



**HAL**  
open science

# Modélisation des processus de conception de produits et développement de la capacité d'innovation : application au cas des PME-PMI

Eric Thouvenin

► **To cite this version:**

Eric Thouvenin. Modélisation des processus de conception de produits et développement de la capacité d'innovation : application au cas des PME-PMI. Sciences de l'ingénieur [physics]. Arts et Métiers ParisTech, 2002. Français. NNT : . tel-00005712

**HAL Id: tel-00005712**

**<https://pastel.hal.science/tel-00005712>**

Submitted on 30 Jul 2004

**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.

**Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers  
Centre de Paris**

**THESE**

PRESENTEE POUR OBTENIR LE GRADE DE

**DOCTEUR**

DE

**L'ECOLE NATIONALE SUPERIEURE**

**D'ARTS ET METIERS**

Spécialité : GENIE INDUSTRIEL

PAR

**ERIC THOUVENIN**

---

**MODELISATION DES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS ET  
DEVELOPPEMENT DE LA CAPACITE D'INNOVATION : APPLICATION AU CAS DES PME-PMI**

---

*soutenue le 26 Juin 2002, devant le jury d'examen :*

M. TRUCHOT	Rapporteur	Professeur, E.N.S.G.S.I., Nancy
M. RUIZ	Rapporteur	Professeur, E.N.S.S.P.I.C.A.M., Marseille
M. DUCHAMP	Examineur	Professeur, CER E.N.S.A.M., Paris
M. AOUSSAT	Examineur	Maître de Conférence HDR, E.N.S.A.M., Paris
M. MILLET	Examineur	Ingénieur de Recherche, E.N.S.A.M., Paris
M. FABREGUETTES	Examineur	Chef de Service, CEA Cadarache

## **Remerciements**

Je souhaite exprimer avec ces quelques lignes ma reconnaissance aux professeurs, collègues et amis qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de cette thèse.

Je remercie en premier lieu Améziane AOUSSAT et Dominique MILLET qui ont dirigé mes travaux de thèse. Leurs conseils et leur aide m'ont été bénéfiques pour structurer ma recherche. Merci à Robert DUCHAMP de m'avoir accueilli dans le laboratoire Conception de Produits Nouveaux et Innovation.

Je remercie Patrick TRUCHOT, Jean-Michel RUIZ et Vincent FABREGUETTES de m'avoir fait l'honneur d'examiner les résultats de mes travaux en participant au jury de thèse.

Je remercie aussi toute l'équipe du Laboratoire Conception de Produits Nouveaux et Innovation (LCPNI). Je remercie notamment les chercheurs du groupe de travail de thèse auquel je participais : Lien LUONG, Stéphanie MINEL, Nadine STOELZEN, Patrice DUBOIS, Bruno ESTEVE, Loïc JACQUESON et Cédric LEBORGNE. Je remercie aussi Frédéric LESAGE et Pascal MELLINGER pour leurs précieux conseils lors des projets.

Je remercie Yves BUCHS de l'entreprise YOLITEC, M. GENETRE de la société ECOTRI, M. CONTEAU de la société CAHOUEY et M. BURGER de la société FRANCE-OSMOSE pour les informations qu'ils m'ont fournies sur leurs besoins et sur leurs manières de travailler. Je remercie aussi vivement M. DECHESNE du CRITT MECA – Île-de-France pour sa connaissance des PME-PMI locales.

Je remercie aussi les étudiants du DEA CPNI que j'ai pu côtoyer : Thomas VALETTE, Nicolas TESSON, Antoine RIOT, David RENOY, Sébastien MERMET, Arnaud GROFF, Antoine COURTEILLE, Khaled BEN FRIHA, Romain BOUCHARAT, Ibrahima BA, etc. ... Leurs réflexions sur les outils méthodologiques dans les projets m'ont été très utiles.

Enfin je n'oublie pas mes proches qui m'ont soutenu et encouragé tout au long de mon parcours.

« *L'acteur projet, portrait d'un rôle d'influence*

*Les termes de démarche, de méthode ne sont-ils pas excessifs pour ce qui apparaît à première vue comme une succession de hasards heureux ou malheureux, d'inspirations rebelles à toute modélisation ? [...] Peut-être pas si l'on adopte une vision différente de ce que sont une méthode ou un modèle ; une vision où l'incertitude, l'aléa et la subjectivité n'interviennent pas comme des pollutions du raisonnement, mais comme des variables cruciales à intégrer. [...] Quelle est alors cette rationalité des projets ? Que peut-on en déduire pour bien organiser leur gestion ? »*

L'auto qui n'existait pas, Christophe Midler.

« Les interactions qui maintiennent en vie l'organisme d'un chien sont celles qu'il est impossible d'étudier *in vivo*. Pour les étudier correctement il faudrait tuer le chien. »

Niels Bohr.

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>7</b>
<b>I. CONTEXTE DE LA RECHERCHE.....</b>	<b>12</b>
1.1. Introduction.....	12
1.2. La recherche dans le domaine de l'innovation des PME-PMI .....	14
1.3. La complexité de l'innovation : de nombreux phénomènes interconnectés .....	16
1.4. Les aides à l'innovation : des réponses ponctuelles à des problèmes identifiés .....	23
1.5. L'adaptation nécessaire des outils et méthodes d'aide à l'innovation.....	28
1.6. Conclusion : comment accompagner l'intégration de méthodes dans l'entreprise ? .....	31
<b>II. POSITIONNEMENT DE RECHERCHE ET CHOIX D'UNE METHODOLOGIE POUR L'ETUDE DES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS.....</b>	<b>33</b>
2.1. Introduction : le choix de l'épistémologie constructiviste .....	33
2.2. La complexité théorique de cette recherche .....	38
2.2.1. La modélisation des processus de conception et d'innovation.....	39
2.2.2. Les difficultés épistémologiques de l'étude des méthodes .....	40
2.3. Construction de la démarche de recherche .....	42
2.4. Conclusion .....	45
<b>III. PROBLEMATIQUE : COMMENT METTRE EN PLACE LE JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE DANS LES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS ? .....</b>	<b>46</b>
3.1. Introduction.....	46
3.2. Le besoin des PME-PMI - Qu'est-ce que le juste nécessaire méthodologique ? .....	46
3.3. Comment mettre en place le juste nécessaire méthodologique pour intervenir sur les processus d'innovation ? .....	48
3.4. Formulation de la problématique .....	50
3.5. Conclusion .....	54

<b>IV. HYPOTHESE : LA MODELISATION DES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS DOIT FAVORISER L'INTEGRATION DU JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE .....</b>	<b>55</b>
4.1. Introduction.....	55
4.2. Utilisation de l'approche systémique pour définir le juste nécessaire méthodologique .....	56
4.3. Proposition du concept d'un nouvel outil pour matérialiser la mise en place du juste nécessaire méthodologique .....	58
4.3.1. Paradoxe du concept de méta-outil : simplicité d'utilisation et complexité de la structure de l'outil.....	58
4.3.2. Favoriser l'accessibilité .....	61
4.3.3. Prendre en compte les processus d'apprentissage .....	62
4.4. Conclusion .....	64
<b>V. EXPERIMENTATIONS INDUSTRIELLES.....</b>	<b>65</b>
5.1. Introduction.....	65
5.2. Le protocole expérimental.....	67
5.2.1. La validation par étapes dans le cadre d'une recherche constructiviste .....	68
5.2.2. L'analyse des reformulations pour constituer des preuves dans un environnement complexe et évolutif.....	68
5.3. Expérimentation 1 : Modélisation en trois niveaux d'apprentissage de l'action du juste nécessaire méthodologique .....	69
5.3.1. Analyse quantitative de 33 cas industriels .....	69
5.3.2. Identification de trois niveaux d'apprentissage d'innovation.....	72
5.3.3. Conclusion.....	74
5.4. Expérimentation 2 : Modélisation de l'intégration des méthodes justes nécessaires dans les processus d'innovation.....	75
5.4.1. Exemples de problèmes rencontrés lors de l'intégration d'outils méthodologiques .....	75
5.4.2. Trois projets en PME-PMI : L'appropriation des outils de conception pour innover.....	77
5.4.3. Conclusion.....	81
5.5. Expérimentation 3 : Validation de l'intégration de modèles du juste nécessaire méthodologique dans des processus d'innovation .....	83
5.6. Conclusion .....	93
<b>VI. SYNTHESE ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>95</b>
6.1. Introduction.....	95
6.2. Définition de la structure du méta-outil, moyen de mise en place du juste nécessaire méthodologique .....	95

<b>6.3. Création de modèles méthodologiques intégrables dans le méta-outil .....</b>	<b>100</b>
<b>6.4. Théorisation et formalisation d'une démarche de construction du méta-outil .....</b>	<b>104</b>
6.4.1. Proposition et évaluation d'une méthode de construction par liens .....	104
6.4.2. Mise en place d'une dynamique d'action et d'apprentissage .....	107
6.4.3. Validation de l'intérêt de cette approche pour un réseau de PME-PMI : des connaissances à gérer par rapport à des projets réels.....	110
6.4.4. Théorisation : Impacts en terme de coordination d'outils et de modélisation des processus d'innovation.....	112
<b>6.5. Conclusion : Positionnement par rapport à l'existant .....</b>	<b>114</b>
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>117</b>

ANNEXE : Document de présentation de la soutenance du 26 juin 2002

# INTRODUCTION GENERALE

L'innovation permet de développer la compétitivité des entreprises. Elle constitue une réponse aux problèmes de concurrence nationale et internationale. Les pouvoirs publics financent d'ailleurs de nombreuses actions de soutien à l'innovation. L'Etat entend développer par ces actions la compétitivité économique du pays dans un contexte international de plus en plus concurrentiel.



Figure 1. Influence du soutien à l'innovation sur la compétitivité d'un pays

Actuellement le concept d'innovation est fortement utilisé. Il existe d'ailleurs dans les entreprises une véritable préoccupation pour développer celle-ci. De nombreuses études ont été menées pour améliorer l'innovation dans les entreprises. Il s'agit aujourd'hui de savoir comment faire pour développer l'innovation. De nombreuses solutions sont disponibles : il existe des financements, des guides méthodologiques, des compétences et des types d'organisations spécifiques. Mais devant toutes ces possibilités, une entreprise peut se retrouver perdue pour choisir les solutions les plus appropriées.

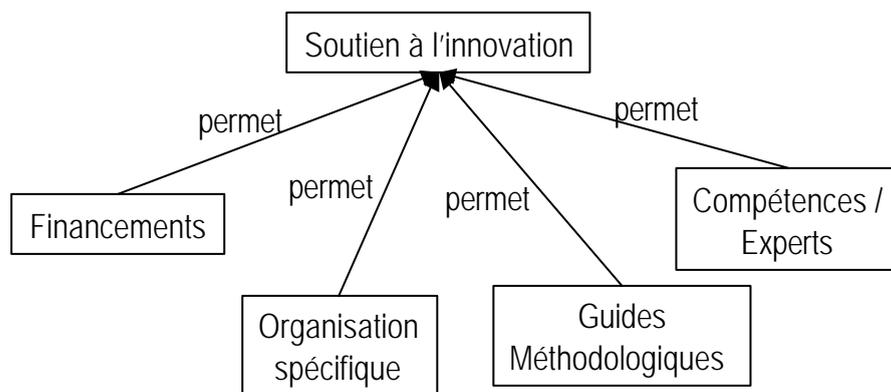


Figure 2. Les solutions disponibles pour soutenir l'innovation

Dans cette recherche, nous nous intéressons plus particulièrement à la problématique des PME-PMI. Il s'agira notamment d'étudier les problèmes rencontrés lorsqu'elles souhaitent innover. Les problèmes des PME-PMI reposent essentiellement sur des difficultés à mobiliser les moyens connexes de développement [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1996]. Seulement 6 PME sur 10 innove, alors que 9 grandes entreprises sur 10 innove [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1995].

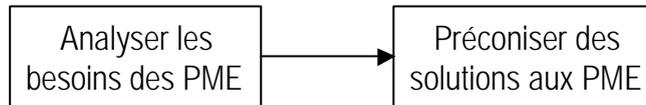


Figure 3. Comment choisir les solutions les plus appropriées ?

Même si la structure d'une PME-PMI lui permet d'être très réactive par rapport aux évolutions des marchés, cet avantage se transforme en défaut lorsqu'il faut innover et déployer des moyens conséquents.

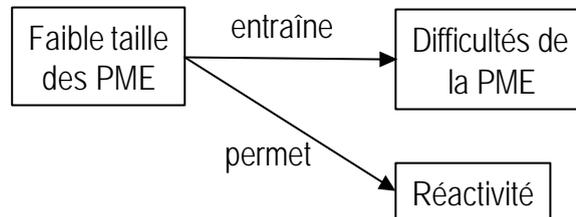


Figure 4. Effets des caractéristiques des PME-PMI

La problématique de cette recherche est de développer la capacité d'innovation des PME-PMI. Le choix que nous avons fait est de nous concentrer essentiellement sur l'aspect pragmatique et opérationnel de cette problématique générale, après avoir pris le recul théorique nécessaire à l'identification de solutions adaptées.

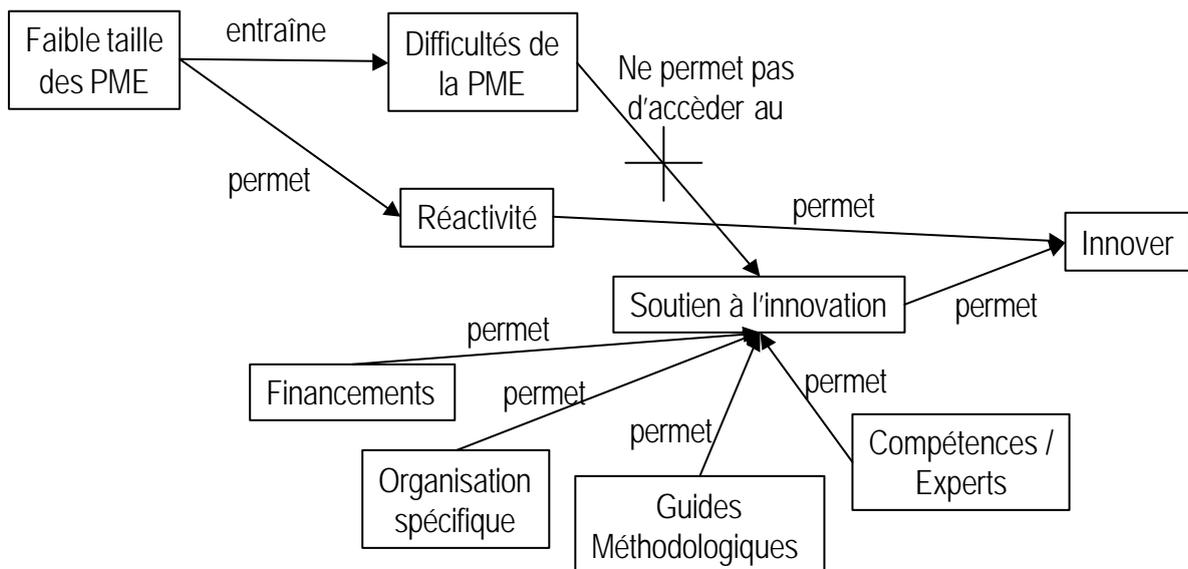


Figure 5. Deux caractéristiques contradictoires dans l'innovation des PME

Cette problématique n'est pas facile à solutionner. En effet, l'importance de l'innovation dépend de la capacité de l'entreprise à redéfinir continuellement ses ressources, compétences et savoir-faire

[ABERNATHY 85]. L'objectif de la recherche est d'amener les entreprises à redéfinir leur potentiel stratégique et de parvenir à une construction d'une dynamique de l'innovation dans ces entreprises.

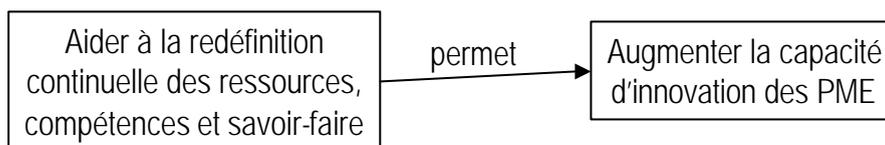


Figure 6. Objectif général de la recherche : aider les PME à redéfinir leur système d'innovation de manière large (ressources, compétences, savoir-faire, moyens...)

Aborder la conception et l'innovation par l'étude des solutions disponibles impose une nouvelle méthodologie de recherche. Les activités, les objets et les hommes doivent faire l'objet d'une étude cohérente par rapport aux processus de conception et d'innovation. Ces éléments sont difficilement rationalisables et appartiennent aux connaissances des processus d'innovation [BOLY 2000]. La recherche dans ce domaine pose le problème de la représentation de la réalité. En particulier, des comportements individuels et les impacts d'une méthode utilisée constituent tout aussi bien le matériau de notre recherche que des calculs de simulation ou des choix de technologies.

Ce positionnement en terme de thématique de recherche est relativement nouveau et les outils épistémologiques de cette recherche sont encore peu connus. Auparavant la recherche dans le domaine des sciences de l'ingénieur développait des savoirs et des savoir-faire techniques de plus en plus approfondis. Cette démarche est complétée aujourd'hui par des travaux de recherche interdisciplinaires et transdisciplinaires.

La recherche interdisciplinaire soulève de nouvelles problématiques, notamment quand aux statuts de la connaissance. Dans le cadre de nos travaux nous avons mis en œuvre une démarche constructiviste car une recherche constructiviste cherche à intervenir sur le monde. Une recherche constructiviste n'a pas pour objectif seulement de tirer des modèles génériques issus de l'observation mais aussi de rechercher une efficacité dans l'action. L'épistémologie constructiviste est caractérisée par une perception phénoménologique de la réalité et génère des modèles destinés à être utilisés par la suite, soit pour des enseignements soit pour des projets futurs. Notre démarche de recherche spécifique a été construite à partir des principes énoncés par BATESON, PASSERON, LEMOIGNE et MORIN [BATESON 1972, PASSERON 1992, LEMOIGNE 1995, MORIN 1990].

L'approche constructiviste est nécessaire car dans ce type de recherche nous ne connaissons pas a priori ni la solution à la problématique, ni sa nature, ni la manière de l'obtenir.

Pour résoudre la problématique du développement de la capacité à innover des PME-PMI, nous avons mis en place deux étapes. La première étape avait pour objet de chercher comment s'adapter à la complexité de l'innovation. La seconde étape était de construire les différents éléments d'un outil d'apprentissage destiné à accompagner les dynamiques d'innovation.

Dans cette recherche nous avons transformé le problème de la complexité en opportunité de développement. L'objectif général était de fournir une assistance efficace et évolutive aux démarches d'innovations comme aurait pu le faire une « méthodologie de l'innovation ».

### ***Plan du document***

Dans le chapitre 1, nous présentons le contexte de la recherche. Dans ce chapitre nous détaillons la complexité de l'innovation et nous citons des aides à l'innovation qui sous l'angle de la

complexité se montrent insuffisantes. Le but de cette partie est de montrer la difficulté d'apporter des solutions concrètes aux problèmes de l'innovation, complexes par nature.



Figure 7 : Objectif du chapitre 1

Dans le chapitre 2, nous positionnons notre travail de recherche et nous rappelons les difficultés épistémologiques liées à notre sujet d'étude. Nous expliquons aussi notre choix de l'épistémologie constructiviste. Le but de ce chapitre est de définir un cadre théorique pour l'étude des processus d'innovation.



Figure 8 : Objectif du chapitre 2

Dans le chapitre 3, nous présentons la problématique de cette recherche. La problématique est formulée à partir d'un paradoxe. D'une part nous recherchons l'utilisation de méthodes et d'outils efficaces pour développer la capacité d'innovation des PME-PMI. D'autre part le contexte d'étude des PME-PMI impose la prise en compte des difficultés du manque de ressources, c'est-à-dire qu'il est nécessaire d'utiliser le moins possible des outils et des méthodes. Par rapport à ce paradoxe, notre problématique consiste à définir comment mettre en place le juste nécessaire méthodologique dans les processus de conception de produit.

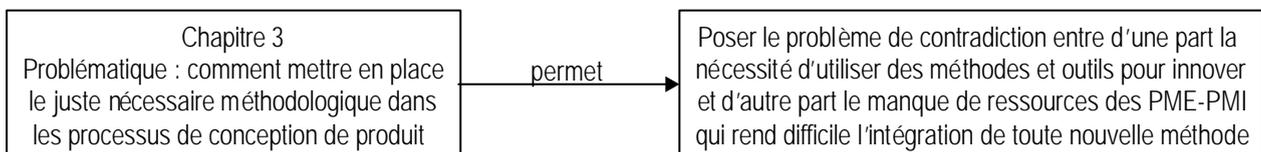


Figure 9 : Objectif du chapitre 3

Dans le chapitre 4 nous présenterons l'hypothèse que nous avons identifiée. Entre d'une part un ensemble de méthodes et d'outils à utiliser et d'autre part des processus d'innovation qui s'effectue dans les entreprises, nous avons pensé judicieux de prendre comme hypothèse que la modélisation permettrait de contribuer à la résolution de la problématique. Le but de cette partie est de montrer l'intérêt potentiel de la modélisation pour répondre à la problématique.

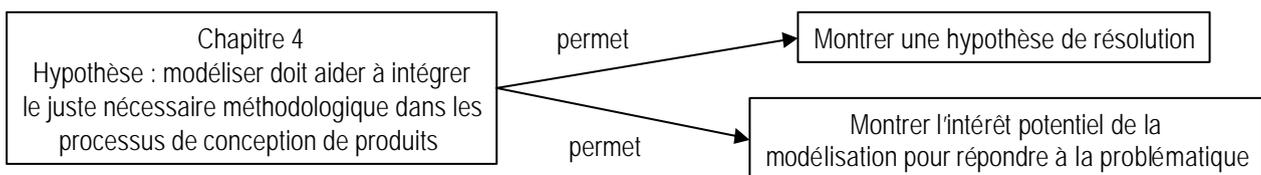


Figure 10 : Objectifs du chapitre 4

Dans le chapitre 5, nous explicitons dans un premier temps le protocole expérimental qui a été défini. Pour établir ce protocole expérimental, nous avons cherché différentes manières d'éprouver

l'hypothèse.

Dans un deuxième temps le chapitre 5 présente les résultats des différentes expérimentations. La première partie des expérimentations montre quantitativement des macros-modèles de fonctionnement de l'innovation en PME-PMI. Ces macros-modèles définissent des conditions d'innovation. Ces modèles permettent de préciser la définition du juste nécessaire méthodologique, notamment par l'explicitation du choix nécessaire des méthodes et outils, lui même inscrit dans le processus d'appropriation des connaissances de l'entreprise.

La deuxième partie des expérimentations s'est attachée à modéliser l'intégration des outils et méthodes dans les processus d'innovation. Cette modélisation a été effectuée de manière qualitative à partir de cinq projets industriels. Ces expérimentations ont permis de montrer que les outils peuvent être préconisés par rapport à ce qu'ils peuvent réaliser au niveau des processus.

La troisième partie des expérimentations a permis de vérifier que la modélisation du processus d'innovation de l'entreprise lui permet de définir son juste nécessaire méthodologique.

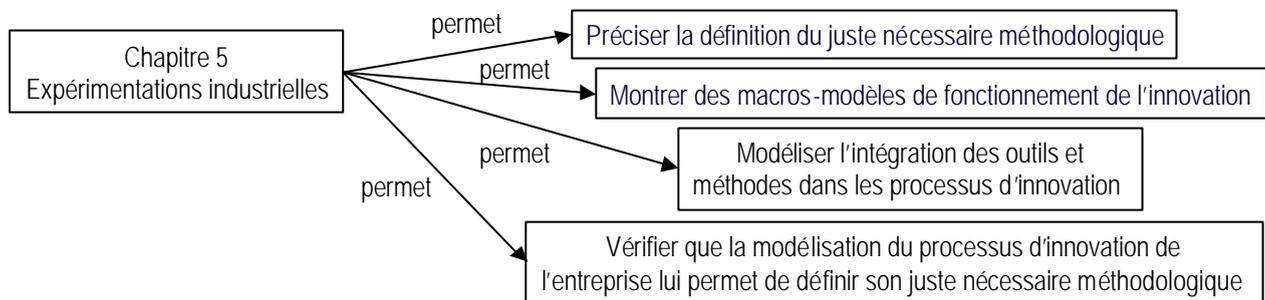


Figure 11 : Objectifs du chapitre 5

Dans le chapitre 6, nous réalisons une synthèse de ce qui a été réalisé pendant cette recherche et nous en dégageons des perspectives pour le futur. Nous nous appuyons sur la formalisation des connaissances méthodologiques effectuées sur les différents projets pour définir le concept d'un nouvel outil d'aide à l'innovation. Les connaissances méthodologiques extraites des reformulations des acteurs-projet peuvent être synthétisée dans un système expert dont le fonctionnement est explicité à la fin de ce chapitre.

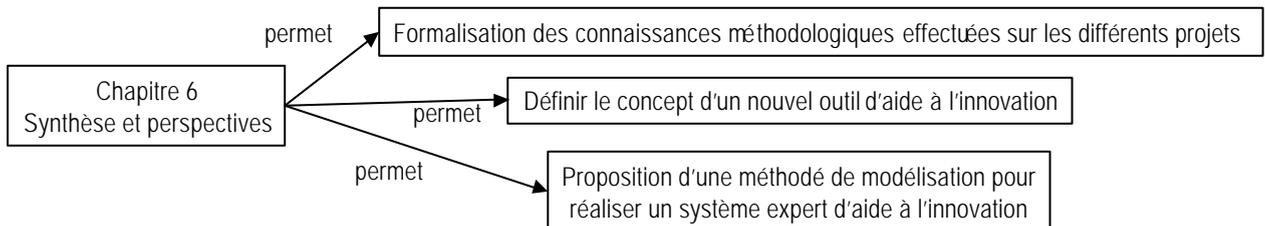


Figure 12 : Objectifs du chapitre 6

# I. CONTEXTE DE LA RECHERCHE

## 1.1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous détaillerons la complexité de l'innovation et nous citerons des aides à l'innovation qui sous l'angle de la complexité se montrent insuffisantes. L'objectif de ce chapitre est de montrer les détails de la complexité de l'innovation, ce qui permettra d'affirmer qu'il n'est pas aisé d'avoir des solutions simples pour améliorer l'innovation d'une entreprise.

L'innovation représente un enjeu important pour les entreprises, selon un rapport du Ministère de l'industrie :

*« Des études récentes attestent que le comportement d'innovation est payant: les entreprises innovantes sont plus exportatrices que la moyenne, et leurs ventes à l'étranger ont progressé de 60 % en cinq ans contre 20 % pour les autres.*

*Qu'il s'agisse de maintenir ses positions sur un marché en stagnation ou de passer à la vitesse supérieure pour conquérir de nouveaux marchés et franchir un seuil significatif de croissance, qu'il s'agisse de diversifier ses activités ou de changer de métier, [la plupart des expériences] montrent que l'innovation maîtrisée est gage de réussite. » [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1995].*

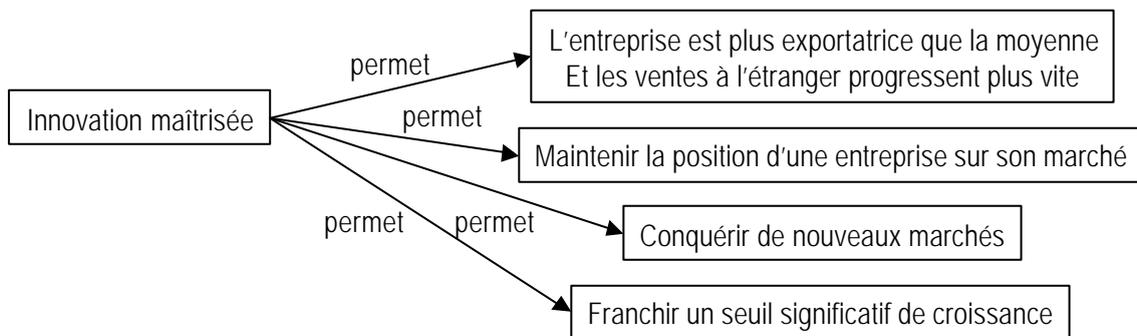


Figure 13 : Les avantages de l'innovation maîtrisée

Dans un contexte de plus en plus exigeant (mondialisation, réduction du cycle de vie des produits, ...) s'est développé un ensemble de concepts, de théories et de démarches visant à comprendre et gérer l'innovation. La gestion de l'innovation se situe à la croisée de la stratégie, de la technique et du marketing. Le but de cette partie est de montrer la diversité des approches existantes pour analyser l'innovation et en même temps de montrer la faiblesse des solutions vis à vis de la complexité des phénomènes.

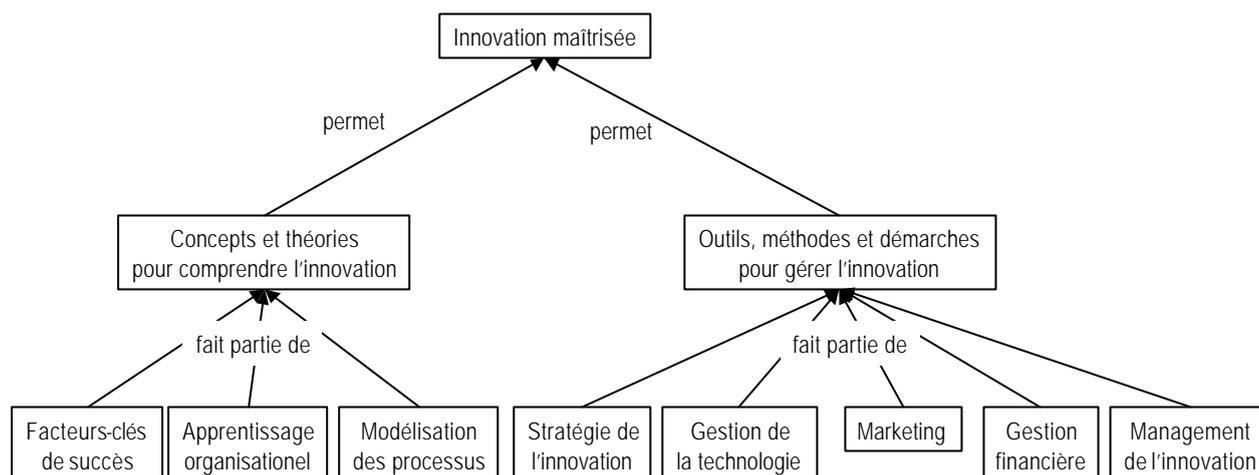


Figure 14 : Exemples de concepts, méthodes et outils pour maîtriser les processus d'innovation

Les phénomènes d'innovation sont souvent étonnants et ils servent souvent à expliquer des réussites commerciales extraordinaires. Il existe beaucoup d'ouvrages correspondant à cette vision de l'innovation, mais ce sont souvent des généralisations hâtives qui sont présentées. Il est en effet plus facile de théoriser sur l'innovation que d'apporter des solutions concrètes pragmatiques. Pour ne pas céder à la tentation de théoriser l'innovation, nous avons choisi d'insister sur les problèmes rencontrés dans la pratique lorsqu'on veut innover.

Malgré l'existence de nombreuses analyses de l'innovation, il est utile de rappeler que l'innovation est un phénomène qui s'appuie sur des hommes et que dans ce cadre, chercher à augmenter la capacité d'innovation d'une entreprise, nécessite une étude complexe et approfondie.

Pour GIGET, l'innovation n'occupe pas un rôle clef dans la dynamique de l'entreprise mais représente le cœur même de la démarche entrepreneuriale [GIGET 94] :

*« Cette relation première à une innovation peut pratiquement s'observer à l'origine de toute entreprise, qui a dû, pour exister, faire preuve d'originalité. Créer une entreprise a toujours été et reste un acte difficile et volontaire, dans lequel l'entrepreneur doit faire partager sa vision dynamique et positive et l'intérêt de sa démarche. L'inertie des partenaires potentiels du créateur d'entreprise (financeurs, collaborateurs, clients...) ne peut être vaincue que par l'adhésion à un **projet forcément innovant** d'une façon ou d'une autre et apportant un plus par rapport à l'état de l'existant. »*

Dans un premier temps dans ce chapitre nous effectuerons une relecture de la littérature dans le domaine de l'innovation et de la conception de produits. Cette relecture nous permettra de mettre en exergue les différents éléments qui caractérisent la complexité de l'innovation.

Dans un second temps nous observerons les différentes solutions qui sont proposées pour innover. Il s'agit des méthodes de conception, des aides financières, des compétences et des métiers spécifiques... Nous montrerons que ces aides à l'innovation sont insuffisantes car peu d'entre elles prennent en compte la complexité de l'innovation dans le cadre d'une approche globale.

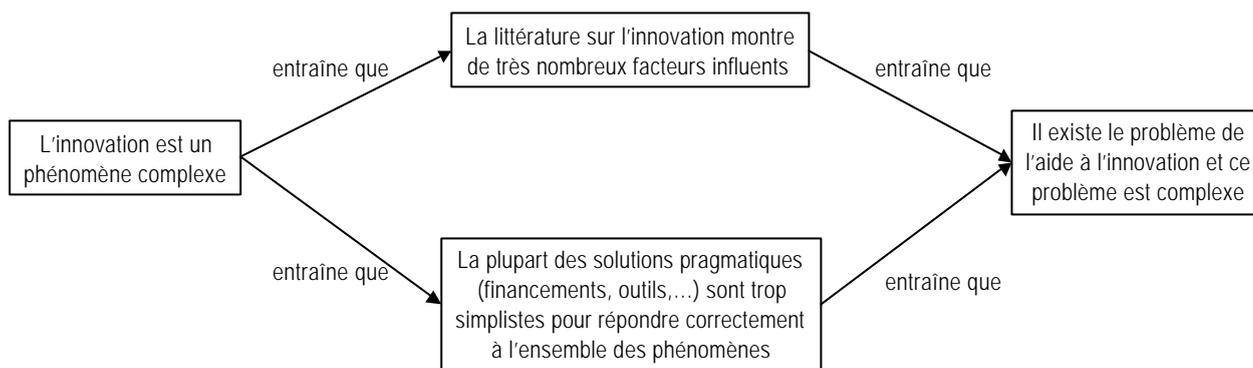


Figure 15. Objectif de ce chapitre : expliciter le contexte de la problématique de recherche

Nous concluons ce chapitre en notant que la réponse à des problèmes complexes n'est pas aisée et que cela nécessite un positionnement de recherche spécifique.

## 1.2. LA RECHERCHE DANS LE DOMAINE DE L'INNOVATION DES PME-PMI

Le but de cette partie est de montrer les éléments importants caractérisant le domaine industriel des PME-PMI au vu de notre objectif de recherche. Nous rappellerons notamment quelques chiffres sur les PME-PMI.

L'innovation dans les PME-PMI est une préoccupation actuelle, à la fois pour les PME-PMI elles-mêmes et pour les institutions publiques et parapubliques. Les PME-PMI représente un secteur économique très important : en France, un salarié sur deux travaille dans une PMI [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1995].

Les PME ont une forte réactivité. Elles sont capables de profondes mutations pour répondre au marché [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1995]. Les statistiques rapportent que 58 % des innovations réalisées par des PME sont effectuées sous l'impulsion du marché. Dans le même temps, seulement 26 % des innovations sont réalisées sous l'impulsion de la technologie. Cela montre la réactivité des PME. Mais nous interprétons aussi cela comme un manque de ressources qui freine l'innovation. Cela montre aussi une faiblesse en terme de prise de recul et pour être force de propositions. Les PME se situent dans un cadre général de réflexion stratégique à court terme.

« C'est un vieux débat de savoir si la flexibilité et la souplesse de leur organisation prédisposent plus les PMI à l'innovation que les groupes industriels qui, en contrepartie, peuvent s'appuyer sur leur taille pour amortir les risques. » [MERLANT 1990]

Le manque de ressources humaines a un impact important sur l'innovation : les PME-PMI, ont des effectifs attachés à la recherche et au développement très réduits. A cause de leur petite taille, les PME ont une culture plus contingente [FILSON 2000]. Les acteurs sont polyvalents et les tâches menées sont de natures très différentes. Il est donc impossible de transférer directement des modèles conçus pour les grandes entreprises [AOUSSAT 1996]. SOYEZ insiste aussi sur la valeur des connaissances-métiers des acteurs de l'entreprise, car les PME-PMI sont souvent reconnaissables à un métier particulier. Innover, c'est redéfinir les savoir-faire de l'entreprise et donc, une démarche d'innovation est très bouleversante pour une entreprise mono-métier.

Nous pouvons noter que dans les PME-PMI une mauvaise gestion est parfois constatée. Les dirigeants se doivent de bien choisir leur stratégie afin de mieux valoriser leur entreprise. Il est

important de prendre en compte cet élément lors de la proposition de nouveaux modèles pour ces entreprises. Il est intéressant de disposer de moyens appropriés pour réduire ces risques d'erreurs. Marie GERARD rapporte que les difficultés des PME-PMI sont souvent imputable à une quasi absence de veille informative [GERARD 2000] :

« Les contraintes d'accès sont de différentes natures :

- le manque de temps et de personnel qualifié pour collecter l'information,
- la formation, le style de direction constituent un frein pour l'accès aux informations et pour leur utilisation.
- la méfiance des sources uniques d'information divulguées par leurs propres fournisseurs ou par les centres de recherche publics ou semi-publics.
- le coût de l'accès aux informations est un frein non négligeable (OCDE 93).
- le processus de formulation des objectifs est peu explicite. »

Un effort particulier doit être porté pour rendre la veille plus simple pour une PME-PMI. Lorsqu'elles innover, les entreprises ne négligent pas les sources d'information, mais considèrent les informations internes comme les plus importantes (pour 46,6% des firmes innovantes [SESSI 1998]) (cf. figure 16). Les sources d'information les plus délaissées sont les prestataires de connaissances scientifiques et technologiques et les sources d'information publiques et dans une moindre mesure, les conférences, la presse professionnelle, les bases de données. Les possibilités d'accès à l'information sont décuplées avec la généralisation de l'utilisation d'internet, même si l'utilisation d'internet dans les PME est encore relativement faible.

Importance de la source	Null	Moyenne	forte
Sources internes à l'entreprise	12.5	30.2	46.6
Autres entreprises appartenant au groupe	56.5	17.2	12.9
Concurrents	36.1	28.4	9.5
Clients	20.6	30.9	31.8
Fournisseurs d'équipement et de logiciels	42.3	24.1	10.9
Fournisseurs de matières premières et de composants	40.4	23.2	10.2
Sociétés de conseil et de recherche marchande	76.1	6.9	1.6
Universités ou établissements d'enseignement sup.	71.1	9.0	2.7
Organismes publics de recherches ou institution privées	79.4	7.1	2.1
Publication de brevets	72.4	8.8	2.5
Conf., réunions, presse prof., bas. de don., réseaux	51.8	19.9	4.1
Foires et expositions	31.7	32.6	10.2

Figure 16 : Les sources d'information des entreprises innovantes, en % des entreprises innovantes SESSI, Le 4 Pages, N° 89 - Avril 1998

FILSON explique la spécificité de la conception en PME-PMI par quelques caractéristiques de ces entreprises [FILSON 2000]. L'article en question se base sur l'analyse de plusieurs entreprises de taille moyenne fabriquant du matériel électronique. Cette étude observe que :

- la plupart des projets démarrent avec du retard,
- plusieurs projets, non encadrés, sont en développement,
- il y a peu de communication structurée entre les différents départements,
- souvent il y a de graves problèmes de ressources au moment critiques des projets,
- chacun assume sa responsabilité par rapport aux spécifications du produit, par contre peu de personnes assument la responsabilité du processus de développement de produit.

FILSON conclut qu'un changement graduel est nécessaire dans ces PME-PMI, car elle constate des problèmes liés à la culture de ces entreprises :

- une culture du blâme,
- des besoins à court terme,

- des buts conflictuels entre les différentes personnes,
- un contrôle défaillant du choix des projets.

Selon Marie GERARD, innover par l'intermédiaire d'un produit requiert beaucoup de compétences supplémentaires pour les PME-PMI, même si, paradoxalement, elles gèreront celles-ci de manière non procédurale [GERARD 2000].

Pour ce qui concerne les motivations à l'innovation, le marché reste la motivation essentielle [SESSI 1998] (cf. figure 17).

Importance de l'objectif	nulle	faibl	moy	forte
Remplacer les produits obsolètes	34.1	18.1	24.2	23.6
Améliorer la qualité des produits	11.2	7.6	31	50.2
Elargir la gamme de produits	12	10.1	28.1	49.7
Conquérir nveaux marchés ou accroître la part de marché	10.2	6.4	25.7	57.8
Réduire les atteintes à l'environnement	43.9	23.7	20.5	11.8
Satisfaire aux legisl., reglem., normes, standards	32.2	17.9	27.3	22.5
Conférer davantage de souplesse à la produc.	28.6	20.7	30.4	20.3
Réduire ses coûts salariaux par unité produite	29.7	19.9	27.6	22.7
Réduire ses consommation de matière	33.1	24.8	24.5	17.6

Service des statistiques industrielles 1997 Ministère de l' Économie, des Finances et de l'Industrie

Figure 17 : Les motivations des PME-PMI pour innover

BOLY et MERCIER ont quant à eux étudié les PME-PMI par rapport à leur capacité d'innovation et ont caractérisé des Niveaux de Savoir-Faire en Innovation N.F.S.I. [MERCIER 1997] et analysé les processus d'apprentissage dans ces entreprises [BOLY 2000].

Pour conclure, tous ces éléments montrent que les PME-PMI sont un domaine spécifique et complexe, dont aujourd'hui il y a peu d'analyses et de solutions réellement applicables.

## 1.3. LA COMPLEXITE DE L'INNOVATION : DE NOMBREUX PHENOMENES INTERCONNECTES

Le but de cette partie est d'insister sur la difficulté de définir l'innovation. Cela est lié à la complexité des éléments qui constituent l'innovation. Ces éléments sont de natures très différentes et sont très nombreux dans un processus.

Il est nécessaire de contrecarrer certaines visions populaires erronées sur l'innovation. Parfois cela peut avoir des effets néfastes sur les projets. De plus avant de lancer un processus d'innovation il est nécessaire de s'assurer que l'entreprise est capable de l'assumer techniquement, commercialement et en terme d'adaptation des ressources humaines.

La complexité de l'innovation est aussi due à un paradoxe : l'innovation est à la fois le résultat de l'expression d'une différence et d'une introduction dans la pratique sociale [GIGET 94]. Le processus d'innovation est à la fois une avancée dans l'inconnu et un processus construit à partir d'éléments traditionnels. Les acteurs sont souvent troublés par l'incertitude créée par un processus

d'innovation. Cet aspect peu rassurant de l'innovation provoque des échecs par des réactions de résistance. Norbert ALTER présente aussi la contradiction de l'innovation dans la nécessité de mettre en place un projet qui doit être à la fois organisé et créatif [ALTER 1999].

Pour préciser cette notion nécessaire de complexité dans l'analyse de l'innovation nous pouvons citer Norbert Alter qui décrit l'innovation comme pouvant survenir à partir de tous les éléments possibles [ALTER 1999].

Il existe différentes formes d'innovation qui complexifient encore la représentation que nous pouvons faire de l'innovation [GIGET 1994] : « *L'innovation peut prendre des formes extrêmement diverses : faire mieux, faire différemment, faire autre chose, faire plus vite, faire moins cher ou faire ensemble.* »

Par rapport à la définition de la stratégie selon PORTER, entièrement définie par rapport à la concurrence extérieure, nous positionnons notre champ de recherche sous l'optique d'un changement de l'entreprise par l'intérieur. Ce changement de paradigme nous permet de voir l'innovation, non plus comme seulement l'adaptation au marché, mais par la création de valeur par les acteurs de l'entreprise. En effet c'est l'ensemble des personnes de l'entreprise, et leurs interactions, en contact avec l'extérieur qui permet de générer de nouveaux produits innovants.

MERLANT a réalisé une synthèse des projets soutenus par l'ANVAR. Ce livre est basé sur l'idée que des innovations exemplaires peuvent constituer un moyen d'aider à comprendre l'innovation et aussi donner des conseils sur l'innovation. Ce livre présente les erreurs à éviter, explique des stratégies d'entreprise qui se sont révélées payantes dans le cadre d'innovations. Robin ROY identifie lui aussi des facteurs clés de succès et les mets en correspondance avec la performance commerciale [ROY 1997]. Mais COOPER (1983) pose la question : « *Pourquoi, malgré de nombreuses études sur les succès et les échecs des produits nouveaux, le taux d'échec demeure important, et les raisons des échecs inchangées ?* » Son hypothèse est que la plupart des résultats de ces études ont été présentés variable par variable, alors que les responsables d'entreprise ont l'habitude de raisonner en terme de modèles généraux ou de scénarios.

### ***Formulation de la complexité de l'innovation***

Le phénomène d'innovation est complexe. En effet les inventions ne se traduisent que rarement par la mise sur le marché des produits concernés. Cela s'explique par un véritable « parcours du combattant » que le concept initial doit subir. Un processus de transformation va aboutir par modifications successives à l'adéquation du concept initial aux différentes contraintes. L'innovation est le résultat d'une transformation par le marketing, les finances, la technique, les fournisseurs, etc. ... Ce processus est complexe et difficilement maîtrisable. L'innovation demande donc une configuration favorable dans l'entreprise.

Notre recherche a pour objectif aussi d'identifier des phénomènes et des facteurs pour favoriser l'innovation des PME - PMI. Connaître ces phénomènes et ces facteurs permet de construire des outils de conception adaptés. La difficulté principale de l'identification des outils de conception est d'affronter la complexité inhérente à l'innovation. MANZANO nous invite à ne pas simplifier abusivement la complexité des projets dans l'entreprise [MANZANO 1998] : la complexité apparente de ces systèmes ne doit pas entraîner un réflexe de simplification pour la maîtriser. En simplifiant nous détruisons la complexité : d'une démarche honnête d'analyse, nous saccageons la richesse d'un système. Rien ne pourra plus nous garantir que la somme des résultats partiels que l'on obtiendra, sera bien représentative de la globalité de notre système. Le complexe doit être analysé préalablement en tant que tel, la réduction que l'on peut apporter au système par la suite doit être consciente et maîtrisée [MORIN 1990].

D'après MELESE, la prise en compte de la complexité permet d'obtenir une plus grande créativité : “La complexité est donc à prendre en tant que source de richesse et de créativité” [MELESE 1979]. L'évolutivité des systèmes complexes est génératrice de créativité et d'adaptivité aux évolutions des besoins des clients et de la concurrence. MANZANO ajoute que :

“ La complexité sera caractérisée par la richesse des interconnexions des éléments du système, la variété de ses états et de ses évolutions. Comparé à cela un système compliqué sera rigidifié par des liaisons stables, mono-dimensionnelles. Ainsi le complexe sera évolutif alors que le compliqué sera figé dans une conformation. C'est cette évolutivité qui entraîne, entre autre, une difficulté d'analyse. ” [MANZANO 1998]

Dans ce sens, l'innovation est le résultat de la contingence des processus de choix dans toute la complexité environnant un processus. La contingence des résultats de l'innovation est une conséquence de la complexité, c'est-à-dire que les résultats sont imprévisibles.

Dans cet environnement complexe, nous chercherons donc une approche et des techniques permettant d'appréhender la complexité et de la maîtriser dans l'objectif d'arriver à une conception plus efficace pour l'entreprise. Pour cela nous partons évidemment de l'idée que même si l'innovation est complexe il est possible d'intervenir sur les processus en action. Entre la complexité constatée et l'action concrète dans le projet, quelles sont les modélisations permettant d'aider le concepteur ?

Comme FRICKE, nous décomposons la complexité de l'innovation en quatre complexités différentes : la complexité des buts, du produit, du processus et de l'équipe [FRICKE 1998].

### **Complexité des processus**

Au cours du processus d'innovation, plusieurs tâches sont à réaliser, certaines en parallèle, d'autres les unes après les autres. Par exemple, la veille technologique, le Benchmarking, l'étude de marché, la recherche de solutions, l'évaluation économique, le prototypage, la recherche de fournisseurs ... Les différentes tâches sont à agencer. La planification réaliste d'un projet innovant n'est jamais aisée. En effet, le projet d'innovation à un caractère fortement évolutif. De nombreuses variables influencent le déroulement du processus : la compétence des acteurs, les difficultés techniques inconnues au départ, la culture de l'entreprise, la manière de gérer le projet, le marché, la concurrence, ... Donc le processus d'innovation est à piloter dans un environnement incertain, avec une multitude d'objectifs et de contraintes. Certains ouvrages ont pour but de simplifier la gestion de ces différentes tâches [CHAUVET 1998].

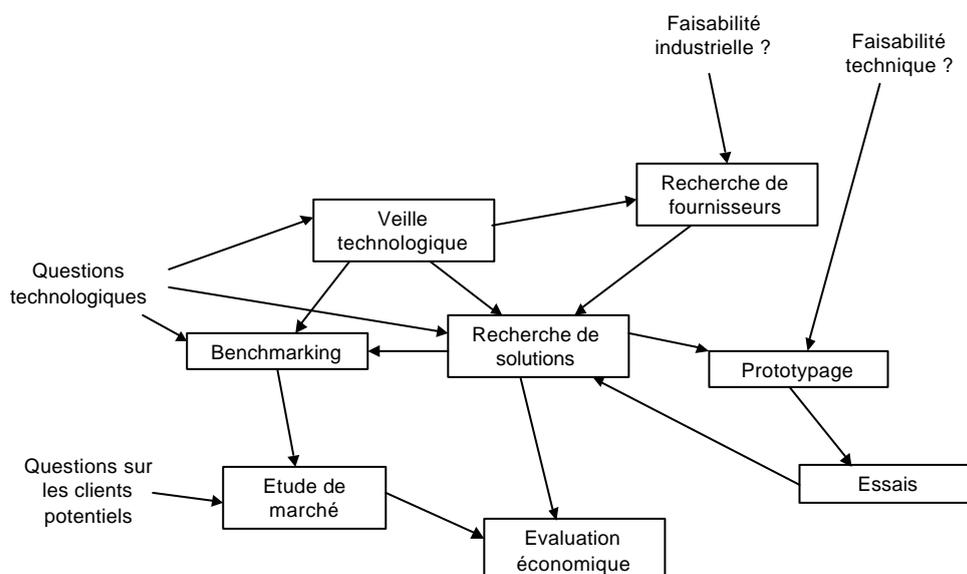


Figure 18 : Complexité des processus d'innovation

## ***Complexité des objectifs***

Le projet a plusieurs objectifs dont certains sont contradictoires. Les acteurs ont chacun des buts personnels. La stratégie de l'entreprise se compose d'autres buts. Tous ces buts sont interdépendants dans le processus d'innovation et à la fois pratiquement indépendants les uns des autres. Il y a des risques de conflits et de dérives. Globalement il y a une contradiction entre des objectifs de création de valeur et des objectifs d'organisation. En effet, d'un côté on va chercher par le projet à créer de la valeur. Et d'un autre côté des personnes vont résister au changement et renforcer l'organisation de l'entreprise [CROZIER 1977] : les buts des acteurs sont conflictuels [FILSON 2000]. Les paradoxes de la stratégie de l'entreprise est qu'une entreprise cherche à la fois à se différencier et à valoriser son savoir-faire [ALTER 1999]. Or ce sont deux attitudes contradictoires.

## ***Complexité de l'équipe***

Il y a un paradoxe au sein même de la notion de projet d'innovation : créer de la valeur tout en respectant les délais et les coûts. Autrement dit, il y a une contradiction entre « être innovant » et « être organisé » . Midler fait remarquer qu'au cours du projet la capacité d'action diminue, et que le niveau de connaissance sur le projet ne cesse d'augmenter (Cf. Figure 19). Ceci permet à Midler de proposer tout d'abord la mise en place d'une structure organique puis une structure mécaniste [MIDLER 1993]. Même si on résout ainsi la contradiction, il reste au niveau de l'équipe une difficulté pour gérer l'évolutivité nécessaire de l'équipe de conception.

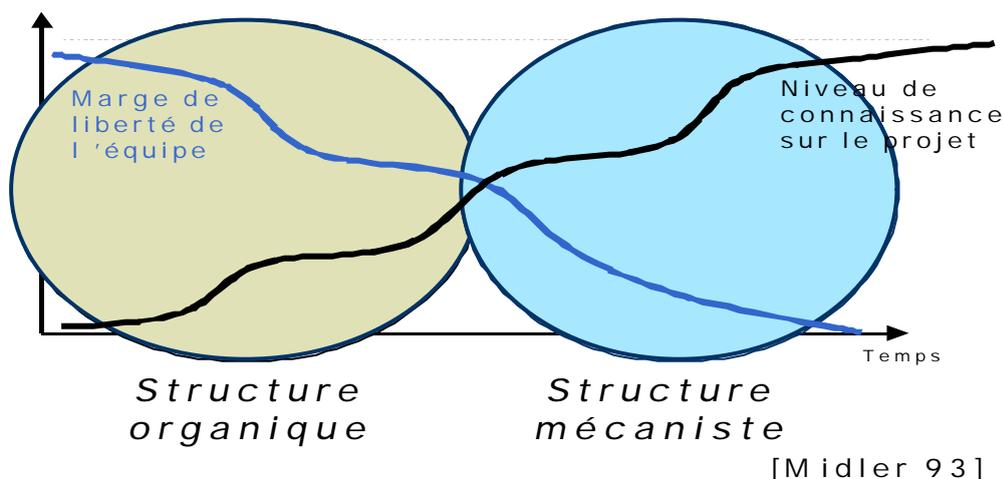


Figure 19 : Evolution de la structure de l'équipe projet proposée par Midler

## ***Complexité du produit***

Le produit est composé de nombreux composants interdépendants. Un produit est réalisé à partir de l'intégration de plusieurs savoirs. L'intégration de plusieurs points de vue sur un seul support n'est pas sans poser quelques problèmes. Au cours du processus, la modification des composants va entraîner des modifications sur d'autres composants. La complexité des interfaces devra être gérée. De plus des difficultés techniques vont apparaître, ce qui ne simplifiera pas la tâche des concepteurs.

