proposer un outil complémentaire qui permette d'accompagner les étapes de diffusion, de maturation et de confrontation et donc de la consolidation de l'idée ou du concept imaginé. Ainsi, nous pensons que cet outil permet de favoriser la mise en projet et l'industrialisation d'un nouveau concept, problématique qui est différente de celle des outils pour la recherche d'idées innovantes même s'il n'y a pas une séparation aussi distincte entre la créativité et la diffusion/consolidation de l'idée. En effet, des phases de recherche de nouvelles idées peuvent intervenir à différents stades du processus, et les outils pour la créativité peuvent être mobilisés à différents moments du projet. A ce sujet, nous verrons que la créativité et la recherche d'idées nouvelles sont également sous-jacentes dans l'outil que nous proposons.

Le tableau concepts/critères (TCC) semble présenter des caractéristiques intéressantes pour instrumenter les interactions en conception. Nous avons montré que ces interactions peuvent alors favoriser la consolidation de solutions innovantes. De ce fait, nous avons utilisé cet objet et nous l'avons fait évoluer pour l'englober dans un outil informatique que nous avons nommé ID² (Innovation Développement et Diffusion). Par ailleurs, les résultats de nos études de terrain nous ont permis de définir les spécifications de cet outil qui sont articulées autour de trois axes principaux :

- un support d'aide pour la création et la mise en réseau des acteurs autour du processus de maturation d'une nouvelle idée, d'un nouveau concept,
- un tableau de bord pour la formalisation des critères, la mise au débat des informations et l'évaluation des différentes alternatives,
- et finalement, un support pour la capitalisation et la réutilisation des informations et des compétences sur les projets d'innovation.

Notre outil vise à fournir à un acteur « porteur d'une nouvelle idée », tel que nous avons pu le décrire lors des chapitres précédents, la possibilité de synthétiser les informations recueillies lors de la maturation des différents concepts proposés et dans toutes les dimensions explorées. Ainsi, afin de croiser les points de vue et les compétences, l'enjeu est de proposer un outil partagé permettant à chaque acteur de spécifier et d'explicitier ses propres critères et les informations.

Pour cela, nous proposons une structure à plusieurs niveaux de lecture où les utilisateurs peuvent consulter simplement les informations affichées dans l'outil, consulter une spécification plus complète de cette information, ou bien ouvrir un fichier attaché exhaustif de cette information. Ainsi, les acteurs peuvent remplir ou lire le tableau en fonction de leur besoin. De plus, la structure du TCC dans ID² est dynamique et chaque acteur peut proposer de nouveaux

concepts ou alternatives (création de nouvelles colonnes), de nouveaux critères (création de nouvelles lignes), et de nouvelles informations (création de nouvelles cellules) tout au long de la progression du projet. Par ailleurs, l'outil permet également aux acteurs, de donner plus de précisions et d'explicitier les critères qu'ils ont proposés. Ainsi, le TCC peut supporter l'enrichissement de nouveaux critères spécifiques qui ne sont pas forcément autant prévisibles que les critères traditionnels (coût, poids, matériaux utilisés,...)

En ce sens, nous pensons que le tableau concepts/critères fournit un support multi-vues où chaque acteur peut réagir, commenter, demander des explications sur tout aspect du projet. Un des points clés de l'outil ID² concerne la possibilité d'annoter³⁷ le TCC afin de formaliser les différents échanges entre les participants du projet et ainsi contribuer à favoriser l'émergence du produit par les interactions entre les métiers. Dans cette optique, l'outil fournit plusieurs fonctionnalités pour instrumenter ces « interactions aux interfaces » des métiers par l'intermédiaire de quatre modes d'annotation du TCC : les liens, les alarmes, les questions, et les demandes d'information.

VI.2 ... à un outil support de l'exploration pour la conception innovante au service de la convergence

Forts de tous ces éléments caractérisant le raisonnement exploratoire de conception innovante, nous nous sommes également intéressés aux questions et moyens permettant de converger vers les phases de conception « aval » d'un objet que l'on veut innovant. Dans le cadre de la thèse d'Olivier Pialot [Pialot 2009], nous avons ainsi développé et proposé un certain nombre d'outils afin d'accompagner et affiner les résultats d'un raisonnement de conception innovante pour obtenir un livrable de conception. Aux chapitres précédents, nous avons montré que si le raisonnement de conception innovante permet de « déformer » la définition d'un objet en l'orientant vers les déclinaisons les plus prometteuses, son livrable ne prend pas pour autant la forme d'un système matérialisable physiquement dans ce sens que sa définition est incomplète, que les parties non impactées par la nouvelle intention initiale restent indéfinies.

Au sortir d'un raisonnement exploratoire PST, le livrable de la conception innovante prend la forme d'un ensemble d'attributs traduisant l'impact de la perturbation générée par une nouvelle intention sur un système de base. Mais précisément à ce stade, au travers des Pi ajoutées, on n'a finalement considéré que l'exploration et la déformation d'un système de base vis-à-vis d'une nouvelle intention avec l'idée de maximiser la valeur, laissant en suspens les autres aspects de sa définition. En d'autres termes, le livrable de la conception n'est pas « finalisé » dans ce sens que les Pi ajoutées ne traduisent que l'impact de la perturbation générée par l'apport d'une nouvelle intention : par exemple, ce n'est pas parce que le raisonnement PST a permis de définir un téléphone mobile hybridé avec les propriétés d'une calculatrice scientifique pour un public étudiant, qu'on l'a doté de toutes les qualités indispensables à un téléphone, et encore moins que l'on est en mesure de l'industrialiser.

A ce stade, la perturbation sur un système de base, relative à la nouvelle intention, a été exploitée et l'approche de conception souhaitable ne consiste plus à « défricher » toutes les alternatives valides pour explorer les espaces de valeur, mais à amener l'artefact de conception vers une potentielle industrialisation, soit à converger vers l'identification des éléments du cahier des charges pour progressivement se ramener à une conception plus réglée. En d'autres termes, le but de la conception devient la convergence vers un livrable « plus figé » répondant à un ensemble défini de fonctions, dont celles « surprenantes » identifiées lors du raisonnement exploratoire PST. Il semble donc se dessiner la nécessité d'un deuxième processus de conception, convergent celui-là, et pour lequel nous avons besoin d'une définition de spécifications.

³⁷ A ce sujet, certains travaux [Boujut 2001] montrent le rôle central de ces activités d'annotation dans le cadre de la conception et notamment celui de la conception innovante.

Par contre, parce que le nouvel objet est inédit, c'est une phase où le manque de connaissances sur les besoins des consommateurs est prégnant. Pour remédier à cette lacune de connaissances et accompagner le plus judicieusement possible ce travail « crucial » de spécifications, nous proposons de considérer la notion de cadre de référence d'une catégorie de produits. Au-delà d'un ensemble commun de fonctions de service primaires et quelques autres secondaires, nous définissons au travers du « cadre de référence » l'ensemble des exigences minimales offertes par les offres concurrentes existantes de cette catégorie, vis-à-vis desquelles le consommateur se réfère pour juger de la légitimité et de la crédibilité d'un nouveau produit en termes d'utilité notamment. Ainsi, ne respecter aucun cadre de référence revient à ne pas appartenir à une catégorie avec le risque de non légitimité que cela implique.

Pour réaliser cette hybridation entre un livrable de raisonnement PST et la définition du cahier des charges pour initier la conception détaillée du produit innovant considéré, nous avons proposé [Pialot 2009] l'outil PILOT (cf. figure 23) qui permet d'effectuer une comparaison des caractéristiques de l'objet inédit et donc déformé avec celles appartenant à un « cadre de référence », représentant la famille de produits la plus proche. Cet outil donne prise sur la coévolution entre les objectifs ainsi définis et les alternatives de conception développées, coévolution qui s'effectue par séquences. Pour ce faire, nous proposons de positionner au sein de cet outil, précisément dans les colonnes adjacentes à celles des fonctions extraites du livrable d'un raisonnement PST, les fonctions classiques des produits qui constituent le cadre de référence. Grâce à PILOT, au fur et à mesure que les nouvelles bases de connaissances relatives au tout nouvel objet s'acquièrent, il devient alors possible de consciemment et progressivement s'approcher du livrable souhaité.

Outil PILOT

Fonctions à satisfaire dérivant du livrable d'un raisonnement PST			Fonctions à satisfaire dérivant d'un cadre de référence			Fonctions	Critère de fonction	Niveau souhaité Séquence 1	Alt. Dev. 1	Alt. Dev. 2
Fonctions	Critère de fonction	Niveau souhaité	Fonctions	Critère de fonction	Niveau souhaité	Fonctions	Critère de fonction	Niveau souhaité Séquence 1	Alt. Dev. 1	Alt. Dev. 2
Fonction principale	C0	N0	Fonction principale	C0'	N0'	Fonction principale	C0	N0		
F1 = Franchir obstacles	C1 = Hauteur à franchir	N1 > 30 cm				F1 = Franchir obstacles	C1 = Hauteur à franchir	N1 > 30 cm	5 cm	7 cm
Fonction 2	C2	?				Fonction 2	C2	N2 = 70	65	89
Fonction 3	?	?				Fonction 3	C3	N3 = 4	4	4
Fonction 4	C4	N4	Fonction 4	C4'	N4'	Fonction 4	C4	N4''	...	
			Fonction 5	C5	N5	Fonction 5	C5	N5		
			Fonction 6	C6	N6	Fonction 6	C6	N6'		

Points de parité

Figure 23 : Exemple de cadre de référence dans l'outil PILOT

Nous pouvons donc conclure que localement, au niveau d'une partie à concevoir, critères d'évaluation et alternatives de solutions s'affinent au fur et à mesure des confrontations de métiers, et peuvent éventuellement permettre d'identifier des problèmes et amener à ajuster quelques spécifications dans PILOT. Mais l'autre intérêt majeur à la genèse et à l'utilisation de notre outil concerne les apprentissages des acteurs de la conception.

En effet, au-delà de proposer un cadre pour faire des choix de conception lors de cette pré-conception [Yannou 2001], l'outil permet d'identifier et d'acquérir les connaissances « interstitielles », celles correspondant aux besoins aval de la conception détaillée qui permettront justement plus tard, après les différentes séquences, d'être proche d'une conception plus réglée afin de respecter le tryptique « Coût-qualité-délai ».

Pour conclure, il nous semble que la proposition de ces outils (ID², PILOT...) représente selon nous, un exemple de la formalisation d'un outil basé sur une compréhension fine de l'activité de

conception innovante et des différentes dynamiques qui la traversent : dynamiques de l'organisation, des connaissances, des apprentissages, et des dispositifs d'évaluation. Nous pensons que de tels outils s'inscrivent dans un nouveau paradigme des outils d'aide à la conception innovante basé sur deux principes :

- d'un travail automatique réalisé par le système informatique, nous cherchons à proposer des supports pour soutenir le travail des acteurs,
- d'une recherche pour l'interaction entre utilisateurs et supports informatiques, nous cherchons à développer l'interaction entre les acteurs à travers les supports informatiques.

De plus, l'opportunité de tester ce type d'outils chez nos différents partenaires industriels ont permis et permettent encore des perspectives expérimentales nouvelles pour prolonger ce travail sur l'instrumentation des phases de conception innovante.



Principales publications en lien avec ce chapitre (Liste complète au chapitre 9) : [A. 1], [A. 2], [A. 4], [C. 2], [C. 3], [C. 5]

Chapitre

VII

Perspectives du projet de recherche : de la conception innovante à l'innovation responsable

VII. Perspectives du projet de recherche : de la conception innovante à l'innovation responsable

Notre planète est aujourd'hui confrontée à une dégradation de son milieu naturel par nos activités et la production d'objets et de services impactant sur l'environnement. Nous sommes désormais confrontés à une urgence environnementale et sociétale qui nécessite de devoir remettre en cause notre système de production, mais aussi notre manière de concevoir et de consommer. Le challenge qui nous est maintenant proposé est de développer de nouvelles alternatives plus durables pour satisfaire nos besoins. Ainsi, si l'accent a été mis sur les approches qualité dans les années 80, puis sur l'innovation pour faire face à la concurrence mondiale, il semble aujourd'hui essentiel de travailler sur de nouvelles approches (méthodes, outils, organisations...) qui tendent vers l'innovation responsable pour réduire, annuler ou même inverser l'impact environnemental des activités anthropiques tout en permettant le développement de produits et services utiles et qui ont un sens pour la société.

Pour répondre aux nouveaux défis posés par le développement durable, les entreprises ont du faire évoluer leur processus de conception afin d'intégrer la dimension environnementale du développement durable dans la conception de produit. Ce processus, appelé éco-conception, se définit d'après la norme internationale ISO 14062, comme l'intégration des contraintes environnementales dans la conception et le développement de produits. Cette approche repose sur deux principes clés : une approche globale et une approche multicritère. L'approche globale permet de considérer le produit ou le service sur l'ensemble de son cycle de vie (matière première, fabrication, distribution, utilisation, fin de vie), tandis que l'approche multicritère permet d'appréhender la complexité de l'environnement à travers différents impacts environnementaux.

L'éco-conception correspond en réalité à différentes approches telles que l'analyse environnementale ou le Design For Environment (DFE) (Design for assembly/disassemblage, design for recycling...), qui aboutissent généralement à des propositions ou des pistes d'améliorations afin de reconcevoir le produit. Mais l'éco-conception, par le fait qu'elle se fonde sur des études préliminaires poussées, de type Analyse du Cycle de Vie (ACV), qui pousse une réflexion sur l'ensemble du produit et non par fonction, ne peut pas toujours aboutir à une remise en cause du produit et de son identité, et ne peut donc généralement qu'apporter des solutions correctives, dans un périmètre bien défini. De plus, ces analyses demandent généralement un niveau de détail élevé du produit qui va parfois, par les contraintes imposées, à l'opposé des besoins de créativité.

Par ailleurs, nous constatons que l'éco-conception met encore aujourd'hui beaucoup de temps pour s'implanter dans le monde industriel [Ehrenfeld et Lenox 1997] et apparaît encore très contraignante car la prise en compte de l'environnement est perçue aujourd'hui comme une simple réduction d'impact. Afin de pouvoir faciliter cette intégration dans l'entreprise, il est important de mettre en place de nouvelles méthodes rendant positive la conception de produits environnementaux, et qui permet de passer de cette vision négative de réduction d'impact à une vraie approche positive de création de nouveaux concepts [Beart and Hartmann 1999]. De plus, il est généralement admis qu'il est nécessaire d'intervenir le plus en amont possible lors des projets de conception et d'innovation, pour avoir le maximum de prises et de latitudes sur les orientations à donner sur l'identité de l'objet ou du service à concevoir. Mais aujourd'hui, de nombreux auteurs constatent que très peu d'outils ont été développés pour être manipulés à ces étapes du processus de développement.

Il est donc désormais nécessaire d'aider les acteurs de l'entreprise à repenser les produits et les services afin de proposer de vraies alternatives de conception éco-innovantes. Pour cela, il est important d'allier et d'hybrider l'éco-conception à l'innovation et à la créativité par une approche dénommée : éco-innovation. L'éco-innovation est une pratique encore trop peu courante dans

les entreprises. Elle demande une synergie entre l'éco-conception et la conception innovante et n'est pas simplement une session créative qui fait suite à une étude d'éco-conception. Cette approche doit permettre également de dépasser le stade de la « simple » réduction d'impact, afin d'aller au-delà et chercher une certaine forme de contribution avec une vraie valeur ajoutée qui passe par une réflexion plus globale. Il est aussi intéressant de remarquer que l'éco innovation s'inscrit dans un concept plus global de « sustainable innovation ». Le « Sustainable innovation » se définit comme un raffinement du concept d'éco-conception et d'éco-innovation, car il intègre le pôle social et éthique du développement durable. Le concept englobe également des considérations esthétiques liées au temps, au lien affectif et à la durée de vie des objets. C'est donc une approche plus large qui vise la responsabilisation des designers par une conscientisation des impacts de leurs actions.

A travers l'ensemble de ces réflexions et de ces définitions, nous proposons donc un projet de recherche orienté sur ce que nous appelons l'Innovation Responsable. Nous la définissons comme un processus de réflexion innovante sur la responsabilité environnementale, sociale, et éthique. Nous partons en effet du principe qu'en proposant un espace de réflexion élargi et en n'ignorant aucun pilier du développement durable, les résultats seront d'autant plus pertinents et réfléchis. Il est par conséquent intéressant de proposer une réflexion à trois échelles (individuelle, société, globale) qui sont autant de portes d'entrée pour l'innovation. Cette vision est elle-même positive car elle revient à intégrer de nouvelles valeurs de simplicité, d'éthique dans son processus d'innovation afin de tendre vers un résultat qui soit adopté par l'utilisateur, tout en modifiant sa vision. Si les intentions et la vision que propose l'innovation responsable semblent relativement prometteuses, il convient alors de s'intéresser aux moyens qui peuvent permettre d'instrumenter une telle approche.

Dans cette optique nous avons démarré en 2009 avec Dominique Millet de Supmeca Toulon, le co-encadrement de la thèse de Benjamin Tyl³⁸ dont le but est de travailler sur l'adaptation des outils d'aide à la créativité avec les approches environnementale. Une de nos premières pistes est de requestionner l'outil de résolution innovante de problème ASIT afin de créer l'outil EcoASIT dont les premiers résultats semblent prometteurs au regard des premiers tests effectués.

Le deuxième axe de perspectives est de questionner l'hybridation des outils et méthodes d'accompagnement du raisonnement créatif sur des terrains industriels pour développer de nouvelles approches orientées vers l'éco-innovation. Il s'agira ici plus particulièrement de voir comment tester nos modèles d'hybridation et développer de nouvelles méthodes ou outils d'aide en intégrant des logiques de recherche, d'expansion, mais également d'évaluation collective de nouveaux concepts et des connaissances.

Ce travail s'appuie notamment sur le co-encadrement de la thèse de Frédéric Arnoux³⁹ démarrée en fin 2008 et sera l'occasion de mettre à l'épreuve les divers outils de la conception innovante (au regard de la théorie C-K) dans le cadre d'activités industrielles aéronautiques qui mobilisent un cycle de vie de produits/services relativement long et complexe. Egalement, un projet de thèse est en cours de construction avec Pascal Jarry (Consultant ASIT de l'entreprise SolidCreativity) dont l'idée est de requestionner la méthode ASIT (notamment celle orientée vers la conception) au regard des enjeux identifiés précédemment.

³⁸ Inscrit à l'Université de Bordeaux 1 et en contrat CIFRE au sein du CRT (Centre de Ressources Technologiques) ESTIA Innovation

³⁹ Inscrit à l'école doctorale des Mines Paristech sous la direction d'Armand Hatchuel, et en contrat CIFRE dans l'entreprise Turbomeca

En conclusion, tout au long de ce mémoire d'Habilitation à Diriger les Recherches, nous avons défendu la thèse d'une nécessaire hybridation multiple pour favoriser l'innovation : hybridation des méthodologies de recherche, hybridation des méthodes et outils d'aide à la créativité, hybridation de l'amont (ILM) et de l'aval (ULM), hybridation des dispositifs d'accompagnement de la conception innovante et de la conception réglée...