## ***Explicitation de la notion de projet pour clarifier la notion de processus***

Dans cette partie nous nous intéressons au processus réel de transformation qui a lieu au cours d'une innovation. Pour étudier la notion de processus, il est intéressant de redéfinir la notion de projet. Nous allons donc partir de la philosophie du projet. Certains auteurs comme BOUTINET ont

effectué une théorisation des phénomènes à l'œuvre dans un projet. Selon BOUTINET, la définition philosophique du projet passe par la notion de volontarisme qui cherche à tout maîtriser et orienter ou réorienter [BOUTINET 1995] :

« *Les économistes, type J. Schumpeter, ont théorisé voici plusieurs décennies cette nécessité du changement en utilisant le concept d'innovation; ce dernier devient essentiel pour garantir l'évolution des systèmes sociotechniques qui se succèdent en se voulant sans cesse au regard de leurs devanciers mieux adaptés et plus performants. Alors le projet technologique, qu'il soit industriel, organisationnel ou procédural, se présente aujourd'hui comme la façon d'assurer l'innovation.* »

BOUTINET distingue deux philosophies dans ce domaine qui vont engendrer deux conceptions différentes de la réalité pour les mêmes phénomènes [BOUTINET 1995]:

« **Une philosophie de la connaissance**; l'une de ses origines modernes provient de chez Descartes; elle va pour une partie d'elle-même se métamorphoser ces dernières décennies en psychologie cognitive avec les travaux d'épistémologie génétique de J. Piaget, les apports de la théorie de l'information, le développement enfin des sciences cognitives.

**Une philosophie de la volonté et de l'action**; sources probable chez Hobbes, avec sa théorie du pouvoir. Cette philosophie de la volonté va revêtir une nouvelle expression chez F. Nietzsche et devenir pour une part d'elle-même une **psychologie de l'intention et de la motivation** grâce aux apports de la phénoménologie, pour une autre part d'elle-même une **sociologie de l'action** aux expressions très composites. »

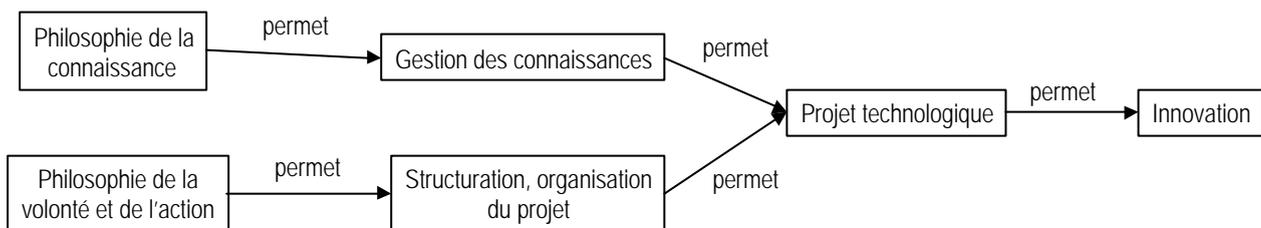


Figure 20 : Influences des notions philosophiques du projet sur l'action concrète

La séparation de ces deux philosophies est intéressante car aujourd'hui encore de nombreux désaccords ont pour cause ces différents points de vues. D'un côté il y a la recherche de pragmatisme et de l'autre côté il y a la recherche des connaissances. Nous considérons que ces deux approches ne doivent pas s'exclure l'une et l'autre.

### **Prise en compte de la nature cognitive de l'innovation**

La conception est selon un certain point de vue une activité de résolution de problèmes. Ce point de vue issu notamment de la psychologie cognitive [RICHARD 1995, PARISE 1997, ROULIN 1998] débouche sur des modélisations sémantiques pour représenter les processus. L'activité experte de conception est étudiée par les systèmes-experts et est très liée aux phénomènes d'apprentissage [CARRE 1999, HATCHUEL 1992].

La conception fait appel à des processus cognitifs de la part des concepteurs. C'est pour cette raison que des chercheurs essaient d'améliorer la conception en faisant appel à l'ergonomie cognitive [DARSES 1999]. Le transfert d'intérêt de l'analyse du travail vers le domaine pédagogique se justifie au moins pour la raison suivante : les mécanismes cognitifs mis en œuvre dans une activité individuelle et collective de conception de produit posent inévitablement le problème de leur acquisition dans les formations initiales et/ou sur le terrain.

De plus, selon les observations de Françoise DARSES, les contraintes de délais du projet et de

garantie de réussite se heurtent aux potentialités d'innovation : les acteurs ont tendance à limiter les incertitudes que comporteraient des solutions innovantes et à adopter une attitude prudente en n'utilisant que des solutions déjà éprouvées [DARSES 2001].

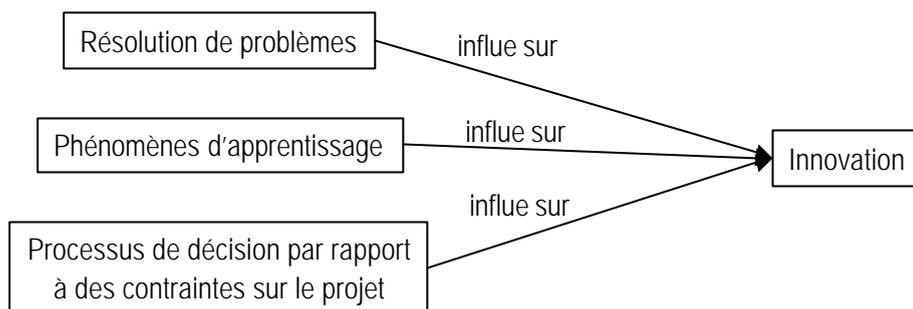


Figure 21 : Les éléments qui influent fortement sur les phénomènes d'innovation

### Les obstacles à l'innovation

Comment améliorer l'innovation sans connaître et combattre les freins à l'innovation. Les entreprises rencontrent des difficultés sur la voie de l'innovation : près de 60% des entreprises innovantes ont été amenées à retarder certains projets, près d'une sur trois en a abandonné, et plus d'un quart a renoncé devant les difficultés [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 97]. Ces difficultés ne sont pas seulement d'ordre technologique ou organisationnel et montrent les risques économiques encourus par l'entreprise face à l'innovation. Pour ce qui concerne les projets simplement retardés surgissent fortement dans le processus d'innovation le manque de personnel qualifié, la perception d'une insuffisante réactivité de la clientèle et les défaillances des systèmes d'information sur les marchés et sur la technologie.

Les principaux obstacles à l'innovation restent donc le risque économique perçu comme excessif (cf. Figure 22), les coûts trop élevés, l'absence de source de financement appropriée et le manque de réactivité du client face aux produit nouveaux.

	Projet retardé	Projet abandonné	Projet non démarré
Risque économique perçu comme excessif	19.6	13.3	10.7
Coûts d'innovation trop élevés	18.7	12.4	9.2
Absence de source appropriée de financement	13.4	5.9	7.1
Rigidités organisationnelles	13.5	2.8	4.5
Manque de personnel qualifié	19.1	3.1	6.0
Manque d'information sur la technologie	13.9	4.3	5.2
Manque d'information sur les marchés	13.7	3.8	5.2
Législation. réglementation. normes. standards	13.4	3.3	4.0
Manque de réactivité du client face aux nouv. Prod	15.3	7.4	5.9
Échec de coopération	4.0	5.8	4.5
<b>Ensemble</b>	<b>58.4</b>	<b>32.4</b>	<b>27.1</b>

Service des statistiques industrielles 1997 Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie

Figure 22 : Les obstacles à l'innovation

CROZIER, dans l'entreprise à l'écoute insiste sur la pertinence de s'attacher aux problèmes [CROZIER 1989]:

« Valoriser les problèmes et non les solutions paraît, dans nos sociétés trop pressées, iconoclaste, presque inconvenant. Cela revient à mépriser certaines de nos valeurs les plus reconnues : l'efficacité, la rapidité, l'esprit de décision, la logique déductive. Dans notre culture dominante, la priorité reste toujours à l'action. La discussion des problèmes doit être abandonnée aux intellectuels. Quand il s'agit d'action, elle est le refuge des angoissés, des rêveurs et des indécis. Hamlet ne sera jamais un homme d'affaires. Le seul vrai leader est celui qui impose sa solution. »

Cette réflexion sur la maximisation des contraintes répond à un besoin d'augmenter la créativité de l'entreprise [ROUQUETTE 1995]. Par contre il est évident que ceci pose des problèmes dans des entreprises basées sur une stratégie gestionnaire [BROUSTAIL 1993]. Ces entreprises cherchent en effet à réduire toutes les zones d'incertitudes qui génèrent des pertes de temps inévitables.

Réussir la maîtrise des processus d'innovation est utile dans la mesure où l'innovateur peut avoir peur devant l'ampleur des modifications à entraîner sur son environnement. L'innovation est quelque chose de neuf dont le cadre doit être préparé de manière professionnelle pour être efficace. Pour maîtriser l'innovation un ensemble important de facteurs est à prendre en compte. Il est quasiment impossible de les lister tous (cf. figure 23). L'idée est ici de se centrer sur une approche par les processus qui à la fois inclut les différents facteurs et en facilite la gestion globale.

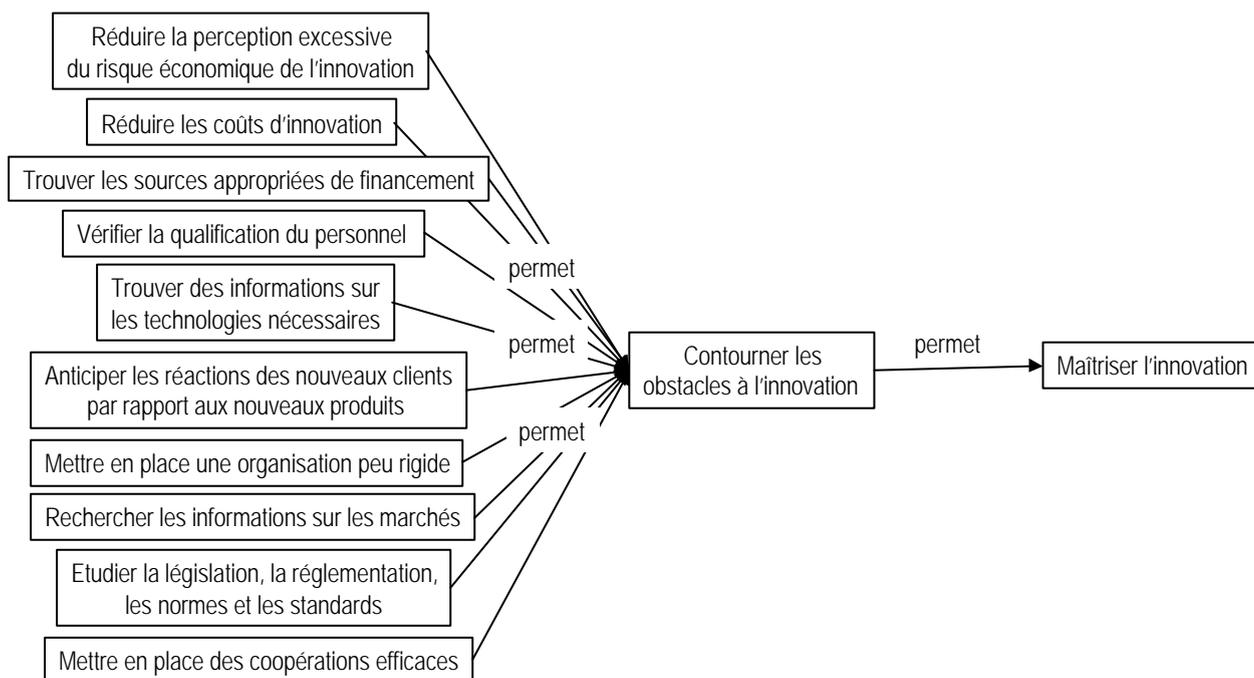


Figure 23 : Des moyens pour maîtriser l'innovation trop nombreux

Le point important à noter ici est que théoriquement il est possible de conseiller les entreprises sur l'innovation mais concrètement le nombre de facteurs est tellement important qu'il est aujourd'hui impossible, avec les moyens actuels (sans passer par les hommes) de définir ce qui est nécessaire sans être à la fois trop pour une petite ou moyenne entreprise.

## 1.4. LES AIDES A L'INNOVATION : DES REPONSES PONCTUELLES A DES PROBLEMES IDENTIFIES

Nous avons montré dans la partie précédente que l'innovation est complexe, nous montrerons justement dans cette partie l'inadéquation des solutions pour innover par rapport à cette complexité.

La recherche des solutions pour aider à l'innovation est d'un intérêt évident, même si l'efficacité des solutions est très difficile à prouver. De plus la plupart des solutions pour faciliter l'innovation a été identifiée à partir de la constatation des problèmes rencontrés. Par exemple, nous pouvons citer un couple problème / solution :

- Problème : Innover coûte cher et est risqué,
- Solution : L'ANVAR propose des subventions sous la forme de prêts remboursables.

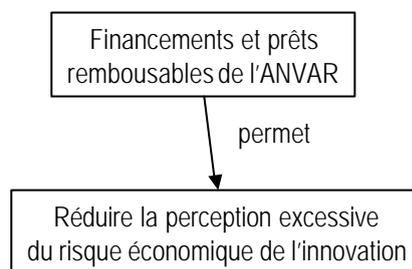


Figure 24 : des solutions aux problèmes de l'innovation identifiées élément par élément

Le fait d'identifier des solutions aux problèmes de l'innovation élément par élément n'est pas un problème en soi. Par contre, nous montrerons dans ce chapitre la nécessité d'une approche plus globale qui permet de mieux gérer la cohérence entre les différentes solutions pour innover. En effet au cours de notre recherche nous avons observé que la cohérence était gérée de manière efficace par des acteurs informés des différentes solutions les environnant. Nous avons détecté des problèmes lorsque le processus d'innovation arrive dans un domaine où il manque de solutions toutes faites. Dans la figure 25, nous montrons les conséquences d'une approche non globale.

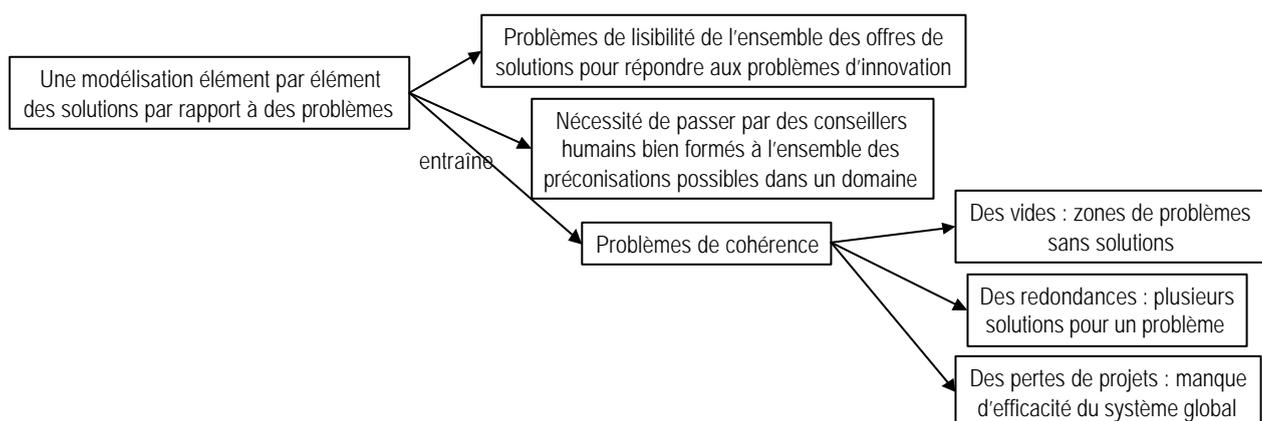


Figure 25 : Conséquence d'une approche élément par élément sans une approche globale

Pour illustrer ce manque d'approche globale nous pouvons positionner les solutions pour innover par rapport aux différents problèmes des PME-PMI. Ces problèmes de ressources se situent essentiellement au niveau des ressources et sont d'ordre : financier, humain, technologique et méthodologique [AOUSSAT 1996, BIZAGUET 1990].

Dans la figure 26 nous représentons les apports de chaque aide pour l'innovation par rapport à sa réponse aux manques de ressources. Chaque grande croix représente une contribution forte de la solution par rapport aux manques. Les cases vides montrent une absence de conséquence pratique sur les manques.

	Manques financiers	Manques humains	Manques techniques	Manques méthodologiques
Centres techniques		x	X	.
ANVAR, CCI, CRITT, ...	X	.	.	
Ouvrages et formation		x	.	X
Sous-traitants, Consultants		X	x	x

Figure 26 : Réponses aux manques de ressources des PME-PMI

Ce tableau nous montre qu'il est possible de choisir entre « ANVAR + Centre Technique + Ouvrage » et « ANVAR + Sous-traitant ». Quels sont les critères de choix qui permettent globalement à une entreprise de décider? Quelle méthode générale doit-elle utiliser pour choisir les meilleurs moyens de développement et seulement ceux nécessaires ?

Dans la suite de ce paragraphe nous allons aussi détailler quelques solutions d'aide à l'innovation. Lors de la présentation de ces solutions nous mettrons en valeur les manques constatés au sein même de ces solutions. Nous concluons sur la nécessité d'une évolution de ces solutions pour répondre au besoin réel des entreprises.

### ***Les aides méthodologiques***

Les PME-PMI ont des ressources dynamiques mais insuffisamment organisées et formées [BIZAGUET 1990]. En effet, les PME-PMI utilisent peu les méthodes de conception. Ceci s'explique en partie par une plus grande souplesse de leur organisation par rapport aux grandes entreprises. Ce qui est perdu au niveau de la structuration des processus est compensé au moins en partie par une plus grande réactivité.

Une faible utilisation des méthodes en PME signifie que les méthodes de conception existantes sont mal adaptées à leurs besoins et à leurs caractéristiques. Les méthodes de conception existantes ont été développées pour les grandes entreprises [MERCIER 1997]. Il existe dans les PME une moins grande division du travail que dans les grandes entreprises [AOUSSAT 1996]. Cependant une gestion de projet efficace passe par une bonne intégration des ressources nécessaires. Ceci se retrouve dans les réflexions de nombreux auteurs sur le choix des méthodes pour en justifier leur utilisation [AOUSSAT 1996, CHAUVET 1998, VAN HANDEVEN 1999, BARAKAT 1999, VARGAS 1998]. Notre recherche porte donc sur une simplification des méthodes existantes, sur une adaptation à leurs véritables besoins et sur un recentrage de ces méthodes sur les particularités de la PME. Il existe ici une complexité importante pour déterminer quelle entreprise a besoin de quelles solutions et sous quelles formes, en fonction de ses contraintes et objectifs.

Nous devons aussi préciser ce qui justifie une approche méthodique. Il est nécessaire d'éviter les erreurs grossières, de structurer les actions dans une certaine cohérence et de se doter des moyens efficaces pour parvenir aux objectifs. Nous préconiserons donc pour l'innovateur des moyens de

renforcer son idée et des moyens pour la défendre tout en la structurant.

Nous chercherons par la suite à rendre ces méthodes plus adaptées aux différents contextes. Et nous chercherons surtout une bonne connaissance de ces méthodes, difficiles à évaluer sur un plan scientifique. Nous chercherons par exemple à répondre aux questions suivantes: Comment faut-il animer ces séances de créativité ? dans quels cas sont utiles les séances de créativité ? y a t'il des contre-indications ? y a t'il un certain taux d'échec de ces méthodes ?

Certes ces questions ont déjà des réponses dans de nombreux ouvrages, mais la difficulté est ici de rendre cohérentes ces connaissances et de les proposer dans une approche globale à définir.

L'objectif de cette recherche : la recherche du juste nécessaire méthodologique est la pertinence de l'emploi de l'outil ou de la méthode lors de la conception. Le juste nécessaire méthodologique est une notion formulée par AOUSSAT en 1996 [AOUSSAT 1996]. Celui-ci a pour objectif de générer, même dans les PME, le processus itératif d'amélioration continue. Nous devons ici insister sur la nécessité de bons choix méthodologiques, pour une intégration efficace des méthodes appropriées.

Ce qui caractérise les méthodologies de conception repose essentiellement sur une aide à la communication et à la gestion des connaissances, surtout dans le fonctionnement aujourd'hui généralisé des équipes projet.

La gestion de projet n'est pas un but en soi, ceci doit être vu comme une aide, un guide pour mieux définir le processus d'innovation : « la gestion de projets ne consiste pas uniquement à réaliser un extrait spécifique mais également à réfléchir sur sa pertinence. » [O'SHAUGHNESSY 1992]. Cela est essentiel dans notre recherche du juste nécessaire méthodologique (cf. figure 27).

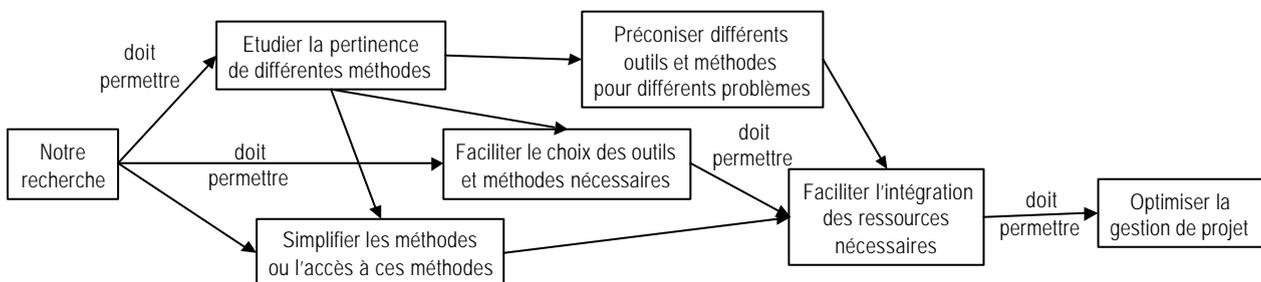


Figure 27 : Les différentes parties de l'objectif de cette recherche du juste nécessaire méthodologique

De manière concrète, pour répondre aux difficultés de l'innovation, il existe plusieurs solutions :

- Des outils opérationnels formalisés (l'analyse de marché, le benchmarking, l'analyse fonctionnelle...),
- Des ouvrages sur les outils et méthodes [PETITDEMANGE 1997], [CHAUVET 1998], [MADERS 1998], [AFNOR 1996], [BOTTON 1980],
- Des synthèses pour aider au choix des outils et méthodes [CHAUVET 1998], [MADERS 1998], [AFNOR 1996],
- Des solutions informatiques intégrées.

Il existe de nombreuses démarches générales en plusieurs phases qui cherchent à préconiser une bonne manière de faire. Ces démarches représentent une synthèse de ce qui a bien fonctionné lors de certains processus de conception. Par contre l'imposition d'une démarche générale pose des problèmes. En effet, même si ces démarches se veulent générales elles ne le sont pas et chaque

acteur doit réfléchir sur sa pertinence par rapport à son cas.

Les méthodes existantes ont été conçues pour les grandes entreprises. Parfois même des entreprises ont développé leurs propres méthodes de conception. Cet ensemble de méthodes constitue un système de méthodes disponibles. Dans les projets, nous chercherons à faire un assemblage approprié de ces différentes méthodes disponibles. Ceci en fonction des caractéristiques propres à chaque méthode et en fonction des buts poursuivis.

Par exemple, la conception de produits nouveaux suit le processus modélisé en figure 28.

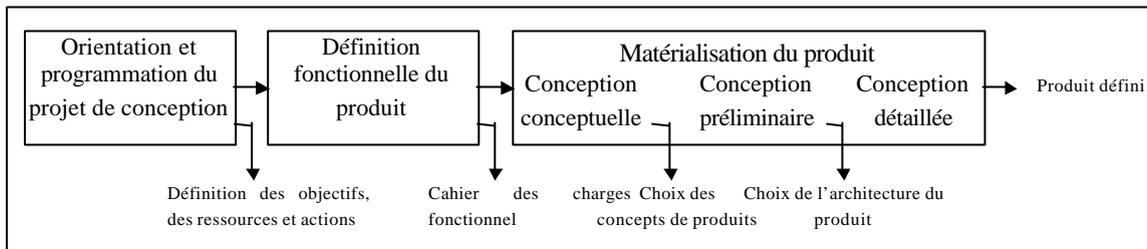


Figure 28 : Exemple d'une représentation simplifiée d'un processus de conception de produits

Cette modélisation peut à la fois servir de modélisation d'un processus et servir de méthode générale pour la conception de produits nouveaux. Sur ce processus global viennent se greffer différents outils méthodologiques aux différentes phases du processus.

Nous analysons ci-dessous quelques exemples d'outils et de méthodes : l'analyse de la valeur, TRIZ et la méthode QFD [PRUDHOMME 2001, BERTOLUCCI 2001].

1/ L'analyse de la valeur est particulièrement applicable dans le cas d'optimisation du produit à concevoir. Cette analyse est basée sur des principes de division des tâches. Dans le cadre de ce paradigme, le produit peut être décomposé en différentes parties à traiter indépendamment. Cette méthode pose des problèmes à cause de son manque de flexibilité et son niveau d'abstraction requis, notamment dans le cas des innovations de rupture.

2/ La méthode TRIZ est une méthode de résolution de problèmes. A l'origine elle a été créée à partir d'un grand nombre de brevets desquels les concepteurs de TRIZ ont dégagé des lois de fonctionnement générales. Cette méthode est utile pour les concepteurs pour parcourir rapidement le champ des connaissances possibles.

3/ La méthode QFD permet de faire des liens entre des causalités : Quoi et Comment. Ainsi cette méthode garantit une traçabilité des solutions. Par contre, la difficulté à comprendre les concepts de cette méthode rend difficile son application en PME. Le formalisme par matrices est peu intuitif et est difficile à renseigner.

La synthèse de l'existence de ces outils et méthodes est qu'ils doivent être adaptées à leurs utilisateurs. D'autre part ces outils sont utiles pour certaines applications, mais pourquoi appliquer toute une méthode si on a besoin que d'une seule partie : nous faisons référence en particulier à des communications sur le concept de micros-outils [VAN HANDEEVEN 1999].

## ***Les aides financières***

L'innovation correspond à la mise en place d'un processus qui nécessite un financement. Etant donnée leur taille, les PME-PMI ont des difficultés lorsqu'il faut financer un processus d'innovation. Pour réduire les freins à l'innovation liés à des facteurs économiques, des institutions

comme l'ANVAR, les DRIRE, les CRITT,... fournissent des aides financières. Le Ministère de l'industrie a répertorié les principales aides disponibles pour les PME-PMI :

- Aides pour la création d'entreprise,
- Aides au développement,
- Aides pour innover et accroître les compétences technologiques,
- Aides pour faire appel à des consultants ou à des laboratoires,
- Aides pour renforcer les compétences en interne,
- Aides pour la formation du personnel,
- Aides pour développer une présence commerciale à l'étranger,
- Aides pour maîtriser la consommation énergétique, pour l'environnement et les dépenses de matières premières,
- Aides pour améliorer l'organisation et les conditions de travail du personnel,
- Aides pour faire face à des difficultés temporaires. [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1996]

Devant ce foisonnement d'aides, il est nécessaire de faire appel à des conseillers pour trouver les moyens les plus adaptés à un projet. Concrètement et pour cette raison le réseau des aides financière est en quelque sorte condamné à bénéficier aux entreprises déjà inscrites dans des réseaux économiques et/ou institutionnels. Une approche globale permettant une navigation plus aisée dans les aides financières permettrait de sensibiliser d'autres entreprises et ainsi de décupler l'effet bénéfique de ces aides au niveau de l'économie d'un pays.

### ***Les aides en terme de ressources humaines***

1,5 % des PME-PMI, entre 20 et 49 personnes, font de la recherche et du développement. Cette proportion atteint 22 % pour des PME-PMI entre 200 et 500 personnes. Les PME-PMI ont par définition peu de ressources humaines. Donc les effectifs attachés à la recherche et au développement sont encore plus réduits ; cela nuit directement à leur capacité d'innovation.

Pour faire face à ces manques en terme de ressources humaines, l'entreprise dispose de deux solutions : agir en externe ou agir en interne. En externe, l'entreprise peut faire appel à un consultant, à un sous-traitant ou créer un partenariat. En interne, elle peut embaucher. Elle peut aussi former ces personnels pour acquérir à moindre coût une compétence nouvelle. Il existe des financements pour tous ces types d'aides en terme de ressources humaines [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1995].

### ***Les aides technologiques***

Les PME-PMI ont des faiblesses technologiques [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 95]. Tout d'abord, elles pratiquent peu la veille technologique sauf les PME-PMI de haute technologie. Ensuite, pour innover en terme de technologies, plusieurs difficultés vont se présenter à elles. L'accès aux technologies est moins aisé pour les PME-PMI, étant donné l'importance des coûts des transferts de technologies. L'intégration d'une nouvelle technologie revêt alors une importance cruciale pour l'entreprise.

Pour répondre à ces difficultés, les PME-PMI peuvent faire appel à des Centres Techniques (CETIM – Centre Technique des Industries Mécaniques, CTBA – Centre Technique du Bois et de l'Ameublement,...). Elles peuvent aussi constituer des réseaux de partenaires sur des points précis qui intéressent un domaine d'activité.

### ***Conclusion***

Comme nous venons de le montrer, différentes solutions sont à la disposition des PME pour favoriser leur développement. Ces solutions interviennent pour réduire l'effet du manque de ressources. Mais il manque une approche globale qui permettent de guider les concepteurs et

dirigeants dans une démarche cohérente et efficace. En effet les solutions d'aides à l'innovation sont parfois trop nombreuses et souvent inconnues par les personnes concernées.

Les recherches sur l'innovation ont souvent un caractère fragmentaire, la plupart des recherches se focalisent sur un seul type d'innovation, ou sur une seule étape du processus. 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 dirigeants pour gérer l'innovation.

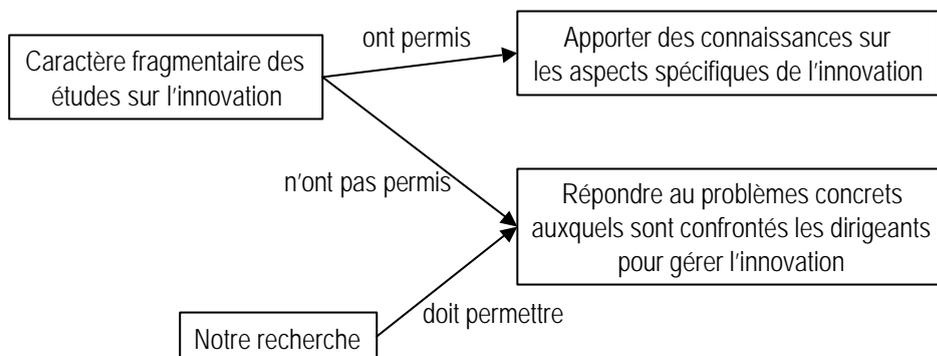


Figure 29. Positionnement de notre recherche : apporter une approche globale et pragmatique

Pour synthétiser l'ensemble des informations présentées précédemment, nous pouvons positionner notre recherche en fixant comme objectif précis d'apporter une approche globale et pragmatique à la méthodologie de l'innovation pour les PME-PMI afin d'optimiser l'emploi d'outils et méthodes dans le processus de conception de produits.

## 1.5. L'ADAPTATION NECESSAIRE DES OUTILS ET METHODES D'AIDE A L'INNOVATION

### *Focalisation de cette recherche sur l'adaptation des outils et méthodes pour l'innovation : la notion de juste nécessaire méthodologique*

Dans cette recherche nous nous focaliserons essentiellement sur les outils et méthodes d'aide à l'innovation. On trouve de nombreuses réflexions sur le choix des méthodes et outils pour le concepteur. Cette préoccupation se retrouve aussi dans la formulation du concept de juste nécessaire méthodologique [AOUSSAT 1996]. Il existe une complexité importante pour déterminer quelle entreprise a besoin de quelles solutions méthodologiques.

Les solutions qui existent sont souvent partielles et guident très peu dans la démarche d'innovation. Le problème qui se pose est celui de l'adaptation des solutions aux besoins de l'action. Les PME-PMI sont souvent en situation d'urgence. Pour beaucoup de PME, les financements pour la recherche européenne ne leur paraissent pas accessibles. En effet le montage d'un dossier européen demande un temps et un savoir-faire qu'elles ne possèdent pas.

Il est nécessaire de faire une adaptation cohérente des ressources utiles par rapport aux difficultés rencontrées. Une solution d'aide à l'innovation doit nécessairement demander peu d'efforts : financiers, temporels, cognitifs et s'adapter à différentes cultures. D'une part, il y a nécessité d'apporter des solutions concrètes et applicables. D'autre part, il y a nécessité d'intervenir ponctuellement et rapidement, dès que le besoin se fait ressentir. Le transfert de méthodes dans les PME-PMI est difficile car il est nécessaire de prendre en compte les processus d'action ces entreprises.

Au cours de différents projets, nous avons été confronté à des problèmes de résistance au changement. Les solutions adoptées pour favoriser l'innovation se sont souvent révélées insatisfaisantes parce que soit inadaptées, soit inconnues, soit difficiles à gérer. Le problème de l'abstraction d'une méthode en PME est qu'elle nécessite un accompagnement qui coûte cher. La problématique qui se pose alors est comment intégrer cet accompagnement méthodique en PME, alors que les ressources sont faibles et que chaque PME-PMI est spécifique.

La recherche du juste nécessaire méthodologique est justifié par plusieurs éléments. Les projets correspondent à un ensemble d'activités dont certaines sont nouvelles pour les acteurs du projet. De plus, l'efficacité du projet est due en grande partie à la maîtrise de chacune de ces tâches. Il faut donc que les acteurs aient à leur disposition un grand nombre d'outils et qu'il soient formés à l'utilisation de ces outils ; ou éventuellement que ces outils soient faciles à utiliser. Van Handoeven insiste en particulier [VAN HANDEEVEN 99]:

- sur la nécessité que les outils fasse gagner du temps à ceux qui les utilisent,
- sur l'intérêt de disposer de micro-outils, plutôt que de méga-méthodes,
- sur la nécessité de l'adaptabilité des outils : en effet, un acteur utilisera plusieurs fois le même outil au cours du projet pour modifier certaines informations, et l'utilisation de l'outil doit être adaptée aux situations de stress...

***Les conditions nécessaires à la programmation des outils et méthodes et à leur intégration effective : l'adaptativité***

Pour les PME, l'investissement méthodologique paraît en général démesuré par rapport à leurs besoins. Dans le cadre d'une action durable, une méthode ne peut pas être simplement imposée. De plus, nous constatons qu'il n'est pas possible de programmer ou de trouver une méthode valable pour tous les cas, il faut que la méthode puisse s'adapter et être appropriée par l'entreprise en fonction de ces besoins. La méthode émane d'un système d'action de qui elle tire son existence même. La notion de système d'action a été introduite par CROZIER [CROZIER 1977]. La méthode est alors intégrée dans le fonctionnement de l'entreprise.

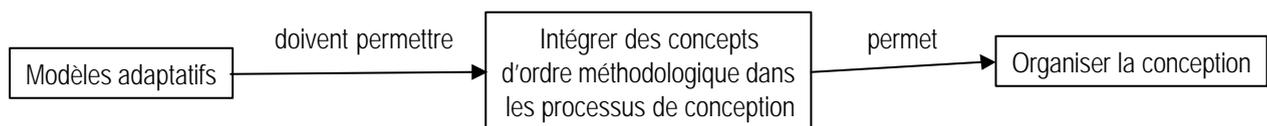


Figure 30 : L'organisation de la conception nécessite des modèles adaptatifs

Pour organiser la conception, nous chercherons donc des modèles adaptatifs. L'approche méthodique permet (cf. figure 31) :

- une mise au point des représentations intermédiaires du produit [JEANTET 1996],
  - par la validation des différentes personnes du groupe,
  - une meilleure communication du groupe,
  - pour supprimer les erreurs par manque d'information,
- une cohérence globale :
  - par la simplification de l'action individuelle,
  - par la réduction des risques potentiels liés à un projet,
  - par la convergence des actions individuelles pour parvenir à un objectif commun.

Les outils et méthodes sont justifiés lorsqu'il est nécessaire de gérer de nombreuses informations et lorsqu'il est nécessaire de prendre des décisions. Mais la méthode ne doit pas représenter un effort qui gêne la capacité de réaction d'une PME-PMI.

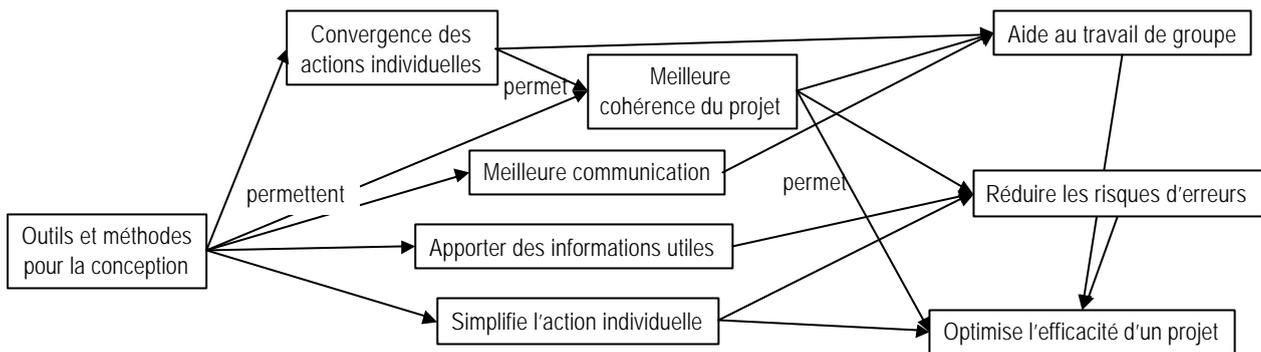


Figure 31 : Ce que permet les méthodes et outils de conception (non limitatif)

Si on analyse les projets de conception dans les P.M.E., l'irrationalité du processus repose en majeure partie sur une carence de formalisation des connaissances pluridisciplinaires liées à la conception. Ces connaissances existent pourtant mais de manière diffuse et implicite parmi le personnel expérimenté. La nouvelle démarche mise en place a pour objectif de réduire cette part d'irrationalité en recherchant les solutions les mieux adaptées par rapport aux problèmes posés. La réalisation des projets permet à l'entreprise d'accroître ses connaissances [MERCIER 1998], mais la capitalisation de ses connaissances représente toujours un effort important. Notre approche nous amène plutôt à nous interroger sur les besoins réels des acteurs-projet. Ces besoins étant les clés d'entrée pour le choix des bons outils ou des bonnes méthodes.

Nous redéfinissons ici l'aspect méthode qui prévoit une programmation a priori, parce que cette programmation a priori ne permet pas à la démarche de s'adapter à l'environnement du projet. Par rapport à l'intérêt manifeste des méthodes et outils, il est absolument à proscrire une vision obligatoire et « totalitaire » de l'utilisation des méthodes et outils. Nous verrons plutôt une méthode comme un modèle devant servir de base à une interprétation libre en fonction de la situation rencontrée.

### ***L'aide à la programmation des méthodes et outils de conception***

En fonction du type de problème de conception à résoudre, et de l'avancement du projet, il existe différents types d'outils et de méthodes [VADCARD 1996]:

- outils de caractérisation de besoin,
- outils de créativité,
- outils de définition de solutions,
- outils de matérialisation de solutions,
- outils d'analyse de solutions,
- outils de management de projets,
- outils Qualité.

Ces outils correspondent bien à des demandes industrielles différentes. CHAUVET, MADERS et BERTOLUCCI ont cherché à préconiser différents outils et méthodes en correspondance avec les étapes du processus de conception [CHAUVET 98, MADERS 98, BERTOLUCCI 01]. Nous pensons qu'il faut aller plus loin et qu'il est nécessaire de préconiser les outils et les méthodes en fonction des situations rencontrées.

## **1.6. CONCLUSION : COMMENT ACCOMPAGNER L'INTEGRATION DE METHODES DANS L'ENTREPRISE ?**

Nous avons montré dans ce chapitre la complexité de l'innovation. Ensuite nous avons étudié les différentes solutions disponibles pour aider les processus d'innovation. Enfin nous avons insisté sur le besoin de faire une adaptation des méthodologies d'aide à l'innovation.

Même avec les nombreuses études réalisées sur l'innovation en PME-PMI dans différents pays [HOFFMAN 1998 ; FILSON 2000 ; MAJOR 2000 ; MARCH-CHORDA 2002, KEIZER 2002, BAGCHI-SEN 2000], le phénomène de l'innovation reste toujours relativement mystérieux. En effet il est impossible de décréter l'innovation. Mais alors quels moyens mettre en place ? Certaines études tentent déjà d'évaluer la pertinence des supports d'aide à l'innovation [KAUFMANN 2002]. Il devient alors possible d'esquisser des processus de changement dans les entreprises [RIVIERE 2002].

Pour apporter des éléments de réponse à cette question il est nécessaire d'adopter un positionnement scientifique spécifique. C'est-à-dire qu'il est nécessaire de redéfinir l'épistémologie de cette recherche. La figure 32 représente les différents aspects de la recherche du juste nécessaire méthodologique.

Nous chercherons dans cette recherche à surmonter l'anomalie qui existe entre l'existence de solutions très performantes et leur application réelle insuffisante. Le but de cette recherche est de se placer entre les offreurs de solutions et les demandeurs. Il s'agira donc de définir les moyens nécessaires pour une meilleure mise en correspondance des solutions par rapport aux problèmes. Oswald JONES identifie un schéma d'intervention et d'enseignement au management de l'innovation [JONES 2001]. Nous reprenons de ce schéma quelques éléments concernant notre recherche (cf. figure 32).

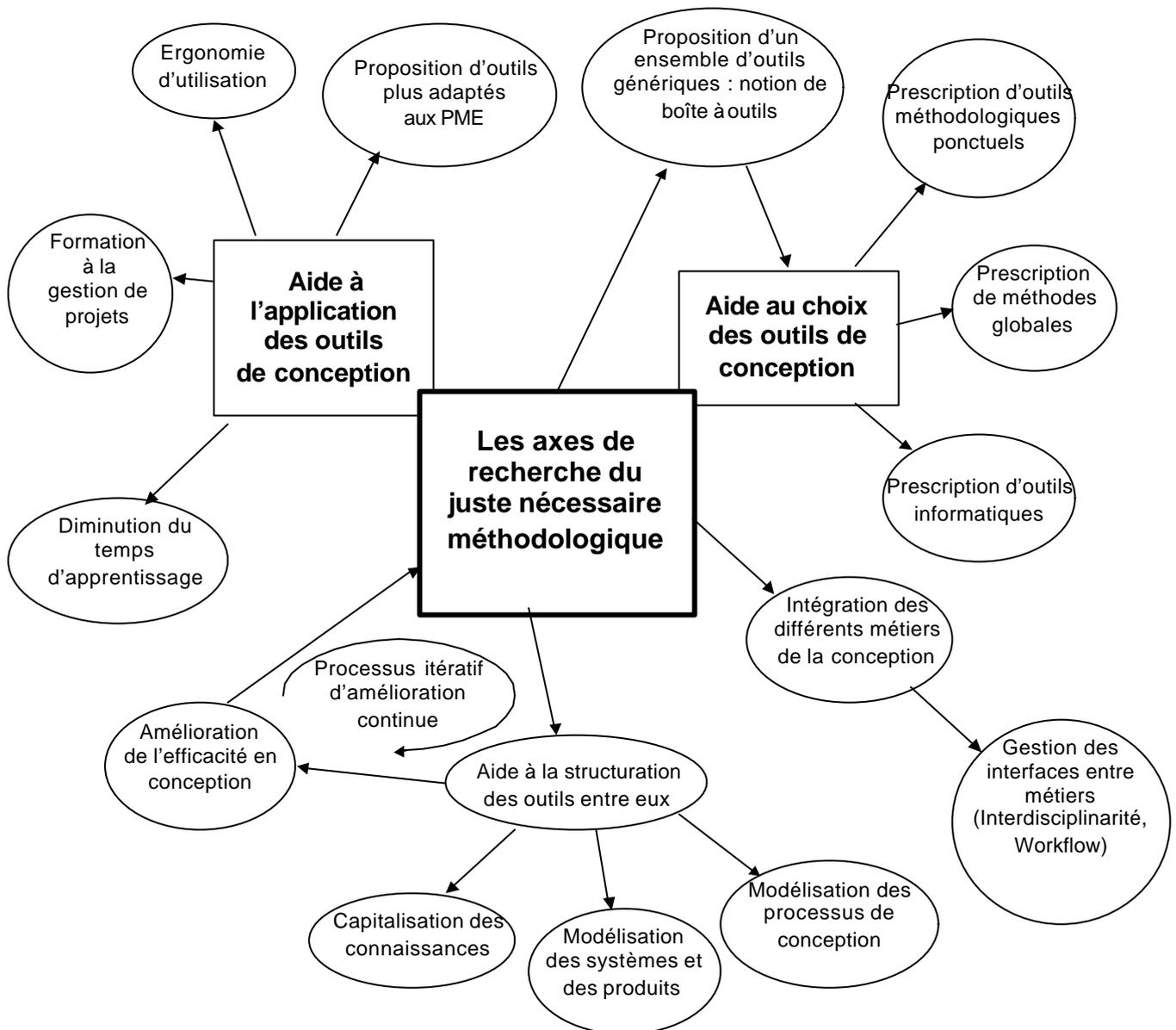


Figure 32 : la recherche du juste nécessaire méthodologique s'appuie sur des aspects simultanés d'aide à l'application et d'aide au choix

Nous pensons qu'une bonne mise en relation de solutions par rapport aux problèmes passe nécessairement par un processus d'apprentissage. Ce processus d'apprentissage doit être caractérisé pour permettre une réelle progression des entreprises vers plus d'innovation.

La question à laquelle nous tentons de répondre ici est la suivante: comment rendre l'entreprise capable de redéfinir continuellement ses savoirs-faire, ses méthodes et son organisation, sa vision et ses valeurs en vue de favoriser une dynamique d'innovation. Pour aider l'entreprise dans cette progression, nous faciliterons l'accès aux différents outils et méthodes pour innover.

# II. POSITIONNEMENT DE RECHERCHE ET CHOIX D'UNE METHODOLOGIE POUR L'ETUDE DES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS

« Il faut être léger comme l'oiseau et non comme la plume » Paul Valéry  
« Ceux qui voient les choses trop exactement ne les voient donc pas exactement » Paul Valéry.

## 2.1. INTRODUCTION : LE CHOIX DE L'EPISTEMOLOGIE CONSTRUCTIVISTE

Dans le chapitre précédent, nous avons exposé le contexte de cette recherche. Nous allons maintenant définir un positionnement de recherche pour pouvoir positionner notre contribution à la mise en place de solutions d'amélioration. Nous allons dans ce chapitre justifier le choix de l'épistémologie constructiviste par rapport à la démarche de recherche mise en place. Ceci nous permettra de montrer pourquoi et comment cette démarche a été construite.

L'épistémologie d'une recherche est définie par la nature des connaissances produites, par le processus d'obtention des connaissances et par le contrôle de la validité des connaissances [LEMOIGNE 1995]. Il est difficile de définir la recherche que nous menons et de valider les connaissances produites. Comment étudier de manière valide les processus d'innovation et l'intervention sur ce même processus ? Il est nécessaire de rechercher de nouvelles manières de faire preuve car il manque actuellement la définition des conditions de validité pour des « réalités » qui pourraient être scientifiques, mais qui effectivement posent des difficultés d'expérimentations [BOLY 2000].

La difficulté de l'intervention scientifique dans les projets est très grande, il est en effet quasiment impossible de faire des expérimentations telles qu'elles sont définies par la science [MORIN 1990]. La science a réussi à imposer son mode de raisonnement car la connaissance produite est extérieure aux sujets et aux milieux environnants. Pour se démarquer de ce positionnement réducteur, nous avons choisi le triptyque « sujet, objet et projet » (cf. figure 33).

Pour définir le processus de résolution de cette problématique, nous avons donc du redéfinir l'épistémologie de notre recherche et être en accord avec les courants anglo-saxons de l'Engineering Design [EEKELS 2000, BLESSING 2001, THIETARD 1999, GLASERFELD 1981, WALLACE 2001]. Ce positionnement nous permet d'avoir une visée opérationnelle et prescriptible.

Par rapport à la problématique de l'innovation des PME-PMI, nous avons en effet choisi une démarche de recherche qui puisse apporter des solutions concrètes. La compréhension des phénomènes est effectuée par une intervention concrète sur le terrain dans le cadre d'une recherche-action [RESWEBER 1995, BARBIER 1996, SARDAS 2000]. Grâce à la recherche-action nous avons fait la synthèse de l'ensemble des difficultés rencontrées par des PME lorsqu'elles souhaitent innover. Ceci nous a permis de construire la problématique et les hypothèses de résolution.

Les critères d'objectivité de la recherche-action sont : le **consensus**, la **cohérence** et l'**efficacité**. Le consensus est en effet un critère qui permet de s'adapter à la visée d'une action et sa modification des jeux collectifs. De plus la recherche doit être cohérente et efficace. Ces trois critères permettront d'évaluer les connaissances produites à la fin de cette thèse.

Une fois obtenues les premières observations, la recherche-action convient mal pour la validation de solutions pragmatiques. La recherche-action étant à la fois juge et partie [ROULIN 1998], l'évaluation des solutions à préconiser est impossible par le chercheur lui-même. En effet la proximité du sujet par rapport à son objet de recherche permet d'observer de manière intéressante des phénomènes complexes et dynamiques. Par contre le résultat de ces observations ne constitue que des hypothèses pour l'explication des phénomènes. Il est donc nécessaire ensuite de tester ces hypothèses par une démarche rigoureuse de validation (cf. figure 33). C'est pour cette raison que la démarche de recherche-action a ensuite été complétée par une démarche de recherche constructiviste. Ce changement a été guidé par quatre auteurs du domaine de l'épistémologie constructiviste [BATESON 1972, PASSERON 1992, LEMOIGNE 1995, MORIN 1990].

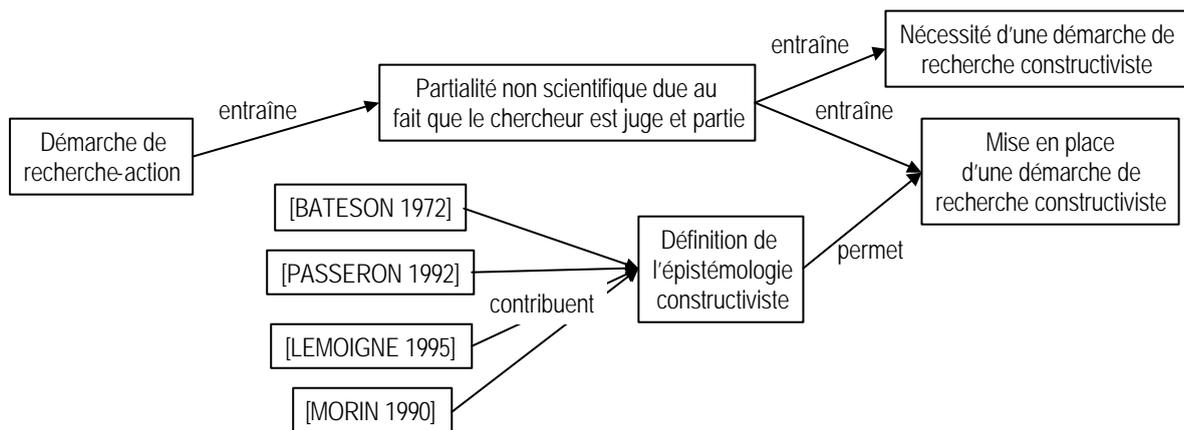


Figure 33 : La nécessité d'une épistémologie scientifique pour compléter la recherche-action

La démarche de recherche constructiviste est illustrée par une étude qualitative et une étude quantitative. Nous avons remarqué dans cette recherche les multiples points de vue qui sont à intégrer dans un projet d'innovation.

Dans le domaine de la recherche en génie industriel, on distingue généralement trois courants de pensée très différents au niveau de leurs postulats de base [GIROD-SEVILLE 1999] : le positivisme, l'interprétativisme et le constructivisme.

« **Positivisme** : Les positivistes considèrent qu'il existe des faits extérieurs qui sont autant de preuves d'une réalité. Le positivisme a pour but de partir de cette réalité en identifiant essentiellement des liens de cause à effet (linéaires, multiples ou circulaires) entre les variables descriptives.

**Interprétativisme** : L'interprétativisme partage avec le constructivisme, la même perception de la réalité. Elle consiste soit à affirmer que la réalité n'existe pas (GLASERFELD, 1988), ou qu'elle ne peut être considérée comme indépendante de la conscience de celui qui s'y intéresse. On ne peut donc pas, selon ces courants, définir la réalité. Le chercheur ne peut que mettre en œuvre dans son esprit, un processus de construction, de représentation des phénomènes observés par lui-même (LEMOIGNE, 1995). De cette

*hypothèse dite phénoménologique, on déduit un principe de dépendance entre le sujet et l'objet.*

**Constructivisme** : *La recherche constructiviste se distingue de l'interprétativisme en ce sens qu'au-delà de la compréhension, elle s'oriente vers les finalités. L'observation et la modélisation sont des phases de construction progressive d'un projet de recherche, chacune devant être utilisable pour définir de nouvelles représentations (LEMOIGNE, 1995). » [BOLY 2000]*

Notre positionnement épistémologique est lié au fait que nous recherchons des connaissances utiles pour l'action. C'est-à-dire que notre travail de recherche consiste à étudier simultanément les acteurs, leur contexte et les connaissances à développer... Ainsi nous ne chercherons pas seulement à observer, mais aussi à montrer que des solutions méthodologiques sont utiles. Nous étudierons scientifiquement le domaine de la méthode et du projet, par l'intermédiaire d'observations de ce qui se passe quand on introduit un nouvel outil méthodologique dans un projet. De manière similaire, PARISE a réalisé un travail de recherche sur l'appropriation de l'outil dans la conception de produits industriels [PARISE 1997].

Réconcilier différents paradigmes de recherche scientifique permet de se recentrer sur la recherche de sens, plutôt que la recherche excessive de preuves, sinon il existe un risque de démontrer des évidences [THIETARD 1999]. Par exemple au niveau de la progression de la recherche, nous avancerons de manière à rechercher du sens et nous ne chercherons pas à montrer des évidences empiriques par des calculs statistiques.

La preuve n'est pas un objectif en soi. Il s'agit plutôt d'un moyen de montrer que la recherche scientifique n'est pas guidée par une idéologie. Pour montrer qu'il n'y pas d'idéologie, il est possible d'apporter d'autres éléments que la preuve. Nous avons synthétiser quelques éléments permettant de mieux définir la validité de notre recherche dans la figure 35.

Nous avons identifié trois paradigmes principaux : le paradigme du projet, le paradigme de l'objet et le paradigme du sujet. Selon Edgar Morin, la science est basée sur une disjonction de l'objet et du sujet [MORIN 1990]. Or dans le cadre de notre recherche cette disjonction n'a pas de sens. Comment préconiser des méthodes et des outils de conception sans prendre en compte les facteurs du sujet en interaction avec ces objets. Nous choisissons de prendre comme description de notre domaine d'intervention un modèle interactionniste entre objet, sujet et projet (cf. figure 34).