Mais finalement, au regard des enjeux écologiques à l'échelle planétaire, il semble que cette approche pourrait aussi amener à reconsidérer l'hybridation des produits avec les services dans des cycles de vie plus longs et plus complexes incorporant notamment plusieurs phases de conception et d'usages caractérisées par le recyclage (revalorisation et réutilisation) permettant à une entreprise de se rétribuer plusieurs fois à partir de la même « matière » mais réagencée et « remanufacturée » ou « dématérialisée » sous différentes formes (produits, services), pour différents utilisateurs.

Si cette perspective semble séduisante car l'utilisateur bénéficierait de produits et de services éco-innovants, le processus de conception à mettre en place semble lui bien plus complexe : il sous-entend notamment de considérer un certain nombre de problématiques locales et globales et posent ainsi la question de l'essentielle de l'hybridation de la conception innovante de produit avec les approches environnementale et plus largement de l'éco-innovation.

Par ailleurs, la perspective de croisement et donc de nouvelles hybridations possibles entre les différentes formes de créativité dans le domaine de l'ingénierie mais également dans les domaines artistiques est un des axes qui semble porteur pour « l'économie créative » [Howkins 2001] de demain. Dans cette optique, au lieu de travailler sur l'élaboration de « notre propre outil » ou de « notre propre méthode de créativité ou d'innovation », et de rentrer dans des logiques d'opposition des approches, nous avons le projet du montage d'un « laboratoire distribué » avec comme ambition de travailler sur l'hybridation multiple des différentes approches existantes sur la créativité (en ingénierie, artistique...), sur la conception innovante et l'éco-innovation. Avec cette posture « d'agrégateur », le positionnement scientifique serait davantage centré sur le développement de nouvelles théories et modèles pour favoriser l'hybridation dont les productions seraient conçues et testées sur des expérimentations en terrains industriels.

Au final, au-delà d'une compréhension accrue et une instrumentation du phénomène d'innovation, mes travaux sur la conception innovante apparaissent selon moi comme la promesse d'un futur où les individus, les organisations pourront innover de manière plus efficiente et plus consciente des enjeux posés par une innovation responsable pour tendre vers ce que j'appellerais « une économie créative responsable » qui constitue bien une préoccupation et un challenge passionnant pour nous autres chercheurs... et cela pour les nouvelles générations à venir !



Principales publications en lien avec ce chapitre (Liste complète au chapitre 9) : [C. 37], [D. 17]

Chapitre

VIII

Références

VIII. Références

- [Abernathy et Utterback 1978] Abernathy W., Utterback J., *Patterns of Industrial Innovation*, Technology Review, 2, pp. 40-47, 1978.
- [Akrich et al. 1988] Akrich M., Callon M., Latour B., *A quoi tient le succès des innovations : l'art de l'intéressement, l'art de choisir les bons porte-parole*, Annales des Mines, Gérer et Comprendre, pp. 14-29, 1988.
- [Allio 2004] Allio R. J. *The innocentive model of open innovation*. Strategy and Leadership, 32(4): pp. 4–9, 2004.
- [Alter 1990] Alter N., *La gestion du désordre en entreprise*, l'Harmattan, Collection Logiques Sociales, 1990.
- [Alter 1993] Alter N., *Innovation et organisation : deux légitimités en concurrence*, Revue française de sociologie, avril/juin, pp. 175-196, 1993.
- [Alter 1995] Alter, N., *Peut-on programmer l'innovation ?*, Revue Française de Gestion, n°103, Mars-Avril-Mai, pp. 78-86, 1995.
- [Altschuller 1984] Altschuller G.S., *Creativity as an exact science*, Gordon and Breach Science Publishers, London, 1984.
- [Altshuller 1999] Altshuller G., *TRIZ The innovation algorithm; systematic innovation and technical creativity*, Traduit par Lev Shulyak et Steven Rodman, Technical Innovation Center Inc., Worcester, MA, 1999.
- [Amabile 1996] Amabile T.M., *Creativity in context*, Westview Press, Harvard, 1996.
- [Aoussat 1990] Aoussat A., *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*, Thèse de Doctorat, ENSAM Paris, 1990.
- [Aoussat et al. 2000] Aoussat A., Christophol H., Le Coq M., *The new product design – A Transverse Approach*, Journal of Engineering Design, 11, 2000.
- [Argyris et Schön 1978] Argyris C., Schön D.A., *Organizational Learning*, Reading, Addison-Wesley, 1978.
- [Auvray 1995] Auvray L. *Formulation prescriptive d'un processus de conception de l'aspect de surface d'un produit*. Thèse ENSAM. 1995.
- [Barreyre 1981] Barreyre P.Y., *Typologie des innovations*, Revue française de gestion, janvier/février, pp. 9-15, 1981.
- [Beard et Hartmann 1999] Beard C., Hartmann R., *Eco-Innovation: Rethinking Future Business Products and Services*, in Greener Marketing. A global perspective in greening marketing practice, (Eds: Charter, M. and Polonsky, M. J.), Greenleaf Publishing, Sheffield, pp. 143-163, 1999.
- [Bellon 1994] Bellon B., *Innover ou disparaître*, Paris, Economica, 1994.
- [Bensaude-Vincent 1998] Bensaude-Vincent B., *Eloge du mixte - Matériaux nouveaux et philosophie ancienne*, Hachette Littératures, 1998.
- [Bernard 1996] Bernard A., *Contribution à la modélisation des produits et à l'intégration des technologies productrices dans un environnement multi-acteurs*, Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université Nancy 1, France, 1996.
- [Blanc et al. 2008] Blanc J., Canard J., Carrara M., Cheng M., Delorme S., Reynaud V. *Le crowdsourcing, analyse et définition*. Master management des informations, IAE Grenoble, 2008.

- [Blanco 1998] Blanco E., *L'émergence du produit dans la conception distribuée*, Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, spécialité Génie Industriel, 1998.
- [Blanco 2008] Blanco E., *Flux d'information et Coordination en ingénierie collaborative. Une approche socio-technique de la conception*, Habilitation à Diriger les Recherches, Grenoble INP, Juillet, 2008.
- [Blanco et al 1996] Blanco E., Jeantet A., Boujut J.F., *COPEST : de la construction à l'usage et vice versa*, Revue Sciences et Techniques de la Conception, vol.5, n°12, pp. 93-118, 1996.
- [Blessing 1994] Blessing L.T.M., *A process-based approach to computer-supported engineering design*, PhD Thesis, University of Twente, Enschede, The Netherlands, 1994.
- [Bocquet 1998] Bocquet J. *Conception de produits mécaniques*, Chapitre 1 : ingénierie simultanée, conception intégrée. Hermès. 1998.
- [Bouchard 1997] Bouchard C., *Modélisation du processus de style automobile. Méthode de veille stylistique adaptée au design du composant d'aspect*. Thèse ENSAM, 1997.
- [Boujut 2001] Boujut J.F., *Des outils aux interfaces pour le développement de processus de conception coopératifs*, Habilitation à diriger des recherches, INPG, juin 2001.
- [Boujut et Tiger 2002] Boujut, J.F., Tiger, H. *A socio-technical research method for analyzing and instrumenting the design activity*, Journal of Design Research, Vol. 2, Issue 2, 2002.
- [Brissaud et Tichkiewitch 2000] Brissaud D., Tichkiewitch S., *Innovation and manufacturability analysis in an integrated design context*, Computers in Industry, 43, pp. 111-121, 2000.
- [Bucciarelli 1988] Bucciarelli L.L., *An ethnographic perspective on engineering design*, Design Studies, v. 9.3, 1988.
- [Bucciarelli 1991] Bucciarelli L.L., *Delta Design Game*, MIT, 1991.
- [Bucciarelli 1994] Bucciarelli L.L., *Designing engineers*, MIT press 1994.
- [Callon 1986] Callon M., *Eléments pour une sociologie de la traduction : la domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc*, L'année sociologique, pp. 169-207, Presses universitaires de France, 1986.
- [Callon et Latour 1985] Callon M., Latour B., *Les paradoxes de la modernité : comment concevoir les innovations*, Prospective et Santé, 1985.
- [Chapotot 2009] Chapotot E., *Proposition d'une approche Usage Lifecycle Management (ULM) pour capitaliser les usages et favoriser la génération de concepts innovants de produits et services*, Thèse de doctorat de l'université de Bordeaux, Novembre 2009.
- [Charue-Duboc 2000] Charue-Duboc F., *Apprentissage et Innovation – Une perspective pour penser l'organisation des métiers de conception*, intervention au séminaire Condor, Paris, 26 octobre, 2000.
- [Checkland 1981] Checkland P.B., *Systems Thinking, Systems Practice*, John Wiley & Sons Ltd. 1981.
- [Checkland et Scholes 2001] Checkland P.B., Scholes J., *Soft Systems Methodology in Action*, in J. Rosenhead and J. Mingers (eds), *Rational Analysis for a Problematic World Revisited*. Chichester: Wiley, 2001.

- [Choulier 2000a] Choulier D., *TRIZ : un état d'esprit*, Rapport interne n°04, Mécatronique 3M, Thématique Conception Innovante et Distribuée, Université de Technologie de Belfort-Montbéliard, 2000.
- [Choulier 2000b] Choulier D., *Synthèse sur les lois d'évolution*, Rapport interne n°05, Mécatronique 3M, Thématique Conception Innovante et Distribuée, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2000.
- [Choulier 2008] Choulier D., *Comprendre l'activité de conception*, Université de technologie de Belfort-Montbéliard, 2008.
- [Choulier et Draghici 2000] Choulier D., Draghici G., *TRIZ : une approche de résolutions des problèmes d'innovation dans la conception de produits*, Modélisation de la connaissance pour la conception et la fabrication intégrées, Université d'automne, Timisoara, octobre, 2000.
- [Chouraqui 1998] Chouraqui A., *Le monde économie : enjeux et stratégies*, p 2, mardi 3 novembre, 1998.
- [Christofol 1995] Christofol H., *Modélisation systémique du processus de conception de la coloration du produit*, Thèse ENSAM, 1995.
- [Cooper 1994] Cooper R.G., *Third Generation new Product Processes*, Journal of Product Innovation Management, 11, 1994.
- [Cross et al. 1992] Cross N., Dorst K., Roozenburg N., *Research in Design Thinking*, Delft University Press, 1992.
- [Cross 1993] Cross N., *Science and design methodology*, Research in Engineering Design, 5, pp. 63-69. 1993
- [Crozier et Friedberg 1977] Crozier M., Friedberg E., *L'acteur et le système*, Seuil, 1977.
- [Darses 1997] Darses F., *L'ingénierie concourante : un modèle en adéquation avec le processus cognitifs de conception*, dans Ingénierie concourante : de la technique au social, P. Bossard, C. Chanchevrier, P. Leclair, Economica, Paris, 1997.
- [de Brabandère 2004] de Brabandère L., *Le management des idées, de la créativité à l'innovation*, Dunod, 2004.
- [de Bono 2005] de Bono E., *Les six chapeaux de la réflexion*, Edition Eyrolles, 208 pages, Avril 2005
- [de Rosnay 1975] de Rosnay J., *Le Macroscopie*, Ed. Seuil, Paris, 1975.
- [Degrange 2000] Degrange M., *Théorie, technique et pratique de la créativité*, ENSAM, Paris, 2000.
- [Demory 1990] Demory B., *Créativité ? Créativité... Créativité !*, Montréal, Éditions Agence D'ARC, et Paris, Les Presses du management, 1990.
- [Dorst et Cross 2001] Dorst K., Cross N., *Creativity in the design process: co-evolution of problem-solution*, Design Studies, 22, pp. 425-437, 2001.
- [Drucker 1985] Drucker P., *Innovation and Entrepreneurship: Practice and Principles*, Butterworth-Heinemann, Oxford, 1985.
- [Drucker 1998] Drucker P. F., *The Discipline of Innovation*, Harvard Business Review, nov.-déc., pp. 149-157, 1998.
- [Ehrenfeld et Lenox 1997] Ehrenfeld J., Lenox M., *The development and Implementation of DfE Programmes*, Journal of Sustainable Product Design, Issue 1, 1997.
- [Einstein et Infeld 1936] Einstein A., Infeld L., *The evolution of Physics*, Princetown Publication, 1936.

- [Finger et al. 1995] Finger S., Konda S., Subrahmanian E., *Concurrent design happens at the interfaces*, Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, vol. 9, 89-99, 1995.
- [Flichy 1995] Flichy P., *L'innovation technique. Récents développements en sciences sociales. Vers une nouvelle théorie de l'innovation*, Edition La découverte, Collection Sciences et Société, 1995.
- [Gaillard 1997] Gaillard J.M., *Marketing et Gestion de La Recherche et Développement*, Editeur : Economica - Collection : Recherche En Gestion, 1997.
- [Garro et al. 1998] Garro O., Brissaud D., Blanco E., *Design Criteria*, actes du 9th Symposium on information control in manufacturing INCOM'98, Advanced in Industrial Engineering, Nancy - Metz, 24-26 juin, 1998.
- [Gartiser 1999] Gartiser N., *Analyse contingente du processus d'innovation – Application aux établissements industriels de la région Alsace*, Thèse de doctorat ès Sciences de Gestion de l'Université Louis Pasteur Strasbourg 1, 1999.
- [Gero 1990] Gero, J. S. *Design prototypes: a knowledge representation schema for design*. AI Magazine, 11(4), 26-36, 1990.
- [Girard 1999] Girard P., *Etude de la conduite de la conception des produits manufacturés - Contribution à l'ingénierie des systèmes de conception*, Thèse de Doctorat, Université Bordeaux I, 1999.
- [Gordon 1961] Gordon, W. J. J., *Synectics: the development of creative capacity*. New York: Harper & Row, 1961.
- [Groff 2004] Groff A., *Optimisation de l'innovation par l'élaboration d'un processus de créativité industrielle : cas de l'industrie automobile*, Thèse de Doctorat, ENSAM Paris, 2004.
- [Grossman et al. 1988] Grossman S., Rodgers B., Moore B., *Unlocking Creativity in the Workplace*, Woodware Publishing Inc, 1988.
- [Guilford 1959] Guilford J.P., *Traits of Creativity*, creativity and its Cultivation, H. H. Anderson ed., Harper, 1959.
- [Hall 1966] Hall E., *The Hidden Dimension*, The Bodley Head Ltd, 1966.
- [Hatchuel 1994] Hatchuel A., *Apprentissages collectifs et activités de conception*, Revue Française de Gestion, juin/juillet/août, pp. 109-119, 1994.
- [Hatchuel 1996] Hatchuel A., *Théories et modèles de la conception*, Cours d'ingénierie de la conception, Ecole des mines, Paris, 1996.
- [Hatchuel et Weil 1999] Hatchuel A., Weil B., *Design-Oriented Organisations, Towards a unified theory of design activities*, 6th international product development management conference, Churchill College, Cambridge, UK, 1999.
- [Hatchuel et Weil 2002] Hatchuel A., Weil B., *La théorie C-K : Fondements et usages d'une théorie unifiée de la conception*, Conférence Plénière Invitée, Colloque « Science de la Conception », 15-16 mars, Lyon. 2002.
- [Hatchuel et Weil 2003] Hatchuel A., Weil B., *A new approach of innovative design: an introduction to C-K theory*, ICED'03, Stockholm, Suède, August, 2003.
- [Horowitz 2003] Horowitz R., ASIT, *Méthode pour des solutions innovantes*, traduit par Jarry P., Solidcreativity, 2003.
- [Howe 2006] Howe J., *The rise of crowdsourcing*. Wired, 14, (6). 2006.

- [Howkins 2001] Howkins, J., *The Creative Economy: How People Make Money From Ideas*, Penguin, 2001.
- [Hubka et Eder 1988] Hubka V., Eder W.E., *Theory of Technical Systems: A Total Concept Theory for Engineering Design*, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [Jaoui 2003] Jaoui H., *La créativité, mode d'emploi*, Editions Eyrolles, 2003.
- [Jakobiak 2005] Jakobiak F., *De l'idée au produit, Veille, recherche et développement marché*, Editions d'Organisations, 2005.
- [Jayaratna et Larrasquet 1993] Jayaratna N., Larrasquet J.M., *L'analyse systémique : le maillon manquant dans le processus de développement des systèmes*, Revue Internationale de Systémique, Dunod Afcet, Vol. 4, n°7, 1993.
- [Jeantet 1998] Jeantet A., *Les objets intermédiaires dans la conception – Eléments pour une sociologie des processus de conception*, Sociologie du travail, 3, pp. 291-316. 1998.
- [Jeantet et Boujut 1998] Jeantet A., Boujut J.-F., *Approche socio-technique de la conception*, dans : Conception de Produits Mécaniques : méthodes et outils, Tollenaere Michel, Hermès, 1998.
- [Jeantet et Tichkiewitch 1995] Jeantet A., Tichkiewitch S., *Les objets intermédiaires de la conception, modélisation et coordination*, Communicationnel pour Concevoir, Caelen J., Zreik K., Europa Productions, ISBN 2-909285-04-9, Paris, 1995.
- [Kanis 1999] Kanis H., *Design centred research into User Activities-Factors in Product Design*, current practice and Future Trends. Taylor and Francis, 1999.
- [Kelly et Kranzberg 1978] Kelly P., Kranzberg M., *Technological Innovation: A Critical Review of Current Knowledge*, San Francisco Press, 1978.
- [Kline et Rosenberg 1986] Kline S., Rosenberg N., *An Overview of Innovation, The Positive Sum Strategy*, R. Landrau et N. Rosenberg eds., National Academy Press, Washington, 1986.
- [Knight 1967] Knight K., *A descriptive model of the intra-firm innovation process*, Journal of Business, October, 1967.
- [Koestler 1965] Koestler A., *Le cri d'Archimède*, Calman-Lévy, 1965.
- [Kurfess 2001] Kurfess T., *Producing the Modern Engineer*, in the proceedings of the Workshop on Social Dimensions of Engineering Design, pp. 201-208, 17-19 May, 2001.
- [Larrasquet 1999] Larrasquet, J.M., *Le management à l'épreuve du complexe*, Tome 2 : Aux fondations du sens, L'Harmattan, 1999.
- [Laureillard 2000] Laureillard P., *Conception intégrée dans l'usage - Mise en œuvre d'un dispositif d'intégration produit-process dans une filière de conception de pièces forgées*, Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, spécialité Génie Industriel, 2000.
- [Le Masson et al. 2006] Le Masson P., Weil B., Hatchuel A., *Les Processus d'innovation, conception innovante et croissance des entreprises*, Lavoisier, Paris, 2006.
- [Le Moigne 1977] Le Moigne J.L., *La théorie du système général - théorie de modélisation*, Presses Universitaires de France, Paris, 1977.
- [Le Moigne 1990] Le Moigne J.L., *La modélisation des systèmes complexes*, Dunod, Paris, 1990.