La conséquence du choix d'un tel positionnement en terme d'épistémologie, de démarche et de validation est l'obtention d'un résultat de recherche mêlant différents paradigmes : de l'objet, du projet et du sujet (figure 34). Le mélange des différents paradigmes dans notre résultat de recherche peut s'expliquer de la manière suivante :

- une analyse des processus industriels de conception mènera à des résultats intégrant l'aspect « projet »,
- la recherche d'une adaptation des différentes préconisations aux acteurs de l'entreprise a une influence sur les résultats de recherche en terme de personnes, c'est-à-dire qu'il y a une intégration de l'aspect « sujet » dans les résultats de recherche,
- le travail de recherche a été mené sur des projets de conception de produits et donc le paradigme de l'objet ne peut pas être oublié.

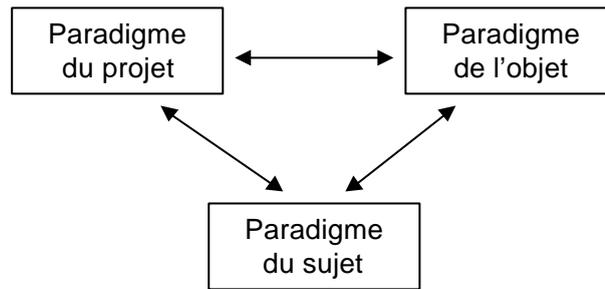


Figure 34 : Un résultat de recherche combinant différents paradigmes

Cette combinaison de paradigmes au niveau du résultat se traduit par des parties concernant l'aspect humain, l'aspect concret et l'aspect processus. Nous pensons que la capacité de notre recherche à fournir un résultat cohérent suivant ces différentes dimensions est une originalité. Dans le domaine des projets, il est impossible de savoir quelles sont les limites d'un projet, la caractérisation des ressources, des acteurs, des buts, ... et pourtant des projets existent, des études sont réalisées... Il y a bien une réalité qui se cache derrière un produit physique vendu sur le marché. Les critères d'évaluation des connaissances de cette recherche sont définis par rapport à la pertinence des solutions adaptées. Nous pouvons citer comme exemple la définition épistémologique de BOLY :

« On peut ainsi proposer que les observations effectuées et les méthodologies élaborées sont valides dans la mesure où les acteurs qui en prennent connaissance sont aptes à générer des actions favorables à l'innovation :

- l'enseignant peut former des étudiants à l'innovation,
- l'ingénieur est en mesure de développer plus facilement son projet innovant, en accord avec les performances globales nécessaires pour l'entreprise,
- le dirigeant a la capacité de gérer plus facilement les dimensions stratégiques.

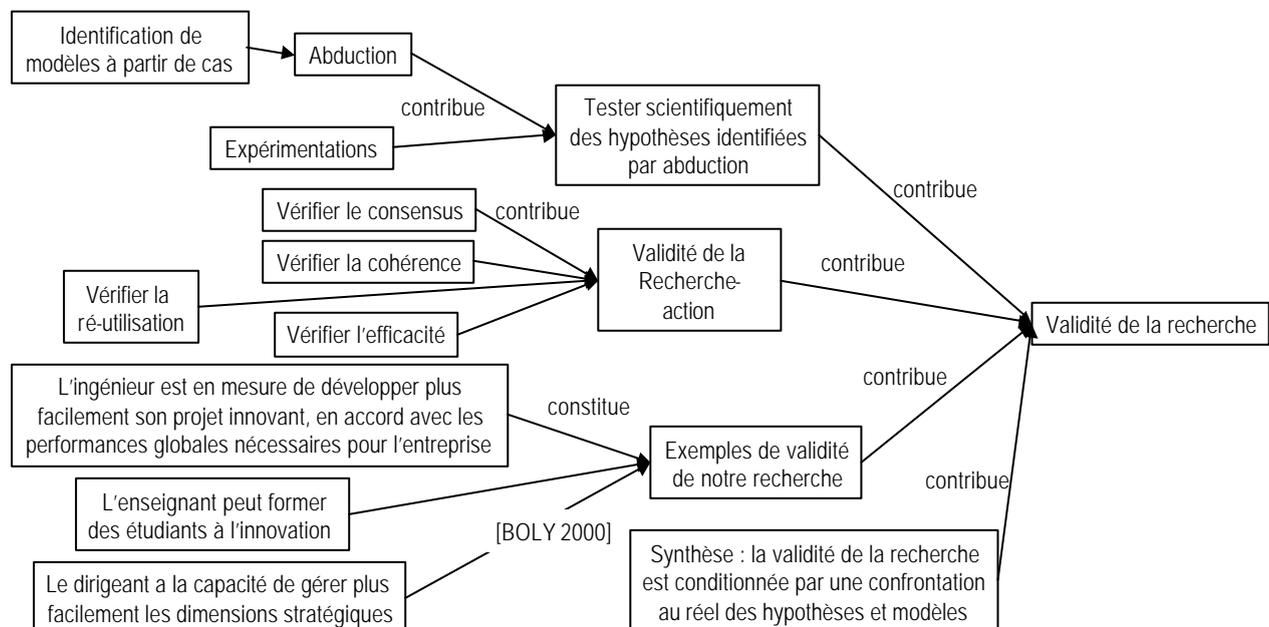


Figure 35 : Eléments de définition de la validité de la recherche

Ayant redéfini les bases épistémologiques générale de notre intervention nous choisissons de définir la **preuve** par une **confrontation au réel**. BOLY explicite le processus expérimental qui se déroule lorsqu'on prend comme base de validité scientifique la confrontation au réel :

« *La confrontation au réel enrichit voire génère les hypothèses de travail. La confrontation au réel enrichit la modélisation des phénomènes. L'expérimentation in situ enrichit les modèles. On notera que dans notre domaine, le modèle a une portée que nous qualifierons de limitée. En effet, le modèle a une fonction descriptive et explicative des phénomènes.* » [BOLY 2000]. La réutilisation est aussi une manière d'évaluer la pertinence des connaissances produites. La synthèse des éléments permettant de définir la validité de notre recherche est représentée sur la figure 35.

On notera encore l'obstacle que représente l'évolutivité de l'objet de recherche. En effet, la PME comme le processus de développement technologique ne sont pas des formes stables. Elles évoluent dans le temps en fonction de différentes variables telles que le niveau de compétences des individus. L'expérimentation se trouve alors rarement reproductible à l'identique et la notion de validité ne peut avoir de dimension définitive. Ainsi comme le pose PASSERON [PASSERON 1991], la comparaison et l'analyse fournissent peut-être un substitut approximatif de la méthode expérimentale puisque les résultats sont indexés sur une période et un lieu.

On peut même attester d'un puissant phénomène de récursivité : l'étude d'un objet le modifie. L'analyse d'un système industriel ne peut jamais se faire sans en faire évoluer des composantes. Comprendre génère une évolution de l'entreprise étudiée [BOLY 2000].

Dans la figure 36, les flèches pointant sur les paradigmes eux-mêmes montrent un phénomène de récursivité par rapport aux paradigmes. Ces boucles de rétroaction permettent de nommer les domaines de connaissances concernés. Ces domaines de connaissances sont : les sciences technologiques, les sciences humaines et les sciences transversales. Ces domaines sont caractérisés par une exclusion *a priori* de toutes interactions avec les autres domaines. Dans ces conditions aucune vision globale de la réalité n'est possible sans une remise en cause des principes de base de la science [MORIN 1990].

Par exemple dans le cas des démonstrations scientifiques, on ne souhaite pas que les résultats dépendent des expérimentateurs. Ce type de raisonnement se justifie pour l'identification de connaissances scientifiques mais dans notre domaine de recherche ce type de raisonnement n'a pas de sens. En effet un expérimentateur dans un projet influence nécessairement sur les résultats.

Les flèches entre paradigmes de la figure 36 révèlent des préoccupations d'ouverture de la part des paradigmes. Cette ouverture se traduit par la volonté de prendre en compte les interactions avec des éléments d'un autre paradigme. La dénomination des flèches constitue la formalisation des concepts à l'origine de ce besoin d'ouverture. Par exemple si on se situe dans le paradigme du sujet et que l'on souhaite **prouver** quelque chose, il sera nécessaire d'utiliser des éléments du paradigme de l'objet. D'autre part, si on souhaite **réussir** des projets dans le domaine scientifique, il sera nécessaire de prendre en compte des principes mis en œuvre dans le domaine de l'ingénierie.

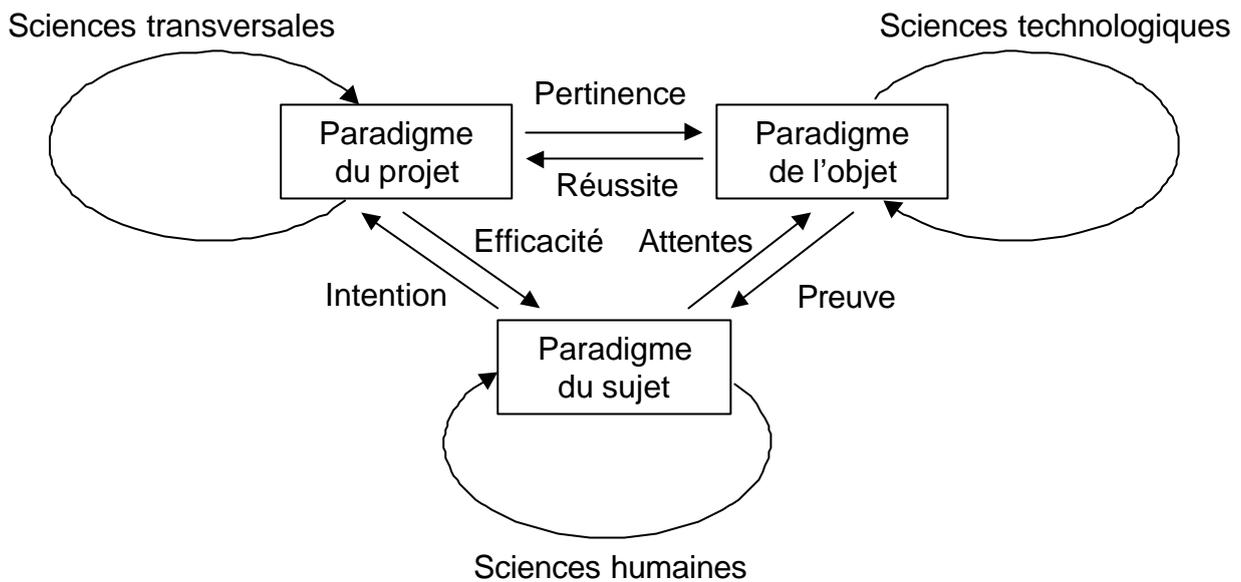


Figure 36 : Interactions entre différents paradigmes, d'où la nécessité de réconcilier ces différents paradigmes

## 2.2. LA COMPLEXITE THEORIQUE DE CETTE RECHERCHE

Nous retrouvons dans la figure 37 l'idée que pour répondre à la problématique de la conception en PME-PMI, il est intéressant d'étudier la complexité et de rechercher des moyens de gestion de cette complexité. D'autre part, pour trouver des moyens de gestion de la complexité, il est nécessaire de s'intéresser aux fondements épistémologiques qui soutiennent notre vision de la complexité. La démarche globale est synthétisée sur la figure suivante. GENELOT indique que chaque niveau supérieur justifie son existence par les problèmes de gestion du niveau inférieur [GENELOT 1993].

Pour formuler la problématique de recherche nous présenterons à un premier niveau la problématique du « comment faire » dans l'industrie. Il s'agit d'une problématique de connaissances à acquérir.

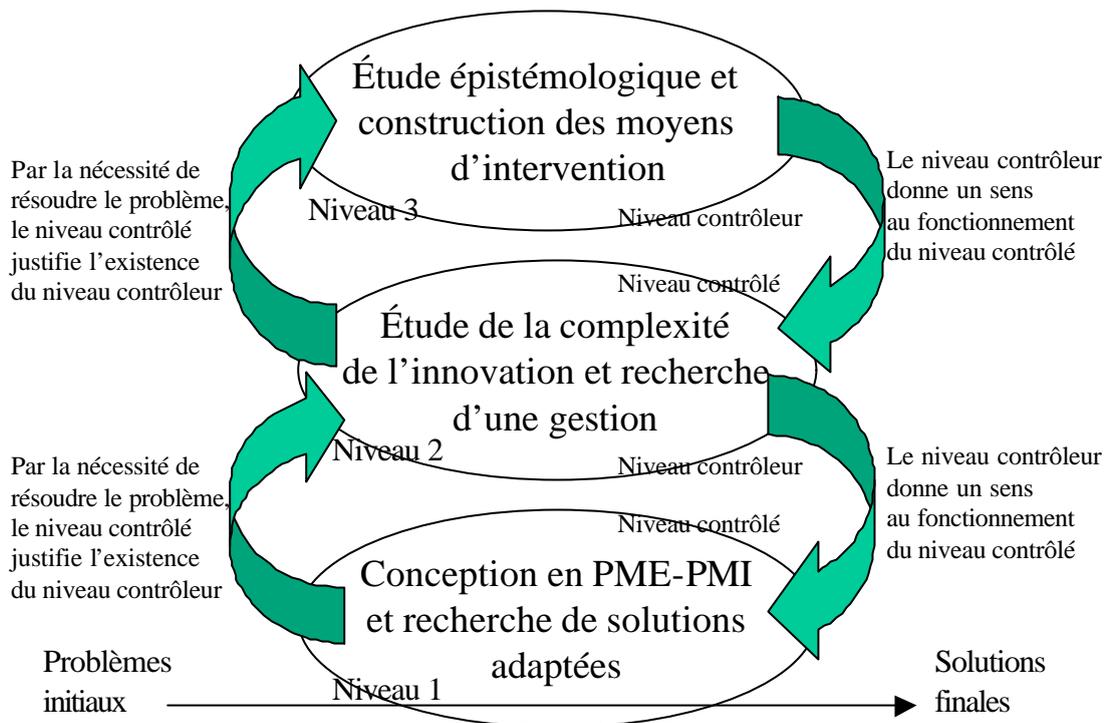


Figure 37 : Représentation du changement de niveau pour répondre à une problématique complexe (d'après Génelot) [GENELOT 1993]

### 2.2.1. La modélisation des processus de conception et d'innovation

L'objectif de cette recherche est la modélisation des processus de conception et d'innovation. Par modélisation, nous adoptons la définition de AVENIER [AVENIER 1995]: « *la modélisation permet l'élaboration d'une représentation progressive commune en créant des connaissances sur le projet, qui s'enrichit dans un cycle individuel/collectif avec une possibilité de simulation et de réajustement de l'action* ».

Différentes recherches sont effectuées pour modéliser les processus de conception et d'innovation :

- L'étude des moyens de conception : la CAO, le prototypage rapide [DUBOIS 1999]...
- l'étude des caractéristiques du produit, notamment pour ce qui concerne les aspects difficilement quantifiables : analyse sensorielle, étude sémiologique [BOUCHARD 1997, BASSEREAU 1995],
- l'étude des processus de conception, notamment la gestion de projet [AFITEP 1991, AFNOR 1996, AOUSSAT 1996, BERNARD 1999, THOBEN 1998, CHAIGNEAU 1990, MUFFATTO 2000],
- l'étude des méthodes de conception [AOUSSAT 1990, VARDCARD 1996, VARGAS 1998, MARTIN 1999, BLESSING, 2001, VAN HANDEVEN 1999, KING 1999, MAFFIN 1998]
- le management de l'innovation qui peut être vu comme une optimisation de l'efficacité de la conception par un management adapté [HOWELL 2001, GEMSER 2001, THOLKE 2001],
- l'étude des activités cognitives de la conception et le travail collaboratif [DARSES 2001, GARRO 1999, WILLEMIEN 1999, RICHARD 1995]
- le développement d'outils de conception interactifs résultats d'une recherche-action [LEGARDEUR 2001].

Le but de la modélisation des processus de conception et d'innovation est d'apporter des

connaissances utiles à l'amélioration des produits à concevoir. Ces recherches scientifiques sont menées en parallèle d'une évolution de l'approche industrielle vis-à-vis de la conception. Cette approche industrielle a évolué d'un statut tayloriste de rentabilité et d'optimisation vers la recherche du management de l'innovation. Ceci est dû essentiellement au fait que les entreprises sont passées d'un état de production de masse, à une production plus proche de chaque client [TARONDEAU 1998 ; WEIL 2000].

La présente recherche doit nécessairement s'adapter à l'évolution de l'approche industrielle. L'ancienne philosophie empêchait le déroulement des étapes successives du développement du produit tant que l'étape en cours, assignée à une fonction bien précise et délimitée dans l'entreprise, n'était pas terminée. Le concept actuel d'ingénierie simultanée, qui s'appuie sur des structures de type groupes projets, permet le chevauchement de certaines tâches indépendantes ou non. Les différentes tâches du processus se chevauchent pour raccourcir le cycle de conception. On peut alors imaginer que le flux de communication entre les fonctions internes et externes à l'entreprise a une importance primordiale et s'intensifie fortement. Il y a de nombreuses interactions et collaborations entre la conception, la production, le service marketing et le service financier. Des interactions ont aussi lieu avec l'extérieur de l'entreprise (figure 38).

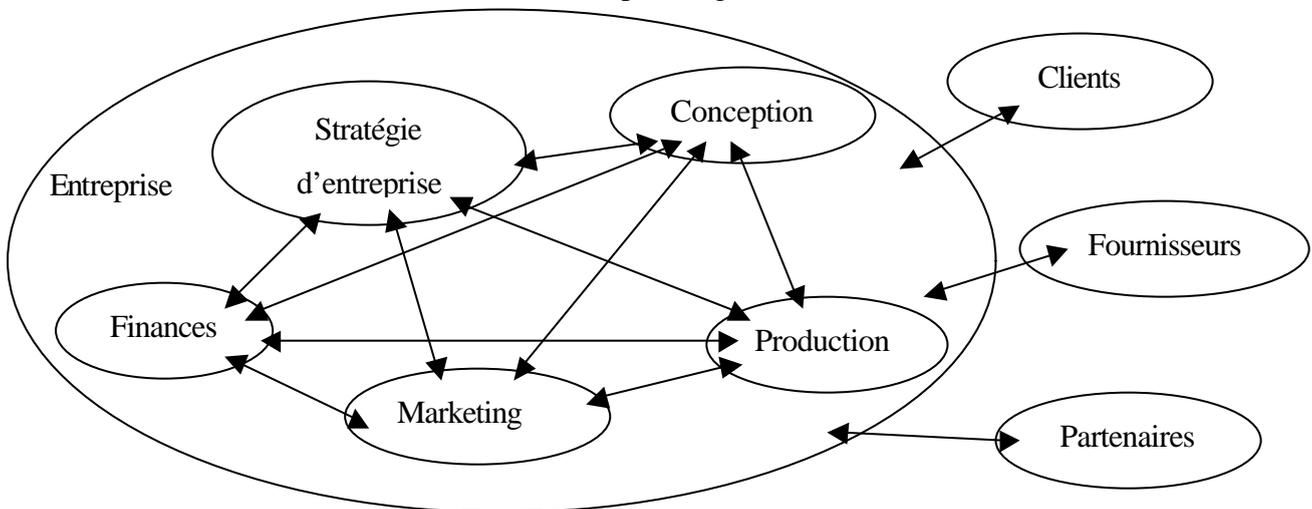


Figure 38 : Les interactions entre la conception, l'entreprise et l'environnement de l'entreprise

Dans ce contexte la modélisation des processus d'innovation permet de formaliser des connaissances relatives à l'innovation. Ces connaissances sont synthétisées après une recherche en entreprise et les préconisations prennent la forme d'outils de conception intégrables dans les entreprises après des allers-retours pour s'adapter aux besoins réels des acteurs.

### 2.2.2. Les difficultés épistémologiques de l'étude des méthodes

Il est quasiment impossible de tester scientifiquement une méthode. En effet le nombre des facteurs est tellement important que le test de ces facteurs n'a pas de sens. Par exemple un facteur négatif, peut se révéler être un facteur d'innovation si d'autres facteurs en interaction modifient complètement le processus. Nous allons redéfinir ce qu'est une méthode pour ensuite pouvoir mener des expérimentations pertinentes en prenant en compte les processus d'interaction :

**Méthode de conception** : formulation sémantique d'une agrégation de concepts devant mener à un meilleur fonctionnement d'un acteur ou d'un collectif. La méthode contient, au moins implicitement, des principes qui cherchent à influencer le concepteur. Ces principes ont été identifiés après une certaine expérience des phénomènes sur les projets de conception. La méthode présuppose aussi la nécessité d'adoption d'une certaine attitude et/ou de pré-requis (cf. figure 39).

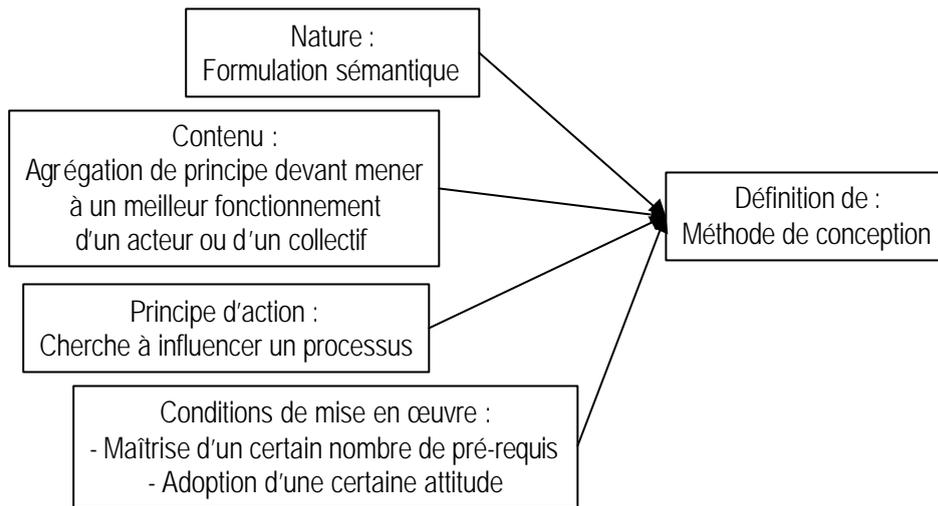


Figure 39 : *Eléments de définition du concept de méthode de conception*

Explicitement la méthode contient un ensemble de signes. Les signes sont obtenus après un processus de traduction de la part du concepteur de la méthode. Ces signes sont conçus pour que le lecteur de la méthode puisse accéder à la réussite d'un projet. Nous constatons en effet que les méthodes sont souvent remises en cause. Nous expliquons ceci par une différence entre les signes intégrables par un acteur et les signes formulés par le concepteur de la méthode. Une méthode révèle une certaine volonté de transmettre des connaissances. Cette volonté de transmettre un savoir-faire part d'une bonne intention mais connaît l'excès de **trop vouloir transformer** l'utilisateur.

Nous avons mis en place une réunion de travail sur la définition de la méthodologie en conception de produits. La question suivante était posée à 8 experts du laboratoire Conception de produits et Innovation : « quelle caractéristique a une bonne méthode ou une mauvaise mauvaise ? ». Après traitement des données le résultat est l'identification de critères de jugement d'une méthode :

- Apprentissage rapide
- Facilité d'utilisation
- Facilité de compréhension
- Capacité à fournir un résultat concret
- Permettre d'innover
- Structuration - rigueur
- Flexibilité
- Fiabilité
- Rentabilité financière
- Gain de temps
- Peu de ressources nécessaires
- Pas d'excès d'informations
- Adéquation de la méthode au problème spécifique
- Transversalité
- Complémentarité des méthodes
- Rassurer par la convergence
- Effet de mode - actualité
- Communiquer les informations indispensables

Cette liste met à jour des aspects en terme d'efficacité, des aspects formels et des aspects communicationnels pour juger les méthodes. Cette liste montre aussi que le fonctionnement en interaction avec d'autres méthodes, d'autres projets, en fonction de l'environnement, est à prendre en compte.

Comme le remarque BLANCO dans sa thèse, l'étude de la conception requiert de nouvelles méthodologies de recherche [BLANCO 1998] et comme le révèle le titre d'une communication d'ICED 97 "Research design in Design Research" deux approches sont aujourd'hui reconnues : l'étude du terrain basé sur les méthodes de sociologie et les expérimentations basées sur les méthodes de la psychologie.

L'épistémologie de l'étude des méthodes est difficile à définir. Nous avons choisi l'épistémologie constructiviste pour la démarche générale de notre recherche. Ceci nous permettra d'identifier de nouvelles informations sur le processus d'action par la construction et par l'évaluation d'instruments (cf. figure 40). Ces instruments seront testés dans des processus d'interaction et d'alternance entre les connaissances et la pratique.

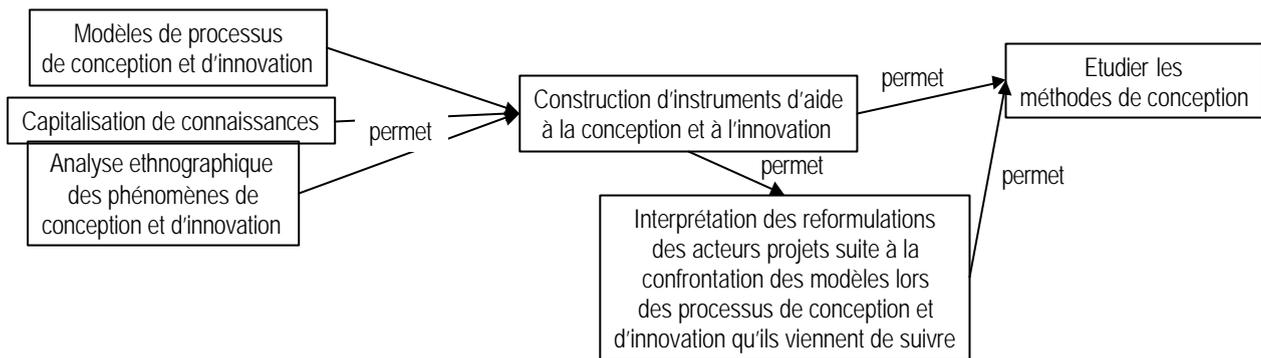


Figure 40 : Idées de solutions pour étudier les méthodes de conception

## 2.3. CONSTRUCTION DE LA DEMARCHE DE RECHERCHE

Sur la base de la définition épistémologique de notre recherche, nous définissons un processus global de recherche. Il est constitué de deux phases essentielles : la recherche abductive et la confrontation au réel. Ces phases ont été menées en parallèle en utilisant le principe de l'ingénierie simultanée au niveau de notre recherche. Ces deux phases simplifient la représentation d'allers-retours incessants entre l'identification des modèles empiriques et les tests de ces modèles par parties.

Notre démarche de recherche est essentiellement abductive, selon la conception de CHALMERS et KOENIG [CHALMERS 1987], [KOENIG 1993], puisqu'à partir d'observations, nous tirons des conjectures sur la base desquelles nous élaborons des protocoles expérimentaux. BLANCO explique que les méthodes expérimentales et ethnographiques sont complémentaires et apportent toutes deux des éléments utiles de validation dans notre champ de recherche [BLANCO 1998].

Pour servir de base à l'abduction, nous avons réalisé cinq projets en tant que chef de projet ou membre de l'équipe projet, en plus de l'analyse vingt-six projets supplémentaires menés au laboratoire CPNI de l'ENSAM Paris. Tout ceci représente un corpus de trente-trois cas industriels. Ces différents projets avaient pour objectif d'appréhender l'application effective des méthodes de conception en PME-PMI, en parallèle d'une action concrète au cours des projets. Il s'agissait aussi de détecter les écarts entre la théorie et la réalité.

## 1ère étape : Recherche abductive

Dans cette première étape nous avons étudié plusieurs projets dans un cadre de recherche-action. Certains projets ont été réalisés par l'auteur, d'autres projets ont été encadrés ou alors analysés à partir des données formalisées : rapports, synthèses intermédiaires, présentations...

Cette phase de recherche exploratoire ne contient pas de modèle *a priori* [THIETARD 1999]. Il s'agit de s'immerger dans l'action et de prêter attention à tout ce qui pourrait être utile pour une conceptualisation des phénomènes et pour la constitution de modèles. Dans notre cas, cette phase a été le moyen de définir précisément le contexte d'action des modèles potentiels.

## 2ème étape : Confrontation des modèles à la réalité

Ensuite le résultat de cette abduction a été confronté au réel, par une étude quasi-expérimentale. Nous avons choisi d'utiliser plusieurs cas différents pour valider progressivement différentes parties d'hypothèses.

Une validation complète, au sens positiviste, est impossible étant donnée la complexité des projets et celle des propositions qui pourraient être faites. C'est pour cette raison que nous avons mis en place un protocole de tests éléments par éléments. Ceci nous a permis au final de recomposer l'ensemble des hypothèses validées.

Cette deuxième étape est caractérisée par des actions réalisées avec des idées préconçues. Le but n'est plus exploratoire mais il est de tester quelle est la survie « écologique » des modèles dans la réalité.

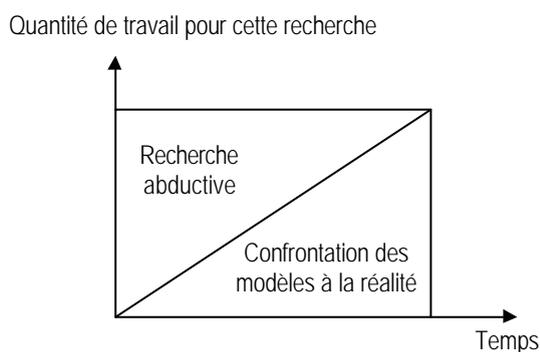


Figure 41 : Evolution des priorités de la recherche sur le processus global

## Analogies avec d'autres sciences pour préparer le protocole expérimental

L'articulation des données dans notre recherche s'apparente à celle de la biologie, d'ailleurs la méthode d'analyse est la même : la systémique. Le protocole de fonctionnement de notre recherche est celui de la sociologie car nous identifions des modes de fonctionnement issus de groupes de personnes. Le processus d'innovation est aussi un processus d'apprentissage, donc il est possible de se rapprocher des sciences de l'éducation. Tout ceci prône une multiplicité des méthodes de recherche sur un même sujet parce que l'on ne peut pas parvenir à l'objectif d'une autre manière [PASSERON 1991].

Pour ce qui concerne l'application sur le terrain de méthodes de conception, une méthode d'analyse peut être l'ethnographie. En effet on peut ainsi étudier comment un instrument de conception modifie la vie sociale de la conception, essentiellement le travail en équipe de conception. Il s'agit là d'un travail sur le terrain d'observation et d'interprétation.

Pour ce qui concerne l'acteur de conception, on est obligé d'analyser ce qui se passe dans ses raisonnements, c'est-à-dire qu'il est nécessaire de prendre en compte la psychologie cognitive de l'acteur. La psychologie est nécessaire pour expliquer les choix de conception. En effet il est faux de considérer les acteurs de conception comme seulement des êtres monolithiques et indifférenciés.

L'objectif de cette recherche est de définir des moyens d'intervention, comme pour la médecine. A partir d'un fonctionnement du corps connu, la science propose des remèdes adaptés sans effets secondaires à partir d'un diagnostic des pathologies. Notre recherche est analogue à la recherche pharmacologique à quelques différences près.

On peut se demander si les méthodes de conception peuvent être appliquées à une démarche de recherche. En effet, la conception d'une recherche qui doit être utile à un grand nombre de personnes est similaire à la conception d'un produit. Les clients sont les acteurs de l'entreprise.

Essayons d'imaginer la chimie d'un projet. Avec ces processus, ses éléments, ... Cela nous apporte une manière intéressante de voir le projet. Mais dans le cas des projets ce qu'il nous manque actuellement c'est l'analyse chimique. Cette analyse, dont nous sentons bien le besoin pour rendre les projets toujours efficaces, est actuellement formulée de manière trop intuitive et approximative : chaque affirmation ne peut ni être démontrée, ni affirmée. « *Les chimistes du 19<sup>e</sup> siècle, qui ne pouvaient "voir" les atomes, ont pu cependant déterminer les structures par analyse chimique.* » [TRONG ANH].

Dans le domaine de la psychologie cognitive, certains éléments peuvent nous servir pour définir notamment les notions d'apprentissage [ROULIN 1998]. Notamment il existe deux lois importantes en psychologie identifiées par Thorndike dans le domaine de l'éducation [THORNDIKE]. La première loi concerne **l'exercice**, c'est-à-dire que THORNDIKE postule que les apprentissages sont renforcés par la pratique. La deuxième loi est celle de **l'effet**. Cette loi postule qu'une situation satisfaisante renforce une connexion. De plus, il existe différents types d'apprentissage [ROULIN 1998]:

- apprentissage par expérience directe :

« *lorsqu'un organisme, confronté à une situation nouvelle, à un problème nouveau, il va modifier son comportement pour s'adapter à cette situation et résoudre le problème.* » [ROULIN 1998]. Cet apprentissage peut prendre différentes formes : « **habitation, le conditionnement classique et le conditionnement opérant** »

- apprentissage en situation sociale :

Cet apprentissage peut prendre différentes formes : « **apprentissage par l'observation, l'imitation, l'enseignement et l'apprentissage co-actif** ».

En effet, la conception est une activité au carrefour du comportement et des connaissances. La notion de **comportement** est importante parce que la conception est un ensemble d'actions coordonnées, qui relève d'un comportement de l'équipe et des personnes. Le processus de conception est à la fois individuel et collectif. La **connaissance** est une notion importante parce que ce sont les connaissances et les compétences qui font la différence entre deux conceptions différentes.

## 2.4. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons défini le positionnement de notre recherche en fonction de la complexité constatée dans le contexte. Nous avons vu dans les parties précédentes que la recherche dans ce domaine n'est pas encore complètement formalisée, ce qui nous oblige à recourir à une démarche de recherche constructiviste. Pour résumer, si l'objectif d'étudier les processus d'innovation est bien un objectif de recherche, il faut admettre que l'épistémologie de cette recherche est forcément différente des autres épistémologies où les interactions sont souvent négligées. Cette méthodologie nous permet de construire le problème de la recherche au fur et à mesure de l'avancée des résultats. Ceci nous permet d'apporter des résultats originaux par rapport à d'autres démarches de recherche plus classiques comme par exemple avec l'enquête et l'étude statistique.

Les résultats de cette recherche sont plutôt attendus sous forme sémantique que sous forme numérique. Et le traitement des résultats relèvera plus d'un réseau de concepts que de calculs numériques. C'est pour cette raison, même dans l'histoire de la médecine, que certaines propositions ont été considérées comme vraies pour être démontrées ensuite par la pratique.

Le problème que nous trouvons ici se situe dans la gestion et dans l'analyse de phénomènes complexes. Par exemple, actuellement, il n'est pas possible de prouver la valeur d'une méthode, car aucun projet ne se ressemble, tous les facteurs peuvent être influencés. Par contre, notre méthodologie, telle qu'elle a été définie dans ce chapitre, nous permettra de trouver des solutions à la problématique sans pour autant se focaliser sur la recherche de preuves. Il est cependant évident que l'ensemble des travaux effectués pour construire la solution nous serviront dans la partie « expérimentations » pour montrer des preuves de différents types : études de cas industriels et analyses de textes « ethnographiques ».

De même la méthodologie ainsi définie a pour objectif de comprendre les systèmes d'action (en référence à CROZIER dans l'Acteur et le Système [CROZIER 1977]). Dans ce cadre, nous oublions la recherche effrénée de preuves « à court terme » pour nous centrer sur recherche d'une influence positive sur les phénomènes observés. Le but est donc de comprendre les systèmes d'action pour y apporter des solutions appropriées sans rechercher des solutions trop simplistes.

# **III. PROBLEMATIQUE : COMMENT METTRE EN PLACE LE JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE DANS LES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS ?**

« Ce qui m'est difficile m'est toujours nouveau » Paul Valéry

## **3.1. INTRODUCTION**

Dans cette partie nous verrons quels sont les problèmes rencontrés pour développer la capacité d'innovation des PME-PMI. Nous verrons en quoi la complexité de l'innovation crée des difficultés pour choisir des solutions adaptées. Nous verrons ensuite en quoi l'imprévisibilité et l'inconnu sont difficiles à gérer par toutes les aides à l'innovation. Puis nous verrons que la complexité rend aussi difficile la satisfaction des demandes industrielles dans la pratique. Enfin nous formulerons la problématique correspondant à ces éléments.

Dans cette partie, nous montrerons que les outils méthodologiques sont peu ou mal utilisés parce que l'innovation est évolutive. Dans l'activité humaine, certaines approches, comme la logique, sont parfois trop réductrices et ne permettent pas de parvenir aux objectifs prévus. Pour éviter de choisir une approche trop réductrice dès le départ, nous ferons tout d'abord dans cette partie la liste de tous les problèmes rencontrés dans le cadre de notre recherche et dans la bibliographie. Dans un premier temps nous ne chercherons pas à trouver une solution simple aux différents problèmes. En effet nous avons vu dans les chapitres précédents que les solutions apportées étaient toutes trop ponctuelles.

Comment obtenir une démarche globale à la fois structurée et créative dans le cadre d'un processus d'innovation ? Michel CROZIER souligne que : "Le problème n'est pas la conception d'un système mais sa mise en œuvre organisationnelle." ☞ "comme l'organisation innovatrice doit répondre continuellement à un environnement complexe et imprévisible, elle ne peut s'appuyer sur une stratégie délibérée." [MINTZBERG 1989].

## **3.2. LE BESOIN DES PME-PMI - QU'EST-CE QUE LE JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE ?**

Dans les chapitres précédents nous avons insisté sur les difficultés pour intégrer des méthodes utiles dans des processus de conception et d'innovation. Pour répondre à ces difficultés, nous identifierons tout d'abord les problèmes des PME-PMI.

Dans un premier temps, nous chercherons donc à préciser les demandes, pour ensuite répondre de manière appropriée au système d'action en place. Même si l'effet Placebo transposé au domaine de l'entreprise peut être utile, faute de mieux, en terme de méthode, il est nécessaire de chercher une certaine objectivité. Il apparaît donc nécessaire d'avoir des solutions clairement identifiables et à l'efficacité prouvée. Or ceci n'est pas aisé à obtenir. Compte tenu des controverses, on ne sait plus si on doit être pour ou contre la méthode donc nous devons prouver ce que nous disons par l'observation. DEGRANGE souligne que « l'efficacité d'une méthode est liée à l'utilisation qui en est faite » [DEGRANGE]. Or toute méthode veut donner des éléments pour faciliter la conception. Nous devons donc tester ces méthodes pour identifier l'application effective de celles-ci. En effet les universitaires étudient la « théorie » de la conception, mais les industriels ont besoin d'une action concrète. Les méthodes et outils de conception doivent être testés pour vérifier si l'utilisation des outils en situation concrète est conforme au besoin des concepteurs.

JARROSSON dit en parlant des « outils d'aide à la décision » que ceux-ci ont trop souvent l'allure de recettes et rationalisent le réel jusqu'à l'absurde [JARROSON 2000]. L'adaptation des méthodes au concepteur est aussi un véritable problème. Comment gérer la multiplicité des informations existantes pour faire coïncider simplement avec les besoins des concepteurs, au moment souhaité ?

Nous interprétons cela comme un manque de connaissances scientifiques dans ce domaine. Il est donc nécessaire de trouver ce que font réellement les outils de conception et les méthodes. Il est nécessaire d'identifier leurs limites pour éviter de les utiliser dans de mauvais cas.

### **Etude de cas : le projet C**

Le but de cette étude de cas est d'illustrer cette problématique dans un contexte industriel. Le projet C consistait à développer un nouveau produit. C'est-à-dire de partir de l'idée d'un porteur de projet jusqu'au produit industrialisé. Il s'agissait pour ce projet d'étudier le concept du produit, le valider techniquement, étudier le processus de fabrication, prévoir des fournisseurs, étudier son ergonomie d'utilisation, travailler sur le design et évaluer son prix de revient.

Des activités ont été réalisées alors que cela n'était pas nécessaire, cela se traduit par une incompréhension du client sur la gestion du projet et sur la perte de temps sur des aspects non primordiaux du projet. En effet pour une PME-PMI la réalisation de tâches non nécessaires et à forte valeur ajoutée se traduit par un impact très important sur la société. En effet si le recours à un expert sur un domaine est déjà difficile à réaliser, il est encore plus difficile pour une entreprise de voir la réalisation d'actions non absolument nécessaires.

Potentiellement en innovation toute activité réalisée peut se révéler non nécessaire. La nature de ces activités, nécessaires ou non-nécessaires, n'est révélée complètement qu'à la fin du projet. Cela est dû au fait que le processus d'innovation est un processus incertain. La réduction des activités non-nécessaires dans un processus est possible par des acteurs expérimentés. Par contre il n'est pas possible de limiter la capacité d'innovation d'une entreprise aux seuls gens d'expérience. Il est nécessaire de trouver des éléments permettant de rendre les novices aussi efficaces dans l'innovation.

Dans la littérature, CHAUVET indique clairement qu'un mauvais choix d'outils pour le processus de conception mène à une décredibilisation des méthodes en général [CHAUVET 1998]. Ce qui est finalement préjudiciable pour la capacité d'innovation de l'entreprise concernée. La solution est d'avoir une bonne vision globale des solutions méthodologiques existantes pour ne choisir que les plus appropriées.

D'un autre côté, le manque de vision globale est lié à la complexité de l'innovation. Pour illustrer cette problématique étudions les problèmes de vision globale au niveau du projet. Le contexte du projet Y est la création d'entreprise innovante. D'où une incertitude importante sur de

nombreux aspects vitaux pour l'entreprise. La difficulté est de savoir **comment** faire pour arriver au but fixé. SAMMUT propose différents modèles possibles pour la structuration progressive de l'entreprise [SAMMUT 1998]. Dans tous les projets observés dans cette recherche, le besoin d'un accompagnement s'est fait ressentir. Cela est dû à un manque de vision globale des entreprises sur leur environnement.

La demande des PME-PMI est aussi de s'entraîner et de se former pour acquérir des « réflexes » au cours des projets. L'objectif ici est de même nature que l'entraînement sportif : s'entraîner pour acquérir des actions réflexes plutôt que d'analyser la situation à chaque fois. C'est l'intérêt de la répétition. La demande industrielle est ici formulée sous la forme d'une demande pour faciliter le changement et s'approprier les nouveaux outils et modes de management.

Dans la figure nous faisons la synthèse de ce qu'est la juste nécessaire méthodologique par rapport à la demande des PME-PMI.

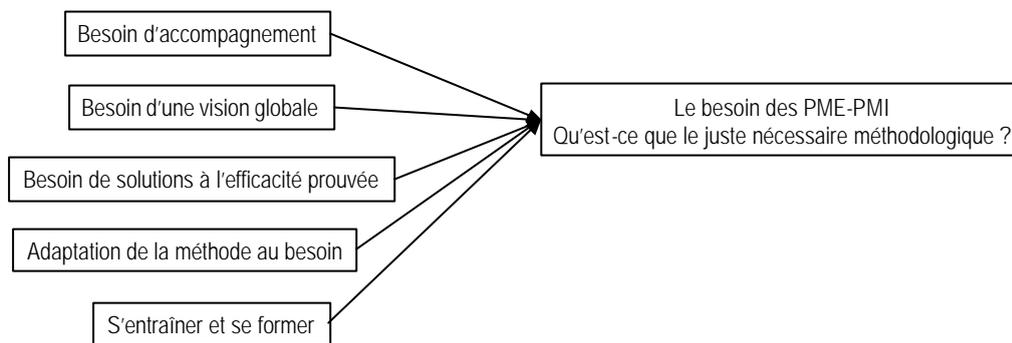


Figure 42 : le besoin des PME-PMI par rapport au juste nécessaire méthodologique

### 3.3. COMMENT METTRE EN PLACE LE JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE POUR INTERVENIR SUR LES PROCESSUS D'INNOVATION ?

L'innovation est le résultat d'un processus. Ce processus peut être crédibilisé par la réussite commerciale des produits conçus. Mais ce ne sont pas quelques exemples qui vont expliciter comment manager les phénomènes d'innovation (cf. Figure 43).

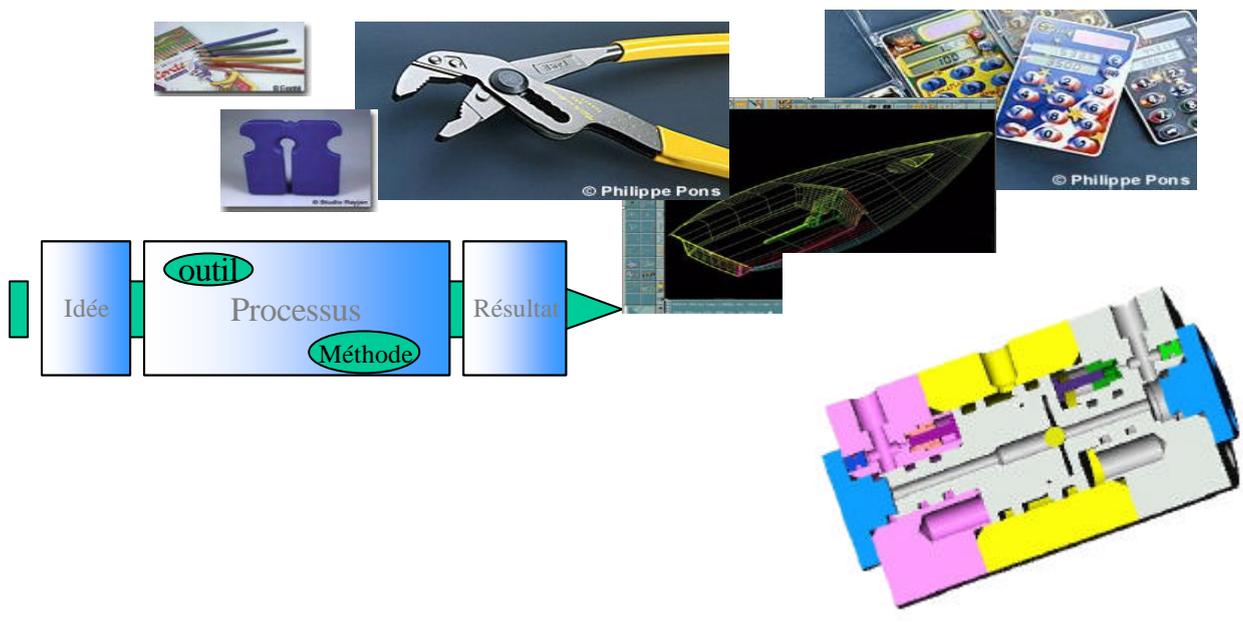


Figure 43 : La notion de processus est plus complexe que la seule présentation de cas d'exemple

Etant donnée l'imprévisibilité générale des systèmes complexes, il est assez difficile de définir un moyen de mettre en place des solutions par rapport à un problème. La problématique se trouve dans le moyen de faciliter un fonctionnement efficace de l'innovation, c'est-à-dire dans le moyen de faciliter la mise en correspondance d'éléments existants représentant des solutions avec des problèmes ressentis par les entreprises.

Pour identifier les problèmes, nous verrons que l'entreprise doit faire des efforts pour changer. Que chaque effort dépensé est quelque chose qui lui coûte, donc nous chercherons finalement des moyens permettant de réduire l'affectation de ressources. Nous rappelons que l'enjeu est ici l'innovation et l'importance de l'innovation dépend de la capacité de l'entreprise à modifier ou à redéfinir ses ressources, ses compétences et ses savoir-faire. Il s'agit donc ici de définir ce qui est utile, ce qui ne l'est pas et faciliter toutes les actions pertinentes.

Si nous regardons les différentes solutions qui ont été nommées dans les chapitres précédents, il est nécessaire de se prémunir contre la non-utilisation de nos résultats de recherche. En effet pour cette recherche nous sommes amenés à créer des connaissances et à en synthétiser d'autres, et pour que ces connaissances ne meurent pas, il faut qu'elles soient réutilisées par d'autres.

La communication des connaissances méthodologiques est problématique. D'ailleurs la diffusion et la ré-utilisation des connaissances méthodologiques dans des processus d'innovation est un critère de validité de cette recherche. C'est-à-dire que la communication des informations nécessaires est une priorité de cette recherche car c'est une problématique essentielle que nous avons identifiée.

Donc l'idée serait ici de travailler sur une aide à la planification des activités juste nécessaires dans une démarche d'innovation. Pour répondre à ce problème nous chercherons un moyen de présenter de manière automatique et rapide juste les informations nécessaires pour réaliser une action. Des auteurs comme HATCHUEL, KOENIG, AKRICH soulignent bien la difficulté d'application directe dans l'action de conseils sur le management de l'innovation [HATCHUEL 1994, KOENIG 1994, AKRICH 1988]. En effet, il ne suffit pas de décréter par exemple un travail pluridisciplinaire pour que celui-ci soit effectif et encore moins efficace.

### **L'inconnu et l'imprévisible : le problème des processus d'innovation**

Dans ce paragraphe, nous montrerons que l'imprévisibilité et l'inconnu sont des facteurs importants de risque dans l'innovation. Certaines personnes refusent même de travailler dans l'incertitude, car cela génère des angoisses. Donc accepter de travailler dans l'innovation c'est accepter de travailler dans l'incertitude, et aussi dans l'inconnu. Les réactions d'angoisse chez certaines personnes sont très néfastes à l'avancée d'un projet. Dans les cas d'angoisse le projet s'arrête complètement ou dérive, comme dans un phénomène de panique.

Dans un contexte évolutif, inconnu et imprévisible, il est difficile de modéliser des processus. L'analyse des processus d'innovation nous révèle que l'innovation peut être observée à la lumière de la théorie du chaos. En effet une différence initiale même infime entre deux projets sera responsable de résultats très différents.

Si on considère le projet comme complexe, les possibilités d'intervention ne peuvent raisonnablement se baser sur : « *il faut faire ceci ou cela* ». Chaque projet est unique et chaque solution doit être quasiment unique et adaptée. Dans ce cadre, intervenir immédiatement dans un processus pose des problèmes de diagnostic rapide et de recherche d'informations efficace. L'objectif est donc de rendre accessible les données utiles pour l'acteur en cours de processus. Même si ce discours est valable théoriquement, il est difficile à mettre en pratique. Nous verrons ensuite quelle solutions nous proposerons à ce problème.

Certains outils qui apparaissent sont attrayants, à cause de la nouveauté, mais ensuite ils disparaissent. Donc selon les lois de l'évolution, ceux qui restent sont adaptés à leur environnement. Mais il est en fait très difficile de faire la différence entre une méthode qui a été intégrée par l'ensemble des concepteurs et une méthode qui n'est plus utilisée. Par exemple l'analyse fonctionnelle a été souvent critiquée à cause de sa lourdeur, par contre aujourd'hui, celui qui ne sait pas l'utiliser dans le principe, ne peut pas être efficace dans un processus de conception. Nous avons remarqué cela sur plusieurs projets réalisés par des novices.

## **3.4. FORMULATION DE LA PROBLEMATIQUE**

Il existe d'une part des problèmes industriels et d'autre part il existe des solutions nombreuses et éparpillées. Le problème est donc d'une part de mieux prendre en compte les besoins des acteurs dans les entreprises et d'autre part de mieux organiser la diffusion des solutions disponibles jusqu'au détenteur de problème. Ce type de problème peut théoriquement être résolu par des systèmes experts mais alors se pose le problème de la complexité et l'évolutivité des informations à inclure dans le système.

Les deux difficultés majeures que nous avons identifiées dans l'innovation portent sur la complexité et sur l'inconnu. Le projet d'innovation est un système complexe de sous-systèmes qui évoluent, les uns en fonction des autres. La maîtrise de la complexité et le combat contre l'inconnu génère de l'innovation. Les problèmes de complexité à ce niveau se compose essentiellement de trois facteurs :

- la difficulté cognitive, comme le dit VAN HANDEEVEN : « les gens n'agissent pas de manière mécanique » [VAN HANDEEVEN 1999],
- les contraintes du travail au jour le jour, en particulier pour certaines PME-PMI qui n'ont pas le temps de prendre du recul,
- le manque de connaissances des ressources existantes.

De la complexité naît une nécessité pour la recherche à fournir aux industriels des cartographies ou autres moyens pour aider à la prise de décision. Il existe en effet de nombreuses possibilités de défaillance dans les processus de décision [STAL-LE CARDINAL 2000]. Les cartographies peuvent aider par exemple les industriels à mieux intégrer les outils méthodologiques dont ils ont réellement besoin. Un autre aspect de la cartographie est sa validation scientifique ; en effet, les industriels ont besoin de repères et de savoir où trouver les réelles bonnes solutions à leurs problèmes. Nous pouvons souligner le grand risque à introduire de nouveaux modes de management inadaptés à l'entreprise, ou les introduire d'une manière non efficace. Il y a là un enjeu majeur dans les objectifs de notre recherche : concevoir les outils les mieux adaptés à leur environnement.

Pour ce faire, il faut simuler et prédire le résultat d'une intégration le plus précisément possible. L'industrie demande aussi des solutions clairement identifiables et à l'efficacité prouvée. Nous devons apporter une réponse nuancée prouvée par l'observation et les expérimentations. Notre recherche vise à développer des connaissances méthodologiques permettant d'aider l'innovation. Ceci permettra de pouvoir articuler différents outils et méthodes à choisir en fonction du contexte et des objectifs des entreprises. L'objectif poursuivi est d'apporter à des besoins industriels précis des méthodologies instantanément applicables dans leur contexte (cf. figure 44).

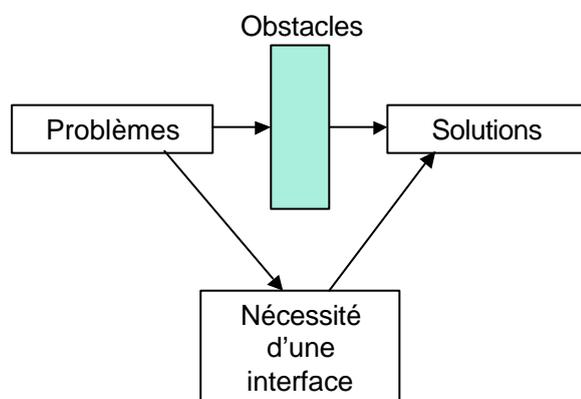
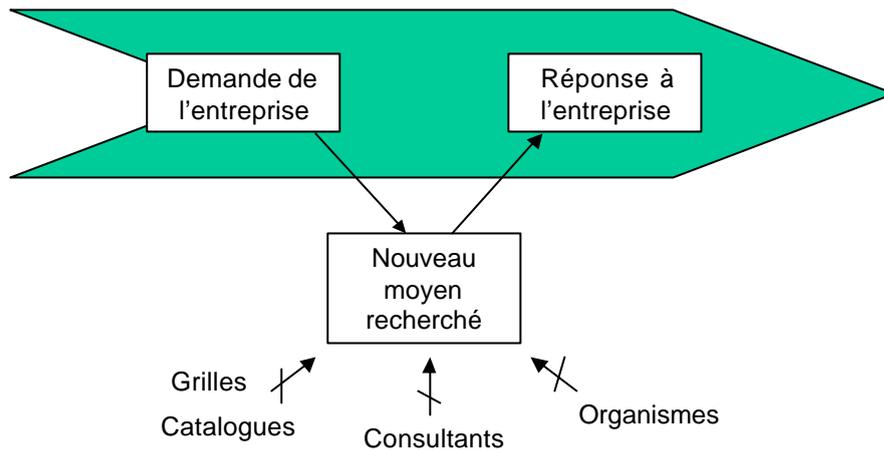


Figure 44 : Intégration et adaptation des solutions nécessaires par rapports aux besoins des PME

Les difficultés qui apparaissent sont les suivantes :

- **Difficulté pour caractériser les éléments composant l'innovation,**
- **Difficulté du choix et de l'intégration de moyens pour innover,**
- **Difficulté de la mise en place d'une démarche globale d'innovation.**

Nous cherchons un nouveau moyen d'intégrer des solutions méthodologiques, complémentaires et donc différentes des solutions qui existent déjà : grilles, catalogues, organismes et consultants (cf. figure 45). La recherche de solutions à cette problématique nécessite une nouvelle approche car ni un système expert, ni un conseiller ne sont totalement satisfaisants. D'une part le système expert manque d'évolutivité et d'adaptation au complexe, d'autre part le conseiller coûte cher car ses activités sont consommatrices de temps.



*Figure 45 : la recherche d'un nouveau moyen pour faire progresser les PME-PMI qui ne soit ni un catalogue, ni un nouvel organisme ou ni des consultants*

Dans cette recherche, il ne s'agit pas simplement de créer des bases de données ou des outils informatiques d'aide aux innovateurs, mais il s'agit aussi de chercher la méthode de construction des préconisations ainsi que la manière de les valider. Les préconisations doivent avoir pour vocation d'être mises en place dans la pratique. Dans les faits ces préconisations ne seront pas seulement une base de données, mais aussi une démarche ainsi que des conditions de validité. De plus tout autre type de préconisation pourra être ajouté à la préconisation initiale dans le but d'améliorer le système proposé.

Nous imaginons un concept d'interface qui permettrait de conseiller l'utilisation de telle ou telle méthode pour tel ou tel cas, mais **le problème est de mettre en place concrètement le juste nécessaire méthodologique**, c'est-à-dire savoir ce qu'est le juste nécessaire et savoir comment le mettre en place.

Dans ce chapitre nous avons identifié un ensemble de problèmes. Il s'agit de montrer que le problème de l'aide à l'innovation correspond à une mise en relation de solutions par rapport à des besoins. La synthèse est représentée sur la figure 46.

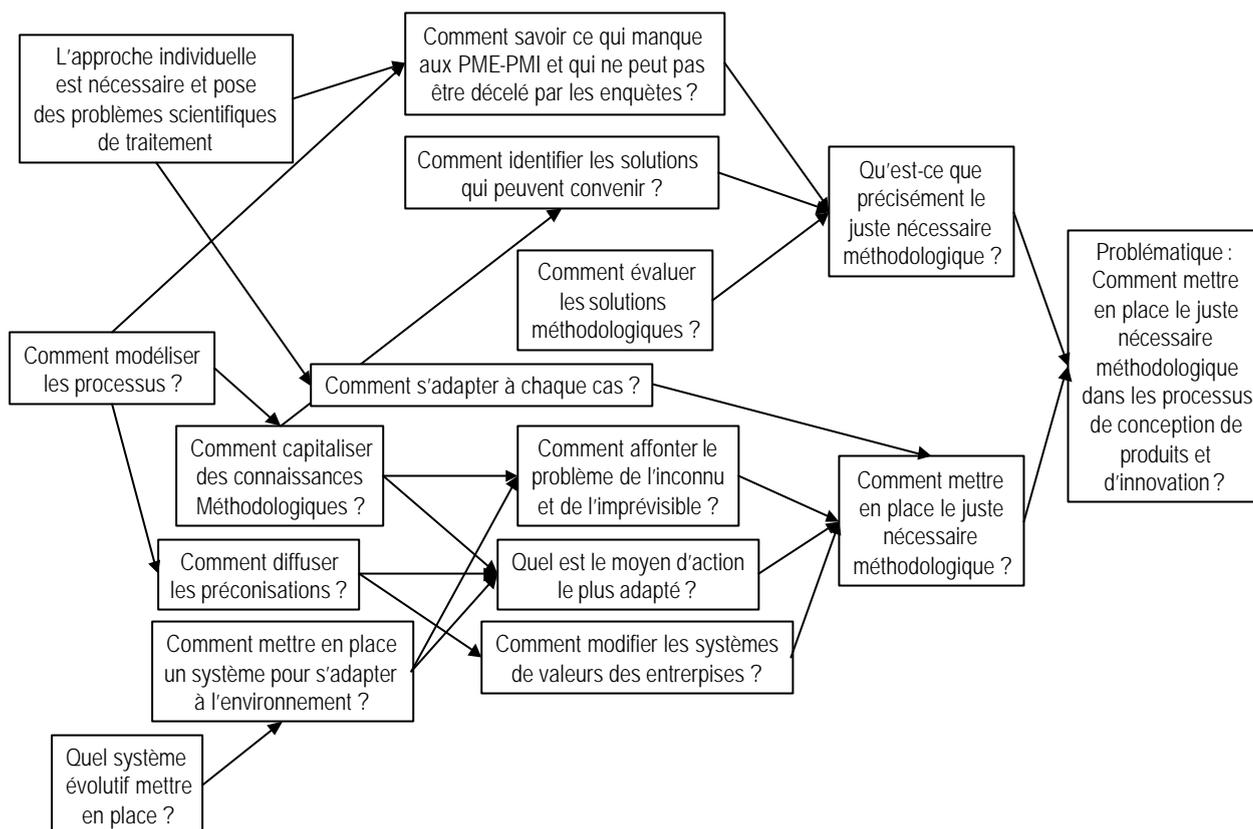


Figure 46 : Décomposition de la problématique de la mise en place du juste nécessaire méthodologique

En fonction de ces différents éléments, la problématique de cette recherche peut se formuler sous la forme suivante :

**Comment mettre en place le juste nécessaire méthodologique dans les processus de conception de produits afin de développer la capacité d'innovation des PME-PMI ?**

**Cela signifie que la problématique est de :**

- **définir ce qu'est le juste nécessaire méthodologique,**
- **définir ses conditions de mise en place.**

Notre recherche doit apporter des éléments de réponse en terme de solutions à plusieurs niveaux et en particulier :

- au niveau de la connaissance des informations nécessaires pour innover,
- au niveau d'un moyen de transfert de ces connaissances pour que les acteurs mettent en place des processus d'innovation efficaces,
- au niveau des besoins industriels.

## 3.5. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons explicité les conséquences de la complexité. Ce chapitre a permis de clarifier quels étaient les problèmes à résoudre. Nous avons montré trois niveaux de problèmes à résoudre pour développer la capacité d'innovation des PME-PMI :

- l'inconnu et l'imprévisibilité,
- la difficulté d'intervenir sur les processus d'innovation,
- les problèmes constatés par le monde industriel.

Nous avons abouti à une reformulation de la problématique. Il ne suffit pas simplement de faire une mise en relation de solutions par rapport à des problèmes. Il est nécessaire que l'aide à l'innovation permette à l'entreprise de rentrer dans une dynamique constructive.

# IV. HYPOTHESE : LA MODELISATION DES PROCESSUS DE CONCEPTION DE PRODUITS DOIT FAVORISER L'INTEGRATION DU JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE

## 4.1. INTRODUCTION

Dans ce chapitre nous présenterons les hypothèses que nous avons identifiées. L'objectif principal est de pouvoir rendre aptes les entreprises à redéfinir leurs savoirs-faire, leur organisation et leur vision pour favoriser une dynamique d'innovation. Dans les projets d'innovation pour PME-PMI nous avons constaté des manques d'accès à l'information pertinente, une difficulté à gérer les processus d'innovation, des problèmes d'interconnectivité de différentes aides à l'innovation.

Pour cela nous avons cherché des solutions point par point aux problèmes identifiés dans la problématique. Ces hypothèses de travail sont représentées sur la figure 47.

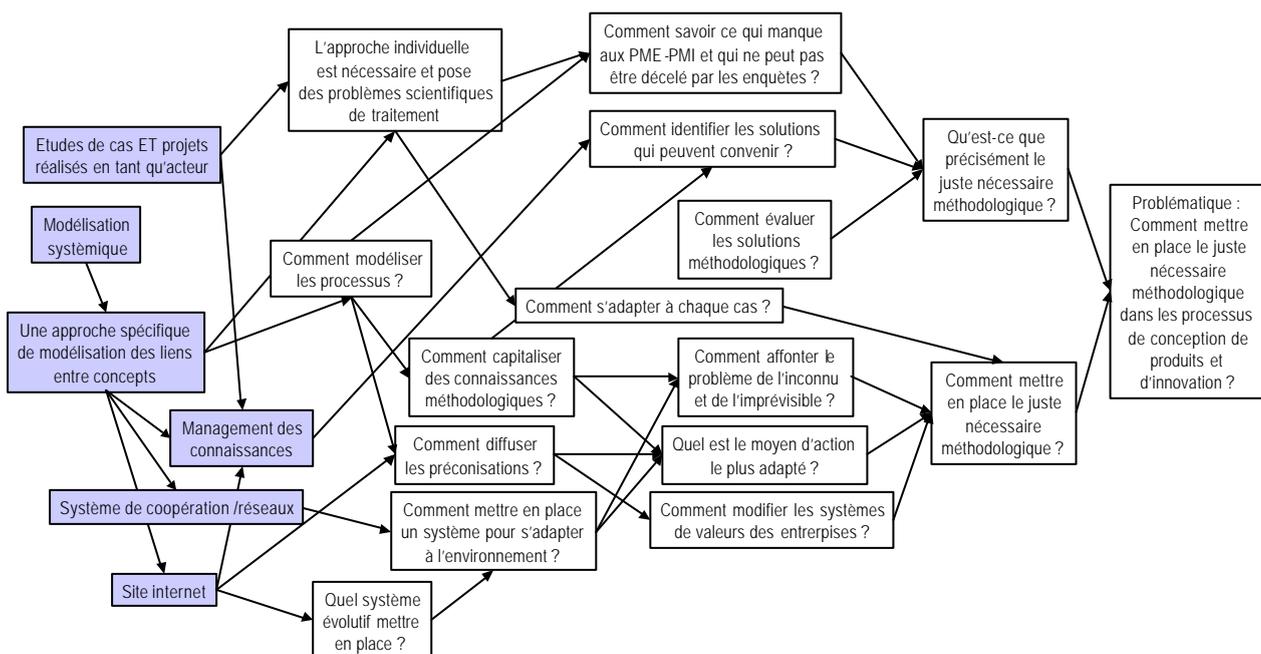
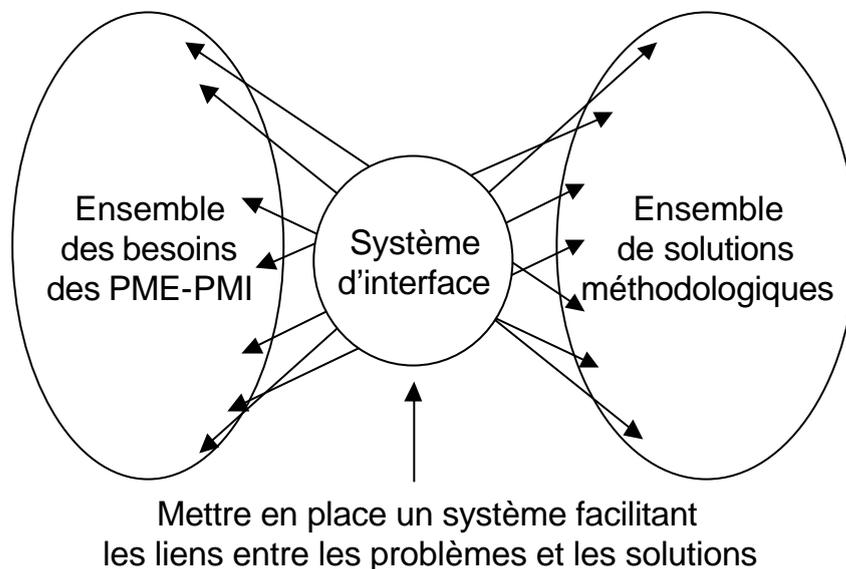


Figure 47 : Les hypothèses répondent aux différents éléments de la problématique

Pour savoir comment mettre en place le juste nécessaire méthodologique, nous posons comme hypothèse de mettre une interface entre d'une part un espace problème et d'autre part un espace solution. Et pour affiner notre connaissance de ce qu'est le juste nécessaire méthodologique, nous posons comme hypothèse qu'il faut modéliser les processus de conception et d'innovation. Ces deux hypothèses sont liées car, une fois que l'on aura défini le juste nécessaire méthodologique, nous pourrions améliorer la manière de le mettre en œuvre.



*Figure 48 : L'hypothèse : mettre en place un système d'interface pour aider à la définition du juste nécessaire méthodologique et pour faciliter sa mise en œuvre concrète*

Pour les expérimentations le système d'interface sera réalisé par des acteurs projets spécialisés dans le management de l'innovation.

## 4.2. UTILISATION DE L'APPROCHE SYSTEMIQUE POUR DEFINIR LE JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE

Il est nécessaire d'analyser la complexité de l'innovation pour proposer une solution adaptée. L'objectif de ce chapitre est justement de montrer comment la complexité peut être gérée avec l'approche systémique (cf. figure 49). Par exemple, l'analyse systémique peut permettre de modéliser les processus des projets dans le cadre de l'assurance qualité [LACAZE 1997].

La préoccupation essentielle de cette partie est de poser des hypothèses qui prennent en compte le concepteur en action. Suite aux nombreux projets effectués par le laboratoire Conception de Produits Nouveaux et Innovation depuis plusieurs années nous pouvons formuler les différentes remarques suivantes :

- si le choix des solutions méthodologiques est mieux réalisé, on obtient une meilleure adéquation des méthodes aux problèmes posés,
- si on est capable d'articuler différents méthodes et outils on peut obtenir une meilleure adéquation des méthodes aux problèmes posés,
- si un outil est d'apprentissage rapide, on pourra plus facilement comprendre à quoi il sert et ainsi oser se lancer dans des innovations.

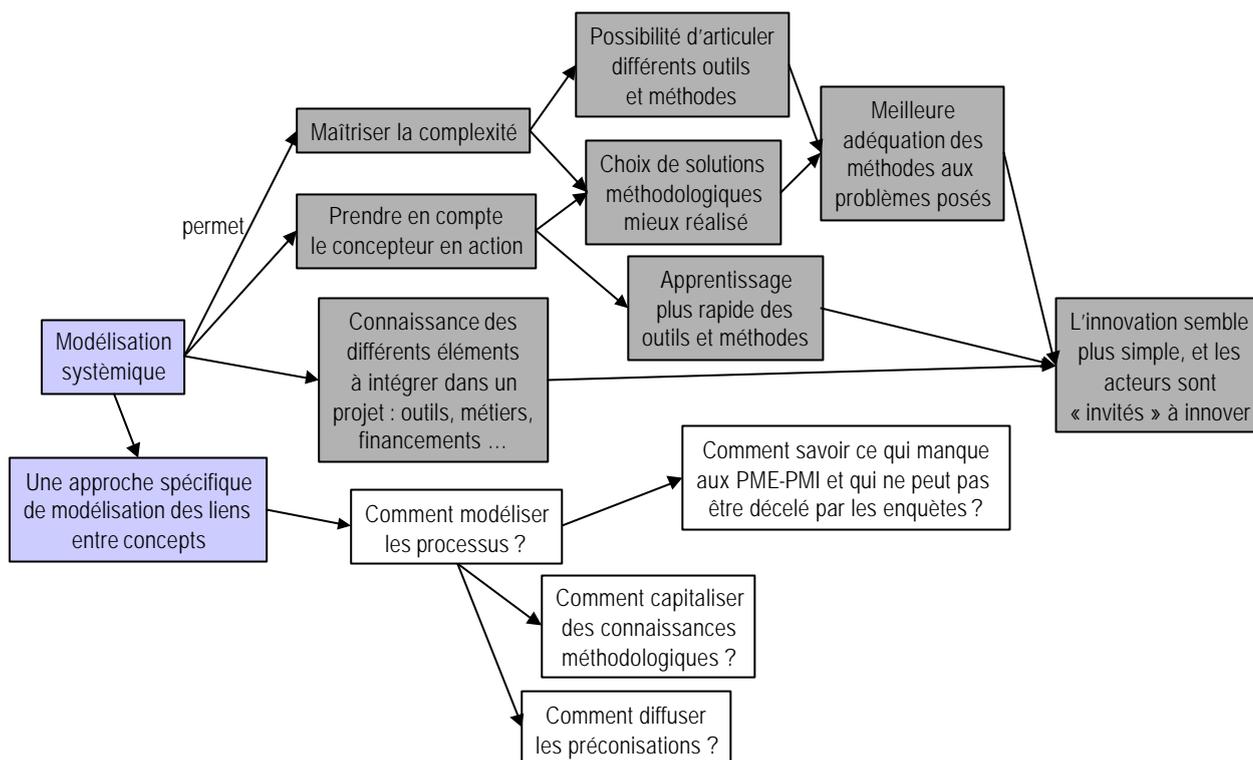


Figure 49 : Ce que permet de faire la modélisation systémique par rapport à la problématique et l'hypothèse (cf. figures 46 et 47)

Il s'agit d'avoir une connaissance des caractéristiques des différents éléments à intégrer dans un projet. Ces différents éléments peuvent être des métiers à intégrer, des outils de conception, des financements, etc.... le but est ainsi par leur connaissance précise de les combiner dans une cohérence du projet. Il s'agit ici de l'organisation du management de projet. Les différents éléments sont donc à coordonner en fonction du but précis du projet. Nous proposons l'approche systémique pour coordonner l'intégration des différents éléments. La méthode d'intégration a été structurée par une approche systémique, basée sur les principes systémiques identifiés par LEMOIGNE, DE ROSNAY et YATCHINOVSKY [LEMOIGNE 1995, DE ROSNAY 1975, YATCHINOVSKY 1999]. La méthode systémique est, en effet, une méthode qui permet d'étudier un système et de l'analyser dans son environnement sans cesse en évolution. Les concepts de la systémique sont : interactions, globalité, organisation et complexité [DURAND 1996].

Notre approche a été basée sur les principes suivants [LEMOIGNE 1995]:

- recherche des éléments pertinents,
- recherche du comportement du système (téléologie),
- agrégativité en vue d'une représentation simplificatrice.

De plus, l'approche systémique pour Joël DE ROSNAY :

- se concentre sur les interactions entre les éléments,
- modifie les groupes de variables simultanément,
- la validation des faits se réalise par comparaison du modèle avec la réalité,
- les modèles sont insuffisamment rigoureux pour servir de base aux connaissances, mais utilisable dans la décision et l'action,
- cette approche est efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes.

Donc au cours des projets nous sommes attachés à conserver la variété, ne pas isoler les éléments et rechercher de la contribution de chaque élément. Les acteurs ont été associés, la flexibilité et la mobilité favorisées et les contraintes maintenues. Nous avons aussi différencié pour mieux intégrer. Les objectifs ont été préférés à une programmation détaillée et nous avons utilisé les énergies de commande. Il fallait aussi tenir compte des temps de réponse. Le résultat de l'approche systémique est aussi un guide dans l'action quotidienne des projets [CROZIER 1977].

Nous utilisons l'approche systémique, parce que cette approche permet de ne pas simplifier abusivement et de tenir compte des interactions dans le processus de conception. Modéliser pour agir est un des effets de la méthode systémique. C'est donc avec cette méthode que nous allons tenter de résoudre la problématique. *« Le décideur, pour bâtir son raisonnement, doit posséder une représentation de la réalité suffisamment souple et juste pour étayer ses jugements. Toutefois, celle-ci doit respecter la complexité de l'entreprise, nous ne pouvons plus nous contenter d'une représentation appauvrie de la réalité. »* [MANZANO 1998].

## **4.3. PROPOSITION DU CONCEPT D'UN NOUVEL OUTIL POUR MATERIALISER LA MISE EN PLACE DU JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE**

### **4.3.1. Paradoxe du concept de méta-outil : simplicité d'utilisation et complexité de la structure de l'outil**

L'hypothèse générale consiste à supposer nécessaire un outil pour les PME-PMI qui leur permette d'innover plus facilement. Le but de l'outil est d'apporter une assistance pour les acteurs de l'innovation. Pour cela l'outil fournit les éléments de base pour que l'acteur puisse construire lui-même ses connaissances utiles et spécifiques à son projet. L'outil est considéré comme un support d'apprentissage.

Poser le concept de méta-outil permet la conception d'un objet de recherche pragmatique dans le cadre d'un positionnement épistémologique constructiviste. Les différents objectifs visés par le concept de méta-outil sont les suivants :

- favoriser le choix pour résoudre les problèmes de vision globale et préciser les aides à l'innovation disponibles,
- favoriser la bonne adaptation des aides à l'innovation par rapport aux processus et aux acteurs destinataires.

Il n'est pas possible dans le cadre d'une thèse de mener le projet de mise en place du méta-outil jusqu'à son terme. Par contre cette thèse permet d'en poser les fondements et d'en étudier la faisabilité.

L'hypothèse consiste à supposer nécessaire un outil pour les PME-PMI qui leur permette d'innover plus facilement. L'outil est considéré comme un support d'apprentissage et non comme le support d'une simple application de connaissances déjà formalisées. Pour aider le concepteur, l'outil doit à la fois être riche en informations et simple d'utilisation : c'est-à-dire que l'ouverture du système sur l'extérieur oblige à gérer une certaine complexité et d'autre part il est nécessaire de penser à l'interface de l'utilisateur. Notre hypothèse est de mettre une solution complexe en face d'une situation complexe. La solution complexe prend la forme d'un « méta-outil » regroupant d'autres outils et permettant leur organisation de manière complexe.

Cette hypothèse est constituée de plusieurs sous-hypothèses :

- La première sous-hypothèse est qu'un « méta-outil » qui coordonnerait dans un processus l'utilisation des différents outils est nécessaire pour des PME-PMI. De plus ceci permettrait de développer une dynamique d'innovation dans les PME-PMI.

- La deuxième sous-hypothèse est qu'il est possible de formaliser des connaissances méthodologiques scientifiques.

- La troisième sous-hypothèse est qu'il est possible de créer un «méta-outil » complexe qui puisse aider à la mise en place du juste nécessaire méthodologique dans les PME-PMI (cf. figure 50).

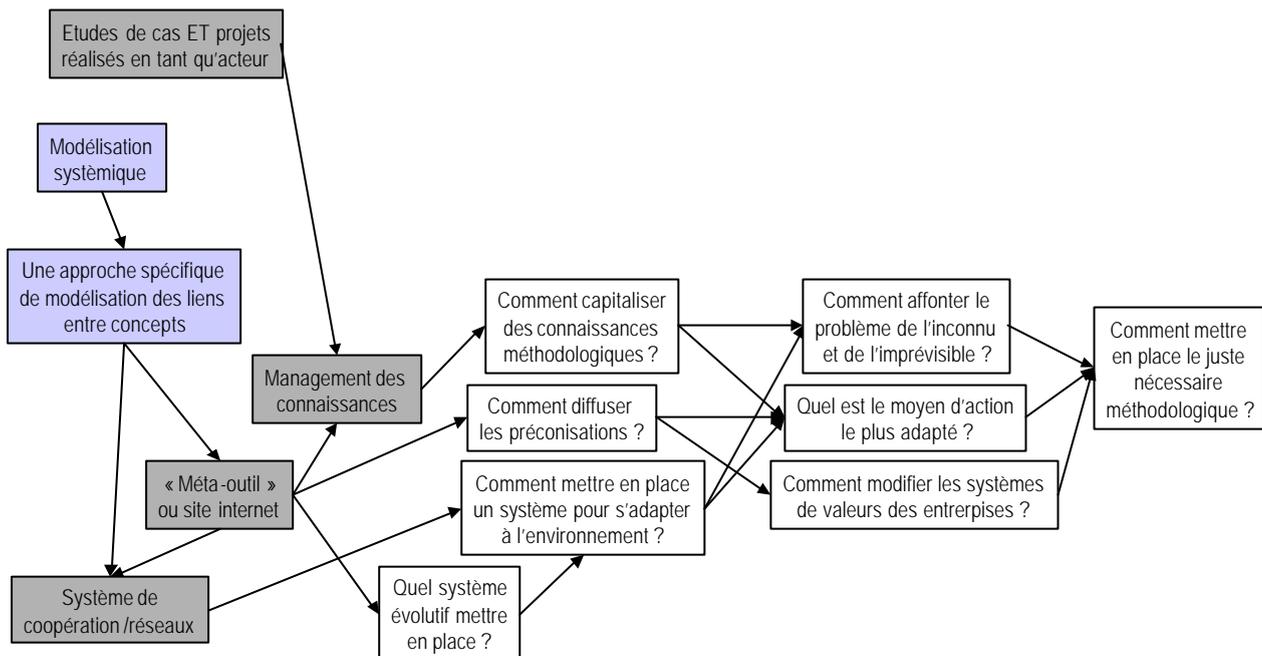


Figure 50 : Contribution du « méta-outil » à la mise en place du juste nécessaire méthodologique

Au niveau de la démarche de recherche, nous présentons ici le concept de méta-outil, étant entendu que sa définition précise ne peut être construite que par des expériences concrètes. Le processus de construction et d'affinage de la solution « méta-outil » sera détaillée dans le chapitre de la synthèse et des perspectives.

Nous proposons l'intégration d'un outil spécifique à définir. Cette intégration permet de construire le processus de conception au fur et à mesure de l'avancement d'un projet innovant en PME-PMI. Cette modélisation du processus de conception est donc plus adaptative qu'un modèle a priori. Pour cela, nous supposons que :

- l'acteur est conscient de ses besoins,
- un système peut aider à intégrer de nouvelles ressources.

Finalement pour être efficace en conception et en innovation, il ne suffit pas tellement de réinventer que de coordonner l'existant en le rendant plus accessible. Et finalement le travail du concepteur ou de l'innovateur consiste plus à adapter des principes actifs à un contexte en fonction d'objectifs plutôt que de réinventer complètement de nouvelles solutions. Cette philosophie est aussi représentée par la méthode TRIZ avec la proposition de principes de solutions inspirés d'une grande quantité de brevets analysés.

Le but de cette approche est d'être à la fois rigoureux et évolutif pour se rapprocher le plus possible d'une interaction avec l'action. l'idée est que si les éléments nécessaires au concepteur lui sont plus accessibles, cela réduit les délais de conception.

L'idée est que ce nouvel outil peut aider à l'intégration et l'appropriation de nouveaux fonctionnements par l'accès aux connaissances adaptées.

Pour clarifier aussi ce que peut-être le méta outil, nous indiquons ici ses deux fonctions principales :

Fonction principale 1 : Permettre au responsable de conception de trouver et de choisir des solutions concrètes pour son projet en terme de démarche et d'organisation de l'innovation.

Fonction principale 2 : Permettre au concepteur de bien intégrer les ressources choisies.

La marche normale de l'entreprise ne doit pas être ralentie dans ses actions quotidiennes. Une base d'outils facilement accessibles (de veille et de résolution de problèmes) permet de venir au secours du concepteur quand il est confronté à un problème difficile (Figure 51). Le méta-outil permet d'ouvrir le champ des possibles en terme de solutions pour résoudre un problème.

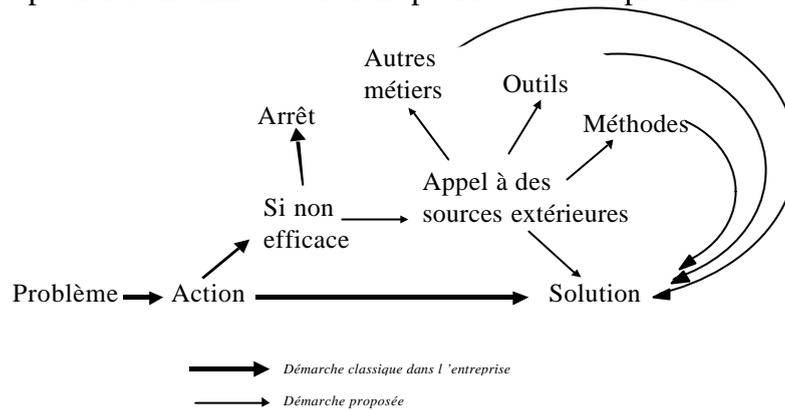


Figure 51. Modèle d'intégration du méta-outil dans les processus de conception

Les besoins de base des PME-PMI seront repris à partir de différentes études existantes (cf. figures 52, 53 et 54). Ces informations serviront à la construction du nouvel outil. Ensuite le système doit pouvoir être évolutif et intégrer constamment et simplement de nouveaux cas.

Importance de l'objectif	nulle	faibl	moy	forte
Remplacer les produits obsolètes	34.1	18.1	24.2	23.6
Améliorer la qualité des produits	11.2	7.6	31	50.2
Elargir la gamme de produits	12	10.1	28.1	49.7
Conquérir nveaux marchés ou accroître la part de marché	10.2	6.4	25.7	57.8
Réduire les atteintes à l'environnement	43.9	23.7	20.5	11.8
Satisfaire aux legisl., reglem., normes, standards	32.2	17.9	27.3	22.5
Conférer davantage de souplesse à la produc.	28.6	20.7	30.4	20.3
Réduire ses coûts salariaux par unité produite	29.7	19.9	27.6	22.7
Réduire ses consommation de matière	33.1	24.8	24.5	17.6

Service des statistiques industrielles 1997 Ministères de l' Économie, des Finances et de l'Industrie

Figure 52. Les objectifs des PME-PMI pour développer des produits nouveaux

Les données à inscrire dans le système seront tout d'abord recherchées à partir des principales sources d'informations des PME-PMI (cf. figure 53).

Importance de la source	Nulle	Moyenne	forte
Sources internes à l'entreprise	12.5	30.2	46.6
Autres entreprises appartenant au groupe	56.5	17.2	12.9
Concurrents	36.1	28.4	9.5
Clients	20.6	30.9	31.8
Fournisseurs d'équipement et de logiciels	42.3	24.1	10.9
Fournisseurs de matières premières et de composants	40.4	23.2	10.2
Sociétés de conseil et de recherche marchande	76.1	6.9	1.6
Universités ou établissements d'enseignement sup.	71.1	9.0	2.7
Organismes publics de recherches ou institution privées	79.4	7.1	2.1
Publication de brevets	72.4	8.8	2.5
Conf., réunions, presse prof., bas. de don., réseaux	51.8	19.9	4.1
Foires et expositions	31.7	32.6	10.2

Figure 54 : les sources d'information des PME-PMI pour innover

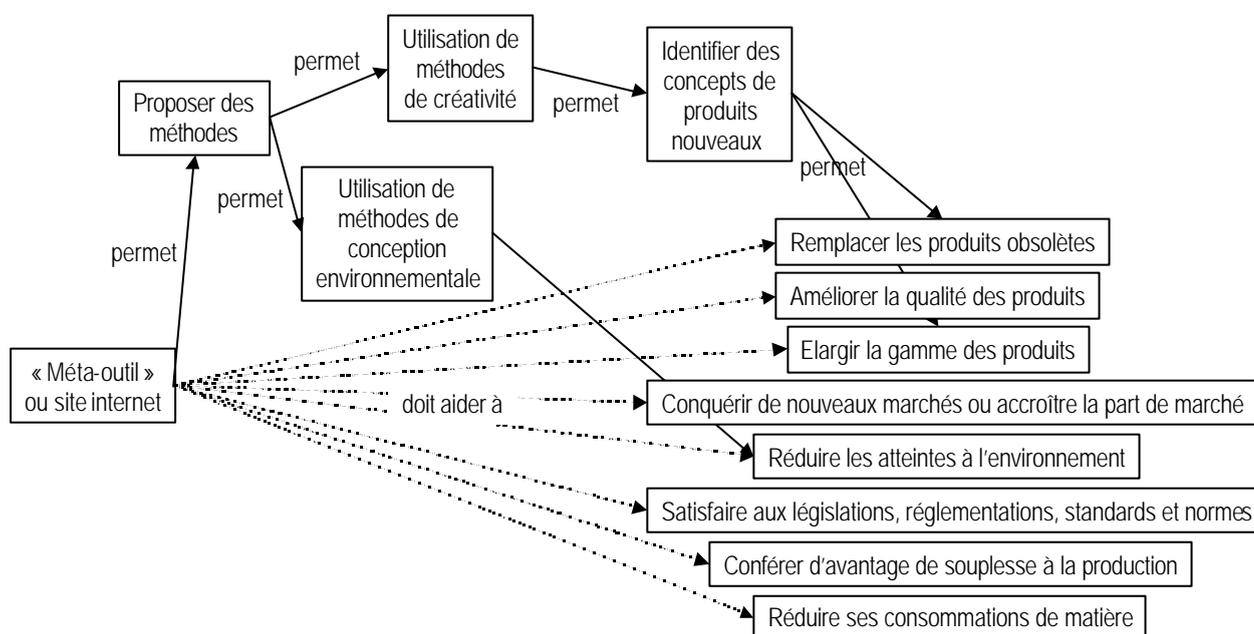


Figure 55 : Exemples de participation méthodologique du méta-outil aux préoccupations des PME

#### 4.3.2. Favoriser l'accessibilité

L'hypothèse que l'accessibilité est une notion centrale est liée au fait que pour favoriser l'innovation, il faut déjà supprimer tous les freins. Il est aujourd'hui stratégique de pouvoir rendre **accessible** un ensemble d'éléments au concepteur. En effet cela permet de réduire de manière conséquente les délais de développement d'un produit. Notre hypothèse est qu'il faut améliorer **l'accessibilité** de manière générale. Pour améliorer le management des connaissances dans les entreprises, l'amélioration de l'accessibilité des informations est nécessaire [DATCHARY 2000, DOU 1999].

Les modèles d'action et d'intervention pour résoudre les problèmes (figure 56) explicitent le but de l'interface représentée par le nouvel outil à concevoir : il s'agit de faciliter l'accès aux bons moyens pour innover. Cette position d'interface du « méta-outil » entre des problèmes et des solutions est représenté sur la figure 56, où l'intégration de l'outil dans les processus est clairement visible.

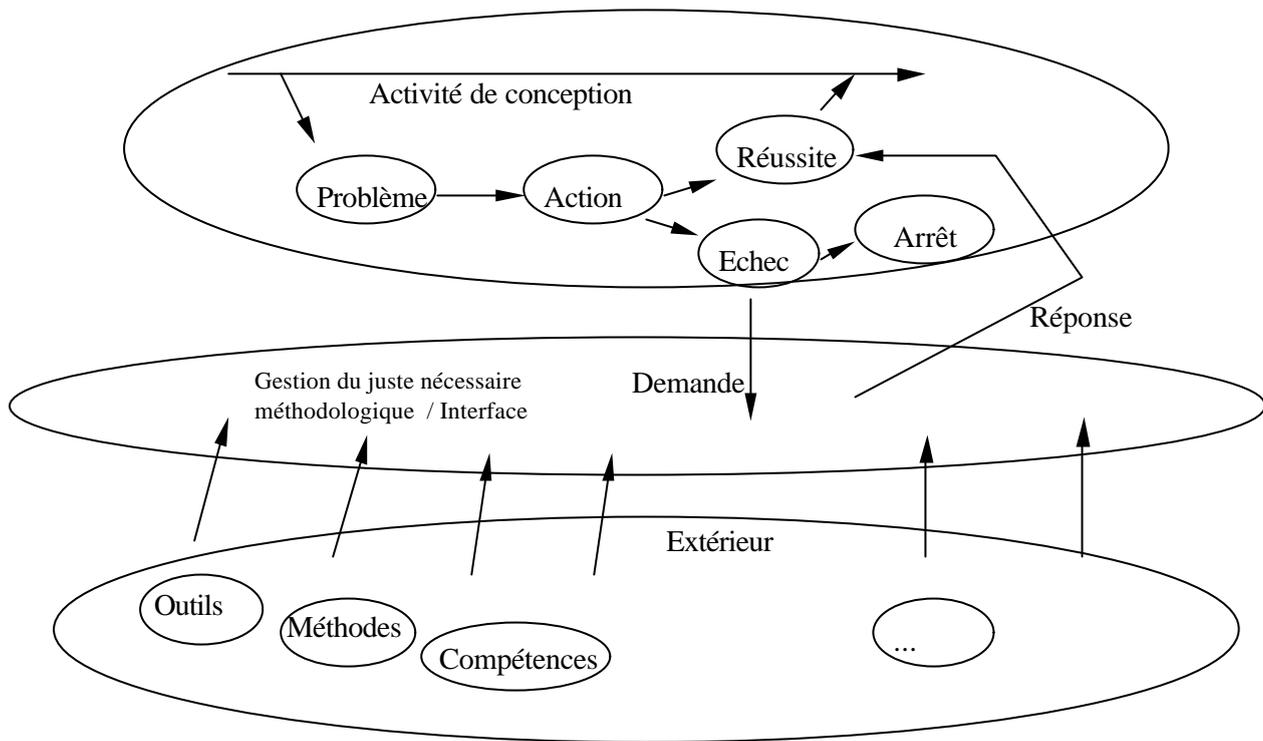


Figure 56 : Premier modèle de mise en place du juste nécessaire méthodologique

Un travail est nécessaire sur les outils et préconisations organisationnelles et méthodologiques et une interface est le moyen de prescrire plus facilement des éléments de méthode. Ce n'est pas un système réductionniste de bases de données. C'est plutôt un outil pour gérer du flou, de l'imprécis, car l'imprécis est réellement gérable et condition d'actions efficaces [MOLES]. Pour ce qui concerne la structure de l'outil, nous faisons l'hypothèse qu'il est quasiment impossible de définir sa structure *a priori*. Mais par contre nous considérons que de mettre en place une démarche de construction permet de parvenir aux objectifs.

#### 4.3.3. Prendre en compte les processus d'apprentissage

Innover consiste à intégrer du neuf dans un processus, dans une entreprise, ce qui se traduit *in fine* par une innovation sur le produit. Il y a donc un besoin d'acquérir des connaissances dans un processus d'innovation. Nous cherchons à construire un outil proche du concepteur en PME-PMI :

- pour l'aider à gérer la complexité dans laquelle se situe le projet,
- pour l'aider à structurer son action,
- pour être facilement informé sur les solutions qui lui sont disponibles.

#### L'apprentissage dans un paradigme constructiviste

Pour mieux définir le méta-outil nous nous inspirerons des processus d'apprentissage explicités par les sciences de l'éducation, notamment ce qui concerne l'apprentissage constructiviste [DUMONT 2000].

« 1. *L'apprentissage est un processus actif et constructif.*

*L'apprenant est l'acteur principal dans la construction de sa connaissance.*

2. *L'apprentissage est le fruit d'un lien exercé entre les connaissances antérieures et les nouvelles informations qui se présentent chez l'apprenant.*

*L'apprenant greffe les nouvelles informations dans le but de confirmer, de transformer ou d'infirmer une connaissance déjà existante dans sa structure cognitive. Lorsque les connaissances antérieures sont*

erronées, le processus pour déloger ces dernières est plutôt long et entraîne une négociation intense afin d'en déloger les fausses conceptions.

**3. Le troisième principe concerne l'organisation. Il fait référence à la nécessité d'organiser les connaissances afin de susciter un apprentissage significatif.**

**4. Le quatrième principe est relatif aux connaissances. En effet, en psychologie cognitive, les connaissances proposées sont les connaissances déclaratives, les connaissances procédurales et les connaissances conditionnelles.**

*Les connaissances déclaratives: elles se rapportent essentiellement aux connaissances théoriques. Ces connaissances font référence aux règles, aux principes qui régissent notre environnement. Les connaissances procédurales, comme le nom l'indique bien, concernent les connaissances relatives à une procédure. Ce type de connaissances est directement lié aux étapes nécessaires à la réalisation de l'action. Les connaissances conditionnelles font référence à la condition, c'est-à-dire au "quand" et au "pourquoi". Ce sont les connaissances les plus complexes et les plus difficiles à acquérir. On parle de connaissances stratégiques.*

**5. Le cinquième principe postule que l'apprentissage est le fruit d'un processus cognitif et métacognitif. La métacognition est la gestion des processus mentaux de l'apprenant. Elle permet à l'apprenant de jeter un regard sur l'apprenant qu'il est et de prendre conscience des processus cognitifs qui lui permettent d'apprendre.**

**6. Le sixième principe fondamental concerne la motivation. »**

Le nouvel outil devra pouvoir s'inscrire dans des processus d'apprentissage de type constructivistes. Mc KEE parle aussi de « meta-learning » pour signifier un fonctionnement de l'innovation en « double loop » d'après Argyris [MC KEE 1992]. Cette racine « méta » est à l'origine du mot « méta-outil ».

Concernant l'intégrabilité d'un outil d'aide à l'innovation, nous pouvons citer les travaux de LEGARDEUR, qui préconise pour faciliter l'intégration d'un nouveau métier, le concepteur de pièces composites notamment, l'utilisation d'un outil de saisie et de vision des informations. Cette vision des informations permet aussi de faire travailler des gens en groupe et constitue donc un outil de communication entre les acteurs du projet [LEGARDEUR 2001].

Le méta-outil a pour objectif d'assister l'acteur de conception. Il doit être très proche de sa manière de fonctionner et doit apporter des solutions pertinentes à ces demandes. Nous adhérons ainsi au principe de Joël De Rosnay : l'homme étant le pilote de ses instruments [DE ROSNAY 1995]. Cet outil doit en particulier intégrer les changements dû à l'acquisition de connaissances en retour d'expérience, c'est à dire qu'il doit être évolutif. Nous voyons très vite qu'un tel outil est intéressant mais paraît difficile à réaliser: pour cette raison nous mettons en place une démarche spécifique de construction inspirée des principes du constructivisme et de la systémique.

Nous avons choisi un support hypermédia qui permet à la fois une structuration d'informations, la capitalisation de connaissances, l'ergonomie, l'interactivité d'utilisation, l'auto-apprentissage possible et enfin sa grande diffusion au niveau du support, par exemple avec internet.

L'interaction est nécessaire, l'homme doit pouvoir piloter lui même ses outils. Nous prendrons l'exemple de l'automobile pour illustrer cette idée. Dans ce cas, le conducteur a un rôle fondamental lors de la conduite. C'est le conducteur qui choisit sa destination, sa vitesse, son itinéraire, sa date de départ... L'automobile n'est qu'un outil. Pour que le méta-outil soit un concept qui soit pérenne, il est nécessaire qu'il ne soit pas un donneur de leçons et qu'il ne gêne pas l'action. Le méta-outil doit donc automatiser ce qui est automatisable dans l'activité humaine du concepteur et qui l'ennuie ou lui pose des difficultés. La définition du mode d'action du méta-outil est sur ce point très précise. La prise de décision est toujours laissée à l'acteur, par contre la recherche

d'informations est assistée. On peut remarquer que les choix se font souvent par un processus intuitif, sans avoir toutes les informations.

## 4.4. CONCLUSION

Dans ce chapitre nous avons formulé l'hypothèse pour répondre à la problématique.

L'hypothèse : « La modélisation des processus de conception de produits doit favoriser l'intégration du juste nécessaire méthodologique » va être évaluée par des expérimentations industrielles dans le prochain chapitre. Le but est d'apporter des éléments pour aider le management de l'innovation au niveau méthodologique. D'une part l'approche systémique est intéressante pour analyser et modéliser les systèmes en action. Et d'autre part la construction progressive d'un outil support pour aider à la mise en place du juste nécessaire méthodologique permettra d'être près du terrain en proposant une solution adaptée.

**Il est évident que la recherche ne sera pas évaluée par rapport au test effectif du «méta-outil». Le but de cette recherche est de poser comme hypothèse que ce type d'outil est nécessaire et ensuite valider son besoin et en vérifier la faisabilité.**

# V. EXPERIMENTATIONS INDUSTRIELLES

« L'expérience est le nom que nous donnons à nos erreurs » - Oscar WILDE

## 5.1. INTRODUCTION

Pour commencer ce chapitre, nous expliciterons le protocole expérimental qui a été défini. Pour établir ce protocole, nous avons cherché différentes manières d'éprouver les hypothèses.

Les expérimentations ont pour but de montrer la contribution de la modélisation à la définition et à la mise en place du juste nécessaire méthodologique (figure 57). Nous montrerons :

- que la modélisation aide à définir ce qu'est le juste nécessaire méthodologique,
- qu'un interfaçage entre les problèmes et les solutions permet de mettre en place le juste nécessaire méthodologique.

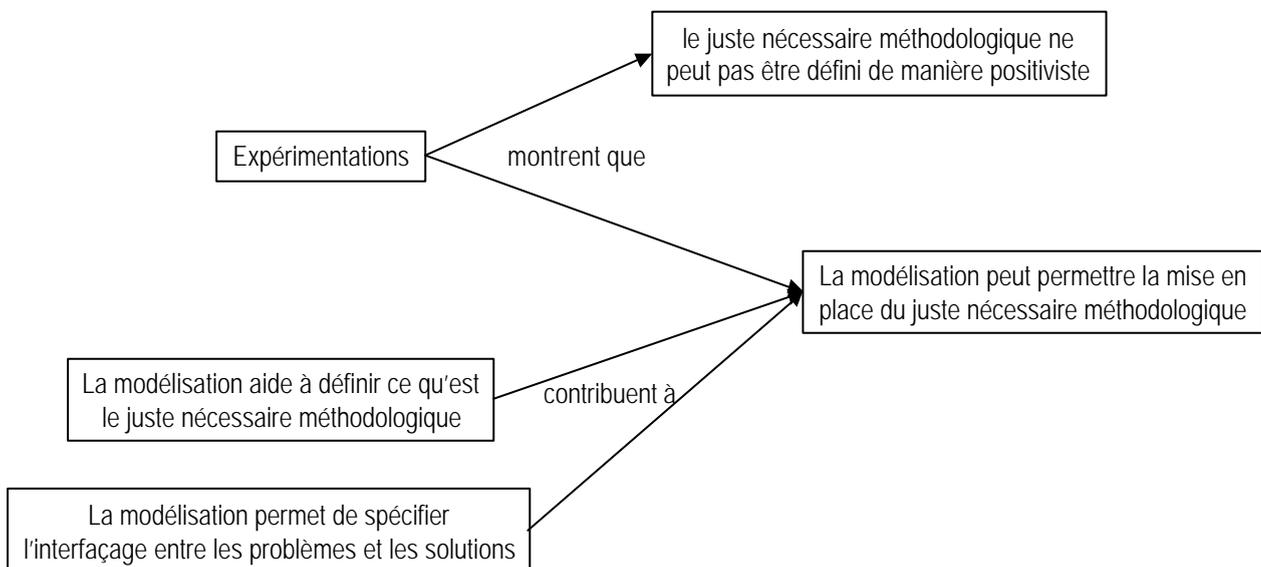
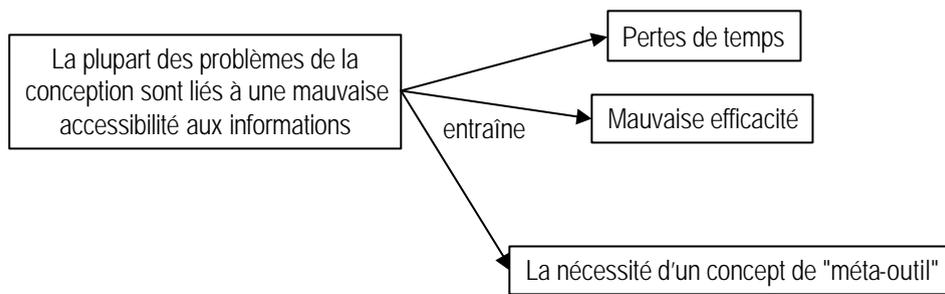


Figure 57 : Buts des expérimentations

L'objectif de cette partie est de montrer que quelques soient les projets, leurs contextes et leurs objectifs les problèmes de la conception peuvent souvent être vus comme des problèmes d'accès à l'information de différentes natures. Ces problèmes se traduisent par des pertes de temps. Ainsi l'accès à l'information nous paraît essentiel comme moyen de réduire les temps de conception. Le temps gagné peut servir soit pour innover plus, soit pour économiser sur les coûts de développement, soit pour acquérir une position concurrentielle plus avantageuse. Ces problèmes d'accès à l'information justifient en fait la nécessité d'un concept de méta-outil (figure 58).



*Figure 58 : Justification du besoin du méta-outil par les problèmes d'accès à l'information pertinente au cours des processus*

Dans ce chapitre, nous présenterons différents cas industriels qui serviront à démontrer les hypothèses (figure 59). La présentation des cas industriels expérimentaux montrera l'avancée progressive de la recherche. La première partie des expérimentations est une étude quantitative. Les deuxième et troisième partie des expérimentations font partie de l'étude qualitative.

La première partie des expérimentations consiste à analyser les problèmes des PME-PMI par rapport à l'innovation pour démontrer que le juste nécessaire méthodologique ne peut pas être modélisé de manière simple ou de manière positiviste : le nombre de facteurs influents est trop important. Il est donc nécessaire de placer le juste nécessaire méthodologique dans un paradigme constructiviste qui permet d'appréhender les problèmes et les solutions de manière progressive et efficace étapes par étapes.

La deuxième partie des expérimentations montre que les outils et méthodes sont modélisables et participent à l'amélioration des processus d'innovation. Cela passe par un choix des méthodes à utiliser et par une adaptation des méthodes aux cas rencontrés. Ces expérimentations montrent que la seule modélisation ne suffit pas, c'est-à-dire que les outils et méthodes doivent être modélisés dans le cadre de projets concrets pour lesquels ils sont utiles. On observe ainsi par les reformulations des acteurs-projet les phénomènes d'appropriation des outils et méthodes.

La troisième partie des expérimentations montre que les modèles sont efficaces pour améliorer les processus. Ceci est vrai à la condition que des acteurs modélisent les préconisations et les adaptent aux différents cas rencontrés. De plus il est nécessaire de veiller à la bonne intégration des principes méthodologiques dans les équipes projets. A l'occasion de ces expérimentations nous montrons l'existence d'un apprentissage de l'innovation à trois niveaux.

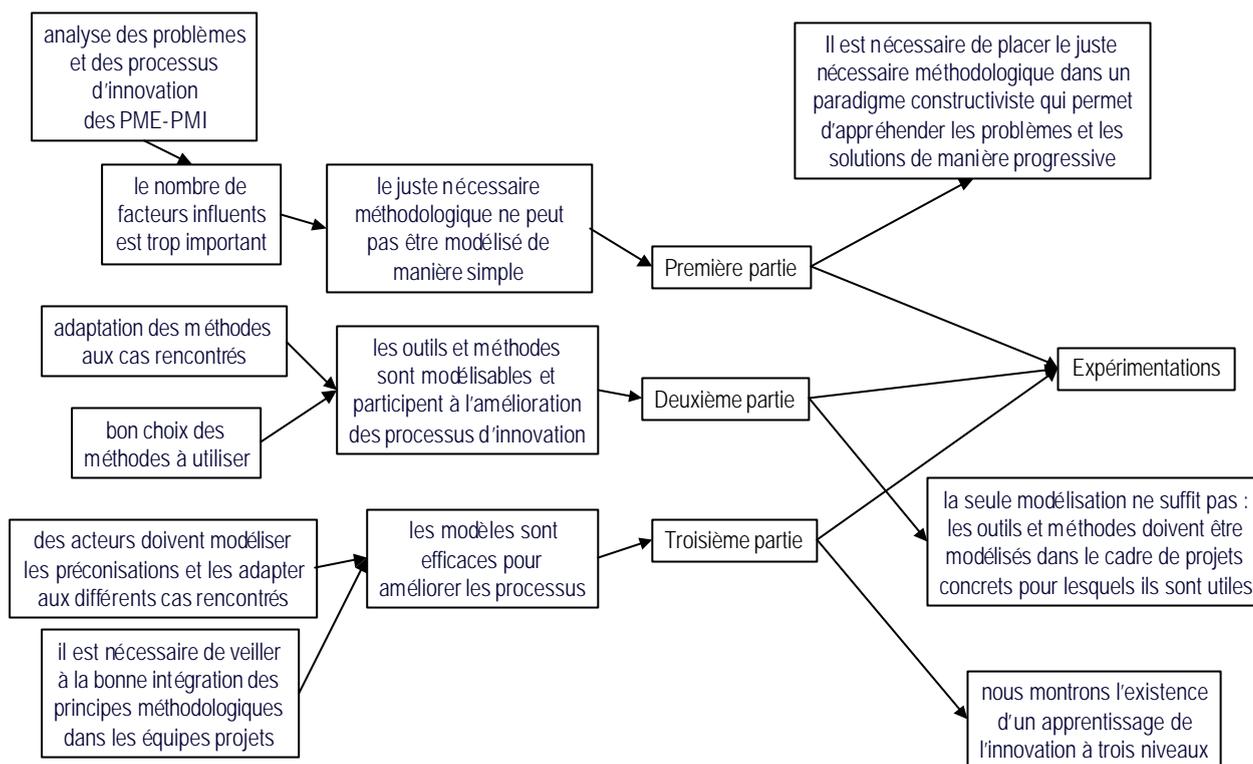


Figure 59 : Les démonstrations des expérimentations

## 5.2. LE PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Le protocole expérimental a été défini en accord avec notre positionnement épistémologique. La validation des hypothèses a été réalisée « par morceaux », c'est-à-dire que les hypothèses ont été validées parties par parties. La démarche constructiviste de notre recherche nous a amené à préciser au fur et à mesure notre objet de recherche. Cette démarche de validation nous a amené à redéfinir plusieurs fois plus précisément l'objectif de recherche.

Ces expérimentations permettent d'apporter des connaissances pertinentes, de natures nouvelles et validées par une confrontation au réel. Le résultat de notre recherche a pour but précisément d'identifier les facteurs importants. La valeur des connaissances apportées par cette recherche doit donc être évaluée par rapport à cette identification des paramètres et de leur pertinence. Il ne peut en aucun cas s'agir déjà d'informations nommées et chiffrées pour l'instant.