- [Le Moigne 1992] Le Moigne J.L., *De la science des techniques aux sciences de l'ingénierie contribution à l'épistémologie de la technologie*, Colloque International sur la Maîtrise Sociale de la Technologie, Lyon, France, 1992.
- [Leavitt 2005] Leavitt H.J., *Top Down: Why Hierarchies Are Here to Stay and How to Manage Them More Effectively?*, Harvard Business School Press, 2005.
- [Lewin 1951] Lewin K., *Field Theory in Social Science*, New York, Editions Harper and Row, 346 pages, 1951.
- [Limayem et Yannou 2000] Limayem F., Yannou B., *A Monte Carlo Approach to Handle Imprecision in Pairwise Comparison*, 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, (IDMME 2000), Montreal, May 16-19, 2000.
- [Lorino 1990] Lorino P., *Le projet Cost Management System du CAM-I et ses fondements*, dans Gestion Individuelle et Mesure Economique, Paris, Economica, 1990.
- [Lutz et Cavallucci 2000] Lutz P., Cavallucci D., *Vers un accroissement de l'efficience en conception des systèmes mécaniques : cas de l'entreprise MGI Coutier*, 3^{ème} Conférence internationale sur la conception et la fabrication intégrée en mécanique IDMME'2000, Montréal, 2000.
- [Maclaurin 1953] Maclaurin W.R., *The Sequence from Invention to Innovation and its relation to economics Growth*, Quaterly Journal of Economics, 1953.
- [Maunoury 1968] Maunoury J.L., *La Genèse des innovations*, Paris, PUF, 1968.
- [Mallein et Privat 2002] Mallein, P., Privat G., *Ces objets qui communiquent. Perspectives technologiques et usages*. Les Cahiers du Numérique, 3, (4), 2002.
- [Merlo 2003] Merlo C., *Modélisation de la connaissance en conduite de la conception - Système d'assistance aux acteurs de la conception*, thèse de Doctorat, Université Bordeaux 1, décembre, 2003.
- [Merlo 2009] Merlo C., *Systèmes d'information supports aux acteurs, en conduite de la conception*, Habilitation à Diriger les Recherches, Université Bordeaux 1, 2009.
- [Midler 1993] Midler C., *L'auto qui n'existait pas*, management des projets et transformation de l'entreprise, InterEditions, Paris, 1993.
- [Midler 2006] Midler C., *Entretien sur la compétition par l'innovation*, R&D La route de l'innovation n°40, Avril, 2006.
- [Mintzberg 1989] Mintzberg H., *Le management : voyage au centre des organisations*, Les Editions d'Organisation, 1989.
- [Moison 1997] Moison J.C., *Un point de vue gestionnaire : la genèse des outils*, dans Du mode d'existence des outils de gestion, sous la direction de Jean-Claude Moison, Seli Arslan, 1997.
- [Moison et Weil 1992] Moison J.C., Weil B., *L'invention d'une voiture : un exercice de relations sociales ?*, dans Gérer et Comprendre, n°28 et 29, pp. 30-41 et 50-58, septembre/décembre, 1992.
- [Morin 1990] Morin E., *Introduction à la pensée complexe*, Edition Le Seuil, 1990.
- [Myers et Marquis 1969] Myers S., Marquis D.G., *Successful industrial innovation*, National Science Foundation, Washington, 1969.
- [Ngassa et al. 2000] Ngassa A., Thouvenin E., Millet D., Truchot P., *Intégration de nouvelles ressources dans l'entreprise pour innover. Problématique de cette intégration*. Application à la méthode TRIZ et à la veille

technologique, 3^{ème} Conférence internationale sur la conception et la fabrication intégrée en mécanique IDMME'2000, Montréal, 2000.

- [Ngassa et al. 2003] Ngassa A., Bigand M., Yim P., *A New Approach for the Generation of Innovative Concept for Product Design*, ICED 03 Stockholm, Août 2003.
- [Nonaka et Takeuchi 1995] Nonaka I., Takeuchi H., *The Knowledge-Creating Company: How Japanese companies create the dynasties of innovation*, Oxford University Press, 1995.
- [Osborn 1988] Osborn A., *Créativité, l'imagination constructive*, Dunod, Paris, 1988.
- [Ozer 1999] Ozer M., *A survey of a New product Evaluation Models*, The Journal of Product Innovation Management, Vol. 1, 1999.
- [Paguet 2000] Paguet J.M., *L'innovation dans le secteur automobile*, GATE, Université Lyon, CNRS, 2000.
- [Pahl et Beitz, 1977] Pahl G., Beitz W. *Konstruktionslehre*, Springer Verlag, 1977.
- [Pahl et Beitz 1984] Pahl G., Beitz W., *Engineering design*, Arnold Pomerans, Ken Wallace, translator, London, Design Council, 1984.
- [Perrin 1999] Perrin J., *Pilotage et évaluation des processus de conception*, Ed. L'Harmattan, Paris, 1999.
- [Perrin 2001] Perrin J., *Concevoir l'innovation industrielle : Méthodologie de conception de l'innovation*, CNRS Editions, Paris, 2001.
- [Pialot 2009] Pialot O., *L'approche PST comme outil de rationalisation de la démarche de conception innovante*, Thèse de doctorat de l'Institut Polytechnique de Grenoble, Septembre, 2009.
- [Pierrault 1989] Pierrault J., *La logique de l'usage. Essai sur les machines à communiquer*. Ed. Flammarion, 1989.
- [Pol 2007] Pol G. *Improving design coordination in computer supported environment in SME: implementation of a tool for capturing and analysing collaboration between actors*, PhD dissertation, Cranfield University, 2007.
- [Porter 1985] Porter, M. E. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. N.Y.: Free Press, 1985.
- [Poveda 2001] Poveda O., *Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée, modélisation des processus, analyse et instrumentation*, thèse de doctorat, INPG, 2001.
- [Prasad 1999] Prasad B., *Concurrent engineering fundamentals: integrated product and process development*. Prentice Hall, 1999.
- [Prince 1970] Prince G.M., *The practice of creativity: a manual for Dynamic Group Problem solving*, New York, Harper and Row, 1970.
- [Prudhomme 1999] Prudhomme G., *Le processus de conception des systèmes mécaniques et son enseignement*, Thèse de doctorat de l'Université Joseph Fourier, Grenoble, 1999.
- [Prudhomme et al. 2003] Prudhomme G., Boujut J.F., Brissaud D., *Toward Reflective Practice in Engineering Design Education*, International Journal of Engineering Education, Vol 19, n°2 328-337, 2003.
- [Quinn 1988] Quinn J.B., *Innovation and Corporate Strategy*, Reading in the Management of Innovation, Harper Business, 1988.

- [Reddy 1989] Reddy N., *The domain of technology diffusion: the concept of innovation community*, 16^{ème} séminaire International de recherche en Marketing, IAE d'Aix en Provence, 1989.
- [Rogers 1962] Rogers, E. M., *Diffusion of innovations*. New York, The Free Press, 1962.
- [Roozenburg et Eekels 1995] Roosenburg N.F., Eekels J., *Product Design; Fundamentals and Methods*, Wiley, 1995.
- [Roussel et al. 2001] Roussel B., Bouchard C., Christofol H., and Auvray L., *Ergonomics and product design trends: or how to anticipate future usages?*, in the proceedings of the 13th International Conference on Engineering Design, ICED 2001, Glasgow, 2001.
- [Roy 1978] Roy M., *Processus de créativité*, Canadian Journal of Education, 3, 1978.
- [Sardas 1997] Sardas J.C., *Ingénierie intégrée et mutation des métiers de la conception*, Annales des Mines, février, 1997.
- [Savransky 2000] Savransky S.D., *Engineering of creativity, Introduction to TRIZ methodology of inventive problem solving*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 2000.
- [Schön 1991] Schön D.A., *The Reflexive Practitioner: How Professional Think In Action?*, Ashgate publishing, 1991.
- [Schön 1997] Schön D.A., *Apprentissage organisationnel et épistémologie de la pratique*, Les Limites de la rationalité, Reynaud B. (éd.), La Découverte, Paris, 1997.
- [Schumpeter 1934] Schumpeter J.A., *The Theory of Economic Development*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1934.
- [Schumpeter 1939] Schumpeter J.A., *Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, McGraw-Hill Book Company, 1939.
- [Subrahmanian et al. 2001] Subrahmanian E., Westerber A., Talukdar S., Garrett J., Jacobson A., Paredis C., Amon C., *Integrating Social Aspects and Group Work Aspects in Engineering Design Education*, in the proceedings of the Workshop on Social Dimensions of Engineering Design, pp. 117-126, 17-19 May, 2001.
- [Simon 1969] Simon H., *The Sciences of the Artificial*, MIT Press, Massachusetts, USA, 1969.
- [Simon et al. 1979] Simon H.A., Newell A., Shaw J.C., *The Processes of Creative Thinking*, Models of Thought, H.A. Simon Ed., Yale University Press, New Haven, 1979.
- [Soudoplatoff 2006] Soudoplatoff S., *Le codesign comme nouvelle approche de la relation client à l'ère du web 2.0*, In web 2.0 Almatropie, 2006.
- [Suh 1990] Suh N. P., *The principles of design*, Oxford University Press, New York, 1990.
- [Tapscott et Williams 2006] Tapscott D., Williams A. D., *Wikinomics: How mass collaboration changes everything?*, London, 2006.
- [Tichkiewitch 1996] Tichkiewitch S., *Specifications on integrated design methodology using a multi-view product model*, Engineering System Design and Analysis Conference - ASME'96, Montpellier, France, 1996.
- [Ulrich et Eppinger 1995] Ulrich K., Eppinger S.D., *Product Design and Development*, Mc Graw-Hill, 1995.

- [Utterback 1994] Utterback J., *Mastering the Dynamics of Innovation*, Harvard Business School Press, Boston, 1994.
- [Van de Ven 1986] Van de Ven A.H., *Central problems in the Management of Innovation*, Management Science, Vol 32, n°5, May 1986.
- [Vallette 2005] Vallette T., *Recherche d'un cadre conceptuel d'aide à la conception collective innovante par l'usage - Proposition de l'outil « Glocal » pour la conception d'outils à main et des équipements de travail*, Thèse de doctorat, Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers, 2005.
- [Vinck 1999] Vinck D. *Ingénieurs au quotidien*, sous la direction de D. Vinck, Presses universitaires de Grenoble, 1999.
- [Von Hippel 1998] Von Hippel E., *The sources of innovation*, Oxford University Press, 1998.
- [Von Hippel 2005] Von Hippel E., *Democratizing Innovation*, The MIT Press, Avril 2005.
- [Xuereb 1991] Xuereb J.M., *Une redéfinition du processus d'innovation*, Revue française de gestion, juin/juillet/août, 1991.
- [Yannou 2001] Yannou B., *Préconception de Produits*, Habilitation à Diriger des Recherches, Institut National Polytechnique de Grenoble, Laboratoire Productique-Logistique de l'Ecole Centrale Paris. 2001.
- [Wallas 1926] Wallas G., *The Art of Thought*, Harcourt Brace, New York, 1926.
- [Wenger 1998] Wenger E, *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge University Press, 1998.
- [Wheelwright et Clark 1992] Wheelwright S.C., Clark K., *Revolutionizing Product Development*, The Free Press, 1992.
- [Weil 1999] Weil B., *Conception collective, coordination et savoirs. Les rationalisations de la conception automobile*, Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, Spécialité Ingénierie et Gestion, 1999.

Chapitre

IX

Liste des publications personnelles

IX. Liste des publications personnelles

IX.1 Articles dans des revues à comité de lecture

IX.1.1 Articles dans des revues internationales

- [A. 1] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *ID²: A new tool to foster innovation during the early phases of design projects* », **Concurrent Engineering: Research and Applications**, CERA, Sage Publications, Vol.11, n°3, pp. 235-244, September, 2003. ISSN 1063-293X
- [A. 2] **Legardeur J.**, Merlo C., Fischer X., « *An Integrated Information System for Product Design Assistance based on Artificial Intelligence and Collaborative Tools* », **International Journal of Product Lifecycle Management**, IJPLM, Inderscience, Vol. 1, n°3, pp. 211-229, 2006. ISSN 1743-5110
- [A. 3] Girard P., **Legardeur J.**, Merlo C., « *Product innovation through management of collaborative design in concurrent engineering* », **International Journal of Technology Management and Sustainable Development**. IJTM&SD, Intellect, Vol. 6. n°2, pp.151-164, 2007. ISSN 1474-2748
- [A. 4] Merlo C., Pol G., **Legardeur J.**, Jared G. « *Analysing collaborative practices in design to support project managers* », **International Journal of Computer Integrated Manufacturing**, IJCM, Taylor & Francis, Vol. 20. n°7, pp. 654-668, 2007. ISSN: 0951-192X
- [A. 5] **Legardeur J.**, Merlo C. « *Fostering Creativity and Innovation during Early Informal Design Phases: Sociotechnical and psychology studies (Part1)* », **Journal of Design Research**, JDR, Inderscience, Vol. 6. n°1, pp. 1-4, 2007. ISSN 1748-3050
- [A. 6] Merlo C., **Legardeur J.** « *Fostering Creativity and Innovation during Early Informal Design Phases: Methods and tools (Part2)* », **Journal of Design Research**, JDR, Indersciences, Vol. 6. n°2, pp. 146-149, 2007. ISSN 1748-3050
- [A. 7] Couture N., **Legardeur J.**, Rivière G. « *Tangible User Interface Integration in Engineering* », **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, IJDeM, Ed Springer, Vol. 2. n°3, pp. 175-182, 2008.
- [A. 8] Pol G., Merlo C., **Legardeur J.**, Jared G. « *Implementation of collaborative design processes into PLM systems* », **International Journal of Product Lifecycle Management**, IJPLM, Inderscience, Vol. 3. n°4, pp. 279-294, 2008.
- [A. 9] Pialot O., **Legardeur J.**, Boujut JF. « *Towards a multi-input model, method and ILM (Ideas Lifecycle Management) tool for innovation* », **International Journal of Technology Management**, IJTM, accepté, à paraître
- [A. 10] Jared G. Merlo C., **Legardeur J.**, Pol G., « *CoCa: A tool for analysing collaborative practices to improve design process management* », **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, IJMTM, accepté, à paraître

IX.1.2 Articles dans des revues en langue française

- [A. 11] Franchisteguy I., **Legardeur J.**, Merlo C., « *Combiner gestion des connaissances et gestion de projets innovants ?* », **Revue Cognitive-Cognitics**, n°6, pp.13-22, Novembre, 2003. ISSN 1282-7150
- [A. 12] **Legardeur J.**, « *Modélisation d'observation des pratiques de terrain, de leur diffusion et de leur transfert* », **Revue Cognitive-Cognitics**, n°7, pp.51-62, Novembre, 2003. ISSN 1282-7150
- [A. 13] **Legardeur J.**, Merlo C., Pol G., « *Instrumenter l'informel dans les phases amont des projets de conception innovante* », **Revue Document Numérique**, Editions Hermès-Lavoisier, Vol. 8, n°1, pp. 51-65, 2004. ISBN 2-74 62-0896-2
- [A. 14] **Legardeur J.**, Merlo C., Girard P., « *Un modèle de pilotage pour favoriser la collaboration lors des processus de conception* », **Revue Française de Gestion Industrielle**, ARFGI, Mines de Paris, Vol. 23, n°2, pp. 33-44, juin 2004. ISSN 0242-9780
- [A. 15] Garreau L., **Legardeur J.**, Couture N., « *Une plateforme basée sur les interfaces tangibles pour l'assemblage en CFAO* », **Revue d'ingénierie numérique (conception collaborative et simulation)**, Vol. 1, n°2, pp. 133-148, 2005.
- [A. 16] Chapotot E., **Legardeur J.**, Girard P. « *Intégration de l'ULM (Usage Lifecycle Management) dans les phases amont de conception innovante* », **Revue Logistique & Management**, Vol. 16, n°1, pp 57-67, Décembre, 2008

IX.2 Chapitre dans des ouvrages

- [B. 1] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *Toward new methods and tools to foster innovation* », papier sélectionné de IDMME 2002 et modifié pour publication dans « **Recent Advances in Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering** », Chapter 3, pp. 401-410, Editors G. Gogu, D. Coutellier, P. Chedmail, P. Ray, KLUWER Academic Publishers, Mars, 2003. ISBN 1-4020-1163-6
- [B. 2] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *Entrepreneurship and the design process : the paradox of innovation in a routine design process* », in the book « *Innovation, Entrepreneurship and Culture* », Chapter 7, pp.147-161, Editors J.M.Ulijn and T.B. Brown, Edward Elgar Publishing, UK and USA, 2004. ISBN 1-84376-346-X
- [B. 3] **Legardeur J.**, Merlo C., Franchistéguy I., Bareigts C., « *Empirical Studies in Engineering Design and Health Institutions* », papier sélectionné du CIRP 2003 et modifié pour publication dans « **Methods and Tools for Co-operative and Integrated Design** », pp. 385-396, Editors S. Tichkiewitch and D. Brissaud, KLUWER Academic Publishers, January, 2004. ISBN 1-4020-1889-4
- [B. 4] **Legardeur J.**, « *Towards New Challenges for entrepreneurship and innovation management* », Guest Editors: J. Legardeur, International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management, IJEIM, Vol. 11, n°3, pp. 255-367, 2010 ISSN 1368-275X

IX.3 Coordination d'ouvrages

- [B. 5] **Legardeur J.**, Merlo C., « *Cooperation for Innovation during Early Informal Design Phases* », Proceedings of the 6th International Conference on the Design of Cooperative system, French Riviera, 93 pages, pp 115-208, May 11-14, 2004.