Le protocole expérimental définit aussi les caractéristiques de validité des connaissances produites, notamment le protocole expérimental comprend une définition des conditions de réfutabilité des hypothèses [POPPER 1991]. Dans notre cas la valeur des connaissances sera évaluée par rapport à la transférabilité des principes méthodologiques compris dans un outil ou dans une méthode. Cette transférabilité sera évaluée par rapport aux reformulations qui auront pu être faites sur un projet.

Les reformulations sont considérées comme valides pour montrer une hypothèse si l'acteur projet reformule simplement l'intérêt des outils et méthodes qu'il a utilisés et qu'il les juge positivement.

**Pour les besoins de l'expérimentation, le système d'interface sera représenté, de manière expérimentale, par un acteur-projet, effectuant une tâche spécialiste du management de l'innovation.** Les expérimentations de cette thèse ont été effectuées dans le laboratoire de

conception de produits et innovation de l'ENSAM-PARIS. L'activité de recherche a consisté à analyser des projets industriels afin d'en déduire des modèles de processus de conception et d'innovation pour l'innovation.

### **5.2.1. La validation par étapes dans le cadre d'une recherche constructiviste**

Il ne sert à rien de concevoir dans le détail *a priori* le protocole expérimental étant donné que le principe de test varie de manière importante. Cela est dû à notre positionnement épistémologique constructiviste. Il est nécessaire donc de passer par des validations partielles à différentes étapes. Dans un premier temps nous avons cherché à valider la faisabilité du concept. Ensuite nous avons cherché à le confronter à la réalité.

Etant donné la difficulté de montrer qu'une méthode est complexe en elle-même, nous chercherons essentiellement à identifier pour chaque méthode les caractéristiques suivantes :

- délimiter l'intérêt de la méthode concernée,
- identifier les principes actifs de la méthode,
- montrer sur le cas d'application, comment cette méthode influence les processus de conception et d'innovation,
- identifier les pré-requis nécessaires.

Les évaluations correspondantes à ces critères seront identifiées à partir des reformulations des acteurs-projet.

Pour valider les hypothèses nous détaillerons aussi à l'aide de différents projets l'appropriation de différents principes méthodologiques au cours de la dynamique d'innovation d'une entreprise.

### **5.2.2. L'analyse des reformulations pour constituer des preuves dans un environnement complexe et évolutif**

Nous avons choisi d'étudier les reformulations de différents projets et d'en tirer des interprétations. Ces interprétations sont validées parce qu'elles constituent des remarques concrètes de la part d'autres concepteurs. Une analyse des reformulations d'un projet nous apporte des preuves de la véracité des hypothèses, même si les reformulations sont contextualisées. Ceci permet au chercheur de ne pas être juge et partie car il fait appel à des données fournies par d'autres sujets. L'autre avantage de cette approche est que les connaissances produites sont construites et validées par une expérience réelle. Tout ceci est en concordance avec notre positionnement épistémologique.

Pour prouver l'hypothèse, les cas expérimentaux seront présentés par rapport aux reformulations effectuées par le chef de projet. La reformulation, au sens où nous l'entendons, représente la formalisation de principes méthodologiques éprouvés par une expérience et qui a pour objectif la diffusion d'une connaissance particulière. Concrètement les reformulations que nous avons observées se présentent sous la forme de méthodes ou d'outils méthodologiques qui montrent une volonté de la part d'un concepteur de transférer son savoir-faire. Les cas industriels reformulés ici ont été choisis en fonction des critères de sélection suivants :

- l'engagement des membres de l'organisation,
- la capacité à analyser la structure et à formuler des plans d'action,
- le changement de la structure du projet en cours de processus,
- le nombre d'éléments méthodologiques intégrés dans le processus d'innovation,
- l'adaptation aux stimulations de l'environnement.

Les reformulations doivent être en effet suffisamment complètes et approfondies pour

que la reformulation ne constitue pas une preuve de complaisance par rapport à un quelconque jugement extérieur. Nous considérons que les données inscrites dans les rapports sont :

- importantes,
- dotées de sens : en fonction des reformulations effectuées, nous pouvons en déduire le niveau d'apprentissage effectué ou le degré de compréhension des projets,
- relèvent ce qui est utile,
- des éléments de compréhension pour de nouveaux phénomènes que nous n'avions pas identifiés : ceci est lié au fait que notre paradigme de recherche soit constructiviste [THIETART 1999].

## **5.3. EXPERIMENTATION 1 : MODELISATION EN TROIS NIVEAUX D'APPRENTISSAGE DE L'ACTION DU JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE**

### **5.3.1. Analyse quantitative de 33 cas industriels**

Nous faisons dans cette partie un rappel des différents projets ayant servi de base à l'identification des modèles qui seront présentés par la suite. Ce corpus de projets permet d'avoir une représentation quantitative des phénomènes observés et permettra ou non de valider les hypothèses.

#### **Description succincte des 33 projets :**

Dans ce paragraphe 33 projets sont exposés brièvement. La grande majorité de ces projets contenaient les mêmes préoccupations :

- pour améliorer la conception des produits il semblait intéressant d'adopter une démarche de conception structurée,
- l'entreprise ne voulait pas se voir imposer une méthode pour arriver au résultat.

Les résultats de la recherche se présentent sous la forme d'une identification des éléments qui posent des problèmes aux concepteurs, notamment par l'identification de niveaux de savoir-faire en innovation.

#### **Origines et histoires des projets**

Certains de ces projets avaient pour origine le dépôt d'un brevet et la création d'une entreprise. Le but de ces projets était alors d'aider l'entreprise en création à rentrer dans des réseaux de partenariats et d'aider les entreprises à développer des connaissances nécessaires à leur pérennité.

D'autres projets ont été réalisés pour des PME-PMI souhaitant se différencier de leur concurrence ou au moins souhaitant résoudre des problèmes techniques par de la R&D. Certains projets ont été réalisés dans des grandes entreprises et il ne s'agit pas tant de conception de produits que de l'organisation de la conception de produits. Certains projets ont fait partie d'un cursus de formation au management de l'innovation et donc ces projets ont pu être des expérimentations de ce qu'il est possible de préconiser pour un groupe de concepteurs.

La catégorisation des projets a été réalisée en fonction des objectifs de ceux-ci et en fonction des contextes. Les différents projets sont classés dans cette catégorisation.

### **Amélioration d'un produit existant en PME-PMI**

Dans ces projets, la fonction et l'architecture du produit ne doit pas être modifiée.

Entreprise M : reconception d'une pompe industrielle en vue de permettre le pompage de produits plus abrasifs : conception mécanique, essais de pompes, résolution de problèmes (projet effectué en tant que chef de projet)

Entreprise CA (2 projets) : conception d'un système pour gaz haute pression : conception mécanique, essais et mise au point de prototypes (projets effectués en tant que chef de projet)

Entreprise A : conception d'un nouveau profilé pour les bâtiments (projet analysé en tant qu'observateur)

### **Conception d'un produit nouveau en PME-PMI**

Dans ces projets, les fonctions et l'architecture du produit ont été modifiées.

Entreprise FO : conception d'un dessalinisateur d'eau de mer : conception mécanique, recherche de fournisseurs (projet effectué en tant qu'acteur)

Entreprise P (2) : conception de nouveaux mobiliers de camping (projet suivi en tant qu'encadrant)

Entreprise S : conception de nouveaux produits (projet analysé en tant qu'observateur)

Entreprise PO : conception d'un outil de mesure du volume (projet analysé en tant qu'observateur)

Entreprise H : conception d'un nouveau support de présentation (projet analysé en tant qu'observateur)

Entreprise R (2 projets) : recherche de nouveaux concepts de produits (projet suivi en tant qu'encadrant)

### **Conception d'un produit nouveau et création d'entreprise**

Entreprise HY (2 projets) : étude de l'industrialisation d'un détecteur électromécanique de fuites d'eau : étude de faisabilité du projet et étude de réalisation jusqu'à la pré-série des pièces : conception mécanique et électronique, recherche de fournisseurs, gestion de la sous-traitance (1<sup>er</sup> projet en tant qu'acteur du projet, 2<sup>ème</sup> projet en tant qu'observateur)

Entreprise C (2 projets) : étude de l'industrialisation d'un nouveau procédé de cuisson : conception mécanique, étude design et ergonomique, recherche de fournisseurs (projet effectué en tant que chef de projet)

Entreprise E (4 projets) : conception d'un système facilitant le tri sélectif environnemental : animation de séances de créativité et organisation de la sélection des idées, conception mécanique, réalisation de prototypes, étude de l'industrialisation (projet effectué en tant que chef de projet)

Laboratoire L : conception d'un système d'amélioration de la vision pour les opérations chirurgicales (projet suivi en tant qu'encadrant)

Entreprise Y (2 projets) : étude de l'industrialisation d'une mini-fontaine à eau (projet suivi en tant qu'encadrant)

Entreprise CR : conception d'un vélo pliant (projet suivi en tant qu'encadrant)

Entreprise FY : conception d'un produit pour l'apprentissage du tennis (projet analysé en tant qu'observateur)

Entreprise G (2 projets) : conception d'un nouveau mobilier (projet suivi en tant qu'encadrant)

### **Amélioration de la conception dans une grande entreprise**

Entreprise B : étude de l'intégration d'un logiciel support de la méthode TRIZ dans un laboratoire de recherche d'une grande entreprise de cosmétiques (projet suivi en tant qu'encadrant)

Entreprise F : rapprochement entre deux services, modélisation d'une méthode de conception sous la forme d'un système hypertexte (projet analysé en tant qu'observateur)

Entreprise LE : Intégration de l'aspect environnement dans les processus de conception et d'innovation (projet analysé en tant qu'observateur)

Entreprise PL : Conception d'une méthode d'innovation dans une entreprise (projet analysé en tant

qu'observateur)

### Concours ayant pour objet une conception de produit (projets pédagogiques)

Concours FD: réponse à un concours pour une automobile futuriste (projet suivi en tant qu'encadrant)

Concours HA : concours sur la conception d'un nouvel habitat (projet suivi en tant qu'encadrant)

Par rapport à cette catégorisation des projets, nous faisons correspondre une catégorisation d'outils et méthodes à employer. Pour les projets d'amélioration de produit, les méthodes et outils qui permettent une optimisation sont plutôt adaptées. Pour les projets de recherche de nouveaux produits les séances de créativité sont plutôt indiquées. Si de plus l'entreprise qui porte le projet est en cours de création, il est nécessaire de prévoir un accompagnement.

Par rapport à ces différents projets, nous avons synthétisé les différents résultats marquants, positifs et négatifs (figure 60).

Projets	Projets à problèmes
M	Constitution de données techniques et rapports d'essais de solutions techniques – résultats techniques incomplets dus à une grande ampleur du problème
FO	Réalisation d'un prototype fonctionnel – délais de développement excessifs
CA	Validation d'un produit simple et efficace – temps de mise au point trop longs
C	Mauvaise gestion de projet et différentes erreurs dans le processus de développement – problème de compétence du chef de projet
B	Création d'un nouveau service – organisation trop floue autour du projet
A	Détection brutale des spécificités culturelles des PME-PMI
CR	Problème de solidité du porteur de projet
PO	Mauvais accompagnement du demandeur
LE	Difficultés organisationnelles d'intégration d'un nouvel aspect en conception

	Projets réussis
P	Changement de l'entreprise vers plus d'innovation
S	Formalisation d'une méthode de résolution de problème après une réussite sur le produit
HY	Aboutissement : vente du produit par un réseau de professionnels partenaires
E	Simplification du produit afin de baisser le prix de revient et le délai de développement – dépôt d'un brevet supplémentaire
L	Evolution vers un produit plus petit
Y	Enchaînement de la conception de plusieurs produits
FY	Le concept du produit a beaucoup évolué au cours du processus : résultat un produit plus petit et comportant de nouvelles fonctions
F	Modélisation d'un processus de conception pour aider la communication entre différents acteurs
PL	Création d'une démarche d'innovation appropriée par l'entreprise
H	Convaincre les non-concepteurs de la spécificité de la conception
G	Bonne gestion collective de la dynamique du projet – gestion efficace de 8 acteurs-projet
R	Des problèmes de communication malgré une bonne créativité du groupe projet – des résultats intéressants en terme d'innovation produit
FD	Bonne communication du groupe projet et dynamisme du projet
HA	Difficulté de la définition de l'objectif du projet et ses conséquences sur le processus – Ensuite démonstration d'un apprentissage rapide menant à un concept de produit intéressant.

Figure 60 : Analyse des résultats positifs et négatifs des projets

A l'issue de ces différents projets nous pouvons identifier différents modes de fonctionnement du processus d'innovation. Nous pouvons ainsi distinguer les éléments qui mènent vers des résultats positifs de ceux qui mènent vers des échecs. Ces différents modes de fonctionnement se situent par rapport aux contextes des projets, leurs objectifs et les moyens utilisés. Ces différents modes de fonctionnement nous montrent l'intérêt de proposer un nouvel outil d'assistance au processus d'innovation. De plus l'analyse des projets a permis de mettre en évidence trois niveaux d'apprentissage à l'innovation.

### 5.3.2. Identification de trois niveaux d'apprentissage d'innovation

L'abduction effectuée sur les 33 projets nous a permis d'identifier un modèle de fonctionnement en trois niveaux. Cette caractérisation est analogue à celle de MERCIER, notamment avec une notion de Niveau de Savoir-Faire en Innovation [MERCIER 1997]. L'abduction est similaire à l'induction, mais l'abduction définit un modèle complexe par rapport à une situation complexe. L'induction permet de formuler des lois à partir de cas particuliers; alors que l'abduction permet de formuler des lois à partir d'un ensemble de processus complexes. Les résultats de l'induction et de l'abduction doivent être testés car ils ne constituent que des hypothèses de travail [THIETART 1999]. Le modèle de la figure 61 synthétise les 3 modes de fonctionnement identifiés. Ce schéma représente trois boucles qui correspondent à trois niveaux d'apprentissage. Ces boucles dépendent du contexte, des moyens utilisés et des objectifs fixés.

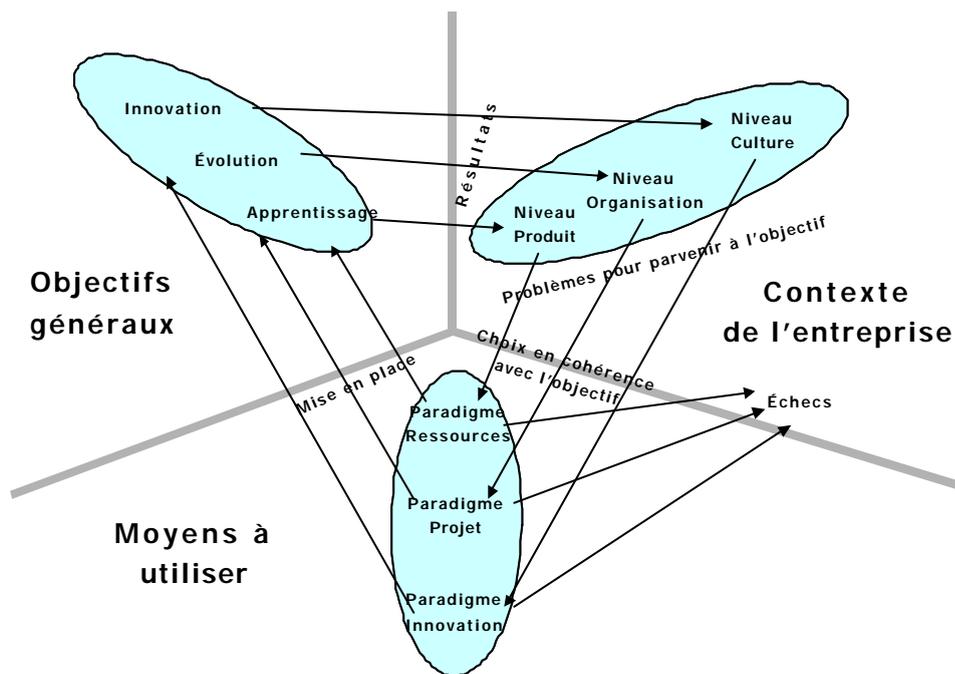


Figure 61. Modèle Contexte / Objectifs / Moyens issu de l'abduction

Le modèle de la figure 61 nous permet d'expliquer les échecs méthodologiques dans les PME-PMI. Les moyens à utiliser par l'entreprise doivent être en cohérence avec l'objectif, sinon, il y a échec.

Le tableau de la figure 62 valide la nécessité d'une prise en compte des différents niveaux d'apprentissage. Nous nous rapprochons ainsi des idées de diagnostic du processus d'innovation de CHANAL [CHANAL 1995] et de MERCIER avec les différents niveaux d'apprentissage des PME-PMI de la région PACA [MERCIER 1997]. Nous retrouvons dans la figure 62 l'explication des conséquences d'une mauvaise adaptation des objectifs des projets par rapport au niveau d'apprentissage de l'entreprise.

Projets	Niveau d' apprentissage de l'entreprise			Niveau d' apprentissage de l'intervention			Résultat
	1	2	3	1	2	3	
M		X		X			Echec car incompetence de l'intervention
C			X	X	X		Echec partiel car la prise en compte du phénomène d'apprentissage a permis de rétablir la situation.
CR	X				X	X	Echecs relatifs dus à la non transformation des idées en produit : l'évolution de la PME doit être accompagnée
PO	X				X	X	Echecs relatifs dus à la non transformation des idées en produit : l'évolution de la PME doit être accompagnée
CA	X			X	.	.	L'entreprise ne s'est pas appropriée la démarche d'innovation pour transformer les idées en produit commercialement rentable
Y	X	X	X	X	X	X	Difficile, car trop ambitieux, mais réussite car accompagnement de l'apprentissage
E		X			X		Réussite car ajustement permanent des compétences mobilisées et gestion de l'apprentissage commun

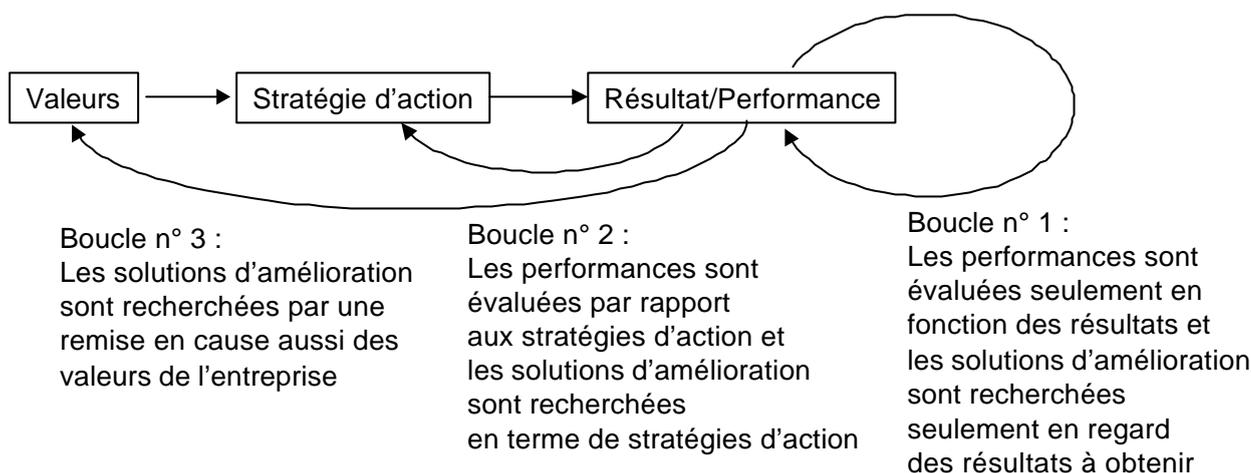
*Figure 62 : Tableau de caractérisation des échecs par mauvaise correspondance des différents niveaux d'apprentissage*

Nous avons constaté les éléments suivants :

- chaque niveau supérieur contient les niveaux précédents,
- dans certains cas, plusieurs niveaux co-existent pour des fonctions-clés d'un projet : par exemple, au niveau financier niveau 1 et au niveau technologique niveau 3.
- les objectifs d'un projet doivent être fixés en concordance avec le niveau d'apprentissage dans lequel se trouve le groupe projet.

### **Explicitation des différents niveaux d'apprentissage**

Une vision macroscopique correspondant à la stratégie d'action peut toujours être améliorée par rapport aux performances. Un changement interne et une dynamique d'amélioration passe par une redéfinition continue des valeurs directrices de l'entreprise (Figure 63). L'hypothèse de l'apprentissage semble bonne, étant donné la correspondance directe que nous pouvons faire avec les travaux de ARGYRIS [ARGYRIS 1978] et de BATESON [BATESON 1972].



D'après ARGYRIS et BATESON

*Figure 63 : Boucles d'apprentissage en deux niveaux*

Nous allons maintenant expliciter la figure 63. Il n'est pas possible de passer directement d'une entreprise n'innovant pas à une entreprise capable de faire de l'ingénierie concurrente. Pour cela on va proposer plusieurs étapes pour faciliter le changement de l'entreprise. Ces étapes sont aussi le moyen de mettre en place un processus d'apprentissage. Nous avons dégagé trois grands axes de travail qui sont une spécification des trois niveaux d'apprentissage :

1. Effectuer le changement sans remise en cause de la stratégie d'actions. Ce niveau correspond à l'apprentissage de niveau I de Bateson.
2. Effectuer le changement par remise en cause de la stratégie d'actions. Ce niveau correspond à l'apprentissage de niveau II de Bateson.
3. Effectuer le changement par la remise en cause des systèmes de valeurs de l'entreprise et des acteurs. Ce niveau correspond à l'apprentissage de niveau III de Bateson.

Le troisième niveau est l'objectif à atteindre, mais celui-ci est atteignable par la mise en place des niveaux 1 et 2.

### 5.3.3. Conclusion

Nous pouvons mettre en regard ce que nous avons observé et quantifié dans ces trente-trois projets par rapport aux différentes publications de statistiques sur l'innovation des PME-PMI citées au début de ce document : figures 16, 17 et 22. Nous pouvons constater que ces problèmes se retrouvent globalement dans tous les processus d'innovation. Ils sont plus ou moins critiques suivant les cas. La conséquence est la suivante, il est utile de quelque manière que ce soit que les PME-PMI puissent avoir accès à un ensemble de solutions par rapport à tous ces types de problèmes.

D'autre part comme ces problèmes peuvent intervenir n'importe quand au niveau du processus de conception et d'innovation, il est nécessaire d'avoir un système interrogeable de manière interactive et rapide.

Notre apport de connaissances se situe au niveau de la catégorisation des niveaux d'apprentissages pour lesquels il est possible de faire intervenir différents types de solutions. Ceci permet d'adapter les préconisations méthodologiques au projet et cela permet de définir le mode d'intégration global des différentes méthodes dans les processus de conception et d'innovation.

La première partie des expérimentations montre que le juste nécessaire méthodologique ne peut pas

être modélisé de manière simple : le nombre de facteurs influents est trop important. Il est donc nécessaire de placer le juste nécessaire méthodologique dans un paradigme constructiviste qui permet d'appréhender les problèmes et les solutions de manière progressive et efficace étapes par étapes (figure 64).

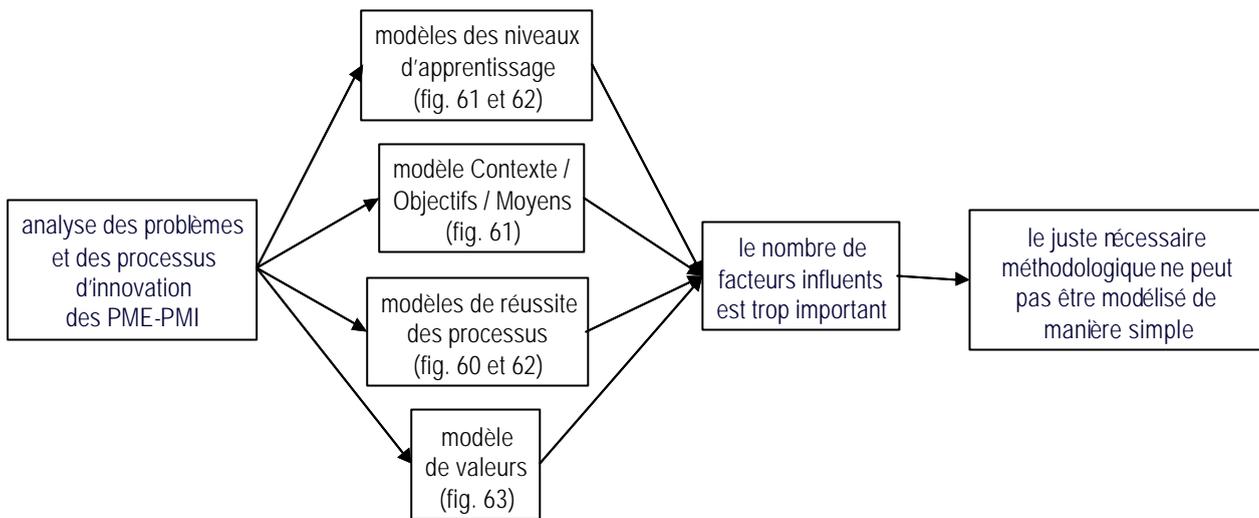


Figure 64 : Conclusion de la première partie des expérimentations

## 5.4. EXPERIMENTATION 2 : MODELISATION DE L'INTEGRATION DES METHODES JUSTES NECESSAIRES DANS LES PROCESSUS D'INNOVATION

### 5.4.1. Exemples de problèmes rencontrés lors de l'intégration d'outils méthodologiques

Cette introduction a pour but de présenter sur des exemples, les problèmes rencontrés lors de l'intégration de nouveaux outils méthodologiques. Nous traiterons le cas de la veille technologique et le cas de la méthode TRIZ.

Dans l'article [NGASSA 2000] pour lequel l'auteur a participé, l'application de la méthode TRIZ ou de la veille technologique apparaît comme nécessaire pour l'entreprise pour innover. Par contre l'intégration de ces nouvelles ressources dans une entreprise pose des problèmes.

De plus, avant de savoir comment s'y prendre de manière générale, il est nécessaire de caractériser les moyens que l'on veut intégrer. Nous citons la thèse de CHANAL qui ne manque pas d'indiquer que notamment les méthodes de créativité manque de caractérisation scientifique pour pouvoir être mieux comprises, utilisées et appréciées dans les entreprises.

### L'intégration de la veille technologique

En ce qui concerne la veille technologique, sauf dans de rares cas, son efficacité est un indicateur impossible à chiffrer, cela tient au fait qu'il n'y pas d'information utile *a priori*, l'information ne sert à rien si elle ne mène pas à des décisions d'action. De même que le coût de la veille est difficile à chiffrer car, pour bon nombre d'entreprises, la veille n'est pas une activité à part entière, mais une composante de l'activité quotidienne [LAINÉE 1991]. Ainsi la veille pratiquée quotidiennement

s'effectue d'une manière générale :

- sans formalisme,
- de manière intuitive,
- et les acteurs ne connaissent pas vraiment les phases du processus où effectuer la veille.

Pour que le processus de veille soit transversal et ne représente pas un investissement non valorisé, il faut recourir à un système de traçabilité et de capitalisation d'expérience partagé par tous les acteurs, à différents niveaux. Ce système doit être ergonomique et ne doit pas représenter une gêne dans la dynamique de l'acteur. Comment utiliser au mieux les ressources de l'entreprise et comment obtenir des idées nouvelles à partir des expériences passées? Il paraît nécessaire de rendre l'information facilement accessible lorsque le besoin se fait ressentir.

## L'intégration de la méthode TRIZ

La méthode TRIZ est un nouvel outil pour le concepteur. Son créateur GENRICH ALTSCHULLER a étudié et catalogué un grand nombre de brevets de manière systématique, pour en extraire les principes communs qui puissent être réutilisés. A partir de cette approche globale, il a développé une méthode de recherche de solutions adaptables à tout type de problème. Cette méthode, semble accroître considérablement le potentiel des équipes projets. TRIZ se base sur le principe représenté dans sur la figure 65.

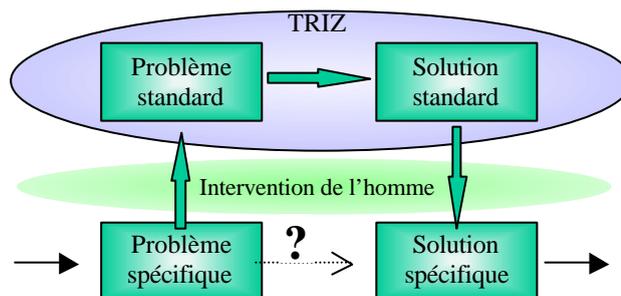


Figure 65 : Démarche d'utilisation de la méthode TRIZ

On trouve de nombreux cas positifs de l'application de cette méthode dans les publications, il nous est apparu opportun de présenter ici quelques limites afin de pouvoir guider les entreprises dans leurs choix. Nous constatons que TRIZ a deux composantes :

- une importante base d'informations,
- des systèmes efficaces de mise en correspondance de ces informations par rapport au problème posé et modélisé.

### Cas d'une entreprise

Des ingénieurs ayant été formés à la méthode, ont fait appel à TRIZ en tant qu'outil de créativité s'inscrivant dans une démarche d'analyse de la valeur. Ayant identifié le problème à résoudre, après des séances d'analyse fonctionnelle, l'utilisation de TRIZ et de son logiciel support pour la visualisation des effets semblait approprié. Il s'est avéré que TRIZ ne fournissait pas la solution au problème, mais par le biais de son utilisation, les concepteurs devaient faire preuve de créativité et cela à deux reprises. D'abord au moment de la formulation du problème. La difficulté venait du fait qu'il s'agissait de transformer un problème spécifique, bien défini dans un contexte donné, en un problème générique, déjà énoncé à l'avance et dont il existait une hypothétique solution, tout aussi générique. Cette tâche était d'autant plus rude lorsque le problème générique formulé abordait des connaissances scientifiques non maîtrisées par les concepteurs.

La deuxième difficulté apparaissait au moment d'interpréter la solution. S'agissant d'une solution

générique, elle nécessitait un tel degré d'abstraction qu'elle paraissait plutôt floue, voire non pertinente. L'objectif initial de TRIZ étant de rompre l'inertie psychologique qui empêche le concepteur de détecter des voies de solutions dans d'autres domaines de connaissance que le sien. Cependant en voulant entraîner ce dernier loin de son problème de départ, il lui devient par la suite difficile de concrétiser les propositions trop abstraites émises par cet outil.

#### *Difficulté du choix des solutions*

Il demeure délicat devant la multitude de solutions préconisées surtout avec l'utilisation du logiciel support de sélectionner de manière efficace celle qui serait vraiment idéale par rapport aux besoins de l'entreprise. En effet, certaines solutions bien qu'intéressantes vont s'appuyer sur certains effets scientifiques nécessitant des procédés de fabrication que l'entreprise ne maîtrise pas.

Le plus difficile avec la méthode TRIZ concerne l'assimilation de principes spécifiques. Son déroulement est certes simple, cependant la phase de résolution des conflits technologiques nécessite une bonne connaissance des quarante principes qui la régissent, voire leur maîtrise.

### **5.4.2. Trois projets en PME-PMI : L'appropriation des outils de conception pour innover**

Pour vérifier l'hypothèse que les méthodes sont utiles en général, nous présenterons différents cas industriels. La démonstration s'effectue par l'explication de quelques succès grâce à l'utilisation de méthodes. Dans les cas présentés on pourra juger du respect du protocole expérimental notamment au niveau de la qualité des reformulations.

Le but est d'effectuer une validation du besoin des outils méthodologiques en explicitant des projets où ce besoin est manifeste.

#### ***Vérification de l'amélioration de la créativité, par exemple***

Les projets suivants ont été réalisés par des concepteurs formés aux techniques d'animation de la créativité. Ces projets sont effectués dans le cadre industriel et nous considérons qu'il est nécessaire d'accompagner ainsi le déroulement de toute méthode par une formation adaptée.

#### **Reformulations du Projet H :**

Dans les reformulations de ce projet nous montrerons tout d'abord le contexte du projet et les différents éléments le constituant. Le but de l'explicitation précise du contexte est de permettre une analyse de l'intégrabilité de la créativité par rapport à un contexte où se situe l'entreprise.

Nous rappelons au niveau de la méthode de démonstration, qu'il est nécessaire de citer l'acteur projet lui-même afin de réellement évaluer les transferts méthodologiques qui ont été effectués.

#### ***Contexte du projet***

**« La problématique industrielle est la conception d'un produit innovant qui puisse se démarquer sur le marché actuel afin de favoriser l'accès et le positionnement de la société sur le marché de concepteur de matériel d'exposition.**

**En effet la société H souhaite s'affirmer en tant que concepteur sur le marché du matériel d'exposition. L'entreprise, possédant à ce jour peu de connaissances en conception de produit, entend réorienter son schéma directeur d'activité vers une indépendance technique (conception et fabrication).**

**La problématique de recherche ou problématique scientifique du projet est double et concerne la mise en place du processus de conception et d'innovation demandé implicitement par l'entreprise. Comment déclencher l'innovation et favoriser l'implication de l'entreprise dans le processus de conception d'un concept innovant ?**

*Les **contraintes du projet** résultent à la fois du secteur dans lequel est implantée l'entreprise, mais aussi de ses méthodes et de sa conception du travail qui créent son organisation. Les P.M.E. sont généralement représentées comme des espaces de travail « intimes » s'organisant autour d'un « seul homme » et doués d'une grande capacité d'« improvisation ». Dans notre cas, l'entreprise H compte 5 personnes dont deux seulement en France, et n'a commencé son activité que depuis trois ans : une certaine forme d'improvisation existe et particulièrement dans la conception des produits. Presque aucune méthode n'est employée dans leur projet.*

*Parallèlement, l'entreprise est considérée comme une start-up, c'est à dire une société qui investit beaucoup en très peu de temps. La pression sur le travail est très forte ce qui pousse l'entreprise à vouloir toujours aller plus vite. Leur vision du travail et leurs conditions de travail les poussent bien souvent à ne se référer qu'au concret, indice d'état d'avancement du projet, et à mettre de côté le travail plus théorique.*

*Enfin, le manque de connaissance en conception de produit a favorisé la mise en place au sein de l'entreprise d'une démarche de conception par essai / erreur, avantaagée par les faibles coûts de fabrication en Chine : « l'erreur ne coûte pas cher d'un point de vue financier mais cher d'un point de vue temporel ». » [VALETTE 2001]*

Par rapport à cette description du contexte nous allons maintenant voir quelles sont les solutions qui ont été mises en place dans le cadre d'une démarche globale d'innovation.

*« De nouvelles méthodes de travail, pourrait provoquer des comportements de rejet.*

*Une démarche de prise en compte de l'utilisateur et de son activité dès le début du projet a été mise en place : l'entreprise H débutait sur ce marché et disposait de peu d'informations sur l'utilisateur final. La démarche de mise en évidence de ces informations concrètes auprès de l'entreprise, ne pouvait que renforcer leur motivation sur ce marché.*

*Afin de favoriser les étapes suivantes du projet, nous préconisons une intervention active de l'entreprise. Une intervention concrète autour des maquettes en adoptant la démarche utilisée par l'entreprise pour la mise au point des produits qu'elle fabrique. En effet, le passage au congrès permet de rassurer sur l'état d'avancement du projet et de pousser à la participation.*

***Cet outil a été l'un des plus pertinents dans la remise en cause des acquis de l'entreprise.** Les résultats de ces observations ont été présentés régulièrement aux acteurs du projet durant les phases de recherche créative. Ils ont permis la proposition de nouveaux concepts. » [VALETTE 2001]*

Nous allons maintenant analyser le retour d'expérience de l'utilisation des outils méthodologiques jugés nécessaires par rapport au contexte du projet : l'analyse fonctionnelle... Ce qui est intéressant dans cette reformulation c'est la démonstration de toutes les liaisons qui existent entre les éléments du projet, et comment celles-ci peuvent être structurées par un travail méthodique. Cette étude de cas montre que l'approche méthodique efficace permet à la fois d'aller plus vite et d'être plus créatif au niveau des solutions proposées.

#### **« Analyse fonctionnelle**

*La première étape du projet a consisté à réaliser une analyse fonctionnelle du produit à concevoir sur la base du cycle de vie de deux gammes industrialisée par l'entreprise. Cette analyse fonctionnelle avait pour objectif de spécifier les contraintes et les exigences techniques, d'usage et de fabrication. Elle a été réalisée sous forme de deux brainstorming. Au delà de cet aspect,*

*l'analyse fonctionnelle a permis à l'équipe projet de mieux connaître l'organisation de la production au niveau de l'usine en Chine et de mieux connaître l'ensemble des phases de manipulation et d'utilisation du produit (transport, déballage, utilisation sur les salons...). Elle a donc participé, grâce à son caractère méthodologique, à une prise de recul de l'entreprise sur son propre fonctionnement, et à une prise de connaissance de la notion d'utilisation et d'activité sur les salons. Cette analyse fonctionnelle a été la base du processus de remise en cause des acquis de l'entreprise pour la conception d'un tel produit.*

#### **Analyse de l'existant.**

*Objectifs : Connaître l'ensemble des solutions proposées sur le marché afin de positionner l'innovation.*

*Moyens : **Analyse de la concurrence** : une étape essentielle pour se positionner par rapport à ses concurrents et explorer ce qui n'a pas encore été fait.*

*Cette recherche a permis de mettre en évidence qu'il existe une pluralité de solutions proposées sur le marché mais que l'offre restait très homogène d'un point de vue fonctionnel. Elles ont pu également montrer que les exposants leurs attribuaient ou « essayaient » de leur attribuer de nouvelles fonctions : par exemple la délimitation de zone de stockage des affaires personnelles et professionnelles des exposants.*

*Ce travail a permis à l'équipe projet de se rendre compte qu'il y avait peut être un moyen de proposer autre chose. **Cet outil a été l'un des plus pertinents dans la remise en cause des acquis de l'entreprise.** Les résultats de ces observations ont été présentés régulièrement aux acteurs du projet durant les phases de recherche créative. Ils ont permis la proposition de nouveaux concepts.*

#### **Se positionner sur le marché**

*Dans le but de se positionner et définir les objectifs de l'entreprise et du produit, un mapping sémantique produit a été réalisé.*

***Le mapping a permis de définir la stratégie de l'entreprise H. Il a provoqué une réorientation du projet concernant la catégorie du produit à réaliser.***

*La société H s'est positionnée suivant un axe particulier du mapping produit ne souhaitant plus poursuivre dans le domaine de la structure légère, transportable à dos d'homme mais plutôt vers une structure plus lourde et plus stable, adaptée au marché américain où les normes de sécurité sont très sévères. L'objectif initial de réalisation d'une gamme de trois produits s'est modifié. Il s'agit plus aujourd'hui de réaliser un produit standard qui, de par ses accessoires, permettra de réaliser plusieurs fonction. Parallèlement, le marché de la structure légère tend à se saturer et la société H ne peut plus être compétitif sur ce secteur de marché. » [VALETTE 2001]*

#### **Projet Y : Adaptation d'un outil existant à une entreprise**

Pour compléter la présentation du précédent projet, nous montrons ici l'impact organisationnel de l'introduction d'un outil méthodologique : la fiche-idée. Cet outil méthodologique a été choisi par le chef de projet pour pallier à certains problèmes de communication et de centrage sur les objectifs (cf. figure 66).

« L'outil utilisé dans notre cas est les fiches idées, en effet, l'exploitation de cette technique nous a permis de justifier dans le temps toutes solutions écartées à un instant donné, et garder ainsi une trace pour une éventuelle reprise par rapport à une nouvelle technologie ou de nouvelles données.

La phase de conception du format des fiches idées est également importante par rapport à la pertinence du document.

L'auteur doit concevoir sa fiche idée, en tenant compte d'autres contraintes, tel que le profil des membres de l'équipe pluridisciplinaire, car ils sont appelés à exploiter ce document de plusieurs manières, soit en apportant des modifications, adaptation, changement ou tout simplement servir de base pour la génération d'autres idées, pendant les séances de créativité. Une fiche idée claire favorise notamment la communication et la productivité au sein même de cette équipe. » [BENFRIHA 2001]

	Fiche idée N° _____	<b>Thème :</b> Recherche d'architectures produit
<b>Projet :</b> mini- fontaine réfrigérante et chauffante		
<b>Résumé :</b>		
<b>Mots clés :</b>		
<b>Croquis :</b>		
<b>Nom du fichier :</b>		

Figure 66 : Mise en place des fiches-idées dans une petite entreprise

Cet outil méthodologique : la fiche-idée a été utilisé pour structurer le processus de développement du produit, notamment pour éviter les retours en arrière et les hésitations. Ces fiches-idées ont été le support de prises de décisions efficaces.

### **Projet HA : Reformulation de l'utilisation d'un outil au cours d'un projet**

Ce cas présente un outil spécifique qui a permis d'aider le groupe projet à prendre des décisions. Le groupe projet était en effet indécis devant une multitude de possibilités de développement. La représentation des différents éléments définissant le produit sur un même support a permis au groupe de synchroniser les différents acteurs par rapport aux objectifs et leur a permis ainsi de débloquer le processus de conception.

Nous retranscrivons ici la reformulation de ce groupe de concepteurs par rapport à ce qu'ils ont retenus de cet outil méthodologique et de son intérêt. La méthode Sens-fonction-structure a été formalisée à partir d'un modèle identifié dans une thèse [GERARD 2000].

#### **« Méthode des Sens, structure et fonctions**

*Cette méthode permet de concevoir un produit en prenant compte, en amont de la conception proprement dite, des liens fonctionnels, structurels et sémantiques.*

#### **Présentation de l'outil**

*L'application de cette méthode implique une bonne maîtrise de toute l'information concernant le projet, ceci ne signifie pas de la retenir, mais de l'avoir regroupée au moment de l'application de la méthode. Elle mobilise l'équipe projet dans son ensemble, tant dans la préparation, recherche d'information qu'au moment de la phase créative.*

*La façon de présenter l'information dans cette dernière phase est très importante, elle doit être*

*claire, visible et compréhensible, utilisant le plus d'images possibles. Il faut faire une classification selon 3 axes : la structure, le sens et les fonctions. Cette classification permet de bien visualiser l'ensemble pour faire le lien entre les trois secteurs et formuler ainsi des scénarios de développement choisis par le groupe.*

*Dans l'application de la méthode à notre projet nous avons déposé toute l'information sur une grande table sous différentes rubriques : les structures (fiches idées etc.), le sens (types de catastrophes, etc.) et les fonctions (cahier de charges fonctionnel, etc.)). C'est ainsi que nous sommes arrivées à identifier 7 scénarios, parmi lesquels nous en avons choisi un.*

*Dès le début du projet nous avons une idée de notre positionnement par rapport au projet, mais il nous était impossible de nous y fixer. La méthode nous a permis donc de réunir toutes les idées, de les formaliser en scénarios possibles avec éventuellement des solutions.*

*Il faut d'abord décrire la situation, puis énoncer les fonctions auxquelles doivent répondre le produit dans de telles situations, et seulement après proposer des solutions. Une fois tous les scénarios décrits l'équipe projet doit faire le choix pour se positionner. »*

Avec cet outil, les acteurs du projet ont réellement pu se mettre d'accord alors que la situation était bloquée depuis un certain temps. La prise de décision a ensuite été très rapide et le projet s'est ensuite très bien passé. Le résultat de ce projet a montré un travail de profondeur au niveau de la justification conceptuelle des choix et le résultat obtenu sous la forme d'une maquette était très pertinent par rapport au problème posé.

### **Projets E**

Nous avons appliqué une approche d'intégration rapide et juste nécessaire de différents outils méthodologiques. Ainsi rapidement nous avons conçu un produit 5 fois moins cher que prévu et répondant de manière efficace au cahier des charges.

Dans une première partie nous avons identifié le besoin méthodologique par des questions-réponses. Nous avons ensuite déduit les différents éléments de méthodes utiles pour ce projet. De plus l'animation des différents outils a pu être adaptée au contexte du projet.

Dans une deuxième partie nous avons appliqué les méthodes de manière très flexible, et modifiées par rapport au contexte évolutif du projet. Les méthodes ont été appliquées comme des outils d'animation et comme support d'information permettant d'avoir une idée des bonnes questions à poser.

La recherche constante de l'adaptation des outils méthodologiques aux problèmes rencontrés, au contexte et aux objectifs du projet a permis de dynamiser le processus de développement du produit innovant. Ce projet a été une réussite car il y a eu un bon équilibre entre l'accompagnement méthodologique pour structurer la démarche et la recherche de solutions concrètes dans des délais courts. Ce projet s'est terminé par un délai court de mise sur le marché, ainsi que par un dépôt de brevet supplémentaire au bout de huit mois de développement.

### **5.4.3. Conclusion**

La deuxième partie des expérimentations montre que les outils et méthodes sont modélisables et participent à l'amélioration des processus d'innovation (figure 67). Cela passe par un choix des méthodes à utiliser et par une adaptation des méthodes aux cas rencontrés. Ces expérimentations montrent que la seule modélisation ne suffit pas, c'est-à-dire que les outils et méthodes doivent être modélisés dans le cadre de projets concrets pour lesquels ils sont utiles. On observe ainsi par les reformulations des acteurs-projet les phénomènes d'appropriation des outils et méthodes.

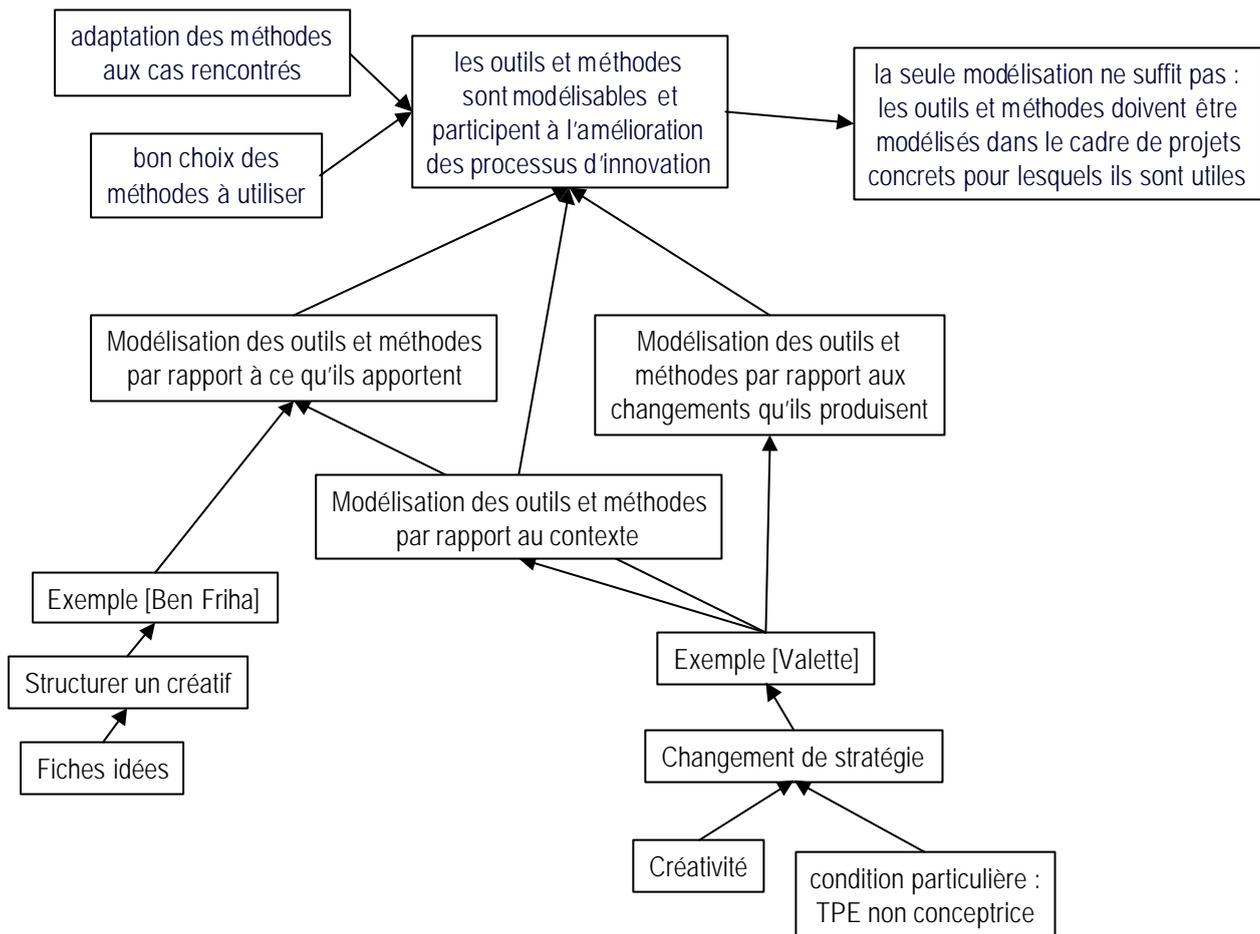


Figure 67 : Conclusion de la deuxième partie des expérimentations

Ces quelques cas montrent combien il est nécessaire d'approfondir la question des outils méthodologiques en conception. Pour être pertinent, il faut se poser les bonnes questions plus générales des nouvelles ressources à intégrer :

- En quoi l'intégration de nouvelles ressources pose problème dans le fonctionnement des entreprises ?
- Quel est le fonctionnement des entreprises ? Ce fonctionnement est-il compatible avec les nouvelles ressources à intégrer ?
- Quels types de problèmes sont rencontrés ? Est-il possible de les résoudre avec cette solution ?
- Problèmes de non-rentabilité ? Est-ce que l'investissement dû à l'intégration de la nouvelle ressource peut être risqué ?
- Quelle valeur ajoutée est attendue ?
- Y-a-t-il des problèmes de complexité et de non compréhension ?

Les entreprises ignorent souvent l'existence des nouveaux outils et méthodes, et qui pourraient leur apporter beaucoup. Ce manque d'informations est nuisible à la créativité et à l'innovation. Nous rechercherons des modèles et des moyens permettant de préciser à quel moment particulier du processus, l'utilisation des outils et ressources est la plus pertinente. Comment pourrait se faire cette intégration ? Différents modes d'intégration sont possibles :

- faciliter le bon choix de l'entreprise par rapport à ses objectifs et contraintes,
- étudier la faisabilité de l'intégration : vérifier par un test, l'adaptation de l'outil au problème posé,
- définir une stratégie d'implantation de la nouvelle ressource,
- faciliter l'utilisation des outils, proposer des guides ou une assistance,

- former les acteurs,
- intégrer une personne déjà experte, représentant un métier à intégrer.

Dans les nouveaux modes de travail orientés essentiellement par les objectifs, la performance tient à la capacité de coordination entre toutes les tâches et ne mobilise pas nécessairement des qualifications précises, mais fait appel beaucoup plus à l'expérience et au savoir-faire. Les entreprises ont besoin de se reposer sur leurs savoir-faire propres pour mieux comprendre la complexité de l'environnement, pour être plus réactives et même proactive. La partie suivante a pour objectif de montrer comment ces différents éléments contextuels peuvent amener à prouver la nécessité d'un outil supplémentaire pour les processus d'innovation.

## **5.5. EXPERIMENTATION 3 : VALIDATION DE L'INTEGRATION DE MODELES DU JUSTE NECESSAIRE METHODOLOGIQUE DANS DES PROCESSUS D'INNOVATION**

Les niveaux d'apprentissage ont été identifiés dans la partie précédente. Il s'agit ici de valider ces niveaux d'apprentissage et de vérifier qu'une PME-PMI peut passer d'un niveau à un autre. Ces expérimentations s'effectueront sans le méta-outil, mais par contre le suivi de différents projets permettra de simuler le fonctionnement de l'outil dans l'entreprise. Le suivi des différents projets sera effectué par une personne experte et le méta-outil lorsqu'il sera constitué assistera cette personne. Le méta-outil est en quelque sorte un système expert.

### **Les trois niveaux d'apprentissage de l'innovation supportés par le méta-outil**

L'intérêt de ces trois niveaux est de permettre une préconisation plus facile des outils de conception nécessaires, car chaque entreprise se trouve dans une situation qui lui est propre.

#### ***1<sup>er</sup> fonctionnement : cas d'une entreprise qui veut créer un nouveau produit***

Pour créer un nouveau produit, cette entreprise va devoir intégrer de nouvelles ressources. La mise en place de ces nouvelles ressources est fortement liée à un processus d'apprentissage.

#### ***2<sup>ème</sup> fonctionnement : cas d'une entreprise qui veut améliorer son organisation de la conception***

Dans ce cas l'entreprise doit chercher à résoudre des problèmes organisationnels. Le domaine d'intervention est alors celui des projets et non celui des ressources. Le résultat observé de ce fonctionnement est une évolution de l'entreprise et de son mode de fonctionnement.

#### ***3<sup>ème</sup> fonctionnement : cas d'une entreprise qui cherche à créer une dynamique d'innovation***

Dans ce cas l'entreprise va mettre en place des moyens du domaine de l'innovation : faciliter la créativité et la communication, supprimer les freins...

### **Dynamique de l'innovation dans la société P**

Pour valider ces modèles et les enrichir, nous avons mis en place une étude quasi-expérimentale. Il s'agit d'un projet P de conception de produits et d'apprentissage à l'innovation. Pour le projet P, nous avons traduit le modèle en termes compréhensibles, par rapport à la stratégie de l'entreprise (cf. figure 68).

### Modèle de démarche établie par palier:

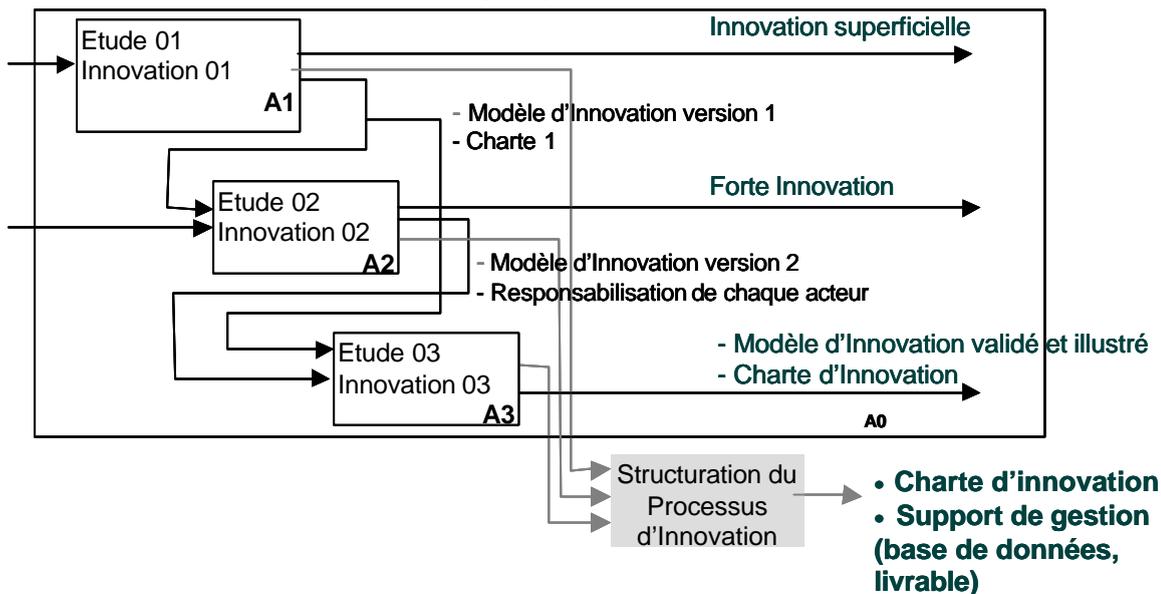


Figure 68. Démarche proposée à la PME pour rentrer dans une dynamique d'innovation

Des modélisations SADT [IGL TECHNOLOGY 1989] ont été réalisées pour montrer l'évolution des processus d'innovation. L'évolution des chartes de l'innovation montrent aussi une prise en compte de l'innovation dans l'entreprise (cf.figure 68). L'intervention a porté un effort particulier au niveau pédagogique. Les acteurs de l'entreprise ont pris conscience des phénomènes liés à l'innovation. Nous retranscrivons ici les reformulations du chef de projet :

« Le projet 03 permet de travailler avec l'équipe de conception sur un projet complet. A ce titre, il permet d'une part de compléter la méthode d'innovation en y ajoutant les phases amont de préparation du lancement d'un processus de conception de produit nouveau, et d'autre part de faire pratiquer par l'équipe ce qu'elle a déjà pu voir sur les autres projets. Cette phase de «pratique accompagnée» est très importante puisqu'elle permettra partiellement à l'issue de ce projet d'évaluer dans quelles mesures la méthode de conception a été intégrée par l'ensemble de l'équipe. » [TESSON 2001]

### Définition d'un processus global

La figure 69 représente une modélisation du processus de conception de produits nouveaux dans la société P. Ce modèle représente le passage de la société P au niveau 2 du méta-outil.

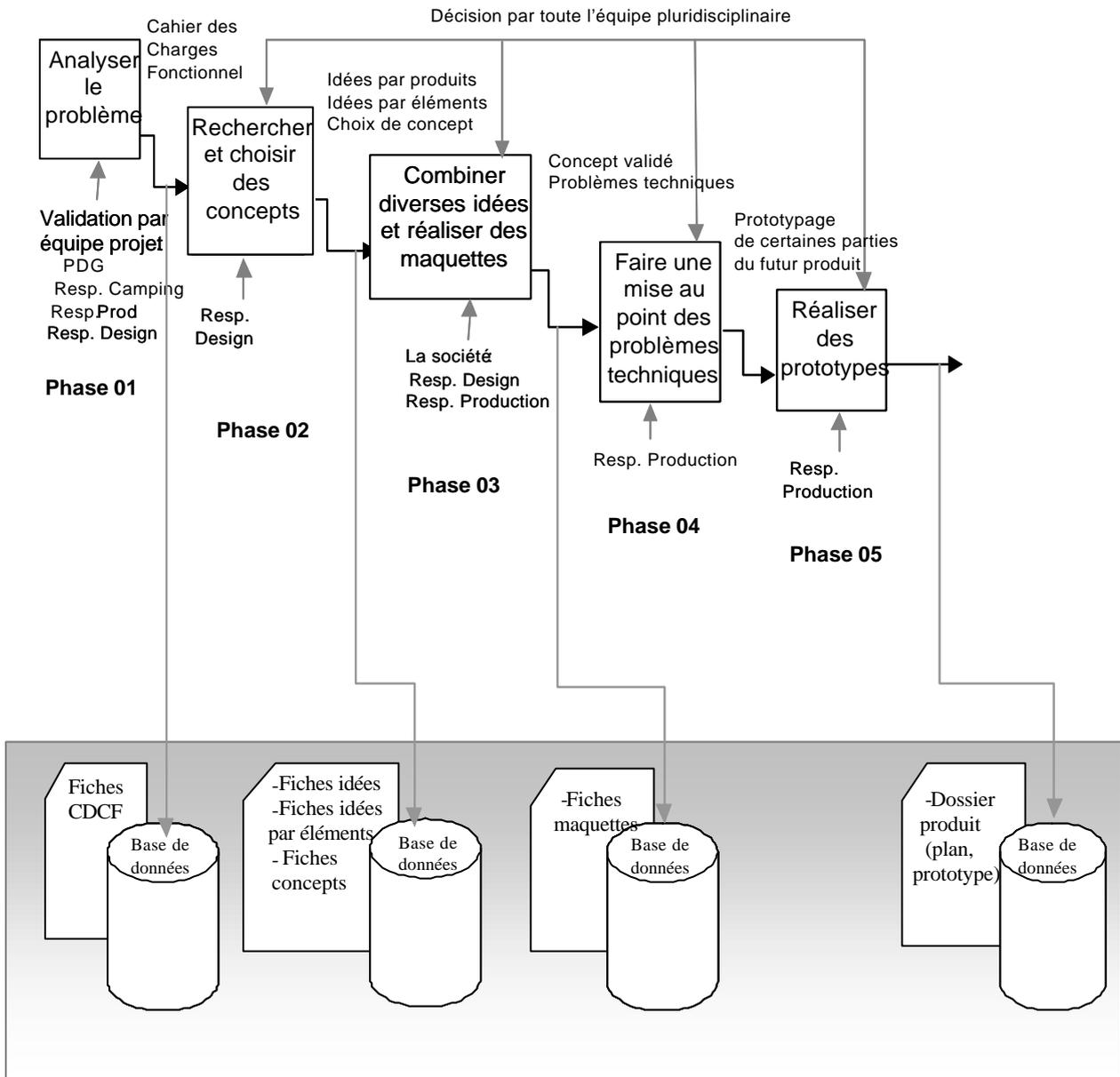


Figure 69 : Processus global mis en œuvre avec les formalisations effectuées

**Définition d'une charte d'innovation**

Le but est de faire comprendre l'esprit dans lequel l'entreprise doit se trouver pour parvenir à créer des innovations sur les produits (cf. figure 70).

Que faut-il faire pour innover ? :

- **Créer une équipe pluridisciplinaire.**
  - Réunion des compétences diverses et spécialisées.
  - Interventions spécifiques de chacun à différentes étapes de la conception.
- **Impliquer et fédérer chaque personne concernée par le projet.**
  - Mobilisation de chaque acteur, coordination entre les services : financier, production/ fabrication et marketing.
  - Responsabilisation de chaque acteur.
- **Réunir régulièrement toute l'équipe pluridisciplinaire, afin de :**
  - Faire le point.
  - Discuter, choisir et prendre des décisions ensemble.
  - Intégrer les contraintes de conception au bon moment (suffisamment tôt).
- **Suivre une démarche de conception de produits de manière progressive, en 5 phases :**
  - Analyser le problème.
  - Phase Macro :
    - Rechercher et choisir de concepts.
    - Combiner diverses idées et réaliser des maquettes.
  - Phase Micro :
    - Faire une mise au point des problèmes techniques.
    - Réaliser des prototypes.
- **S'appuyer et alimenter un support de gestion à chaque projet, sous forme de fiches :**
  - **PROJET 01 :**
    - cahiers des charges fonctionnels,
    - idées et concepts, Fiche 01,02, 03...
    - maquettes, et prototypes.
  - **PROJET 02 :**
    - cahiers des charges fonctionnels,
    - idées et concepts, Fiche 01,02, 03...
    - maquettes, et prototypes.

Ces fiches doivent être tenues à jour. C'est une base de données ré exploitable ultérieurement pour d'autres projets.

Figure 70 : Mise au point d'une charte d'innovation dans une PME-PMI

L'innovation passe par l'adoption d'outils de conception adaptés et efficaces. De plus il est nécessaire que ces outils soient appropriés par les acteurs de l'entreprise. Ci-après nous avons deux reformulations d'un concepteur qui cherche à pérenniser des éléments méthodologiques: « Recherches et CAO » et « Prototypage ». Nous retrouvons ici des éléments qui aurait pu figurer dans les expérimentations 1. Par contre leur situation dans ce chapitre montre que les niveaux s'incluent les uns les autres. Ainsi une fois qu'un niveau est atteint les différents niveaux antérieurs continuent d'être actifs. Les reformulations suivantes montrent :

- que les interactions constantes entre la théorie et la pratique illustrent une appropriation des outils pour innover,
- que l'application des outils est effective,
- ce que permettent de faire les outils utilisés.

*« Les premiers outils mis en place pour effectuer l'étude amont du processus de conception furent ceux qui permettent de décider de l'idée à développer au regard des produits existant dans l'entreprise, de positionner les idées émises par rapport aux tendances et aux marchés concernés et de visualiser l'état de ces marchés par l'analyse de la concurrence. Ainsi, dans un premier temps, les manques et les voies d'investigation ont été détectés grâce à l'analyse de la gamme par le schéma de classement par concept. Une fois ces idées émises, elles ont été situées sur un mapping parmi les produits concurrents. Ce mapping organisa les produits selon deux axes: de fixe à*

*nomade, et de bas de gamme à luxe. Ce mapping a permis de positionner l'entreprise selon l'image qu'elle voulait donner d'elle-même et de visualiser les secteurs les moins propices à l'installation d'un nouveau produit sur le marché. Enfin, pour chaque idée retenue, une analyse plus fine de la concurrence doit être effectuée grâce aux outils de veille habituels (catalogues, Internet...). Cette phase de décision permet, dans une certaine mesure d'assurer la viabilité d'une idée et ainsi, de rassurer les responsables de l'entreprise sur le risque que représente la conception d'un nouveau produit.*

*Ce projet permettra ensuite d'établir une réelle stratégie marketing en segmentant le marché visé. Cette analyse permettra au fur et à mesure de préciser l'objet à concevoir et les intentions de l'entreprise pour ce nouveau produit. Cette phase de préparation mènera à l'établissement du cahier des charges du projet de manière à définir le rôle de chacun des acteurs de la conception dans le processus d'innovation.*

*Il est capital que l'entreprise prenne conscience de l'importance de cette phase de préparation. La conception d'un nouveau produit commence par la définition du processus de conception. L'équipe doit prendre conscience que le développement d'un nouveau produit n'est pas un processus hasardeux et que, même ici l'échec reste possible, il est important de tout faire méthodiquement pour fiabiliser le processus de conception, de l'idée, à la commercialisation en passant par la production.*

*Cette globalisation de la création peut, grâce aux réunions et aux échanges avec le personnel de l'entreprise, faire gagner beaucoup de temps dans la conception, améliorer encore l'investissement personnel des différentes personnes mais aussi, fiabiliser la production. Cette démarche est semblable à une démarche de qualification d'une entreprise. Elle pourrait permettre à l'entreprise P de maîtriser la qualité de sa production. » [TESSON 2001]*

*« La CAO, au sein d'une entreprise telle que la société P permet avant tout de gagner un temps précieux. Elle permet en outre, dans les limites du logiciel, de vérifier certaines incohérences de formes et d'assemblages. Chaque question concernant cette pièce doit être posée, et chaque problème est donc souligné. Cette phase de questionnement devient alors systématique et permet une approche technique constructive de la pièce avant la réalisation d'un prototype.*

*La CAO, permet, en peu de temps, de voir l'objet. Ce travail me permet aujourd'hui de valider visuellement et en très peu de temps toutes les propositions de forme émises pour les différents accessoires. Ce support d'image est alors suffisamment précis pour pouvoir discuter de couleurs, de formes et de matériaux avec toutes les personnes de l'entreprise avant même que l'objet n'existe. Cette production rapide d'images présente de plus un attrait visuel suffisant pour qu'un grand nombre de personnes, mêmes extérieures à l'équipe pluridisciplinaire s'intéressent au projet. » [TESSON 2001]*

Pour synthétiser ces différents éléments et transférer dans l'entreprise le savoir faire acquis sur ce projet, le chef de projet a réalisé des panneaux de présentation de la démarche générale, avec les différentes phases et les différents éléments à remplir à chaque phase (cf. figure 71).

Ce résultat est intéressant car il montre que le concept de méta-outil avec sa partie appropriation dans l'entreprise est applicable.



# PHASE AMONT

## Construction du projet d'innovation

### But de cette phase

Cette phase de travail a pour but de préparer le projet lui-même. Il s'agit ici de définir au grand air de la phase de conception : les axes stratégiques, de quel détail découle la stratégie marketing, et le cahier des charges, document de référence qui doit contenir les aspects principaux que devront satisfaire l'objet à concevoir.

Cette phase de préparation est extrêmement importante. Les deux livrables correspondant à cette phase devront être adoptés à l'unanimité par l'équipe de conception et être validés par le maître d'ouvrage avant de passer à l'étape de réalisation de toutes les phases de la conception du produit.

### Définition des axes stratégiques

Chemini d'accès des livrables

Un livrable de deux feuilles : la présentation de ce livrable souligne l'importance des liens qui doivent unir une idée nouvelle aux milieux dans lesquels elle doit s'inscrire. Il permet donc, par une mise en relation de l'image de l'entreprise avec les produits concurrents et la clientèle d'éviter de lancer un projet pour un produit ne répondant pas à un besoin évident. Il permet ensuite de produire un document de référence concernant les axes de communication du produit qui doivent être validés à l'unanimité.

La deuxième feuille permet une analyse plus poussée de la concurrence de manière à se positionner et stratégiquement par rapport à elle et donc, s'en démarquer. Cette phase doit être alimentée par une documentation conséquente sur les produits existants dans le domaine concerné.

**Fiche : Déterminer les axes stratégiques**

Nom du projet : ..... Révision du : .....

<p><b>Connaissance</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p><b>Identité de l'entreprise</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
<p><b>Idée forte</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	
<p><b>Client</b></p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	

AXES DE COMMUNICATION

.....

.....

.....

### Rédaction du cahier des charges

Chemini d'accès des livrables

Un livrable de deux feuilles : Ce livrable permet d'effectuer l'analyse fonctionnelle du produit à créer de manière à en établir le cahier des charges. Il permet d'évaluer le produit quand à l'utilisation qui lui est destinée et de prévoir les contraintes liées à toutes les phases de son cycle de vie. Ce document permet alors d'établir des aspects importants de la conception et de l'utilisation du produit.

**Fiche : Analyse fonctionnelle**

Nom du projet : ..... Révision du : .....

A qui s'adresse-t-il (clients) ? .....

Sur quel produit est-il appliqué ? .....

De quoi est-ce le produit ? .....

De quoi est-ce le produit (utilité) ? .....

De quel problème ce produit est-il censé résoudre ? .....

De quel est le besoin principal de ce produit et à quel besoin ? .....

Après avoir complété ces quelques points essentiels à la validation du cahier des charges, il s'agit maintenant de remplir le tableau d'analyse fonctionnelle. Ce tableau n'étant pas exhaustif, toute remarque concernant cette phase doit être consignée dans le dossier produit.

- Directeur de projet** est à l'initiative du projet. Il a un rôle moteur dans cette phase.
- CE (idéologie)** doit particulièrement prendre en compte les aspects du projet liés à l'utilisateur. Son travail découlera principalement de ces aspects.
- Prop. marketing** doit particulièrement prêter attention à ce que l'aspect marketing (utilisateur / image / concurrence) soit pris en compte dès le début du projet.
- Prop. production** ne doit, à ce stade, opposer aucun argument technique. (Son avis est cependant important).
- TOUTS** doivent faire valoir leur point de vue vis à vis de leur expérience dans l'industrie de réalisation du projet. Un avis négatif sur une idée doit être autant ou plus expliqué que l'idée elle-même.

- Directeur de projet** doit guider rigoureusement l'équipe dans la construction du projet.
- CE (idéologie)** A un rôle important à jouer pour le remplissage du tableau d'analyse fonctionnelle qui servira fait en grande partie référence à diverses séquences et utilisations.
- Prop. production** A un rôle très important à jouer puisqu'il est le plus à même d'exprimer les étapes importantes à prendre en compte dans le cycle de production du produit.
- TOUTS** Doivent s'appliquer à compléter cette étape de la manière la plus exhaustive possible. La fiabilité du déroulement du processus de conception dépend de cette étape.

Figure 71-a : Réalisation de panneaux pour accompagner la démarche d'innovation



# PHASE MACRO

## Phase de recherche

### But de cette phase

Cette Phase de recherche peut but de la production du plus grand nombre possible de concepts et d'idées pour l'objet à concevoir. Cette phase de recherche doit rester la plus ouverte possible, il est donc très important que la recherche d'idées ne soit pas limitée par des considérations techniques. Les problèmes techniques se devront être traités que dans la phase MICRO : plus au point.

### Rechercher et choisir des concepts

Chemain d'accès des livrables

Un type de livrable : Ce livrable est une fiche standard de présentation d'idée. Il doit être distribué en abondance à tous les acteurs de la conception. La formalisation standard des idées permet de gagner beaucoup de temps pour leur communication. Se plier à cette présentation amène à se poser plus de questions sur l'idée que l'on a et permet ainsi de mieux l'exprimer.

### Combiner divers concepts et réaliser des maquettes

Chemain d'accès des livrables

Un livrable de deux feuilles : Ce livrable permet principalement de mettre en accord tous les acteurs de la conception sur les choix des concepts et les raisons de ces choix. Il permet donc d'inviter les problèmes d'incompréhension ou de compréhension partielle des objectifs et des tâches à accomplir. Le document écrit sert alors de document de référence pour toute remise en question potentielle.

Fiche : Rechercher et choisir des concepts	
Nom de projet	Fiche idée n°
Date	
Nom de concept	
Description de l'idée et de ses aspects positifs	
Dessin de concept	
Problèmes à résoudre	

Fiche : Choisir des concepts	
Nom de projet	Raison n°
Rappel des objectifs conceptuels :	
Concepts retenus :	
Raisons de ce choix :	
Principes préliminaires techniques à respecter :	

- Directeur de projet : rôle dans cette phase
- CE / designer : rôle dans cette phase
- Exp. marketing : rôle dans cette phase
- Exp. production : rôle dans cette phase

- Directeur de projet : rôle dans cette phase
- CE / designer : rôle dans cette phase
- Exp. marketing : rôle dans cette phase
- Exp. production : rôle dans cette phase

**Tous** doivent faire valoir leur point de vue vis à vis de leur expérience dans l'optique de visualiser le projet. Un avis négatif sur une idée doit être autant ou plus expliqué que l'idée elle-même.

Figure 71-b : Réalisation de panneaux pour accompagner la démarche d'innovation



# PHASE MICRO

## Phase de mise au point

### But de cette phase

Cette Phase de travail peut être la mise au point technique du ou des concepts retenus lors de la phase MICRO : phase de pré-étude.

### Mise au point des problèmes techniques

Chemins d'accès des livrables

Un livrable d'une feuille : Dans la base de données, ce livrable et les plans correspondants constitueront les plans de montage du produit. Ils permettront ainsi de gagner du temps pour les modifications de ce produit.

### Réaliser des prototypes

Chemins d'accès des livrables

Un livrable d'une feuille : Ce livrable n'existe que pour visualiser dans la base de données les prototypes réalisés sans avoir à chercher les pièces elles-mêmes. Il s'agit, à ce titre, d'un précieux gain de temps pour la consultation de cette base de données.

**Fiche : Mise au point technique du produit**

Nom du projet : ..... Concept n° : .....

Plan technique et de montage de concept :

**Fiche : Réaliser des prototypes**

Nom du projet : ..... Prototype n° : .....

Photo du prototype :

Commentaires :

- rôle dans cette phase

- rôle dans cette phase
- rôle dans cette phase
- rôle dans cette phase
- rôle dans cette phase

Figure 71-c : Réalisation de panneaux pour accompagner la démarche d'innovation





## 5.6. CONCLUSION

Le processus de construction du méta-outil a permis par étapes successives de valider l'intérêt de la modélisation pour définir et mettre en place le juste nécessaire méthodologique. Sur la figure 72, nous voyons une synthèse de la modélisation possible afin de viser le juste nécessaire méthodologique.

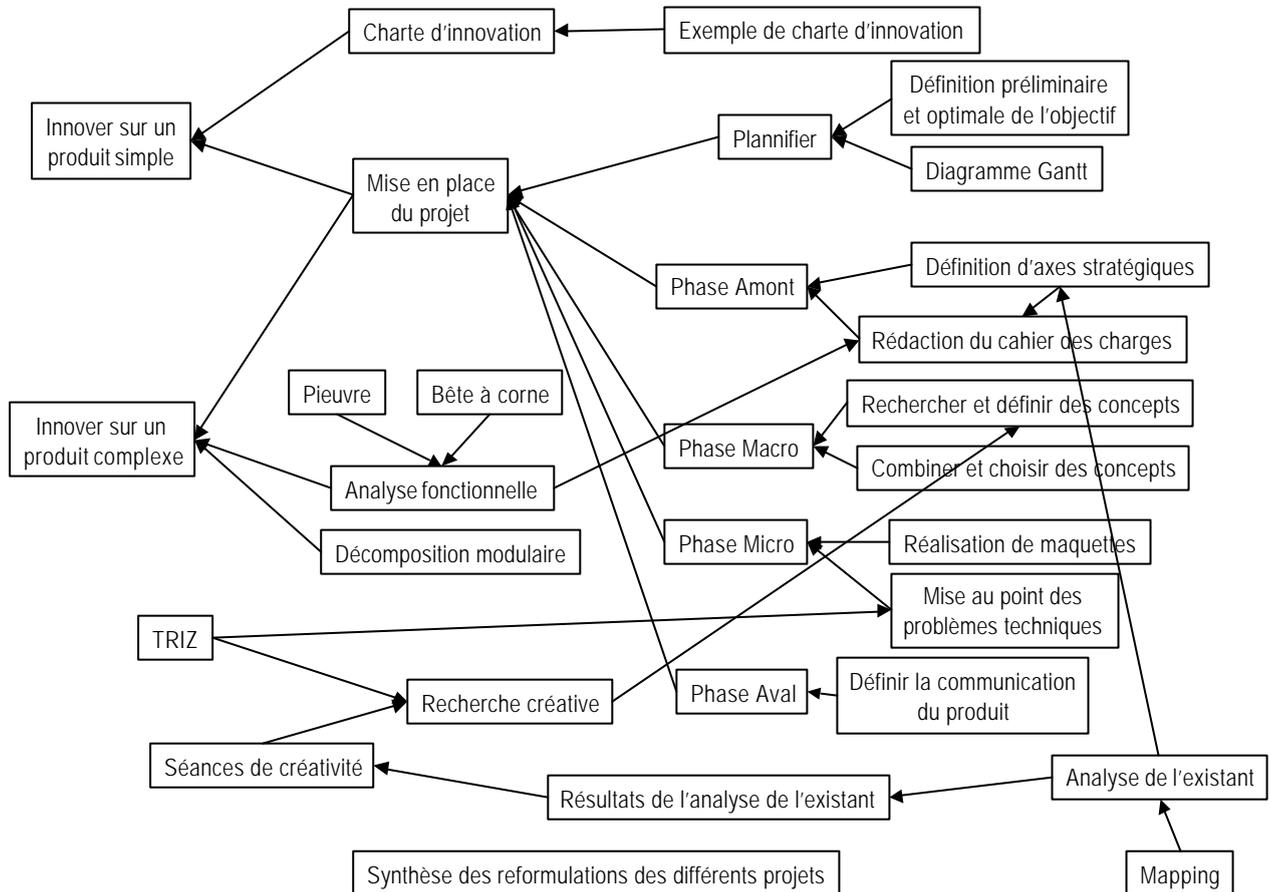


Figure 72 : Synthèse des modélisations des différents projets afin de définir le juste nécessaire méthodologique et ses conditions de mise en place

La première étape a été d'analyser les besoins en terme de méthodes et outils sur un grand nombre de projets en entreprise, pour la plupart en PME-PMI. L'identification de différents types de projets a permis de classifier les types d'outils et méthodes respectivement nécessaires. Ces expérimentations nous ont permis aussi d'identifier différents niveaux d'apprentissage qu'il était nécessaire de prendre en compte car ils influent sur les chances de succès ou d'échec des projets.

La deuxième étape a été de vérifier l'intérêt des méthodes et outils de conception. Les expérimentations relatives à cette étape nous ont permis d'identifier les problèmes d'utilisation des outils de conception et leur conditions de validité par rapport à des objectifs.

Avec la troisième étape, la nature du méta-outil a sensiblement évoluée pour passer d'un outil de présentation d'informations à un outil d'accompagnement des démarches d'innovation. Ceci a été rendu possible en observant l'intégration du juste nécessaire méthodologique dans des processus globaux d'entreprises.

Notre préconisation pour mettre en place le juste nécessaire méthodologique est représentée sur la figure 73.

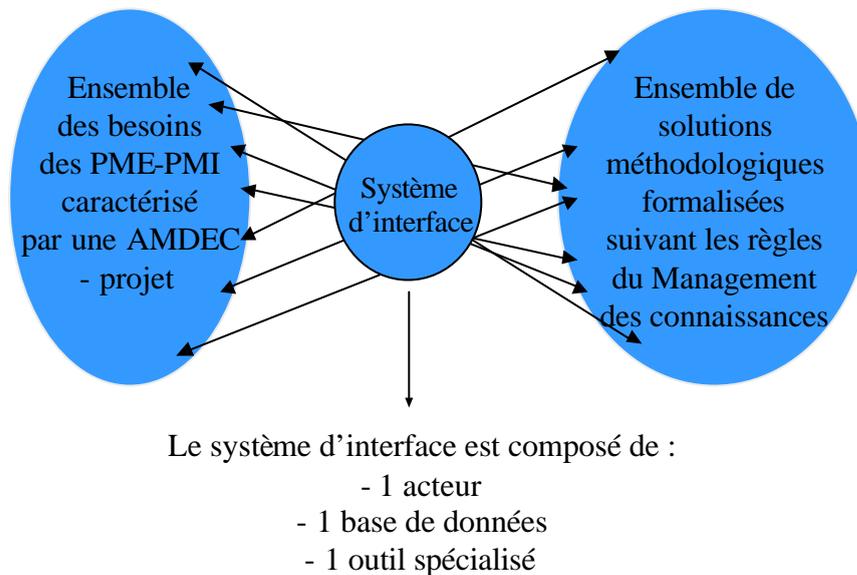


Figure 73 : Préconisation de mise en place du juste nécessaire méthodologique

La mise en place du juste nécessaire méthodologique s'effectue dans un premier temps par un diagnostic des risques du projet par l'intermédiaire d'une analyse des modes de défaillance et de leur criticité AMDEC au niveau du projet au début du processus. Ensuite en fonction des différents éléments risqués identifiés, le système d'interface permet de faire correspondre des solutions méthodologiques adaptées. Le système d'interface est composé d'un acteur et de ces connaissances que nous souhaitons formaliser afin de rendre le système globalement plus performant.

Le fait de déterminer au début du processus les problèmes réels qui vont probablement être rencontrés au cours du projet permet déjà d'optimiser le choix des outils nécessaires. Nous proposons pour compléter ceci une approche par confirmation et apprentissage, c'est-à-dire que les liens du réseau de concepts entre problèmes et solutions peuvent être pondérés en fonction de leur pertinence. L'évaluation de la pertinence peut être réalisée par des experts ou par des études de cas concrets qui redéfinissent l'apport de telle ou telle méthode (cf. figure 74).

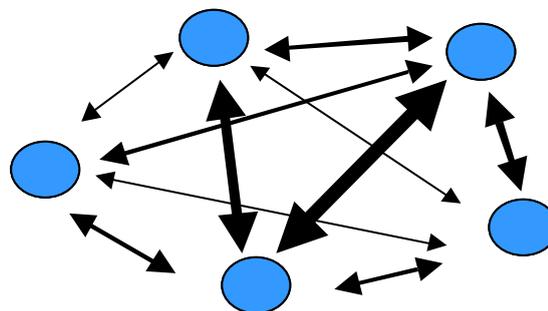


Figure 74 : Pondération des liens entre concepts pour améliorer la pertinence des solutions méthodologiques préconisées par rapport au problème posé

Dans la partie synthèse et perspectives, nous poserons les fondements de la mise en place d'une bases de connaissances permettant d'instrumenter les démarches prenant en compte le juste nécessaire méthodologique.

# VI. SYNTHÈSE ET PERSPECTIVES

## 6.1. INTRODUCTION

Ce chapitre a pour objectif de réaliser une synthèse des différentes expérimentations mais aussi de rappeler la problématique initiale pour vérifier la pertinence de la réponse apportée.

A la suite des expérimentations, nous avons observé qu'il était possible de formaliser des connaissances méthodologiques intégrables dans un méta-outil. Ces connaissances méthodologiques ont été extraites de reformulations d'acteurs-projet. Ensuite le problème de la transformation de ces connaissances en un outil complexe d'aide à l'innovation est apparu.

Nous avons eu l'idée de mettre en place un projet de modélisation sémantique des informations méthodologiques à destination des concepteurs et porteurs d'innovation. Ce n'est réellement qu'avec ce dernier projet que nous avons pu évaluer la pertinence de notre hypothèse initiale de méta-outil et aussi commencer sa mise en place concrète. En effet la mise en place effective de l'outil ne pouvait pas être réalisé dans le délai de cette recherche.

Notre recherche a été fortement influencée par la complexité de l'innovation. Cette complexité est due à l'importance du facteur humain, aux difficultés technologiques et aux imprévisibilité des processus d'innovation.

Deux observations ont pu être faites concernant l'évolution de la préconisation méthodologique et concernant l'apprentissage du management de l'innovation.

### **1. Evolution de la préconisation méthodologique**

Passage d'un statut de «Il faut faire» à «dites nous ce que vous pouvez préconiser en fonction des éléments de cours fournis et en fonction de votre expérience dans un contexte forcément particulier».

Ensuite ces reformulations d'acteur-projets nous ont servi en terme de recherche à identifier des modes d'intégration des outils dans les processus de conception.

### **2. Apprentissage du management de l'innovation**

Nous nous sommes intéressé à l'apprentissage du métier d'«innovateur» et à son évolution à travers différents projets. Nous avons pu faire aussi le lien entre l'apprentissage de la personne et l'apprentissage du groupe, et les interactions entre ces deux modes d'apprentissage.

## 6.2. DEFINITION DE LA STRUCTURE DU META-OUTIL, MOYEN DE MISE EN PLACE DU JUSTE

# NECESSAIRE METHODOLOGIQUE

Pour répondre à la problématique nous avons posé l'hypothèse qu'il était nécessaire d'avoir un méta-outil. Ce méta-outil serait destiné aux concepteurs et innovateurs, situés majoritairement en PME-PMI. L'outil support d'aide à la mise en place du juste nécessaire méthodologique est caractérisé par :

- une fonction d'amélioration de l'accessibilité aux aides méthodologiques à l'innovation,
- une adaptation aux processus de conception des entreprises,
- une contradiction intrinsèque à l'outil: l'outil doit agir de manière complexe dans un environnement complexe, mais doit rester simple d'utilisation.

L'hypothèse est qu'il est nécessaire de mettre en place un outil d'assistance pour développer la capacité d'innovation des entreprises : « Il est possible d'adopter des principes méthodologiques dans des projets par des acteurs, même dans l'action cela se fait par adaptation au contexte ». La coordination de ces principes méthodologiques est aussi nécessaire.

Le cahier des charges de ce méta-outil est le suivant :

## Fonctions principales :

FP1 : apporter les informations pertinentes au concepteur et innovateur « perdu » dans une PME-PMI ou dans une entreprise émergente. C'est-à-dire répondre à toutes les questions des porteurs de projets, depuis des questions simples jusqu'aux questions complexes.

FP2 : faciliter le suivi des projets pour que le porteur de projet puisse les mener à leur terme dans de bonnes conditions.

FP3 : être un soutien à la « qualité de l'innovation », c'est-à-dire qu'il s'agit de s'assurer que les moyens mis en œuvre sont les plus performants pour innover.

## Fonctions contraintes :

FC1 : le système doit être intégrable facilement dans l'équipement existant des PME-PMI et ne doit pas représenter un coût trop important.

FC2 : le système doit pouvoir être mis en place de manière **progressive et évolutive**.

FC3 : le système doit être un support d'un apprentissage à la gestion de l'innovation.

FC4 : le contenu doit pouvoir être **personnalisé** en fonction des souhaits des concepteurs.

C'est pour ces raisons que nous avons choisi de nous appuyer sur les nouvelles technologies de la communication et de l'information.

Par rapport à cette proposition, nous avons réalisé une analyse préliminaire des risques pour identifier les points importants à surveiller et à renforcer. Nous pouvons formuler les risques de la manière suivante en terme d'hypothèses négatives :

- Le besoin des outils méthodologiques n'est pas réel,
- Le besoin d'un outil de conseil sur les outils n'est pas réel,
- La mise en place de l'outil dans une entreprise n'est pas possible,
- L'outil n'arrive pas à accueillir le contenu adéquat,
- L'outil n'est pas adapté à un milieu complexe.

Cette analyse préliminaire des risques a structuré l'ensemble des expérimentations. Chaque expérimentation répond en effet à chaque risque identifié.

Le méta-outil doit s'adapter aux différents niveaux d'apprentissage. Il est structuré par les fonctions suivantes :

La fonction de l'outil au niveau 1 est de permettre :

- l'identification de solutions, c'est-à-dire la recherche de solutions et la description pertinente de ces solutions pour permettre un choix. Ces solutions seront ponctuelles ;
- l'aide à l'application, c'est-à-dire proposer des didacticiels.

La fonction de l'outil au niveau 2 est de permettre :

- la sélection de solutions à coordonner ensemble et à intégrer de manière complexe dans le projet existant.
- A ce niveau il est pratiquement nécessaire de proposer un accompagnement à l'acteur.

La fonction de l'outil au niveau 3 est de permettre :

- de proposer des nouvelles solutions très performantes pour améliorer encore le fonctionnement des entreprises innovantes.

Pour compléter la définition du concept de méta-outil, nous utiliserons un tableau destiné à caractériser des méta-systèmes (cf. figure 75) [GENELOT 1993].

Niveau d'apprentissage	Activités - Opérations	Finalités	Langage - Méthodes
1	Assimilation d'outils simples, rapides et concrets	Découvrir des solutions profitables (temps-efficacité)	Utilisation du langage de la preuve
2	Assimilation d'une manière d'intégrer différentes solutions	Optimiser et rationaliser une démarche en construction	Utilisation d'un langage permettant d'organiser
3	Maîtrise des différentes solutions complexes	Recherche d'amélioration continue	Communication permettant d'adapter des processus

Figure 75 : tableau de caractérisation des méta-systèmes appliqué au méta-outil

### Définition de la structure technique du méta-outil

Les projets ont eu lieu soit dans des entreprises qui souhaitent innover, soit dans des entreprises en création. Dans ces deux cas, les entreprises ont eu besoin d'informations. C'est un manque qui a été constaté. Aujourd'hui l'utilisation des nouvelles technologies : internet, e-mail,... est effective et facilite leur travail. Par contre nous avons détecté le besoin d'un outil de présentation d'informations structurées.

Le besoin d'informations a une condition : l'entreprise veut pouvoir se les approprier et ensuite décider elle-même. Les PME-PMI préfèrent souvent développer leurs compétences internes plutôt que de passer par des experts extérieurs. L'objectif est très souvent d'augmenter plutôt la formation

des personnels en interne dans une entreprise [COMMUNAUTE EUROPEENNE 2001].

Nous allons tout d'abord modéliser la construction du projet, ceci nous permettra d'identifier les problèmes et les défaillances possibles du projet. Ceci nous permettra aussi de détecter où interviennent les problèmes. Cette modélisation permet aussi d'identifier de nouvelles opportunités et de voir comment elles interviennent dans le système global. Nous avons représenté dans la figure 76 les éléments les plus importants du système projet ainsi que les interactions entre ces éléments. Cette représentation est issue de la modélisation de plusieurs projets de conception de produits.

Dans le modèle de la figure 76, on peut identifier l'endroit où doit intervenir l'intégration de nouveaux outils : dans le sous-système des acteurs. Si les métiers sont intégrés en interne, ou s'il sont gérés en externe, dans tous les cas, il faut des interfaces pour gérer cette intégration.

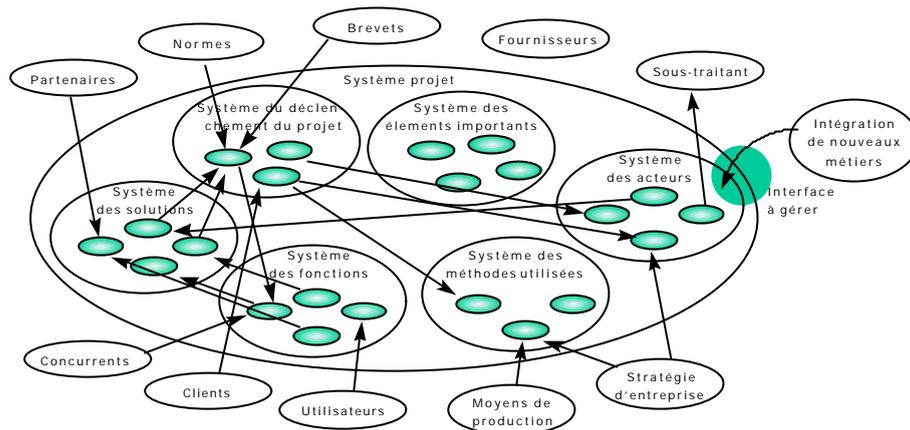


Figure 76 : Représentation de l'intégration de nouveaux métiers

L'implantation d'un nouveau moyen (*métiers, méthodes et outils*) se fait par une sensibilisation au problème et à leurs solutions. Cette solution se traduit par la mise à disposition d'annuaires et de catalogues, spécialisés ou généraux [MINISTERE DE L'INDUSTRIE 1994]. Cette approche peut suffire dans les projet relativement simples.

### Proposition d'une gestion instrumentalisée

Pour systématiser la démarche intuitive, nous pouvons créer un outil qui réalise l'interface entre les métiers et les projets. En fonction du questionnement de l'entreprise, l'outil propose des solutions adaptées à l'entreprise (Figure 77).

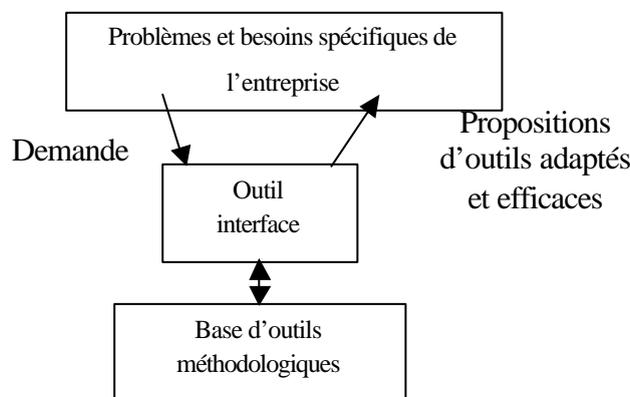


Figure 77 : Une interface entre les besoins et les outils disponibles

Les méthodes, les outils et les métiers spécifiques, ... sont gérés de la même manière, en tant que ressources pour favoriser l'innovation.

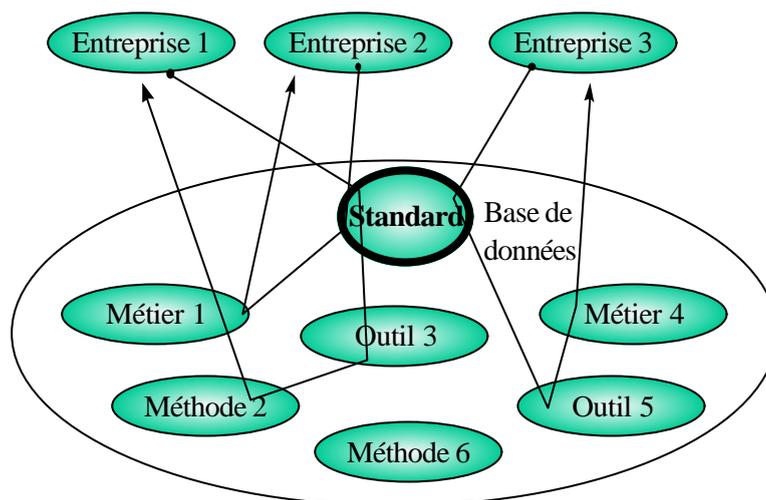


Figure 78 : Les méthodes, outils et métiers gérés par une base de données de standardisation

Comme les études du ministère de l'industrie et de l'Association Française de Mécanique, qui recensent les acteurs d'un métier et qui en font un catalogue, nous proposons d'utiliser une base de données insérée dans une démarche générale (Figures 78 et 79).

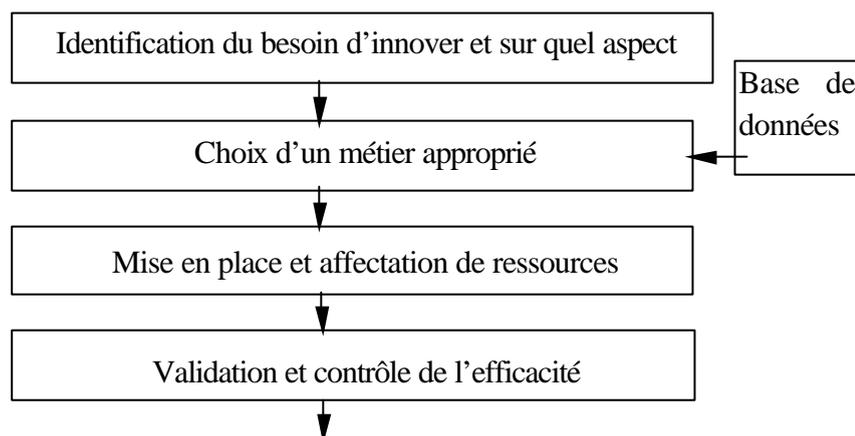


Figure 79 : Proposition d'une démarche globale et d'une base de données associée

### Proposition d'une maquette de l'outil

Nous proposons un projet de maquette de l'outil en trois niveaux. L'acteur doit être capable de déterminer rapidement quelle solution utiliser et jusqu'où. C'est l'acteur qui fait son choix en fonction de son contexte, de ses contraintes et de ses objectifs.

Nous avons pour cela choisi des cercles concentriques. Ceci indique une progression possible dans l'apprentissage de l'innovation. Nous avons mis sur le cercle extérieur des icônes correspondant à un niveau assez élémentaire de compétences en innovation. Il s'agit d'aspects ponctuels, et directement opérationnels, à intégrer pour innover, des conseils généraux, et des réponses à des questions.

Au niveau intermédiaire, se trouve un processus général d'innovation. Ce niveau est destiné aux acteurs qui connaissent déjà ce qu'est un processus et qui souhaitent approfondir chaque partie de processus. Pour chaque étape, par exemple l'étude de faisabilité : on retrouve la démarche, les financements, les conseils, les outils, des formulaires et des exemples concrets ...

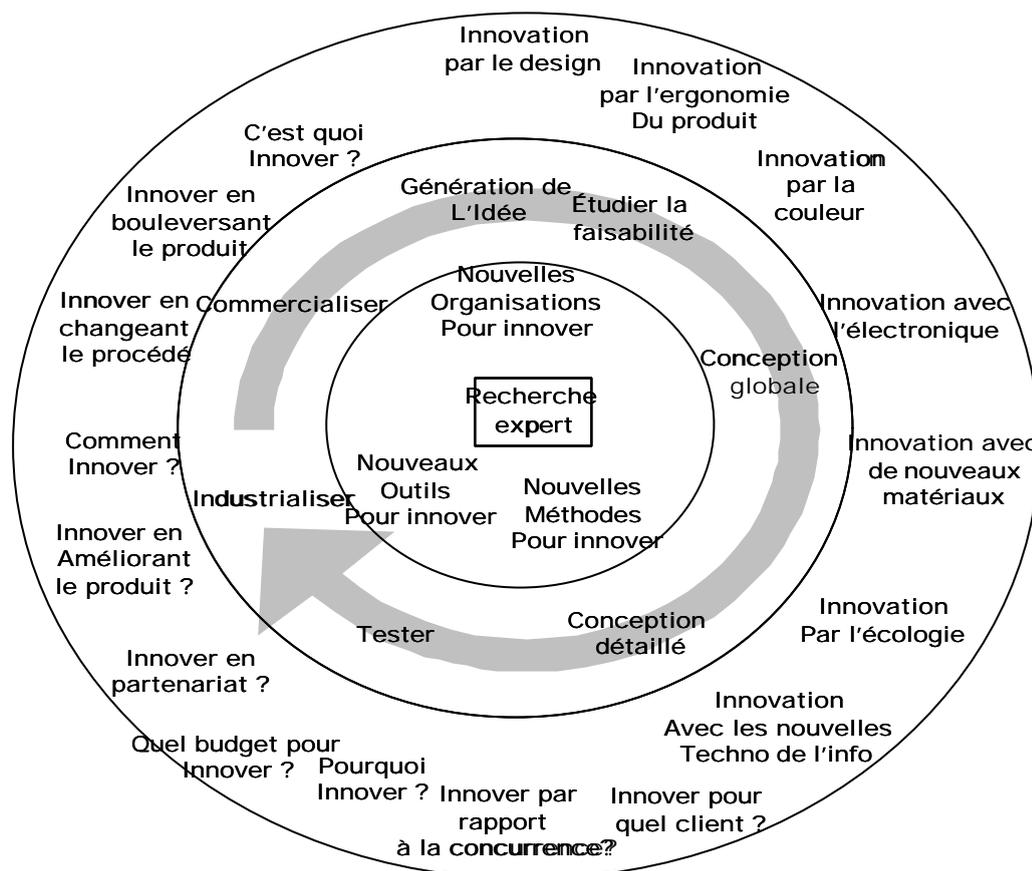


Figure 80 – Maquette du méta-outil

Enfin le cercle central comprend des conseils pour aller encore plus loin, des informations pour les spécialistes ou pour les curieux. Par exemple, la mise en place de nouvelle organisation pour optimiser l'innovation, l'ingénierie concurrente, l'organisation apprenante, le knowledge management ... (Cf. Figure 80). Cette maquette a été conçue avec l'aide de Dominique Millet, chercheur au laboratoire Conception de Produit et Innovation de l'ENSAM-Paris.

Le méta-outil accueillera les informations d'« offreurs » d'informations et sera mis à jour par rapport aux questions nouvelles des « demandeurs ». Nous avons choisi un support hypermédia. Ceci permet à la fois une structuration des informations, la capitalisation de connaissances, l'ergonomie, l'interactivité et l'auto-apprentissage. Le méta-outil a pour objectif d'assister le responsable de la conception, mais aussi tous les acteurs. Il doit être très proche de sa manière de fonctionner et doit apporter des solutions pertinentes à ces demandes. Nous adhérons ainsi au principe de Joël DE ROSNAY : l'homme étant le pilote de ses instruments [DE ROSNAY 1995].

## 6.3. CREATION DE MODELES METHODOLOGIQUES INTEGRABLES DANS LE META-OUTIL

Dans cette partie seront présentées essentiellement des reformulations de projets qui seront analysées pour identifier les connaissances méthodologiques utiles pour l'innovation. La validité de ces informations est caractérisée par l'existence de projets réels menés et étant parvenus à leur objectif. Nous pouvons considérer que les reformulations ont été effectuées par des experts car les informations produites ont été formalisées *a posteriori*. La qualité des experts peut et doit être

évaluée. Le but de cette partie est simplement de prouver la faisabilité du recueil de telles expertises.

Dans les projets suivants nous montrerons des exemples de formulation de connaissances méthodologiques intégrables dans le méta-outil :

- projet H : formalisation de connaissances au niveau du processus global du projet
- projet G : formalisation de connaissances au niveau du processus global du projet, modélisation de l'intégration de différents outils à différentes phases du processus, formalisation d'une méthode de conception modulaire
- projet S : formalisation d'une méthode de résolution de problèmes

### Projet H : différentes modélisations possible du processus de conception

« Un cahiers d'idées de 130 fiches a été obtenu avec des solutions pour chaque catégories de concept. Parallèlement un cahier d'idées de 45 fiches a été envoyé par le groupe H... Chine. L'accent a été mis sur la circulation des fiches-idées en les différents groupes afin de provoquer des « réactions » et engendrer de nouvelles idées. La démarche de recherche créative (Figure 81) s'est organisée de la manière suivante afin de favoriser la réalisation d'un choix : entre chaque réunion, expédition des résultats aux différents groupes. » [VALETTE 2001]

La modélisation de la figure 81 représente la démarche générale de ce projet, les différents rendus et l'importance des réunions de confrontation des points de vue. Ces réunions constituent des phases d'objectivations où les différents objectifs se synchronisent pour une meilleure efficacité du projet. Cette démarche est réutilisable et elle a d'ailleurs déjà porté ses fruits sur d'autres projets. La valeur du test est ici de montrer que cette modélisation de processus est possible et peut servir de base pour aider un autre groupe de concepteurs.

La figure 81 représente le processus général du projet H. Nous pouvons remarquer qu'à chaque phase du processus peut-être associé un outil de conception. Le processus apparaît alors comme un moyen de structurer l'agencement et la coordination de différents outils méthodologiques utiles.

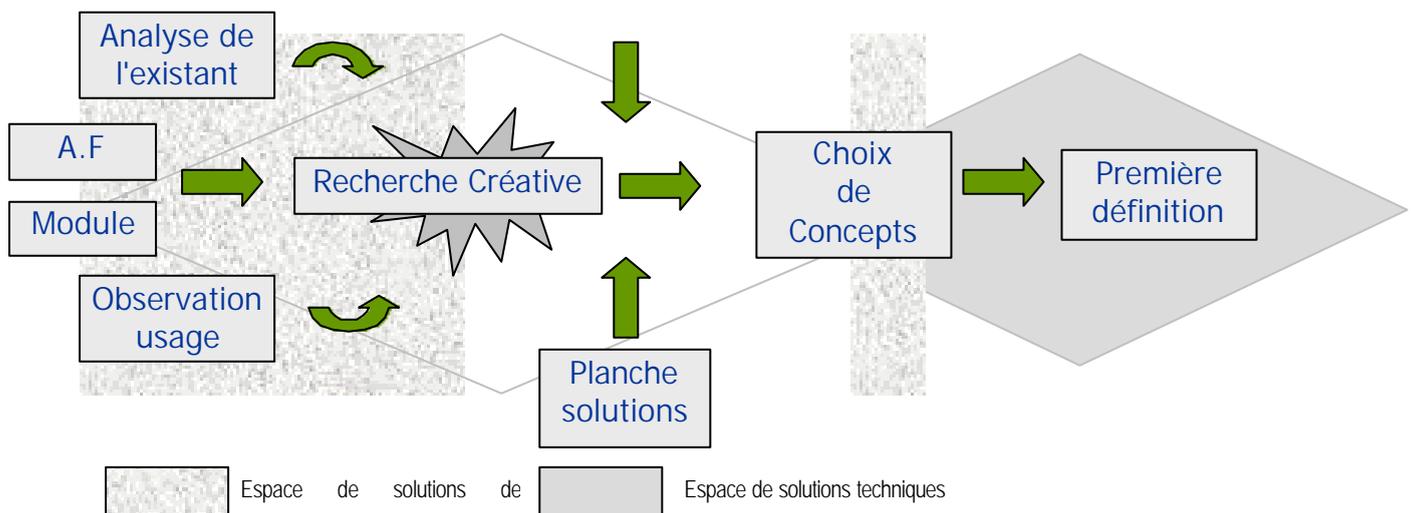


Figure 81 : Démarche du projet H... [VALETTE 01]

**Projet G...** « La méthodologie est intervenue tout au long de nos travaux et de leurs évolutions. Nous pouvons distinguer deux niveaux méthodologiques :

- Une méthode générale concernant le processus de conception du projet.
- Des méthodes plus « ponctuelles » concernant des étapes précises du processus de conception et les différents métiers.

Nous présentons ici la méthode générale adoptée pour l'ensemble des travaux réalisés puis un tableau indiquant, selon les étapes du processus et nos besoins, les différents outils (et méthodes) employés.

### **Méthode de recherche de concepts**

Nous avons suivi une méthode « entonnoir » en essayant d'être le plus créatif et le plus ouvert au départ pour sélectionner au fur et à mesure les idées les plus intéressantes et définir de plus en plus précisément nos concepts. En partant de multiples fiches idées, nous arrivons donc à deux concepts. Des prototypes (réalisés par les sous-traitants) nous permettront de réaliser des évaluations en situation réelle et de faire un choix ultime pour le lancement d'une présérie. » [BOUCHARAT 2001]

Le tableau de la figure 82 représente la mise en correspondance de solutions méthodologiques par rapport à des besoins au cours des projets.

<i>Etapes du processus</i>	<i>Besoins, objectifs</i>	<i>Outils, méthodes</i>
<i>planification</i>	<i>Planifier</i>	<i>diagramme gant</i>
<i>traduction du besoin</i>	<i>réaliser le cahier des charges fonctionnel</i>	<i>analyse fonctionnelle</i>
<i>analyse du service</i>	<i>structurer l'analyse du service</i>	<i>décomposition modulaire</i>
<i>recherche créative</i>	<i>trouver des idées</i>	<i>séance de créativité</i>
<i>recherche de concept</i>	<i>capitaliser les idées</i>	<i>Fiches-idées</i>
<i>choix de concepts</i>	<i>faire des choix objectifs en prenant en compte le cahier des charges</i>	<i>grille d'évaluation</i>
<i>recherche de solutions architecturales</i>	<i>trouver des architectures</i>	<i>architecture produit</i>
<i>étude du meuble existant</i>	<i>étudier les coûts psychologique d'utilisation</i>	<i>analyse micro psychologique</i>
<i>étude sensorielle</i>	<i>définir des sensations tactiles voulues</i>	<i>profil sensoriel idéal</i>
<i>ergonomie</i>	<i>prendre en compte les facteurs ergonomiques lors de l'utilisation</i>	<i>analyse ergonomique</i>
<i>coloration, choix de matériaux et de forme</i>	<i>intégrer le produit dans son environnement future en terme d'aspect</i>	<i>analyse des tendances conjointes</i>
<i>maquettage</i>	<i>avoir une première représentation esthétique du produit</i>	<i>maquette d'aspect</i>
<i>maquettage</i>	<i>valider des principes fonctionnel</i>	<i>maquette fonctionnelle</i>
<i>maquettage</i>	<i>avoir une première représentation en volume du produit</i>	<i>maquette d'étude</i>
<i>Suivi de la définition du produit</i>	<i>Vérifier l'intégration de tous les éléments du produit par le sous-traitant.</i>	<i>Grille d'évaluation</i>

Figure 82 : Tableau des différents besoins et des ressources méthodologiques correspondantes

Ces différentes modélisations montrent que les outils méthodologiques répondent chacun à un problème donné. Cela montre aussi que selon le type de problème, il y a un principe méthodologique à y faire correspondre. Par exemple si on veut un produit innovant, on sait que l'on va rencontrer le problème de la créativité, et donc on va chercher des outils méthodologiques permettant d'aider la créativité. En fonction des outils disponibles à l'instant t, on va choisir celui qui semble le plus en accord avec le contexte du projet et ses objectifs.