- [B. 6] **Legardeur J.**, Minel S. « *New information system and approaches for product maintenance* », Proceedings of the Special Session in the International Conference on Enterprise Information Systems, ICEIS 2007, Portugal, 23 pages, 2007. ISBN 978-972-8865-88-7
- [B. 7] **Legardeur J.**, Martin J., « *Towards new challenges for innovative management practices* », ERIMA Publication, Vol. 1, n°1, 381 pages, 2007
- [B. 8] **Legardeur J.**, Martin J., « *Towards new challenges for innovative management practices* » ERIMA Publication, Vol. 1, n°2, 65 pages, 2007
- [B. 9] **Legardeur J.**, Pinho de Sousa J., « *Towards new challenges for innovative management practices* », ERIMA Publication, Vol. 2, n°1, 159 pages, 2008. ISSN 2100-0778
- [B. 10] **Legardeur J.**, Pinho de Sousa J., « *Towards new challenges for innovative management practices* », Editors: J. Legardeur, J. Martin, ERIMA Publication, Vol. 2, n°2, 189 pages, 2008 ISSN 2100-0778

IX.4 Articles dans des colloques internationaux avec actes et comité de lecture

- [C. 1] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *Innovating in a routine design process - Empirical study of an industrial situation* », in the CD-Rom proceedings of the 3rd International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME 2000, Editors C. Mascle, C. Fortin, J. Pegna, Presses Internationales Polytechniques, Montreal, 16-19 May, 2000. ISBN 2-553-00803-1
- [C. 2] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *An interface tool for driving innovation during preparatory phases: Application in the design of composite parts* », in the proceedings of the 13th International Conference on Engineering Design, ICED 2001, pp. 259-266, Editors S. Culley, A. Duffy, C. McMahon, K. Wallace, Professional Engineering Publishing, London, Glasgow, 21-23 August, 2001. ISBN 1-86058-355-5
- [C. 3] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *ID², a tool for sharing information and fostering knowledge creation during innovative projects* », in the CD-Rom proceedings of the 4th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME 2002, Editors G. Gogu, D. Coutellier, P. Chedmail, P. Ray, Clermont-Ferrand, 14-16 May, 2002. ISBN 2-9518169-5-2
- [C. 4] **Legardeur J.**, Merlo C., Franchistéguy I., Bareigts C., « *Co-operation and co-ordination during the design process: empirical studies and characterisation* », in the CD-Rom proceedings of the International Conference on Engineering Design, CIRP 2003, Grenoble, 12-14 May, 2003.
- [C. 5] **Legardeur J.**, Hey J., Boujut J.F., « *Information sharing for knowledge creation during early design phases* », in the proceedings of the 10th ISPE International Conference on Concurrent Engineering: Research and Applications, CE 2003, Vol.1: Enhanced interoperable systems, pp. 1091-1097, Editors R. Jardim-Gonçalves, J. Cha, A. Steiger-Garção, Madeira, 26 – 30 July, 2003. ISBN 90-5809-623-8
- [C. 6] Garreau L., **Legardeur J.**, Couture N., « *Tangible Interface for mechanical CAD parts assembly* », in the proceedings of the International Conference Virtual Concept 2003, pp. 222-227, Editors D. Coutellier, X. Fischer, D. Marquis, I. Thouvenin, Biarritz, 5-7 November, 2003. ISBN 2-9514772-3-6
- [C. 7] **Legardeur J.**, Garreau L., Couture N., « *Experiments to evolve toward a tangible user interface for CAD parts assembly* », in the proceedings of Electronic Imaging 04, The Engineering Reality of Virtual Reality 2004, Editors A. J. Woods, J. O. Merrit, S. A. Benton, M.T. Bolas, SPIE vol 5291, pp. 438-445, San Jose, 18-22 January, 2004. ISBN 0-8194-5194-0

- [C. 8] **Legardeur J.**, Merlo C., Pol G., « *On the use of annotation functionality in PDM tools to foster collaborative design processes* », in the CD-Rom proceedings of the 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering, IDMME 2004, Bath, 5-7 April, 2004. ISBN 1-85790-129-0
- [C. 9] Merlo C., **Legardeur J.**, « *Collaborative tools for innovation support in product design* », in the proceedings of the 8th International Design Conference, Design 2004, pp. 787-792, Editor D. Marjanovic, Dubrovnik, 18-21 May, 2004. ISBN 953-6313-61-8
- [C. 10] **Legardeur J.**, Minel S., Merlo C., Pol G., « *What are Early Informal Design Phases?* », in the proceedings of the workshop "Cooperation for Innovation during Early Informal Design Phases" of the 6th International Conference on the Design of Cooperative system, pp. 119-122, French Riviera, May 11-14 2004.
- [C. 11] Fischer X., Merlo C., **Legardeur J.**, Zimmer L., Anglada A., « *Knowledge Management and Support Environment in Early Phases of Design Process* », in the CD-Rom proceedings of the DETC Conference : Computers and Information in Engineering, Salt Lake City, 28 September - 2 October, 2004. ISBN 0-7918-3742-1
- [C. 12] Merlo C., Fischer X., **Legardeur J.**, Zimmer L., « *To Combine Information System and Artificial Intelligence Tools for Product Design Assistance* », in the proceedings of the International Conference on Computing, Communication and Control Technologies, CCCT 2004, pp. 343-348, Austin, USA, 2004. (Paper selected as best paper of the session). ISBN 980-6560-17-5
- [C. 13] Depaulis F., Couture N., **Legardeur J.**, Garreau L., « *A reusable methodology based on filters in order to define relevant tangible parts for a TUI* », in the proceedings of Electronic Imaging Science and Technology, Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems XII, SPIE vol 5664, pp. 530-539, EI'2005, San Jose, 16-20 January, 2005. ISBN 9780819456373
- [C. 14] **Legardeur J.**, Fischer X., Vernat Y., Pialot O., « *Supporting Early Design Phases by structuring innovative ideas: an integrated approach proposal* », in the CD-Rom proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design, ICED'05, Melbourne, 15-18 august, 2005. ISBN 1-904670-00-8
- [C. 15] Pol G., Jared G., Merlo C., **Legardeur J.**, « *Prerequisites for the implementation of a product data and process management tool in SME* », in the CD-Rom proceedings of the 15th International Conference on Engineering Design, ICED'05, Melbourne, 15-18 august, 2005. ISBN 1-904670-00-8
- [C. 16] Merlo C., Pol G., Jared G., **Legardeur J.**, Girard P., « *Controlling Collaboration for Engineering Design Coordination* », 17th IMACS World Congress for the session Engineering of design system and product life cycle management, Paris, 11 - 15 Juillet, 2005. ISBN 2-915913-02-1
- [C. 17] Pol G., Merlo C., Jared G., **Legardeur J.**, « *From PDM systems to integrated project management systems: a case study* », International Conference On Product Lifecycle Management PLM'05, pp. 451-460, IUT Lumiere - Lumiere University of Lyon, France 11- 13 July 2005. ISBN 0-907776-18-3
- [C. 18] Couture N., Depaulis F., Garreau L., **Legardeur J.**, « *SKUA: a platform based on Tangible User Interface dedicated to mechanical CAD parts assembly* », in the CD-Rom proceedings of the International Conference Virtual Concept 2005, Springer-Verlag, Biarritz, 8-10 November, 2005. ISBN 2-287-28772-8
- [C. 19] Merlo C., Pol G., **Legardeur J.**, Jared G., « *A Tool for Analysing Collaborative Practices in Project Design* », in the proceedings of INCOM'2006, 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, pp 709-714, A. Dolgui, G. Morel, C.E. Pereira Ed., Saint-Etienne, 17-19 May, 2006. ISBN 978-0-08-044654-7
- [C. 20] Pialot O., **Legardeur J.**, Boujut JF., Serna L. « *Proposition of a new model for early phases of innovation processes* », in the proceedings of the 9th International Design

- Conference, Design 2006, pp. 603-610, Editor D. Marjanovic, Dubrovnik, 15-18 May, 2006. ISBN 953-6313-79-0
- [C. 21] Pialot O., **Legardeur J.**, Boujut JF. « *New model and tool for ideas management during early design phases of innovation processes* », in the CD-Rom proceedings of Virtual Concept, Springer-Verlag, Cancun, 26 Nov - 1 Dec, 2006. ISBN: 2-287-48363-2
- [C. 22] Merlo C., Pol G., Jared G., **Legardeur J.** « *Collaborative practices analysis in design teams* », in the CD-Rom proceedings of Virtual Concept, Springer-Verlag, Cancun, 26 Nov - 1 Dec, 2006. ISBN: 2-287-48363-2
- [C. 23] Chapotot E., **Legardeur J.**, Girard P. « *Towards new maintenance and product design processes with embedded technology* », in the CD-Rom proceedings of Virtual Concept, Springer-Verlag, Cancun, 26 Nov - 1 Dec, 2006. ISBN: 2-287-48363-2
- [C. 24] Pialot O., **Legardeur J.**, Boujut JF. « *Towards a multi-input model, method and ILM (Ideas Lifecycle Management) tool for innovation* », in the proceedings of the European Symposium on Innovative Management Practices, ERIMA'07, pp. 13-25, Biarritz, 14-15 March, 2007.
- [C. 25] Merlo C., **Legardeur J.**, Pol G., Jared G. « *Managing collaboration for improving design co-ordination* », in the proceedings of the European Symposium on Innovative Management Practices, ERIMA'07, pp. 43-51, Biarritz, 14-15 March, 2007.
- [C. 26] Pol G., Merlo C., **Legardeur J.**, Jared G. « *Supporting collaboration in product design through PLM system customization* », in the proceedings of Product Lifecycle Management: Assessing the industrial relevance, pp. 21-30, M.Garetti, S.Terzi, P.Ball, S.Han (editors), PLM'07, Milano, Italy, 2007, ISBN 0-907776-32-9
- [C. 27] **Legardeur J.**, Minel S., Savoie E. « *A pedagogical game based on Lego bricks for collaborative design practices analysis* », in the proceedings of the 14th ISPE International Conference on Concurrent Engineering, CE2007, pp. 487-494, Sao Jose dos Campos, Brazil, July, 2007. ISBN 978-1-84628-975-0
- [C. 28] Merlo C., Pol G., Jared G., **Legardeur J.** « *From collaborative practices analysis to improvements in the definition of PDM workflows* », in the CD-Rom proceedings of the 16th International Conference on Engineering Design, ICED'07, Paris, August, 2007.
- [C. 29] Pialot O., **Legardeur J.**, Boujut JF. « *Towards a multi-input model and method in early design phases of the innovation process* », in the CD-Rom proceedings of the 16th International Conference on Engineering Design, ICED'07, Paris, August, 2007.
- [C. 30] Chapotot E., **Legardeur J.**, Merlo C., Girard P. « *ULM Usage Lifecycle Management improving product/service innovation and design* », in the proceedings of Extended Product and Process Analysis and Design, EXPPAND08, pp. 125-132, Bordeaux, 20-21 March, 2008
- [C. 31] Chapotot E., Merlo C., **Legardeur J.**, Girard P. « *A PLM approach integrating "usage"* », in the proceedings of the 10th International Design Conference, ed. D.Marjanovic, Dubrovnik, pp. 327-334, Croatia, 2008. ISBN: 978-953-6313-89-1
- [C. 32] Pialot O., **Legardeur J.**, « *Management of new ideas during early design phases of innovative products in the surf industry* », in the proceedings of ISEA2008, Springer, Vol 2, pp 587-596, 2008. ISBN 978-2-287-09412-5
- [C. 33] Chapotot E., **Legardeur J.**, Merlo C., Girard P. « *A new strategic approach in PLM, Usage Lifecycle Management (ULM) to redesign and innovate* », in the proceedings of PLM08, Séoul, 9-11 July, 2008
- [C. 34] **Legardeur J.**, Zephir O., Minel S. « *How to analyse collaborative practices of engineering students?* », in the proceedings of the 10th Engineering and Product Design Education, E&PDE08, Vol 2, pp 541-546, Barcelona, September, 2008. ISBN 1-904670-04-0