Il faut noter que l'utilisation de ces outils au départ n'est rendu possible que parce que le groupe de concepteurs a conscience du problème auquel il doit faire face. Dans certains cas, on peut imaginer une action de diagnostic pour optimiser les phénomènes présentés.

Dans le cadre des projets industriels, nous nous sommes rendu compte qu'il ne s'agissait pas seulement de définir une méthode qu'il fallait utiliser pour être efficace. Nous constatons que les outils méthodologiques applicables sont le résultat d'un processus construits en interaction avec la théorie et l'action.

### ***Projet S : Préconisation d'une méthode pragmatique de résolution de problèmes***

Dans le projet S il s'agissait d'innover dans un domaine où les produits évoluent peu. Une innovation sur le produit a été obtenue en analysant les procédés de fabrication. En cherchant des améliorations aux problèmes rencontrés tout en cherchant des solutions innovantes par la créativité, il a été possible d'identifier un nouveau produit très intéressant et très innovant. La figure suivante représente la proposition méthodologique présentée par l'acteur de ce projet pour la transmettre. Un effort particulier a été réalisé par le concepteur de cette méthode pour la rendre potentiellement réutilisable (figure 83).



*Figure 83 : Formalisation d'une méthode de créativité*

### ***Conclusion***

Nous avons montré dans cette partie que la formalisation d'informations méthodologiques est possible. Par contre nous avons aussi montré que ceci s'appuie en général sur des reformulations a posteriori. La valeur scientifique des connaissances produite est assurée car chaque cas est validé par un projet concret où des hypothèses ont été posées puis confrontées à la réalité.

La difficulté de formalisation des connaissances méthodologiques n'a pas été mise en avant dans la présentation des cas. Par contre, il est clair que les reformulations que nous avons retranscrites témoignent d'une prise de recul de qualité de la part de l'acteur-projet.

Nous avons montré que les connaissances dont nous avons besoin étaient formalisables, par contre nous n'avons pas étudié le transfert possible en entreprise de ces informations par le méta-outil. Le but du prochain chapitre est précisément de montrer comment construire des outils méthodologiques adaptés aux besoins spécifiques des entreprises. Les résultats obtenus de cette quatrième étape se présentent sous la forme de modélisations qu'il est possible de transférer dans le

méta-outil. Il s'agira donc de compléter les expérimentations qui simulaient l'utilisation virtuelle d'un méta-outil (partie 5.5).

## **6.4. THEORISATION ET FORMALISATION D'UNE DEMARCHE DE CONSTRUCTION DU META-OUTIL**

Les différentes parties de l'expérimentation ont permis de valider les hypothèses qui ont été identifiées dans cette recherche. Les expérimentations ont apporté de nouveaux éléments, en plus de la validation des hypothèses. Ce dépassement des objectifs initiaux a été obtenu justement parce que nous avons choisi comme positionnement de recherche l'épistémologique constructiviste. C'est-à-dire que dans l'épistémologie constructiviste, il est reconnu que l'expérimentation sur le terrain apporte de nouveaux éléments de connaissances car ces connaissances sont construites au fur et à mesure de l'avancée des investigations.

Les expérimentations nous ont permis d'observer l'évolution des PME-PMI depuis une stratégie défensive vers une stratégie de développement, et ceci à différents niveaux. Ceci a pu être constaté par l'intermédiaire de l'évolution des mentalités dans les différentes entreprises (cf. les reformulations des chefs de projets dans le chapitre « Expérimentations »).

Il s'agit dans ce paragraphe de montrer que le méta-outil est constructible malgré quelques adaptations nécessaires. Dans un premier temps, nous montrerons la méthode de modélisation qui a été identifiée après les quatre premières expérimentations. Dans un second temps, nous montrerons l'expérimentation de cette méthode de modélisation.

Pour que cette recherche soit scientifique, il est nécessaire que les hypothèses avancées soient réfutables [POPPER]. Ici la constructibilité de l'outil peut se révéler impossible si nous ne trouvons pas un cas où cela est possible. Pour cela nous montrerons des exemples de coordination d'éléments dans un processus. Ensuite cette coordination sera reproduite pour construire le méta-outil. C'est par ce moyen que le méta-outil va se construire en tant que système expert. Nous notons qu'à l'issue de ce processus de validation, la nature et la définition du méta-outil a été quelque peu modifiée.

Ce paragraphe est composé de trois parties. Dans la première partie nous expliciterons une méthode de modélisation. Dans la deuxième partie nous évaluerons la constructibilité du méta-outil dans le cas d'une formation au management de l'innovation. Dans la troisième partie nous validerons l'intérêt de cette recherche pour les PME-PMI par l'intermédiaire d'une réalisation pour un groupement de PME-PMI.

### **6.4.1. Proposition et évaluation d'une méthode de construction par liens**

Toutes les contraintes n'ont pas besoin d'être explicitée. Le choix de l'objet à modéliser est très important, ainsi nous avons commencé à modéliser les projets en cours de réalisation, alors que la bonne solution consiste à modéliser à la fin d'un projet les connaissances acquises afin de les utiliser à nouveau. Nous avons aussi pu identifier des conditions de fonctionnement du système :

- les formalisations doivent être effectuées dans le cadre de projets,
- les acteurs doivent chercher des réponses à leurs problèmes d'action,
- la réalisation de liens entre concepts sous la forme de systèmes hypertextes répondent de manière satisfaisante à la problématique,
- le problème est de gérer la cohérence du système global.

Au cours de nos expérimentations, nous avons adopté une méthode de modélisation par les liens qui correspond à notre problématique de modélisation dans notre domaine de recherche. Cette modélisation par liens nous est apparue très utile pour la compréhension et pour l'action dans le cadre de l'analyse des processus de conception.

Cette manière de modéliser a été adaptée à notre problématique à partir des méthodes de recherche en management [THIETARD 1999] et de la psychologie cognitive [ROULIN 1998]. Cette méthode de modélisation par liens est adaptée pour la gestion des connaissances. En effet notre système : « méta-outil » est une forme de gestion des connaissances potentiellement utiles pour le concepteur. D'autre part cette méthode de modélisation permet aussi d'aider à la structuration d'informations complexes difficiles à organiser [DIAS 2001].

Différents outils ont pu être réalisés en utilisant cette méthode de modélisation en particulier grâce aux principes de base de construction d'outil d'innovation dédiés et très fortement personnalisés. Il s'agit dans chacun de ces cas de fabriquer des prototypes de méta-outils dédiés à une application pour un utilisateur donné. Ces systèmes sont couplés à des bases de données et doivent être utilisés dans le cadre de l'action d'un acteur : par exemple pour un chercheur dans le domaine du prototypage rapide, ou pour un acteur chargé de valoriser un portefeuille de brevets.

Structure des méta-outils dédiées à des applications spécifiques :

Base de données -> Méta-modèle -> Outil d'interface -> réponse aux besoins de l'utilisateur
---

Il est possible ainsi de créer de nombreux outils informatiques en support du travail de l'expert, dans différents domaines.

On peut imaginer que si on met en réseau un ensemble d'experts outillés ainsi. Il est possible de répondre de manière précise et rapide à des questions de PME-PMI qui se posent des questions difficiles par rapport à l'innovation.

Pour citer un autre exemple, nous allons citer le cas d'une valorisation d'un porte-feuille de brevets en s'inspirant de la méthode de construction de la méthode TRIZ. Il s'agit dans ce projet de :

- Formaliser une cartographie d'un portefeuille de brevets,
- Identifier de manière simultanée une base de connaissances issues de ces brevets,
- Définir une procédure de valorisation des brevets.

Rappelons le principe de cette méthode :

- identification des besoins des concepteurs ou utilisateurs du futur outil,
- rassemblement de différentes connaissances et/ou bases de données et méta-modélisation des principes à l'œuvre dans le corpus (c'est-à-dire discrétisation et modélisation par réseau sémantique du sens des connaissances capitalisées),
- synthèse de l'outil d'interface et ensuite gestion des modifications en cours d'utilisation.

Nous notons que le fonctionnement en réseau est un formidable moyen d'innover. En effet cela permet d'être plus efficace, notamment en évitant les erreurs et en trouvant des solutions originales par plus de communication. Le processus de conception est aussi plus rapide et plus réactif.

Concernant la modélisation des données dans le système, il est nécessaire que la capitalisation des informations méthodologiques soit très simple. Le but est de définir une modélisation simple pour que le concepteur en action puisse mieux formaliser ses préconisations et ainsi, faciliter le travail du prochain acteur dans la même position. La modélisation simple préconisée est une méthode de

modélisation des liens.

Cette modélisation est adaptée pour ce qui doit être communiqué et aussi participer à la constitution d'un réseau de liens entre concepts. Nous rappelons le principe de modélisation utilisé pour d'autres systèmes similaires de formalisation de connaissances [DIAS 2001]. Ici toutes les interactions sont possibles (cf. figure 84) : tous les concepts sont mis au même niveau et on modélise les liens.

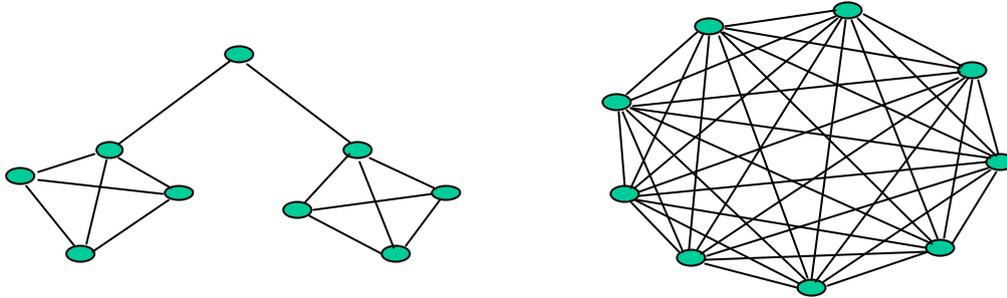


Figure 84: Différence entre un modèle simplifié et un modèle où toutes les interactions sont possibles

Un nombre relativement faible d'éléments peut générer potentiellement un nombre important d'interactions :

- entre 2 éléments il y a une interaction possible, (moins d'interactions que d'éléments)
- entre 3 éléments il y a 3 interactions possibles, (autant d'interactions que d'éléments)
- entre 10 éléments il y a 55 interactions possibles,
- entre 30 éléments il y a 465 interactions possibles,
- entre 100 éléments il y a 4950 interactions possibles (50 fois plus d'interactions que d'éléments).

Cette explosion combinatoire des interactions possibles est une explication de la difficulté à gérer la complexité. Si on considère un système par rapport à ces éléments, on peut croire qu'un système est simple ; alors que si on le considère par rapport à ses interactions, le système paraît tout de suite beaucoup plus complexe. Cette différence de vision d'un même système peut expliquer pourquoi certaines personnes voient dans l'innovation un simple processus à guider alors que la gestion complète du système se révèle être plus complexe.

Nous prendrons un exemple d'interaction : L'analyse des tendances permet d'anticiper. La modélisation est illustrée par la figure 85. En procédant ainsi pour différents éléments méthodologiques on peut formaliser un modèle des connaissances méthodologiques (cf. figure 79). Cette méthode de modélisation est inspirée des modélisations par réseaux sémantiques utilisés dans la psychologie cognitive [ROULIN 1998]. La modélisation de chaque lien a pour origine des publications sur la définition épistémologique du sens [SPERBER 2001]. C'est-à-dire que ce qui est modélisé est du sens et non de l'information. Cette modélisation du sens permet la gestion de méta-connaissances par rapport à un corpus complexe de connaissances. La construction du méta-outil fait justement appel à cette méthode de modélisation.

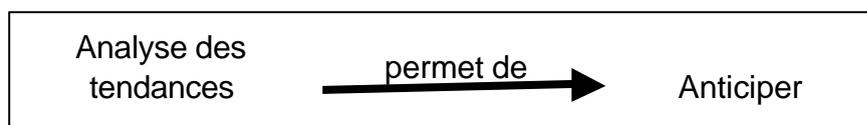


Figure 85 : Exemple d'une interaction « L'analyse de tendances permet d'anticiper »

La modélisation de chaque lien élémentaire peut être mis en cohérence avec les autres liens possibles. Il devient alors possible de créer une cartographie des liens qui donne une lisibilité globale de ce qu'apporte chaque outil. Par exemple on peut ainsi savoir à quoi sert un mapping



La notion d'interface regroupe tout le système qui se trouve entre le besoin exprimé ou non de l'acteur en phase de conception et la mise à disposition réelle des outils de conception. Cela inclut donc l'écoute des besoins, la recherche des solutions à proposer, la sélection, et la mise à disposition. Le système d'interface existe dans les différents cas présentés ; ce système peut être constitué d'un système d'information mais aussi d'experts qui mettent en relation avec des solutions. La nature de ce système est caractérisée par une partie informatique et une partie intelligente réalisée à l'aide d'experts.

### **Première campagne d'essais : formation au management de l'innovation**

Cette expérimentation s'est déroulée au cours d'une formation au management de l'innovation. Cette formation comprenait une aide au choix des différents outils et méthodes pour le concepteur. Cette formation comprenait des sensibilisations à des métiers spécifiques : design, ergonomie, études des tendances relatives à un produit dans son environnement. Cette formation comprenait aussi une sensibilisation à la maîtrise des différentes représentations intermédiaires au cours du processus de conception (CAO-CFAO, Maquettes, Prototypes...). Le succès de l'aide au choix d'outils et méthodes du concepteur a été peu convaincant. Il manquait l'aspect interactivité par rapport aux besoins des acteurs.

Ce qui était observé à l'origine de cette expérimentation était l'utilisation spontanée et l'appropriation d'outils méthodologiques. Le but était de confronter à la réalité des théories sur les outils méthodologiques. Nos observations ont porté sur les points suivants, en accord avec les hypothèses formulées auparavant :

- est-ce que les concepteurs parviennent à utiliser les outils et comment ils s'y prennent,
- qu'est-ce que les concepteurs intègrent ? et comment construisent-ils des assemblages de connaissances ?
- quelle est la vision générale des concepteurs par rapport aux outils méthodologiques présentés ?

Les moyens d'expérimentation étaient les suivants :

- Une salle dédiée aux logiciels méthodologiques : APTE-FONC, APTE-GAMAF, FAST-DRAW, QFD CAPTURE, MINDMAN, MS PROJECT, SIMAPRO, GAMDEC,
- des groupes d'étudiants en situation de conception (8 groupes de 3 ou 4 personnes) dans le cadre de projets industriels d'une durée approximative de deux mois,
- trois sessions ont été ainsi analysées avec entre chaque session une possibilité de modification des conditions d'observation.

Les observations qui ont été faites sont les suivantes :

- les outils sont mal utilisés,
- les outils sont utiles mais non agréables à utiliser,
- il est difficile de faire le choix d'un outil,
  - on ne sait pas quel outil serait le mieux approprié à notre besoin,
  - comment fait-on quand on ne connaît pas l'existence des différents outils ?
- une méthode nécessite toujours un certain temps d'apprentissage.

Suite aux observations qui ont été faites, nous avons cherché des solutions d'amélioration. Les objectifs formalisés pour réaliser une amélioration sont les suivants :

- fournir des outils au concepteur au bon moment,
- aider le concepteur,
- tenir compte de la complexité de la conception.

Nous avons proposé en janvier 2000 un outil interactif qui permettait de faire le lien vers différents outils. Nous avons comme objectif de faciliter la navigation pour développer des apprentissages :

- se promener, se diriger, l'interface permet d'apprendre l'existence d'outils,
- un outil interface est plus pratique que différents d'outils différents et éparpillés,
- l'auto-formation est rendue plus facile grâce à la navigation et les choix plus faciles.

Cette expérimentation avait pour but de mieux connaître les préoccupations du concepteur :

- la méthodologie se situe dans le domaine abstrait mais doit rapporter des bénéfices à court-terme sur le concret et l'action,
- la gestion de projet apporte des éléments pour gérer l'action, mais il faut faciliter la maîtrise de la gestion de projet,
- l'analyse fonctionnelle n'est pas la seule méthode de conception, d'autres outils et méthodes peuvent s'avérer plus utiles suivant les cas,
- la méthode doit être utilisée comme support de communication entre concepteurs et/ou décideurs,
- il est nécessaire de rechercher les bons modes d'intégrations des outils méthodologiques dans le processus de conception.

Pour évaluer la satisfaction des concepteurs, des questionnaires ont été mis en place, ainsi que le suivi en détail des projets.

L'organisation des informations contenues dans la maquette de tests était la suivante : cf. figure 87. Cette cartographie utilise le principe des cartes mentales [BUZAN 1983].

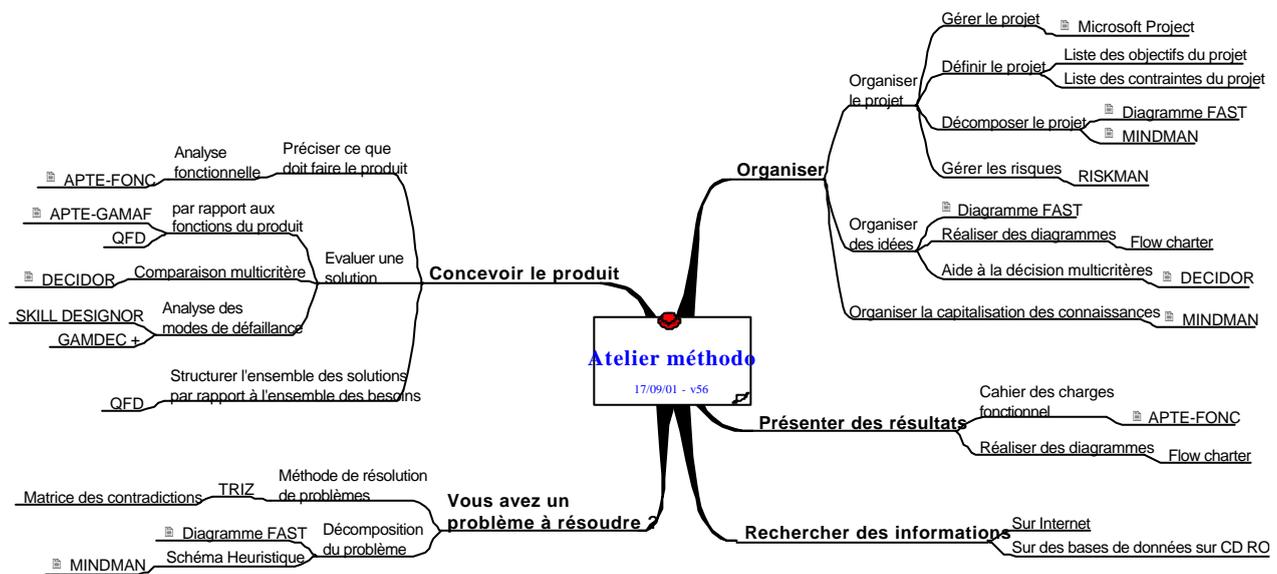


Figure 87 : Organisation des informations contenues dans la maquette de tests

Les fonctions de cette maquette sont les suivantes :

- navigation interactive et ludique dans les informations à disposition,
- simplification par niveaux de l'information,
- navigation hypertexte : auto-formation et ergonomie de navigation,
- lien direct vers l'utilisation immédiate des outils méthodologiques,
- plusieurs chemins pour accéder à la même information,
- communication de tout ce que le système comprend : vision globale rapide de toutes les possibilités offertes,
- gain de temps pour trouver une information.

Les appréciations de cet outil ont été plutôt positive, notamment par la facilité d'utilisation. Par contre, ce système a été peu utilisé et nous y associons plusieurs causes possibles :

- le lien vers les outils étaient approximatifs,
- les concepteurs ne savent pas comment bien utiliser les outils préconisés, une approche plus globale était nécessaire,
- la mise à jour des données n'est pas aisée : cet outil n'était pas évolutif,
- les gens éprouvaient le besoin de s'orienter entre différentes parties d'outils en fonction de leurs besoins,
- les concepteurs ne trouvaient pas globalement suffisamment finement des réponses à leurs problèmes. Ils auraient voulu accéder à des outils plus spécifiques à leurs problématiques.

### **Conclusion de la première campagne d'essais et lien avec la seconde campagne d'essais**

Nous avons constaté une erreur sur l'hypothèse initiale : « les méthodes ne sont pas utilisées parce qu'elles ne sont pas facilement accessibles, physiquement ou intellectuellement ». En fait, **faciliter l'accès est nécessaire mais pas suffisant**. De plus, un acteur **doit** affronter cette difficulté d'accès. Cela ne devrait pas être une difficulté. Le problème qui se pose est alors celui de l'utilité de la méthode : Telle méthode est-elle utile, dans quels cas ?

Ce constat a pour conséquence de modifier le besoin du méta-outil. Le besoin du méta-outil sera alors de porter à la connaissance du concepteur des éléments pour faciliter des choix entre différentes solutions. Il constituera une aide au concepteur et surtout à sa veille informationnelle.

Ensuite au niveau informatique, il est nécessaire d'étudier la facilité d'utilisation de l'outil. La conséquence indirecte de cette expérimentation a été l'apparition d'un nouveau problème. Ce problème est de savoir comment gérer les connaissances à intégrer. Ce problème va être traité dans les paragraphes suivants.

Pour aller plus loin, nous rappelons **l'importance du paramétrage suivant les projet**. Il paraît nécessaire en effet de relativiser le concept de méthode générale. Avec les précédentes expérimentations, nous avons en effet montré que chaque cas est unique.

Dans la suite, nous avons identifié l'existence de principes de méthode, qui sont des mots inducteurs qui doivent guider l'action. Les méthodes ne sont plus alors des recettes à suivre mais l'inspiration de conseils dont le chef de projet ou l'acteur reste responsable. Les conseils d'experts sont possibles entre un concepteur expérimenté et un concepteur non expérimenté par contre automatiser cette préconisation de conseils n'est pas aisée. Or c'est justement cette automatisation qui doit être assistée.

Dans la prochaine campagne d'essais nous verrons que la capitalisation des experts servira de capitalisation des connaissances pour répondre aux questions des acteurs qui ont des problèmes. La difficulté est de rendre le système support très **évolutif**. Nous avons trouvé dans la méthode par liens, un moyen d'effectuer un réseau sémantique pour répondre à la problématique.

### **6.4.3. Validation de l'intérêt de cette approche pour un réseau de PME-PMI : des connaissances à gérer par rapport à des projets réels**

La méthode de modélisation présentée précédemment a été testée dans le cadre de la mise en place d'un réseau de 25 PME-PMI. L'initiative de ce projet revient à une mission locale d'aide au développement économique en région parisienne. La méthode de modélisation a permis d'aider à construire leur support d'aide à la coopération. La figure 88 représente la méthode de modélisation qui a été mise en œuvre.

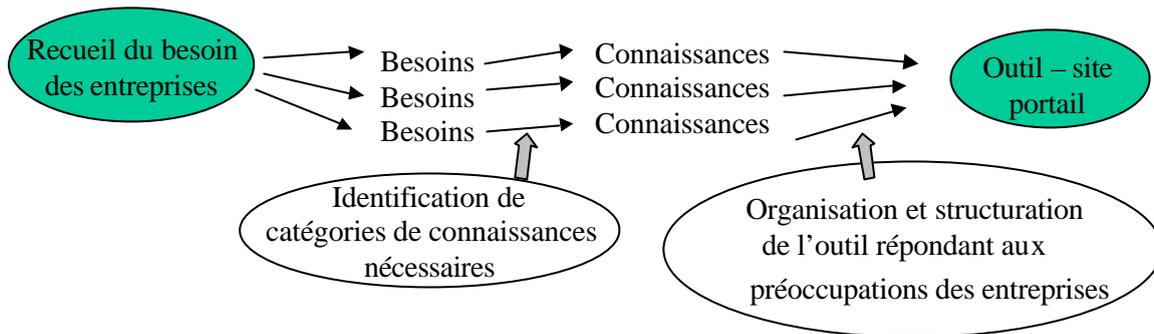


Figure 88 : Démarche de construction d'un outil pour réseau de PME-PMI

Le besoin des PME-PMI était d'être coordonnées pour pouvoir répondre à des appels d'offres plus complexes et faisant intervenir différentes expertises. Le modèle de la figure 88 a été proposé et a été adopté par les PME-PMI et par la gérante du réseau. Ceci a permis de créer une dynamique dans le réseau et de faire germer des idées de projets internes au réseau. La méthode de modélisation a permis de construire un outil adapté à leur besoin. En ce sens, nous pouvons dire que l'introduction d'un fonctionnement en réseau avec son instrumentation a permis de rendre lisible les différentes compétences du réseau. Ceci a permis de créer une crédibilité du réseau permettant aux nouveaux projets de trouver une structure favorable à leur développement. Ceci est illustré par la naissance de projets collaboratifs en interne au réseau. Ceci permet donc réellement de faciliter l'innovation car l'objectif initial était simplement de répondre à des appels d'offre extérieurs.

L'organisation des informations a permis à la coordinatrice du réseau de mettre en place un fonctionnement collaboratif qui était au départ individualiste. En parallèle de cette démarche nous avons aussi mené une réflexion pour un site portail d'aide à l'innovation. La structure du site est celle de la figure 89 correspondant à la maquette du méta-outil. Par contre la présentation est légèrement différente et se présente sous la forme d'un enchaînement de pages et de liens. Par l'intermédiaire de la figure 89, nous montrons un exemple de présentation d'outil méthodologique pour répondre aux questions les plus fréquemment posées.

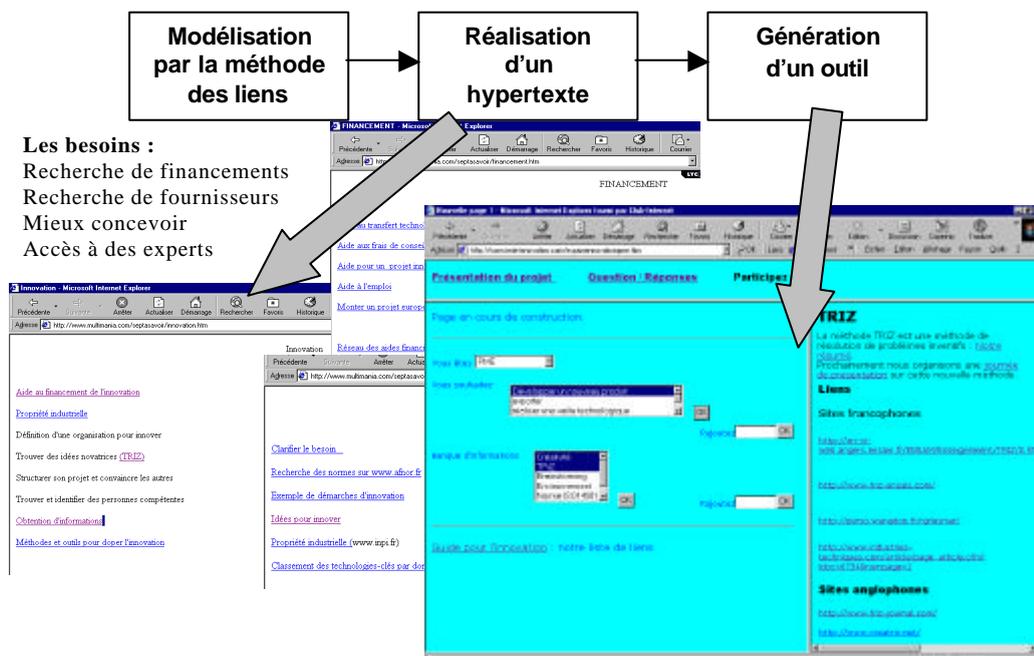


Figure 89 : Enchaînement de liens et de pages pour répondre aux interrogations des PME-PMI par rapport à l'innovation

Le méta-outil permettra donc l'expression des besoins pour coller le mieux possible aux demandes

et pour proposer les solutions les plus adaptées. D'autre part le méta-outil proposera des formulations sémantiques des principes méthodologiques qui soient le plus facilement assimilable et compréhensible par un acteur sur un autre sujet. Des personnes dans des domaines très variés peuvent avoir besoin des mêmes informations, le méta-outil peut être utile dans le cadre d'un travail interdisciplinaire.

Nous insistons donc sur **l'importance de l'étape de traduction** dans la saisie des informations du méta-outil. En effet, les informations à faire figurer dans le système doivent être traduites si elles existent déjà sous un autre formalisme.

#### **6.4.4. Théorisation : Impacts en terme de coordination d'outils et de modélisation des processus d'innovation**

Le schéma suivant résume les différentes conditions pour avoir une utilisation des méthodes efficaces pour mener l'entreprise vers l'innovation. Chaque lien du réseau de concepts permet de définir les conditions préalables nécessaires pour qu'un concept soit vrai. Ainsi par exemple si on sait définir une méthode rentable, on saura faciliter le choix de solutions méthodologiques (exemple n°0 de la figure 90). Il s'agit d'un enchevêtrement d'actions à réaliser pour réaliser une bonne intégration d'outils méthodologiques dans un projet (Figure 90). Nous pouvons former d'autres phrases illustrées par les liens représentés sur la figure 90 :

- si les méthodes sont complémentaires, cela permet de mieux articuler les méthodes entre elles (exemple n°1),
- s'il est possible d'articuler les méthodes entre elles, cela facilite leur applicabilité (exemple n°2),
- si les méthodes sont plus flexibles, cela facilite leur articulation (exemple n°3),
- si les méthodes peuvent être choisies, cela facilite leur applicabilité et leur adéquation aux besoins spécifiques (exemple n°4),
- si la méthode bénéficie d'un effet de mode, il est plus facile de communiquer avec les autres acteurs du projet (exemple n°5),
- l'adéquation des méthodes aux problèmes posés augmente la productivité de la conception et son efficacité (exemple n°6).

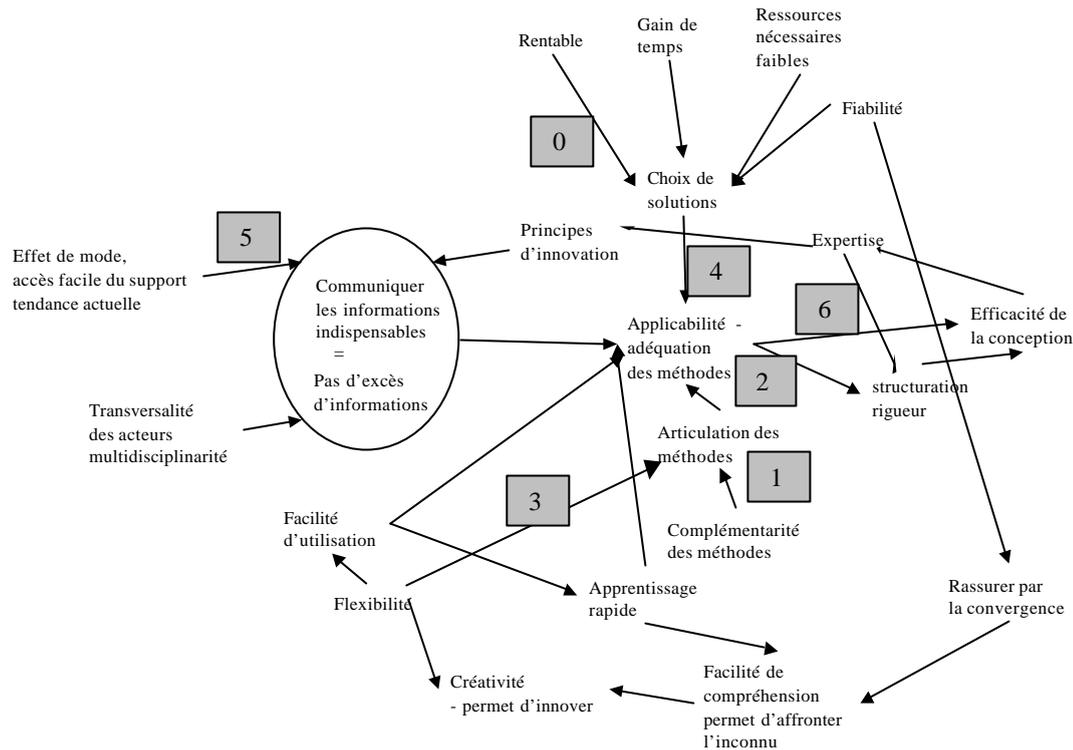


Figure 90. Enchevêtrement d'actions à réaliser pour faciliter l'intégration d'outils méthodologiques

Cet enchevêtrement de liens a été réalisé suite aux expérimentations de ce travail de recherche. En effet la figure 90 est une synthèse de la vérification de l'efficacité des méthodes de conception et la synthèse des différents éléments pouvant permettre de répondre à la demande industrielle. C'est-à-dire que dans ce schéma est illustré de manière claire les différents éléments nécessaires permettant de contribuer à l'efficacité de la conception dans l'entreprise.

Le schéma de la figure 90 exprime ce qui est à faire : par exemple, il faut faciliter le choix des solutions méthodologiques pour faciliter leur applicabilité et leur adéquation aux besoins (exemple n°4). Mais ce schéma ne donne pas d'indications précises sur la manière de mettre en place cela dans les entreprises.

## Conclusion

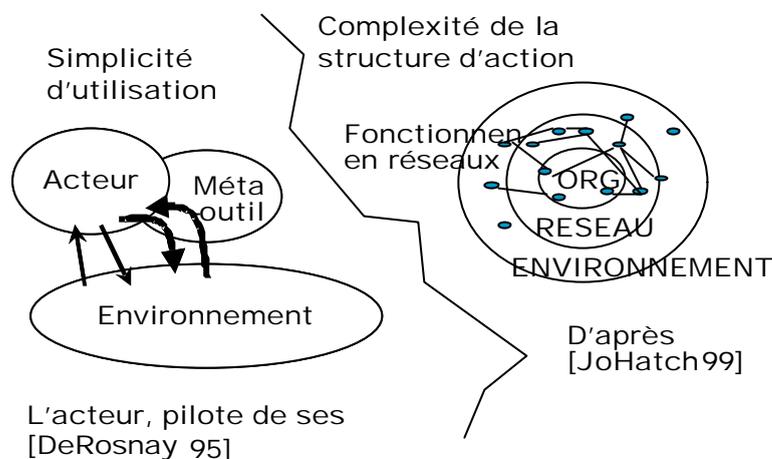
Le but des expérimentations de ce travail de recherche était justement de définir les modalités d'introduction d'un outil spécifique (le méta-outil) dans le fonctionnement des entreprises et surtout de définir comment cet outil pouvait s'insérer dans les processus de conception et d'innovation existants.

Le but de l'expérimentation 3 était de vérifier les changements dans l'activité quotidienne de l'acteur et de l'entreprise. S'il en était besoin, nous avons aussi vérifié le gain en créativité et en temps réalisé par l'assimilation de principes méthodologiques, contenus dans des méthodes bien choisies (cf. les reformulations des chefs de projets dans le chapitre « expérimentation »).

Nous avons ensuite cherché à construire ce méta-outil dont nous avons déjà défini les grandes lignes. Nous avons commencé à rassembler des informations précises pour implémenter le méta-outil, par contre **nous nous sommes rendus compte qu'il était plus judicieux de travailler sur la méthode de formalisation de cet outil.** Nous avons effectué cette réorientation de la recherche car cet outil ne peut pas être un système statique et déconnecté de l'activité humaine des différents

acteurs intervenant dans les processus d'innovation. En fixant des contraintes d'évolutivité et d'intelligence pour le méta-outil, il nous est apparu nécessaire de plutôt valider ses conditions de mise en place. Nous concluons d'ailleurs cette recherche sur la méthode de mise en place d'un tel outil.

Concrètement le méta-outil doit être un outil qui facilite l'interconnexion car l'innovation est essentiellement formée d'interconnexions. Pour reproduire les phénomènes « naturels » d'innovation, nous allons chercher à modéliser, à systématiser grâce au support informatique ce qui est instrumentable dans les actions humaines menant à l'innovation. Il s'agit de réaliser un système hybride homme-ordinateur permettant d'instrumentaliser et de découpler les efforts entrepris par les acteurs pour innover. Le méta-outil a justement pour objectif d'être un support à la gestion dans la complexité (cf. figure 91). Le méta-outil doit mêler intelligemment des systèmes informatiques en réseau et des réseaux d'acteurs en interconnexion.



*Figure 91 : Synthèse du principe de fonctionnement du méta-outil et sa complexité de construction : Système hybride réseau d'acteurs et réseaux informatiques*

Le méta-outil a pour but de soutenir des allers-retours entre des informations formalisées et l'action. Il y a donc une forme d'interaction constructive théorie/pratique qui doit être à l'œuvre avec l'utilisation du méta-outil. Ce mode de mise en place et de fonctionnement participe à l'intelligence du système.

Peu d'informations sont manquantes dans les processus d'innovation, mais ces manques ont des répercussions très importantes, notamment en terme de retard sur les projets et en terme de réussite finale sur le marché. Par rapport à cette problématique, il existait déjà la capitalisation et la gestion des connaissances. Par contre, au niveau méthodologique la gestion des connaissances est un système qui restait encore à définir.

Par contre l'intégration d'un nouveau média est longue. Donc nous avons cherché à identifier dans un premier temps la méthode de mise en place d'un outil d'aide à l'innovation avec un support informatique. Cela ne peut se faire que progressivement et en très forte interaction avec l'analyse des besoins et usages des concepteurs. Pour faciliter son intégration le méta-outil utilisera l'internet comme support de diffusion.

## **6.5. CONCLUSION : VERS UNE NOUVELLE SCIENCE DE LA PRECONISATION DANS LES**

# PROCESSUS D'INNOVATION

Dans cette partie nous réalisons une analyse critique du modèle proposé et nous comparons le méta-outil en tant que concept avec d'autres travaux similaires.

## 1. Les pathologies des processus d'innovation nécessitent des réponses scientifiques

Avec notre recherche nous avons identifié les ressorts d'une analyse des pathologies des processus d'innovation. Nous avons aussi dégagé des pistes de réflexion sur la manière de mettre en place des solutions adaptées, scientifiquement prouvées et validées sur le terrain.

## 2. Les moyens d'action et supports scientifiques

### a. L'importance des technologies de l'information pour les PME-PMI

L'application des technologies de l'information est un moteur important pour mettre en place des changements socioéconomiques. Les technologies de l'information ont un impact collectif par l'intermédiaire de l'artefact qu'elles représentent. Elles servent ainsi de modèle commun à plusieurs groupes sociaux [MARCEL 1998].

Ces technologies permettent aussi les transferts de connaissances et les transferts d'innovation [MAJOR 2000]. La richesse de la gestion de projet, sur le plan des concepts est venue de l'apport de la pensée systémique, or aujourd'hui les nouvelles technologies facilitent la circulation des informations et contribuent aux changements nécessaires dans les PME-PMI [RUIZ 1997].

### b. Différence entre le méta-outil et des méta-moteurs de recherche

Nous pourrions croire que sur l'internet l'ensemble des informations nécessaires pour innover serait disponibles avec un bon moteur de recherche. D'ailleurs le méta-outil s'appuie sur des informations présentes sur internet. Par contre Internet ne permet pas de répondre à des questions qui nécessitent une réponse complexe. Le méta-outil cherche donc à apporter une innovation en terme d'usage c'est-à-dire que le méta-outil doit permettre de proposer un accompagnement à la gestion de projet innovant, favoriser l'accès à la veille technologique et à la résolution de problèmes.

La différence entre les moteurs de recherche sur Internet et le méta-outil est que Internet gère des informations (et ne peut donc répondre qu'à des questions précises) et le méta-outil gère du **sens**. Le sens peut être utilisé au niveau méthodologique et organisationnel, et peut ainsi répondre à des questions plus complexes : comment se différencier de la concurrence, par exemple.

### c. Les outils supports de l'ingénierie simultanée

Il existe des recherches sur les outils de travail collaboratif. Le méta-outil s'appuie sur les principes reconnus efficaces sur ces types d'outils mais se garde bien de favoriser telle ou telle solution car l'objectif premier est de répondre au besoin des utilisateurs, c'est-à-dire des concepteurs en PME-PMI. En précisant la structure du méta-outil il est possible que l'architecture du système soit un logiciel accessible par internet à distance et dont la personnalisation possible est importante. Le service ainsi fourni aux PME-PMI est donc innovant parce qu'il propose à un coût relativement faible un ensemble de fonctionnalités personnalisables en fonction des besoins.

Nous pouvons noter qu'il existe de nombreuses recherches sur des systèmes d'aide à l'innovation dans les grandes entreprises :

- soit pour faire émerger efficacement les idées innovantes à fort potentiel (MAGIE),
- soit pour structurer des processus de développement des innovations (Guide du

- Management de l'Innovation de l'Université de Technologie de Compiègne),
- soit pour faciliter le travail collaboratif inter-métiers (MAGIE, CODESCO).

MAGIE est une plate-forme du Réseau National de Technologie Logicielle : Management Intelligent de l'Information de veille, de Recherche et des Innovations. L'objectif de cette plate-forme est le développement pré-industriel d'un système informatique d'aide à la décision, ouvert et évolutif, venant en support à des équipes pluridisciplinaires distribuées ayant à élaborer, évaluer, planifier et déployer des innovations.

Le projet CODESCO (A Practical Communication and Decision Support Environment for Managing Concurrent Product Development) est un projet qui a été soutenu par la Communauté Européenne. Ce projet a mis en place un environnement destiné à servir de support aux décisions et à la communication pour les managers de projets travaillant en ingénierie concurrente. Cet environnement comprend une méthodologie et un système logiciel rendant possible et facilitant les processus de décision dans les phases amont du développement de produits.

Ceci nous permet de mettre en valeur l'originalité de cette recherche. Notre recherche se distingue de ces systèmes en insistant sur les aspects applicabilité au terrain. Le but du méta-outil en tant que système est de s'assurer que les moyens d'aide à l'innovation soit **effectivement diffusés** aux entreprises potentiellement intéressées par ceux-ci.

# CONCLUSION GENERALE

Notre recherche se situe dans le cadre de la recherche de l'amélioration de la conception et de l'innovation dans les PME-PMI. Nous avons détaillé le contexte des projets de conception et d'innovation en PME-PMI et nous avons caractérisé les difficultés rencontrées lors de la mise en place de moyens d'aide à l'innovation.

Les PME-PMI ont, malgré de faibles ressources, une caractéristique principale de réactivité et d'innovation. Nous cherchons donc à leur donner les moyens de toujours plus innover et en particulier de leur faciliter quelques tâches de conception, difficiles et/ou consommatrices de temps. Devant la complexité qui entourent les PME-PMI face à l'innovation, nous avons été amenés à proposer un méta-outil, avec une hypothèse principale d'apprentissage.

Dans le premier chapitre nous avons détaillé la complexité de l'innovation. Le but de cette partie était de montrer la difficulté d'apporter des solutions concrètes au problème de l'innovation.

Dans le chapitre 2, nous avons rappelé les difficultés épistémologiques liées à notre sujet d'étude et justifié notre choix de l'épistémologie constructiviste.

Dans le chapitre 3, nous avons présenté la problématique de cette recherche qui consistait à définir comment mettre en place le juste nécessaire méthodologique dans les processus de conception de produit.

Dans le chapitre 4 nous avons présenté l'intérêt potentiel de la modélisation pour répondre à la problématique.

Le chapitre 5 présente les résultats des différentes expérimentations. La première partie des expérimentations montre quantitativement des macros-modèles de fonctionnement de l'innovation en PME-PMI. La deuxième partie des expérimentations s'est attachée à modéliser l'intégration des outils et méthodes dans les processus d'innovation. La troisième partie des expérimentations a permis de vérifier que la modélisation du processus d'innovation de l'entreprise lui permet de définir son juste nécessaire méthodologique.

Dans le chapitre 6, nous réalisons une synthèse de ce qui a été réalisé pendant cette recherche et nous en dégageons des perspectives pour le futur. Nous nous appuyons sur la formalisation des connaissances méthodologiques effectuées sur les différents projets pour définir le concept d'un nouvel outil d'aide à l'innovation. Les connaissances méthodologiques extraites des reformulations des acteurs-projet peuvent être synthétisée dans un système expert dont le fonctionnement est explicité à la fin de ce chapitre.

Cette recherche a nécessité une définition spécifique de la méthodologie de recherche. Cette recherche a apporté des éléments nouveaux :

- en terme de modèles d'analyse de l'innovation : modèle sujet – projet – objet,
- en terme de méthode de modélisation des processus d'innovation (méthode par les liens),
- en terme de mise en place de prescriptions méthodologiques dans une dynamique d'action et d'apprentissage.

Le protocole expérimental a nécessité une adaptation de l'outil aux processus actuels de conception des PME-PMI. Nous avons tenu compte aussi des besoins et attentes des concepteurs, et des caractéristiques propres aux solutions à la disposition des PME-PMI.

Des informations supplémentaires ont été obtenues en plus du simple test des hypothèses. Une nouvelle manière de coordonner les différents principes de méthode a été identifiée. De plus l'enseignabilité des méthodes a été prise en compte.

En synthèse par rapport aux hypothèses et aux expérimentations, la proposition du concept de méta-outil nous a permis de valider des idées concernant :

- le développement de dynamiques de l'innovation en supprimant les freins,
- l'utilisation du juste nécessaire en terme de méthodologie,
- l'amélioration de l'efficacité des processus d'innovation grâce à l'utilisation d'outils adaptés,
- l'amélioration de la créativité des équipes -projet,
- l'ouverture de nouvelles perspectives pour les PME-PMI,
- le développement des apprentissages en PME-PMI pour pérenniser les dynamiques de l'innovation.

Par contre ce méta-outil nécessite des modélisations de connaissances dont une méthode de modélisation est présentée. Le méta-outil est donc adaptable à différents projets intra-entreprise et inter-entreprises (cf. réseau de 25 PME-PMI).

Nous avons réussi à systématiser une démarche allant d'un problème spécifique à la construction d'une solution spécifique (cf. Annexes). Le modèle identifié a permis d'intervenir de manière efficace dans des processus de conception. L'idée principale qui a guidé cette recherche était de rendre les entreprises capables de redéfinir continuellement leurs savoirs-faire, leurs méthodes et leur organisation, leur vision et leurs valeurs.

Par rapport à la littérature, et notamment suite au colloque international ICED 2001, nous pouvons remarquer que notre apport se situe dans la formalisation d'une approche globale intégrant ce qui existe comme résultats de recherche et comme résultats empiriques pour générer un outil de conception adapté aux PME-PMI.

Actuellement de nombreuses recherches et travaux tentent de développer la formation à distance mais ces approches nécessitent des moyens importants pour constituer les supports de formation [AKKOUCHE 1996]. Notre approche vient compléter cette offre de solutions par une méthode de modélisation permettant de réduire les coûts liés à la mise en place de tels systèmes.

L'apport de cette thèse est :

- la proposition d'un modèle d'analyse du processus de conception, le développement de moyens de preuve dans le domaine méthodologique et la proposition d'une solution applicable concrètement,
- l'évaluation de l'intérêt des méthodes de conception : en les plaçant dans leur contexte,
- la capitalisation des connaissances méthodologiques issues de plusieurs projets.

Cette recherche vise à compléter les solutions existantes de présentation d'informations, de catalogues destinés aux PME-PMI, tels que l'ouvrage sur le développement industriel de la DATAR [ANTIDE 1997]. Le but de cette recherche était de faire parvenir les connaissances nécessaires, et juste celles-ci, au bon moment et pour soutenir un processus d'innovation. Nous remarquons que ceci correspond bien à la priorité donnée par les chefs d'entreprise pour aider leurs personnels à développer l'innovation.

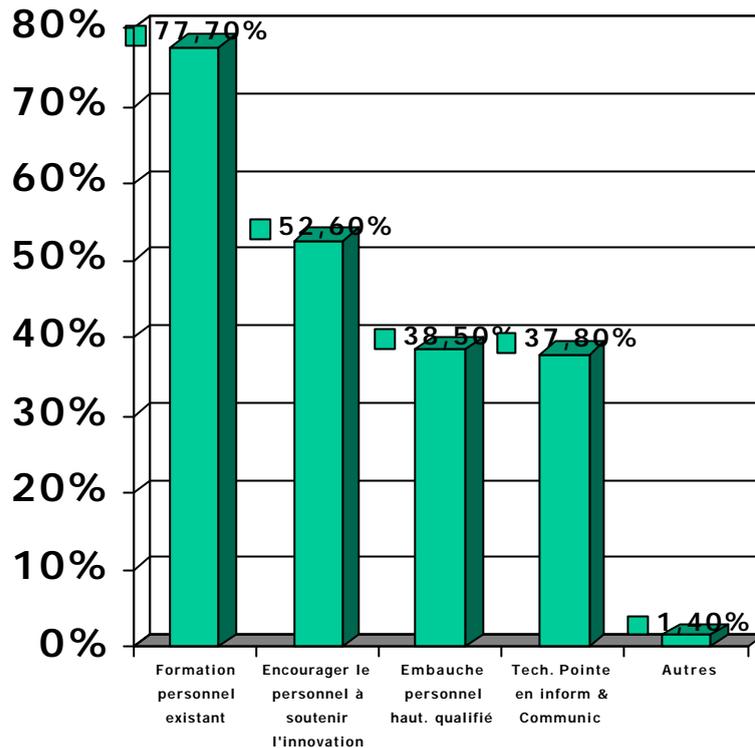


Figure 92. Les moyens perçus comme efficace par les chefs d'entreprise de l'union européenne pour encourager l'innovation [COMMUNAUTE EUROPEENNE 2001]

Dans une étude de la communauté européenne INNOBAROMETER, l'intérêt pour le type d'outil que nous cherchons à mettre en place est clair. « *Les dirigeants des entreprises ont la conviction que le personnel existant est apte à maîtriser l'innovation avec un support approprié. La formation du personnel et les mesures pour encourager le personnel à soutenir l'innovation et à partager les connaissances en sont les bases.* » [COMMUNAUTE EUROPEENNE 2001].

Nous observons par l'intermédiaire d'un colloque « le travail humain » : « *modéliser les activités coopératives de conception* » et de la conférence internationale ICED 01 que la validité écologique des modèles est devenue une préoccupation scientifique.

La méthode de modélisation identifiée doit permettre de coordonner différentes actions de coopération pour créer des outils de conception et d'innovation. Une recherche a commencé sur le choix des outils méthodologiques [BENFRIHA 2001] et des programmes de recherche européens travaillent sur ce thème. Il s'agit notamment du projet CODESCO dont les publications posent les principes de fonctionnement d'un outil proche du méta-outil [THOBEN 2001].