- [C. 35] E. Chapotot, V. Robin, J. **Legardeur**, P. Girard. « *Managing design system evolution: a particular approach based on crowdsourcing for the usage lifecycle management (ULM)* », in the CD-Rom proceedings of the 17th International Conference on Engineering Design, ICED'09, Stanford, August, 2009.
- [C. 36] **Legardeur J.**, Choulier D., Savoie E. « *The 24h of innovation®: an event to stimulate new product concepts in the sports technology* », in the proceedings of the Asian Pacific Congress on Sport Technology, APCST 2009, Honolulu, Hawaii, USA, September, 2009.
- [C. 37] Tyl B., **Legardeur J.**, Millet D., Fachi A., Ranvier B. « *A new approach in the development of a creative method to stimulate sustainable innovation* », in the proceedings of the International Conference on Green and Sustainable Innovation, pp. 754-759, December 2 - 4, Chiang Rai, 2009.

IX.5 Articles dans des colloques nationaux avec actes et comité de lecture

- [D. 1] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *ID² : un outil pour l'innovation produit/process - Application dans le domaine des pièces composites* », 7ème colloque AIP-PRIMECA, Actes sur CD-Rom, La Plagne, 2-5 avril, 2001.
- [D. 2] **Legardeur J.**, « *Proposition d'un nouvel outil pour favoriser l'innovation en phase amont* », colloque S3P, ESTIA, Bidart, 15-16 novembre, 2001.
- [D. 3] **Legardeur J.**, Merlo C., Franchistéguy I., Bareigts C., « *Coopération et coordination dans les processus de conception* », 8^{ème} colloque AIP-PRIMECA, Actes sur CD-Rom, La Plagne, 31 mars - 2 avril, 2003.
- [D. 4] Franchistéguy I., **Legardeur J.**, Merlo C., « *Combiner gestion des connaissances et gestion de projet* », 8^{ème} Journées de Projectique, Bayonne-San Sebastian, pp. 25-28, 30-31 janvier 2003.
- [D. 5] **Legardeur J.**, Garreau L., Couture N., « *Des interacteurs pour l'assemblage mécanique en CAO* », in the CD-Rom proceedings of the 3rd International Conference: Integrated Design and Production, CPI'2003, Meknès, 22-24 October, 2003.
- [D. 6] **Legardeur J.**, Merlo C., Girard P., « *Pilotage de la coopération et de la coordination lors des processus de conception* », in the CD-Rom proceedings of the 5th International Industrial Engineering Conference, GI 2003, Editors D. Aït-Kadi, S. D'Amours, Québec, 26-29 October, 2003. ISBN 2-9808240-0-3
- [D. 7] Pol G., **Legardeur J.**, Minel S., Merlo C., « *Les phases informelles en amont des projets de conception* », ERGO IA' 2004, pp 127-132, Biarritz, 17-19 novembre, 2004. ISBN 2-9514772-5-2
- [D. 8] Pol G., Merlo C., **Legardeur J.**, Jared G., « *Vers le pilotage de la collaboration en conception de produits : cas d'étude d'une PME* », 9^{ème} colloque AIP-PRIMECA, Actes sur CD-Rom, La Plagne, 5-8 avril, 2005. ISBN 2-9523979-0-2
- [D. 9] **Legardeur J.**, Garreau L., Couture N., « *SKUA : une plateforme basée sur des interacteurs pour l'assemblage mécanique en CAO* », 4^{ème} Conférence Conception et Production Intégrées, CPI'2005, Casablanca, 9-11 Novembre, 2005.
- [D. 10] Pialot O., **Legardeur J.**, Minel S., « *Une caractérisation des phases informelles en amont des projets d'innovation* », 4^{ème} Conférence Conception et Production Intégrées, CPI'2005, Casablanca, 9-11 Novembre, 2005.
- [D. 11] Pialot O., **Legardeur J.**, « *Vers un outil pour les phases amont du processus d'innovation* », Actes de la 13ème Conférence CONFERE 2006, pp. 162-166, Marrakech, 6-7 Juillet, 2006.

- [D. 12] **Legardeur J.**, Minel S., Ivaldi-Brunel B., Perotti C., Saint-Geremie P., Ugarte W. « *Proposition d'un jeu pédagogique de conception d'une navette spatiale lego® pour l'apprentissage de la collaboration entre métiers* », 10^{ème} colloque AIP-PRIMECA, Actes sur CD-Rom, La Plagne, 18-20 avril, 2007. ISBN 978-2-86272-451-5
- [D. 13] Pialot O., **Legardeur J.**, Boujut JF. « *Méthodes et outils pour les phases préparatoires du processus d'innovation* », 10^{ème} colloque AIP-PRIMECA, Actes sur CD-Rom, La Plagne, 18-20 avril, 2007. ISBN 978-2-86272-451-5
- [D. 14] Chapotot E., **Legardeur J.**, Girard P. « *La prise en compte de l'usage lors des processus de conception de produits aéronautiques par l'intégration des technologies embarquées* », 10^{ème} colloque AIP-PRIMECA, Actes sur CD-Rom, La Plagne, 18-20 avril, 2007. ISBN 978-2-86272-451-5
- [D. 15] Chapotot E., **Legardeur J.**, Girard P., « *Vers la prise en compte des usages sur l'ensemble du cycle de vie produit pour favoriser les innovations de produit/service* » 5^{ème} Conférence Conception et Production Intégrées, CPI'2007, Rabat, Maroc, 2007.
- [D. 16] Choulier D., **Legardeur J.** « *Comment juger la présentation d'un résultat de conception ? L'exemple des 24h de l'innovation®* », 11^{ème} colloque AIP-PRIMECA, Actes sur clé USB, La Plagne, 22-24 avril, 2009.
- [D. 17] **Legardeur J.**, Pialot O., Tyl B., Jarry P., « *EcoASIT* » 15^{ème} Journées de Projectique, Bayonne-San Sebastian, 26-27 Novembre, Bidart & San Sebastian, 2009.

IX.6 Conférences invitées

- [E. 1] **Legardeur J.**, Merlo C. « *Annotations in product design to foster collaborative processes* », in the CD-Rom proceedings of the International Conference Virtual Concept 2005, Springer-Verlag, Biarritz, 8-10 November, 2005. ISBN 2-287-28772-8
- [E. 2] Merlo C., **Legardeur J.**, Fischer X.. « *Collaborative Tools Integration into Design Process* », in the CD-Rom proceedings of the International Conference Virtual Concept 2005, Springer-Verlag, Biarritz, 8-10 November, 2005. ISBN 2-287-28772-8
- [E. 3] Merlo C., **Legardeur J.**, « *Un sistema de informacion colaborativo para soportar a la innovacion en proyectos de diseño* », Seminario Tecnologías de Informacion y Comunicacion, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Pérou, Marzo 2007.

IX.7 Autres articles ou communications

- [F. 1] **Legardeur J.**, Boujut J.F., Tiger H., « *Conception produit-process des pièces en matériau composite SMC : un levier pour l'innovation* », Journée du CST, Lyon, mai, 2000.
- [F. 2] Merlo C., **Legardeur J.**, « *Systèmes d'information et de collaboration dans les processus de conception* », Journées du GDR MACS, Bordeaux, octobre 2003.
- [F. 3] **Legardeur J.**, Tiger H., Boujut J.F., « *Méthodes et outils pour la conception produit/process de pièces en matériaux composites SMC* », Journées des thésards du laboratoire 3S, Autrans, 2000.
- [F. 4] **Legardeur J.**, « *Manager les projets d'innovation* », Leaders : la lettre des PMI-PME de l'Adour, Adour compétitivité, p6, n°12, Aout 20 08.
- [F. 5] Pialot O., **Legardeur J.** « *Vers un outil pour les phases amont du processus d'innovation* », **Revue de l'Association Française pour l'Analyse de la Valeur**, Vol 1, n°111, pp 34-38, 2007

IX.8 Mémoires

- [G. 1] **Legardeur J.**, « *Méthodes et outils pour l'innovation produit/process – Le cas de l'intégration des matériaux composites SMC* », thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Grenoble, Spécialité Mécanique, Conception, Géomécanique, Matériaux, 2001.
- [G. 2] **Legardeur J.**, « *Prise en compte des contraintes d'assemblage dans une logique de conception intégrée : l'approche Design For Assembly* », Mémoire de DEA MCGM option Conception, Laboratoire 3S, Grenoble, 1998.