## Références bibliographiques

- [1] ABERNATHY W.J., CLARK K. B., Innovation : mapping the winds of creative destruction, In Research Policy, vol. 14, pp3-22 (1985)
- [2] AFITEP, Le management de Projet - Principes et pratique, Editions AFNOR Gestion, 1991.
- [3] AFNOR, AFAV, Qualité en conception : la rencontre Besoin-Produit-Ressources, Editions AFNOR, 1996.
- [4] AIT-EL-HADJ, S., Management de l'innovation technologique. Encyclopédie de Gestion - Editions ECONOMICA
- [5] AKKOUICHE, Téléenseignement, formation professionnelle à distance et formation coopérante, Thèse INSA Lyon, 1996.
- [6] AKRICH Madeleine, CALLON Michel et LATOUR Bruno – A quoi tient le succès des innovations – Annales des Mines. 2 parties : juin et septembre 1988.
- [7] ALTER N., Organisation et Innovation – une rencontre conflictuelle, Les Organisations – Etats des savoirs, Editions Sciences Humaines, 1999.
- [8] ANDREASEN M. M., HEIN L., Innovating the product Development Organisation, Designers – The key to successful product development, p. 183, Springer, 1998.
- [9] ANSOFF Igor, Stratégie du développement de l'entreprise, Les éditions d'organisation, 1989.
- [10] ANTIDE, Cultiver le développement industriel, Editions Entreprise, Territoires et développement, 1997.
- [11] AOUSSAT, Améziane, Contribution à la modélisation du Processus de Conception de produits industriels, Rapport de Synthèse en vue d'obtenir l'Habilitation à diriger les recherches, ENSAM - Paris, 1996
- [12] AOUSSAT, Améziane, La pertinence en Innovation : nécessité d'une approche plurielle, Thèse de Doctorat, ENSAM - Paris, 1990
- [13] ARGYRIS C., Savoir pour agir : surmonter les obstacles à l'apprentissage organisationnel, Dunod, 2000.
- [14] ARGYRIS C., SCHÖN D.A., Organizational Learning : a Theory of Action Perspective, Reading Mass, Addison Wesley, 1978.
- [15] AVENIER, M.J., Une nouvelle formulation de la problématique du pilotage d'organisations sociales, stimulée et rendue opérationnalisable par les nouvelles technologies de l'information, note de recherche, 1995.
- [16] BAGCHI-SEN Sharmistha, Product innovation and competitive advantage in an area of industrial decline: the Niagara region of Canada, Technovation, Volume 21, Issue 1, January 2001, Pages 45-54
- [17] BARAKAT O., VALLET G., PME-PMI : vers une gestion de projets performante (1999)
- [18] BARBIER René, La Recherche-Action — Economica 1996.
- [19] BASSEREAU J.F., Cahier des Charges Qualitatif Design, Elaboration par le mécanisme des sens, - Thèse de Doctorat – ENSAM 1995.
- [20] BATESON G., Steps to an ecology of mind, Ballantine Books, New-York 1972.
- [21] BEAUFILS P., L'analyse de la valeur s'adapte aux PME, Industries et techniques, n°772, juin 1996.
- [22] BELECHEANU Roxana, HAQUE Badr, Dr. S PAWAR Kulwant, Dr. BARSON Richard Decision Support Methodology for Early Decision Making in New Product Development – A Case Based Reasoning Approach - 5th International Conference on Concurrent Enterprising (ICE), The Hague, Quorn Selective Repro,1999.
- [23] BELOTTI, Catherine; TUNALY, Claes, Acquisition of technological knowledge in small and medium-sized manufacturing companies in Sweden, International Journal of Technology

- Management, Volume 18, Issue 3-4, 1999, Pages 353-371.
- [24] BENFRIHA, Khaled, THOUVENIN, Eric, AOUSSAT, Améziane, Proposition d'une approche neuro-floue pour l'aide au choix des méthodes et outils de conception, Séminaire CONFERE, Marrakech, 2001.
- [25] BENFRIHA, Khaled, Etude et conception d'une mini-fontaine réfrigérante et chauffante, DEA Conception de produits nouveaux – ENSAM – 2001.
- [26] BERNARD A, Modèles de produit et de processus, PRIMECA – NANCY, 1999.
- [27] BERTALLANFFY, Ludwig Von, Théorie générale des systèmes, Dunod, 1973.
- [28] BERTOLUCCI G, Thèse de doctorat en Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, 2001.
- [29] BESSANT, John; FRANCIS, David, Using learning networks to help improve manufacturing competitiveness, Technovation, Volume 19, Issue 6, 1999, Pages 373-381.
- [30] BEYER, N.; WEBER, F. - Concepts and Prototype for a Practical Communication Environment for Supporting and Managing Concurrent Product Development - International Conference on Engineering Design ICED Munich, 1999.
- [31] BIRCHALL, D.W.; CHANARON, J.J.; SODERQUIST, K., Managing innovation in SME's: A comparison of companies in the UK, France and Portugal, International Journal of Technology Management, Volume 12, Issue 3, 1996, Pages 291-305.
- [32] BIZAGUET A., Les Petites et Moyennes Entreprises, Presses Universitaires de France, 1991.
- [33] BLANCO Éric, L'émergence du produit dans la conception distribuée -- vers de nouveaux modes de rationalisation dans la conception de systèmes mécaniques, Thèse en génie industriel, mention génie mécanique, de l'INPG- 1998.
- [34] BLESSING, L.T.M. and CHAKRABARTI, A. How to design research: a design research methodology, Springer Verlag London Ltd, 2001.
- [35] BLOCH A, Déjouer les pièges de la gestion de projet, Editions d'organisation, 2000.
- [36] BOCQUET Jean-Claude, Intégration des systèmes d'information dans le processus de conception, colloque PRIMECA Novembre 1999.
- [37] BOLY Vincent, Processus d'innovation : contribution à la modélisation et approches méthodologiques, Document d'Habilitation à Diriger des Recherches, INPL - Laboratoire de Recherche en Génie des Systèmes Industriels, octobre 2000.
- [38] BOTTON Marcel, La créativité appliquée en 50 fiches, Les Editions d'Organisation, 1980.
- [39] BOUCHARAT, Romain, La conception de produits multiples, application à la conception d'un mobilier multifonctionnel et évolutif - DEA Conception de Produits Nouveaux - ENSAM Paris 2001
- [40] BOUCHARD Carole, Modélisation du processus de style automobile. Méthode de veille stylistique adaptée au design du composant d'aspect - Thèse de Doctorat – ENSAM 1997.
- [41] BOUCHY Serge, L'ingénierie des systèmes d'information évolutifs, Eyrolles, 1994.
- [42] BOURDICHON Patrick, L'Ingénierie simultanée, et la gestion d'information, Hermès - collection systèmes d'information, 1994.
- [43] BOUTINET J.-P., Psychologie des conduites à projets, Presses Universitaires de France, 1995.
- [44] BRAESCH Christian et HAURAT Alain, La modélisation systémique en entreprise Hermès, 1995.
- [45] BRENOT Jacques et TUVÉE Louis, Le changement dans les organisations, PUF, 1996.
- [46] BROUSTAIL J, FRÉRY F, Le management stratégique de l'innovation, PERCIS DALLOZ, 1993.
- [47] BUZAN Tony, Une tête bien faite, Les Editions d'organisation, 1983.
- [48] CARDON A, Conscience artificielle et systèmes adaptatifs, Editions Eyrolles, 2000

- [49] CARRE P, CASPAR P, Traité des sciences et techniques de la Formation, Editions DUNOD, 1999.
- [50] CHAIGNEAU, Yves et Périgord, Michel, Du management de projet à la qualité totale, Les Editions d'Organisations, 1990.
- [51] CHANAL Valérie : le management de l'innovation de produit industriel : mise en œuvre d'une démarche de diagnostic pour améliorer notre compréhension du processus. Thèse en sciences de gestion. L'université de Pierre Mendès France de Grenoble – Ecole supérieure des affaires– 1995.
- [52] CHAPPUIS Raymond, La psychologie des relations humaines, PUF, 1986.
- [53] CHAUVET A., Méthodes de management – le guide, Les éditions d'organisation (1998)
- [54] CHUNG Sunyang, Unification of South and North Korean innovation systems, Technovation, Volume 21, Issue 2, February 2001, Pages 99-107
- [55] CLERGUE Gérard, L'apprentissage de la complexité, Hermès, 1997.
- [56] COMMUNAUTE EUROPEENNE, "INNOBAROMETRE" - Sondage sur l'innovation en Europe réalisé pour la Direction Générale « Entreprise » de la Communauté Européenne, Avril – Mai 2001.
- [57] COURBON Jean Claude, Systèmes d'information : Structuration, modélisation et communication, InterEditions - Informatique Intelligence Artificielle, 1993.
- [58] CRETON L. - Les stratégies d'innovation progressive, Revue Française de Gestion - juin - juillet - août 1984.
- [59] CROZIER Michel et FRIEDBERG Erhard, L'acteur et le système, Seuil, 1977.
- [60] CROZIER Michel, L'entreprise à l'écoute, InterEditions, 1989.
- [61] DANKBAAR, Ben Technology management in technology-contingent SMEs, International Journal of Technology Management, Volume 15, Issue 1-2, 1998, Pages 70-81.
- [62] DARSSES F, Converger vers une solution en situation coopérative de conception : analyse cognitive du processus d'argumentation, 10ème Atelier du Travail Humain : Modéliser les activités coopératives de conception, Editeur INRIA, 2001.
- [63] DARSSES F, L'ingénierie Concurrente : un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception, PRIMECA – NANCY 1999.
- [64] DATCHARY F, L'accessibilité de l'information, in Knowledge Management, DUNOD, 2000.
- [65] DE ROSNAY Joël, Le macroscopie, Vers une vision globale, Edition du Seuil, 1975.
- [66] DE ROSNAY Joël, L'homme symbiotique, Seuil, 1995.
- [67] DECREUSE, Christophe, Contribution à l'identification et à l'ordonnement des tâches de conception en ingénierie simultanée, Document de Thèse de Doctorat, Université de Franche-Comté, 1997
- [68] DIAS W P S, SUBRAHMAMIAN E, MONARCH I A, Ordering of Information in Engineering Design Organizations, 10ème Atelier du Travail Humain : Modéliser les activités coopératives de conception, Editeur INRIA, 2001.
- [69] DODD S D, ANDERSON A R, Understanding the enterprise culture - paradigm, paradox and policy, in Entrepreneurship and Innovation, Février 2001.
- [70] DOU, Henri; DOU, Jean-Marie Jr., Innovation management technology: Experimental approach for small firms in a deprived environment, International Journal of Information Management, Volume 19, Issue 5, October 1999, Pages 401-412.
- [71] DUBOIS Patrice, Formalisation d'une démarche pour la conception d'un processus de prototypage rapide, Thèse de doctorat en Génie Industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, 1999.
- [72] DUBOIS Raphaël, Proposition d'outils à l'application des méthodes et outils de conception de produits industriels, Mémoire de DEA CPN, Génie Industriel, ENSAM - Paris, 1997.
- [73] DURAND Daniel, La Systémique, PUF, 7ème édition, 1996

- [74] EEKELS J., On the fundamentals of engineering design science : the geography of engineering design science. Part 1 - Journal of Engineering Design, Vol. 11, n°4, 2000
- [75] EIDE P.G., "Research Design in Design Research" actes ICED 1997, pp 377-380.
- [76] ERMINE Jean Louis, Les systèmes de connaissances, Hermès, 1996.
- [77] EUROPEAN COMMISSION, Innovation Management, Building competitive skills in SMEs, Office for Official Publications of The European Communities, 1999.
- [78] FERBER Jacques, Les systèmes multi-agents : un aperçu général, Technique et science informatique, vol.16, n°8, Hermès, 1997, p.979-1012.
- [79] FILSON A., Lewis A., Cultural issues in implementing changes to new product development process in a small to medium sized entreprise (SME), Journal of Engineering Design, Vol. 11, n°2, 2000
- [80] FILSON, Anna; LEWIS, Alan, Innovation from a small company perspective - an empirical investigation of new product development strategies in SMEs, IEEE International Engineering Management Conference, 2000, Pages 141-146
- [81] FRICKE G., Successful Industrial Product Development, Designers – The key to successful product development, p301, Springer (1998)
- [82] GARRO O, Conception distribué et émergence, Colloque PRIMECA – NANCY 1999.
- [83] GEMSER G, LEENDERS M A A M, How integrating industrial design in the product development process impacts on company performance, The Journal of Product Innovation Management – ELSEVIER, VOL.18 (2001) 28–38
- [84] GENELOT D., Manager dans la complexité : réflexions à l'usage des dirigeants, INSEP, 1993
- [85] GERARD M., Contribution du design à la conception de gammes de produits en P.M.E- P.M.I du secteur des biens de consommation - Modélisation d'un outil de pré-visualisation du processus de design de gamme - Thèse de doctorat en génie industriel, Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, 2000.
- [86] GIGET M., L'innovation dans l'entreprise, Techniques de l'Ingénieur, 1994.
- [87] GIROD SEVILLE M, PERRET V: «Les fondements épistémologiques de la recherche», in Méthodes de recherche en management, Dunod, 1999.
- [88] GLASERFELD Von E., Die Erfundene Wirklichkeit. Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben ? Beiträge zum Konstruktivismus, munich, R. Pipper Co, Verlag, 1981
- [89] GLEIZES, Marie Pierre et GLIZE Pierre, Les systèmes multi-experts, Editions Hermès, 1990.
- [90] GORDON M.B., Paugam-Moisy H., Sciences cognitives. Diversité des approches, Hermès, 1997.
- [91] GRACC, groupe de recherche sur l'activité de conception collaborative, Une expérience de conception collaborative à distance, PRIMECA – LA PLAGNE 2001.
- [92] GUILLET S, GARDONI M, Les TICE au service des formations de mise à niveau en technobgie mécanique à l'INP-GRENOBLE, PRIMECA – LA PLAGNE 2001.
- [93] HATCHUEL Armand, Apprentissages collectifs et activités de conception – Revue Francaise de Gestion, juin-juillet-Aout 1994.
- [94] HATCHUEL Armand, WEILB, L'expert et le système, ECONOMICA, 1992.
- [95] HATON J-P, HATON M-C, L'intelligence artificielle, PUF, 1989.
- [96] HERNIAUX Gérard, Organiser la conduite de projets, Insep Editions, 1992.
- [97] HOFFMAN Kurt, PAREJO Milady, BESSANT John and PERREN Lew, Small firms, R&D, technology and innovation in the UK: a literature review, Technovation, Volume 18, Issue 1, January 1998, Pages 39-55.
- [98] HOWELL J M, SHEA C M, Individual differences, environmental scanning, innovation framing, and champion behavior: key predictors of project performance, The Journal of Product Innovation

Management – ELSEVIER, VOL. 18 (2001) pp. 15–27.

- [99] I.G.L. Technology, SADT - un langage pour communiquer, Eyrolles, 1989.
- [100] JACOB Guy, Le reengineering - l'entreprise reconfigurée, Hermès, 1994.
- [101] JARKE M., POHL K., DOMGES R., Jacobs S., Nissen H. W., "la gestion des informations sur les besoins : l'approche NATURE", Ingénierie des systèmes d'information, Vol. 2, N° 6 / 1994, pp. 609-637.
- [102] JARROSON Bruno, Décider ou ne pas décider ? Réflexions sur les processus de la décision, Editions MAXIMA, 2000
- [103] JEANTET, A., Boujut, J.-F., Laureillard, P, L'approche du processus de conception de produit par les objets intermédiaires - Le cas des pièces forgées à RVI, Congrès IDMME 1996.
- [104] JO HATCH M, Théorie des organisations, de l'intérêt de perspectives multiples, Editions DeBoeck Université, 2000.
- [105] JONES Oswald and CRAVEN Martin, Beyond the routine: innovation management and the Teaching Company Scheme, Technovation, Volume 21, Issue 5, May 2001, Pages 267-279
- [106] KAUFMANN Alexander and TÖDTLING Franz, How effective is innovation support for SMEs? An analysis of the region of Upper Austria, Technovation, Volume 22, Issue 3, February 2002, Pages 147-159
- [107] KEIZER Jimme A., DIJKSTRA Lieuwe and HALMAN Johannes I. M., Explaining innovative efforts of SMEs.; An exploratory survey among SMEs in the mechanical and electrical engineering sector in The Netherlands, Technovation, Volume 22, Issue 1, January 2002, Pages 1-13
- [108] KING A. M., SIVALOGANATHAN S., Development of a Methodology for Concept Selection in Flexible Design Strategies, Journal of Engineering Design, Vol. 10, No. 4, 1999
- [109] KOENIG G., Production de la connaissance et constitution des pratiques organisationnelles, Revue de Gestion des Ressources Humaines, n°9, novembre 1993.
- [110] KOENIG Gérard, L'apprentissage organisationnel : repérage des lieux – Revue Française de gestion, janvier-février 1994.
- [111] KOLSKI Christophe, Ingénierie des interfaces hommes-machines, conception et évaluation, Hermès, 1993.
- [112] LACAZE C., GAZERIAN J., RUIZ J.M., RIGAUD F., Le management de projet dans l'assurance Qualité, Deuxième congrès international Franco-Québécois de Génie Industriel, ALBI 1997.
- [113] LAINÉE, F., La veille technologique, de l'amateurisme au professionnalisme, Edition Eyrolles, 1991.
- [114] LAMOURI, Samir, Contribution méthodologique à la formalisation d'une stratégie de formation à l'entrepreneuriat (méthode Delphi combinée aux abaques de Régnier), Proposition d'un plan de formation, Thèse de Doctorat, I.N.P.L., 1989
- [115] LASSAIGNE Richard et DE ROUGEMOND Michel, Logique et complexité, Hermès - collection Informatique, 1996.
- [116] LATOUR, B., La science en action, Editions La Découverte, 1989.
- [117] LAVILLE A, COUFFIN F, FAURE JM, XANTHAKIS S, ANTOINE S, Une approche d'aide à la conception intégrée basée sur un modèle de référence et la coopération de différents modes de raisonnement, in Congrès International de Génie Industriel de Montréal, 1999.
- [118] LE COQ, Marc, Approche Intégrative en conception de produit, Thèse de doctorat, Génie Industriel, ENSAM - Paris, 1992
- [119] LEBAHAR Jean-Charles, Cahier des charges réduit, tâche de conception en temps limité et commentaires critiques a posteriori : une approche pédagogique de la conception, in Design Recherche Revue, p55-70, n°9, Décembre 1996.

- [120] LEGALLOU F., Bouchon-Meunier, Systémique (Théorie et applications).
- [121] LEGARDEUR J, BOUJUT J-F, TIGER H. ID<sup>2</sup> : un outil pour l'innovation produit/process, Application dans le domaine des pièces composites, PRIMECA – LA PLAGNE 2001.
- [122] LEMOIGNE Jean-Louis, Modélisation des systèmes complexes, Edition Dunod, 1995.
- [123] LEMOIGNE Jean-louis, Théorie du système général, P.U.F., 1977.
- [124] LEMOIGNE, J.-L., Les épistémologies constructivistes, Presses Universitaires de France, 1995
- [125] LOILLIER T., Tellier A., Gestion de l'innovation, Editions Management Société, 1999.
- [126] LONGUEVILLE B, LE CARDINAL J, BOCQUET J-C, La gestion des connaissances pour les projets de produits innovants, PRIMECA – LA PLAGNE 2001.
- [127] MACK Manfred, L'organisation apprenante comme système de transformation de la connaissance en valeur, Revue française de gestion, sept-oct 1995.
- [128] MADERS H.-P, Gautier E., Le Gallais C., Conduire un projet d'organisation - Guide méthodologique, Editions d'Organisation (1998)
- [129] MAFFIN D, Engineering Design Models: context, theory and practice, Journal of Engineering Design, Vol. 9, No. 4, 1998
- [130] MAITRE Paul, Miquel Jacques-Didier, De l'idée au produit : Guide de la valorisation industrielle de la recherche, Editions Eyrolles, Paris, 1992.
- [131] MAJOR, E. J. and CORDEY-HAYES M., Engaging the business support network to give SMEs the benefit of foresight, Technovation, Volume 20, Issue 11, November 2000, Pages 589-602.
- [132] MANZANO, R., Modéliser pour prescrire : approche systémique des systèmes de production, Thèse de doctorat, Génie Industriel, ENSAM - Paris, 1998.
- [133] MARC E, PICARD D, L'Ecole de Palo Alto – un nouveau regard sur les relations humaines, Editions RETZ, 2000.
- [134] MARCENAC Pierre, Modélisation de systèmes complexes par agent, Technique et science informatique, vol.16, n°8, Hermès, 1997, p.1013-1038.
- [135] MARCHAT H, Kit de conduite de projet, Editions d'organisation, 2001.
- [136] MARCH-CHORDA Isidre, GUNASEKARAN A. and LLORIA-ARAMBURO Begoña, Product development process in Spanish SMEs: an empirical research, Technovation, Volume 22, Issue 5, May 2002, Pages 301-312
- [137] MARRIS, Philippe, Le management par les contraintes, Editions d'Organisation, 1994
- [138] MARTIN C, BOCQUET J-C, DJEAPRAGACHE, Amélioration de la gestion du processus de conception : relation entre les méthodes dans le cadre de la Conception Intégrée, Colloque Conception Production Intégrée, Tanger 1999.
- [139] MASCITELLI R, From experience: harnessing tacit knowledge to achieve breakthrough innovation- Journal of Product Innovation Management (JPIM) vol 17 iss 3, pp. 179-193. Mai 2000.
- [140] MC KEE Daryl, An Organizational Learning Approach to Product Innovation, Journal of Product Innovation Management, Vol 9 – pp. 232-245, 1992
- [141] MEINADIER Jean-Pierre, l'Intégration des systèmes, Presses Universitaires de France, 1997
- [142] MELESE Jacques, Approches systémiques des organisations, vers l'entreprise à complexité humaine, Editions Hommes et techniques, 1979.
- [143] MENAND S, TOLLENAERE M, Modélisation pour la ré-utilisation du processus de conception multi-utilisateurs de produits industriels, PRIMECA – LA PLAGNE 2001.
- [144] MER Stéphane, Les mondes et les outils de la conception – Pour une approche socio-technique de la conception de produits. Thèse en Génie Industriel, mention Génie mécanique, INPG 1998.
- [145] MERCIER, S. , L'Innovation en PME : Prise en compte de la dimension structurelle et structurante

- des projets, Thèse de doctorat, Génie Industriel, ENSAM – Paris ; 1997.
- [146] MERLANT P., Histoire(s) d'innover, InterEditions, 1990.
- [147] MIDLER C., L'auto qui n'existait pas : management des projets et transformation de l'entreprise, InterEditions, 1993.
- [148] MINISTERE DE L'INDUSTRIE, Guide : Les principales aides aux PMI (1996)
- [149] MINISTERE DE L'INDUSTRIE, L'innovation technologique - Les chiffres clés (1995)
- [150] MINISTERE DE L'INDUSTRIE, Les chiffres Clés : L'innovation technologique, DUNOD, 1994.
- [151] MINISTERE DE L'INDUSTRIE, PMI : Comment bien choisir et utiliser le conseil dans votre entreprise, 1995
- [152] MINISTERE DE L'INDUSTRIE, Les chiffres Clés : les PMI, SESSI, 1995.
- [153] MINTZBERG Henry, Le management - voyage au centre des organisations, Les Editions d'organisation, 1989.
- [154] MOISDON J.-C., Les limites des outils de gestion, Ecole des Mines de Paris, La cible, N°67, p.6, Mai 1998.
- [155] MOLES, Abraham, Les sciences de l'imprécis, Seuil, 1990.
- [156] MONARD, J., Approche de la caractérisation des PME/PMI innovantes, Projet de Fin d'Etudes – Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers 1999.
- [157] MONTROYA-WEISS M. M., O'Driscoll Tony M., From Experience : Applying Performance Support Technology in the Fuzzy Front End, Journal of Product Innovation Management, N°17, 2000
- [158] MOREL L., Proposition d'une ingénierie intégrée de l'innovation vue comme un processus permanent de création de valeur, Thèse de doctorat, Laboratoire de Recherche en Génie des Systèmes Industriels – Nancy, 1998.
- [159] MORIN Edgar, Introduction à la pensée complexe, ESF Editeur – collection communication et complexité, 1990.
- [160] MORIN Edgar, La méthode, Tome 2, La vie de la vie, Editions du Seuil, 1980.
- [161] MORIN Edgar, La méthode, Tome 4, Les Idées. Leur habitat, leur vie, leurs mœurs, leur organisation, Editions du Seuil, 1991.
- [162] MORIN, E., science avec conscience, Editions du Seuil, Paris, 1990.
- [163] MUFFATO Moreno and ROVEDA Marco, Developing product platforms : analysis of the development process, Technovation, Elsevier Science Ltd., Volume 20, Issue 11, November 2000 Pages 617-630.
- [164] O'SHAUGHNESSY Wilson, La Faisabilité de projet, Une démarche vers l'efficience et l'efficacité, Les Editions SMG, 1992.
- [165] O'SHEA, Anthony; McBAIN, Norman, Process of innovation in small manufacturing firms, International Journal of Technology Management, Volume 18, Issue 5, 1999, Pages 610-626
- [166] PARISE R., Les processus d'appropriation de l'outil : hypothèse sur le rôle du collectif de travail - Cas d'outils d'ingénierie de conception, Thèse de doctorat - Université de Toulouse Le Mirail, 1997.
- [167] PASSERON J.-C. Le raisonnement sociologique - l'espace non-poppérien du raisonnement naturel, Nathan, 1992.
- [168] PETITDEMANGE C., Le Management par projet, Editions Formation Entreprises (1997)
- [169] PIAGET, Le structuralisme, Presses Universitaires de France, 1968.
- [170] PITRAT Jacques, Penser autrement l'informatique, Hermès, 1993.
- [171] PLOMMET S., THOUVENIN E., Etude de faisabilité pour l'industrialisation d'un détecteur de fuites d'eau, Société Hydroplus, Rapport de fin de contrat (1999)

- [172] POMEROL Jean-Charles, Les systèmes experts, Hermès - technologies de pointe, 1988.
- [173] POPPER K.R., La connaissance objective, Aubier, 1991.
- [174] POULAIN G, Projet et Innovation, Méthode HYBRID pour les projets innovants, HERMES, 2000.
- [175] PRUDHOMME Guy, ZWOLINSKY Peggy, Analyse fonctionnelle et conception intégrée, PRIMECA – LA PLAGNE, 2001.
- [176] QUARTERONI Philippe, Cognitivité et enseignement assisté par ordinateur, un approche par et pour la gestion de projet, Thèse de Doctorat, Ecole Nationale Supérieure de Synthèses, de procédés et d'ingénierie chimiques d'Aix-Marseille, 1996
- [177] RABARDEL P, Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains, Armand Colin, 1995.
- [178] RESWEBER Jean-Paul, La recherche – action, PUF, 1995.
- [179] RICHARD J-F, Les activités mentales - comprendre, raisonner, trouver des solutions, Armand Colin, 1995.
- [180] ROBERT Michel, DEVAUX Marcel, Stratégie pour innover – Adopter un processus systématique de création et d'innovation de produit, Dunod, 1996.
- [181] ROUACH Daniel et KLATZMANN Joseph, Les transferts de technologie, PUF, 1993.
- [182] ROULIN J-L, Psychologie Cognitive, Bréal, 1998.
- [183] ROUQUETTE M-L, La créativité, PUF, 1995.
- [184] ROY Robin and RIEDEL Johann C. k. h., Design and innovation in successful product competition, Technovation, Volume 17, Issue 10, October 1997, Pages 537-548
- [185] RUIZ, Jean-Michel, Les nouveaux modes de gestion de projet et de programme et leurs incidences sur l'évolution des concepts en gestion de projet, 65<sup>ème</sup> Congrès de l'ACFAS, 1997.
- [186] SAMMUT S., Jeune entreprise : la phase cruciale du démarrage, L'harmattan, 1998.
- [187] SARDAS JC, B. WEIL La Recherche-Action en génie industriel, 2000.
- [188] SCHMITT Jean-Pierre, Manuel d'organisation de l'entreprise, PUF - Gestion, 1994.
- [189] SCHULMANN D, Le design industriel, PUF, 1995.
- [190] SESSI, Le 4 Pages, Service des Statistiques Industrielles du Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie – Secrétariat d'Etat à l'Industrie, N° 89 – Avril 1998
- [191] SFEZ Lucien, La décision, PUF, 1984.
- [192] SOYEZ Myriam :Comment accompagner un vaste projet de modernisation au sein d'une PME? » ETIC - Département Ergonomie et Ecologie Humaine Etic Info N°1 - Mai 96 / « Retour d'expérience »
- [193] SPERBER Dan, La communication et le sens, in Qu'est-ce que l'humain? Université de tous les savoirs, volume 2. Odile Jacob, p. 119-128. (2000)
- [194] SPERBER Dan, *Metarepresentations: A multidisciplinary perspective*. Vancouver Studies In Cognitive Science 10 - New York: Oxford University Press – 2000.
- [195] STAL-LE CARDINAL Julie, Etude des dysfonctionnements dans la prise de décision – Application au choix d'acteurs, Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Paris, juillet 2000.
- [196] SUGASAWA, Yoshio; LIYANAGE, Shantha, Technology and business opportunities for small and medium enterprises in Japan: the role of research networks, International Journal of Technology Management, Volume 18, Issue 3-4, 1999, Pages 308-325
- [197] TARONDEAU J-C, Le management des savoirs, PUF, 1998.
- [198] THERAULAZ Guy, SPITZ François, Auto-organisation et comportement, Hermès, 1994.
- [199] THEVENET T-M, La culture d'entreprise, PUF, 1993.

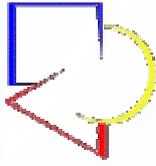
- [200] THIETART R-A, Méthodes de recherche en management, Dunod, 1999.
- [201] THOBEN K-D, WEBER F, WUNRAM M, Towards Pragmatic Approaches For Knowledge Management In Engineering – Theory and Industrial Applications - INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING DESIGN, ICED GLASGOW, 2001.
- [202] THOBEN Klaus-Dieter, WEBER Frithjof, How to Design Information and Communication Structures for Concurrent Engineering –Findings from the Application of a Formal Method, International Conference on Engineering Design ICED Munich, 1999.
- [203] THOBEN,K.D., WEBER, F. Formal Interaction Analysis –A Methodology and Software Tool for the Design and Assessment of Information and Communication Structures for Concurrent Engineering. 1st International Symposium on Concurrent Multidisciplinary Engineering (CME), Bremen, Springer Verlag,1998.
- [204] THOLKE J M, HULTINK E J, ROBBEN H S J, Launching new product features: a multiple case examination, The Journal of Product Innovation Management – ELSEVIER, VOL.18 - 2001.
- [205] THOMAS Jean-Louis, Progiciels intégrés - la mutation des systèmes d'information, InterEditions, 1997.
- [206] THOUVENIN E, MILLET D, AOUSSAT A, Innovation par intégration de nouveaux métiers, Utilisation de l'approche systémique, European Journal of Automation, Vol. 34, n° 2-3 – avril 2000.
- [207] THOUVENIN E., Conception d'un dessalinisateur d'eau de mer, Société France Osmose, Rapport de fin de contrat, 1999.
- [208] THOUVENIN E., Conception d'un inverseur automatique haute pression pour station de gaz, Société Cahouet, Rapport de fin de contrat, 2000.
- [209] THOUVENIN E., Etude de faisabilité d'un nouvel ustensile de cuisson et pré-étude industrielle, Société Cuizen, Rapport de fin de contrat, 2000.
- [210] TOLLENAERE Michel, Conception de produits mécaniques, méthodes, modèles et outils, Editions Hermès, 1998.
- [211] TOLLENAERE Michel, Outils pour supporter l'information, PRIMECA – NANCY 1999.
- [212] TRAVE-MASSUYES Louise, DAGUE Philippe, GUERRIN François, Le raisonnement qualitatif pour les sciences de l'ingénieur, Hermès, 1997.
- [213] VADCARD P., Aide à la programmation de l'utilisation des outils en conception de produit, Thèse de Doctorat, ENSAM – Paris (1996)
- [214] VALLETTE Thomas, Ergonomie, source d'innovation pour la conception de structures supports d'affiches itinérantes, DEA CPNI –ENSAM Paris, 2001.
- [215] VAN DE VEN, A. H., Problem solving, planning, and innovation, Part I . Test of the program planning model, Human Relations, 33, 711-740., 1980.
- [216] VAN HANDOEVEN E., TRASSAERT P., Knowledge management and design skills, What industry tends to show us, International Conference of Engineering Design, Munich (1999)
- [217] VARGAS Luc, Proposition d'outils d'aide aux PME pour l'utilisation des méthodes et outils de conception de produits industriels, DEA CPN, ENSAM - Paris, 1998.
- [218] WALLACE Ken, CLEGG Chris, KEANE Andy, Visions for Engineering Design : a Multi-disciplinary Perspective, International Conference of Engineering Design – ICED, Glasgow, 2001.
- [219] WATZLAWICK P, WEAKLAND J, FISCH R, Changement – Paradoxes et psychothérapie, Seuil 1975.
- [220] WEIL-BARAIS A., Les méthodes en Psychologie, Bréal, 1997.
- [221] WEILL-FASSINA A, RABARDEL P, DUBOIS D, Représentations pour l'action, Octares Editions, 1993.
- [222] WILLEMIEN V, Conception individuelle et collective. Approche de l'ergonomie cognitive,

PRIMECA – NANCY 1999.

- [223] WOOLGAR Steve and VAUX Janet, GOMES Paula, EZINGEARD Jean-Noel and GRIEVE Robert, Abilities and competencies required, particularly by small firms, to identify and acquire new technology, Technovation, Volume 18, Issues 8-9, 9 August 1998, Pages 575-584.
- [224] YANNOU B, HAJSALEM S, Comparaison des apports de l'analyse de la valeur et de la méthode SPEC sur un cas industriel, PRIMECA – LA PLAGNE 2001.
- [225] YATCHINOVSKY, Arlette, L'approche systémique, pour gérer l'incertitude et la complexité, ESF éditeur, 1999.
- [226] ZAVBI Roman, DUHOVNIK Joze, Conceptual design chains with basic schematics based on an algorithm of conceptual design, J. ENG. DESIGN, 2001, VOL. 12, NO. 2, 131–145.

ANNEXE :

Supports de la présentation de soutenance de  
thèse effectuée le 26 juin 2002



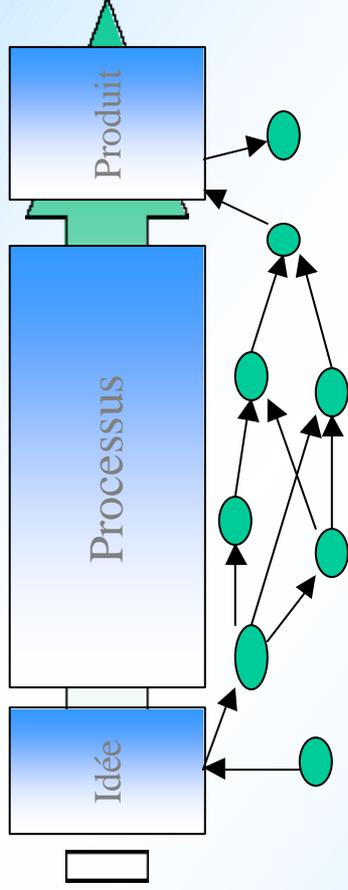
Laboratoire Conception de Produits et Innovation  
ENSAM - PARIS

# Modélisation des processus de conception de produit et développement de la capacité d'innovation L'accompagnement des PME-PMI

Directeur de thèse : Améziane AOUSSAT  
Co-directeur de thèse : Dominique MILLET

**Eric THOUVENIN**

# L'importance du processus d'innovation



Un brevet ne signifie pas un succès sur le marché  
Les innovations extraordinaires ne doivent pas cacher les difficultés réelles et les taux d'échecs

Le processus est l'élément déterminant pour le succès des innovations

Comment optimiser le processus d'innovation ?

# Plan

1. Contexte : l'innovation dans les PME-PMI
2. Problématique :
  - Manque de lisibilité, de cohérence et de simplicité des solutions pour innover
  - Comment optimiser l'accompagnement des PME pour innover ?
3. Hypothèse :
  - Il existe un juste nécessaire méthodologique qu'il est nécessaire de mettre en place pour aider les PME à mieux innover
4. Proposition d'un modèle générique de mise en place du juste nécessaire méthodologique
5. Premières validations du modèle
6. Conclusions et perspectives

# Le concept de PME-PMI

Moins de 500 personnes  
Des variabilités fortes

Donc des moyens limités :  
humains  
financiers  
technologiques  
méthodologiques

Mais une forte réactivité

Des publications internationales sur la  
spécificité des PME-PMI :

Autriche [Kaufmann 2002]

Grande Bretagne [Major 2000, Hoffman  
1998]

Pays-Bas [KEIZER 2002]

Espagne [MARCH-CHORDA 2002]

Management de projet insuffisamment  
structuré

Préoccupations à court terme

[FILSON 2000]

# La difficulté d'innovation dans les PME-PMI

Les PME-PMI innoveront peu par rapport aux grandes entreprises

[SESSI 01]

Difficulté à maîtriser les moyens connexes de développement

[Ministère de l'Industrie 95]

Les difficultés perçues de

l'innovation :

aspect financier

rigidités organisationnelles

manque de personnel qualifié

manques d'informations

[Ministère de l'industrie 199

Différents niveaux d'apprentissage en innovation  
[MERCIER 1997, BOLDY 2000]

Nécessité d'un changement progressif, car :

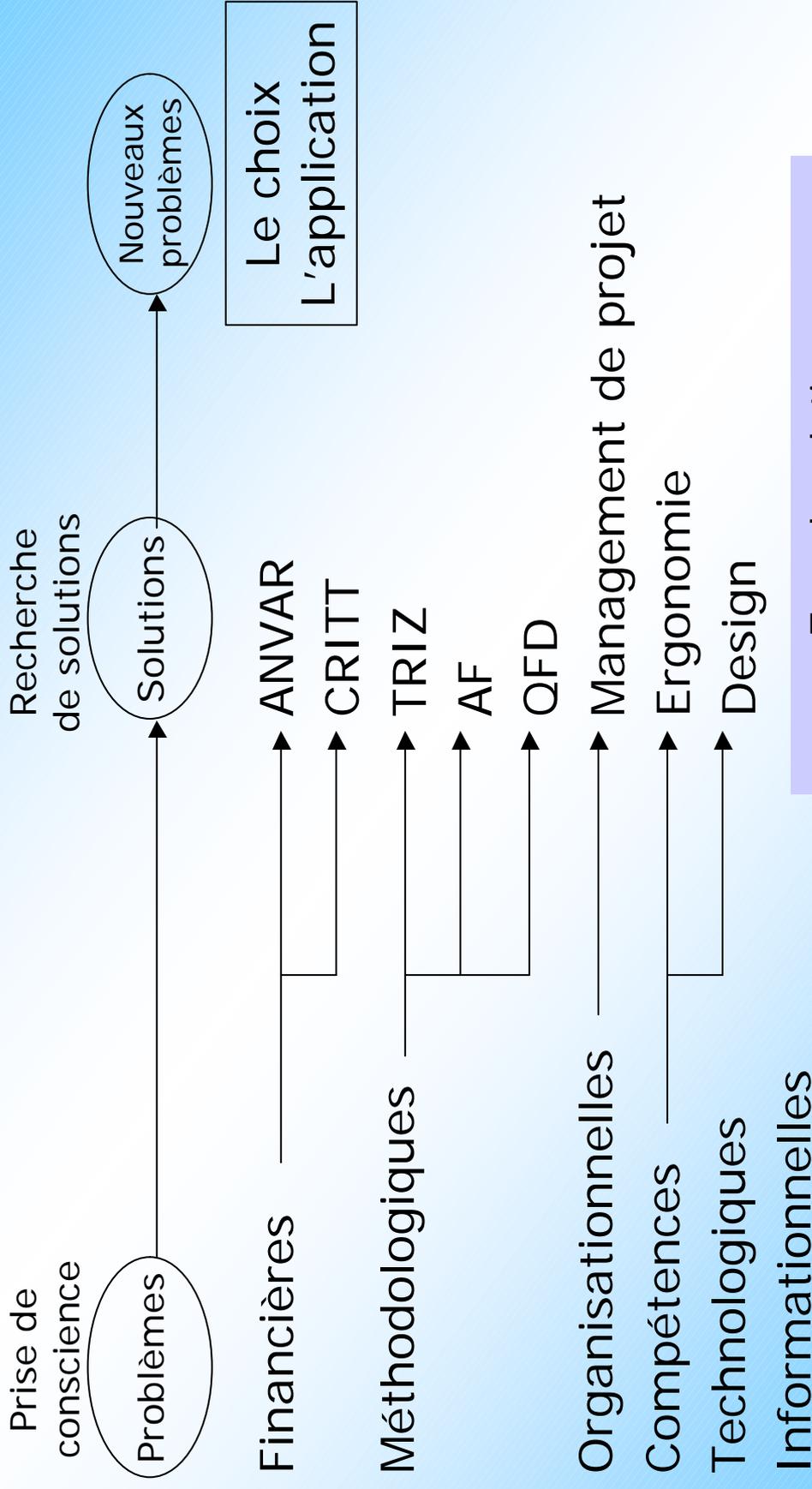
culture du blâme

suivi défaillant des projets

butts conflictuels

[FILSON 2000]

# Des solutions existent ...



... Trop de solutions  
Souvent difficilement adaptables

**Le problème est de mieux utiliser les solutions existantes**

# Champ d'étude : 33 projets

Amélioration d'un produit existant en PME-PMI

4 projets

Conception d'un produit nouveau en PME-PMI

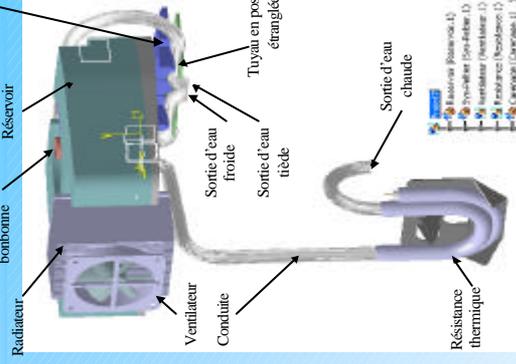
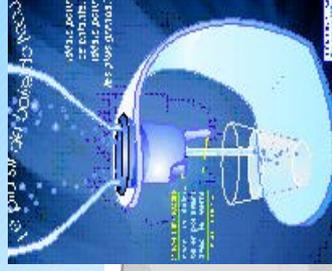
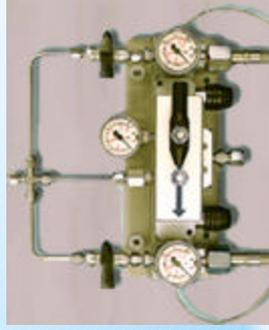
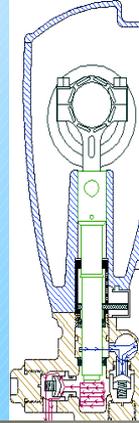
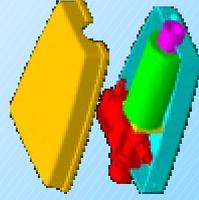
8 projets

Conception d'un produit nouveau et création d'entreprise

15 projets

Amélioration de la conception dans une grande entreprise

4 projets



**Mauvaise affectation de solutions méthodologiques: délais coûts performance**

**HYDRO TOP**  
 spécialiste de la réparation et de l'entretien des chauffe-eau  
 • Dépannage • Installation • Entretien • Réparation  
 • Déplacement • Chauffage • Plomberie  
 • Travaux • Plomberie • Chauffage  
 • 21000 BIEBER (5, Route de la Vallée - 03 83 31 11 11)  
 • 21000 BIEBER (5, Route de la Vallée - 03 83 31 11 11)  
 • 21000 BIEBER (5, Route de la Vallée - 03 83 31 11 11)

**HYDRO TOP**  
 La fuite d'Eau visible ou invisible est un mal auquel il est désormais possible de remédier **INSTANTANÉMENT !!!**  
**Préservez-vous DEFINITIVEMENT !!!**

# Exemple projet CAHOUET

But du projet : **Rupture technologique**  
Concevoir un inverseur automatique pour les hôpitaux

Fonction du produit :

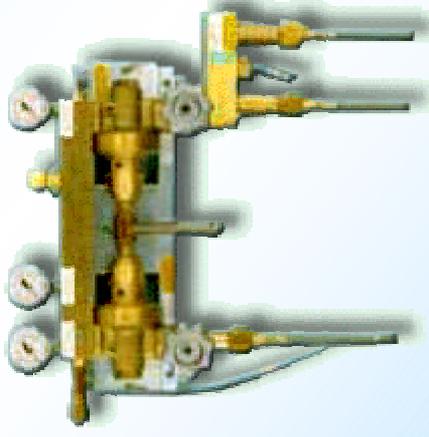
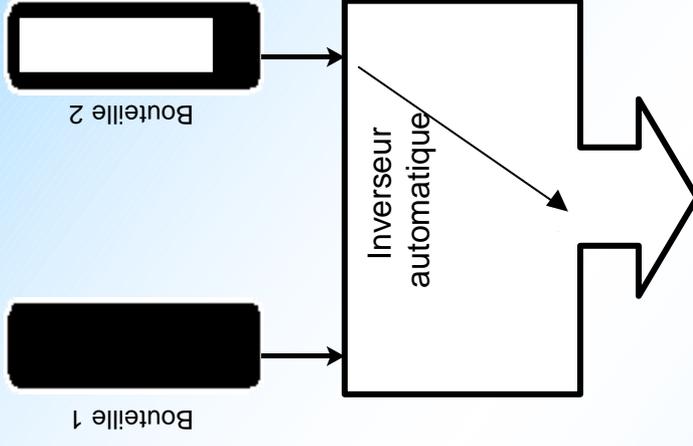
Commuter l'alimentation en gaz entre deux bouteilles haute pression 200 bars

Avantages du nouveau produit :

plus simple d'utilisation  
moins d'éléments

**Problématique :**

Trouver une solution fiable  
Mettre au point un prototype



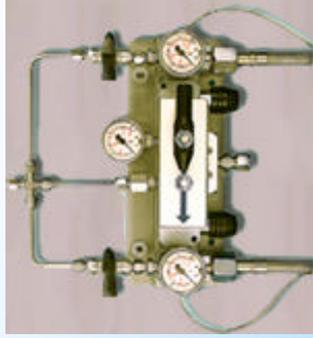
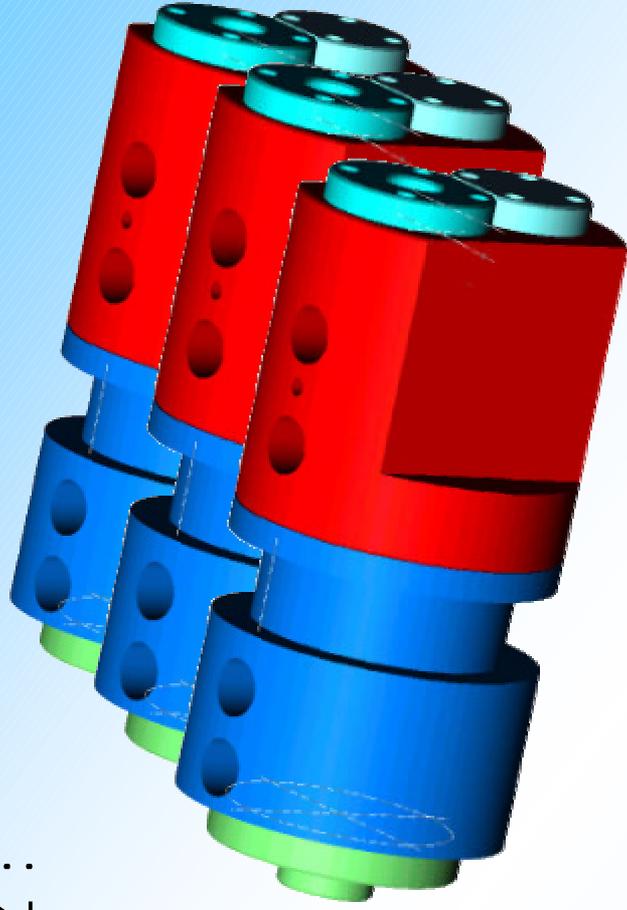
# Projet CAHOUET

Utilisation de la méthode TRIZ :

Résoudre les problèmes techniques

Simplifier le produit

Dépôt de brevet



# Exemple projet France-Osmose

But du projet :

**Diversification**

**Concevoir un nouveau dessalinisateur d'eau de mer**

Analyse de la concurrence

Veille technologique

Recherche de concepts

Réalisation d'un prototype

**mais pas d'analyse fonctionnelle**

**Problèmes non techniques :**

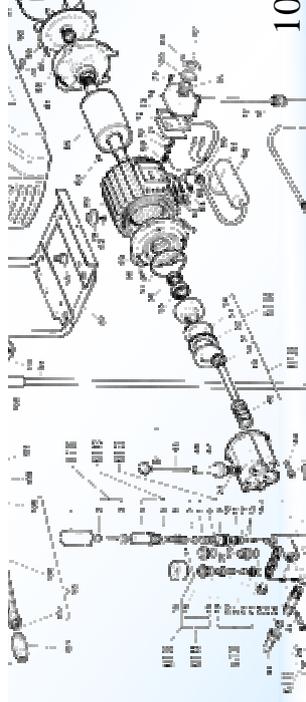
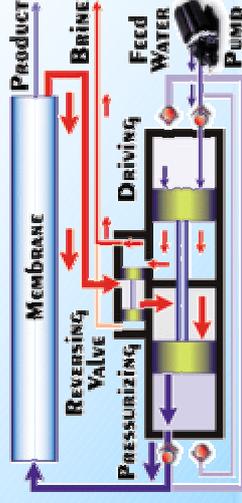
**communication et coordination**

**recherche d'informations  
recherche de  
fournisseurs**

**Besoin de méthode, mais :  
mal défini**

**sans réponses actuelles  
problèmes variés et  
interdépendants**

**à tous les stades du  
processus**



# L'attribution de solutions méthodologiques juste nécessaires est difficile

L'innovation est un processus complexe :

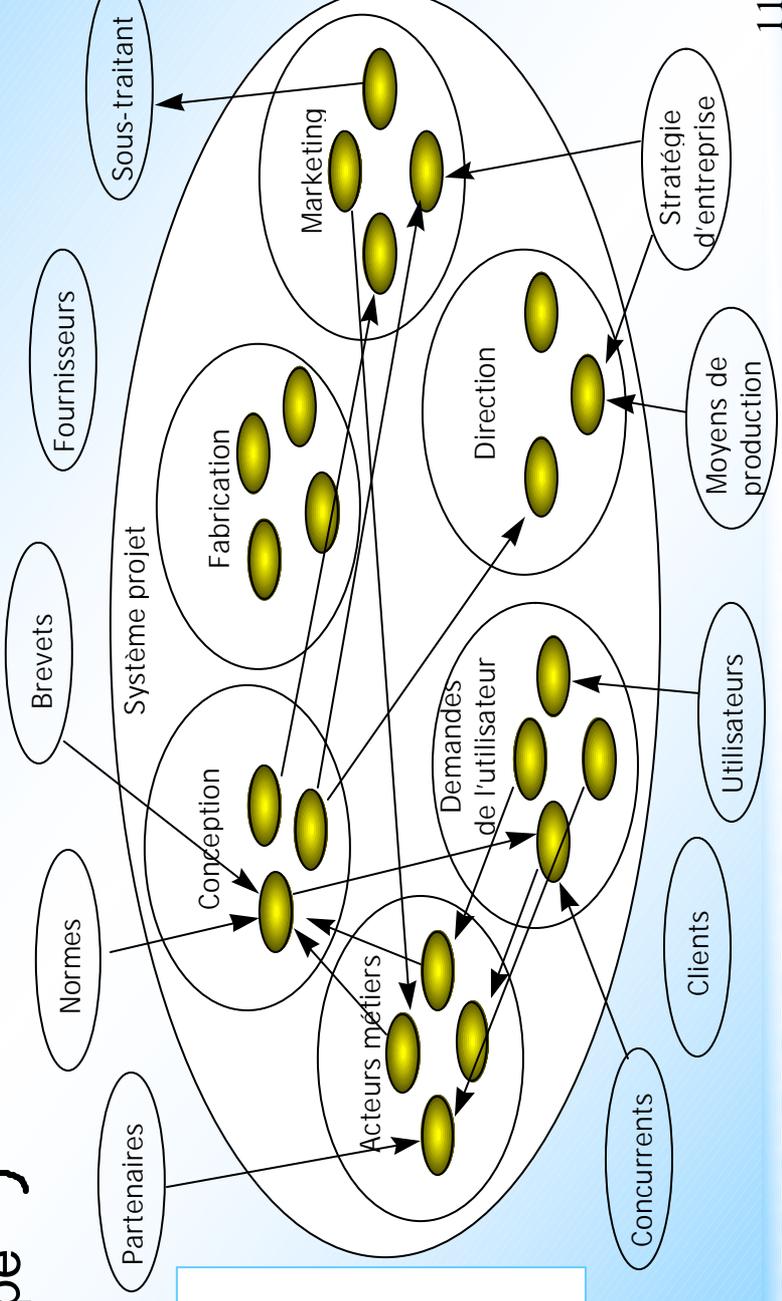
Complexité des buts

Complexité du produit

Complexité du processus

Complexité de l'équipe

[Fricke 1998]



**Paradoxe :**

- prendre en compte la complexité
- préconiser des solutions simples

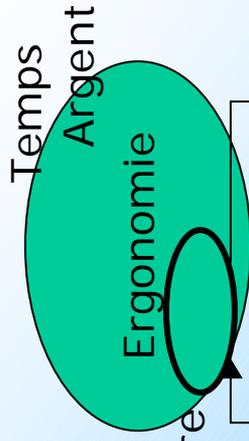
# Recherche d'une nouvelle approche

Les contraintes actuelles obligent les PME à faire des compromis

Compromis = baisse de la capacité d'innovation de la PME

Nous cherchons à dépasser ces contraintes

Solutions  
externes



Recherche du  
juste nécessaire

Innovation

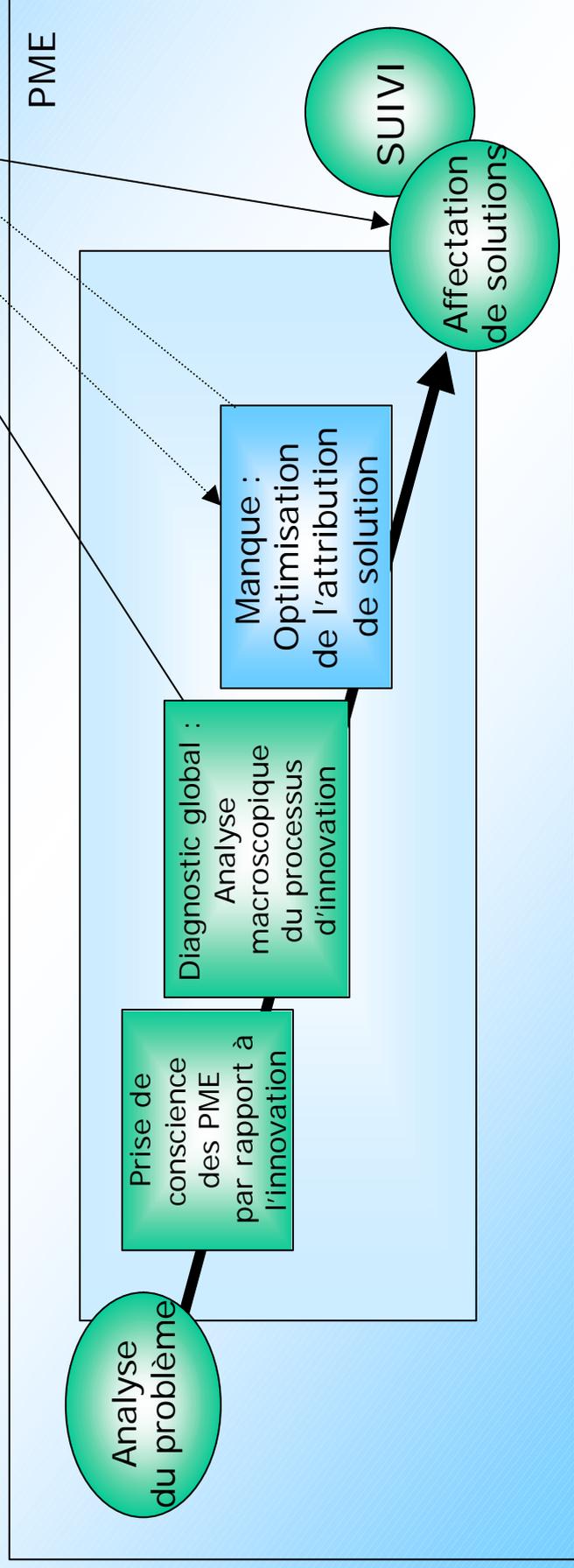
Non innovation

Compromis = actions non réalisés

Processus  
interne à  
l'entreprise

# L'état actuel de l'accompagnement, s'il existe, des PME pour innover

Le manque identifié est l'optimisation de l'attribution de solutions pour innover



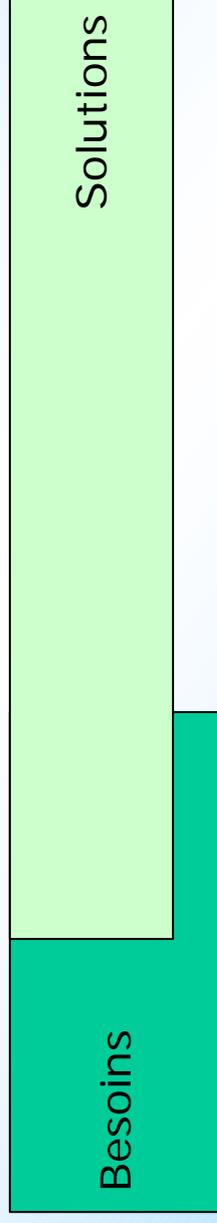
# Problématique : Optimiser l'affectation de solutions méthodologiques pour les PME-PMI

Il existe des méthodes

Il existe des besoins



Attribution de l'un par rapport à l'autre non optimum



Réduction des compromis : juste nécessaire méthodologique  
identifier les manques  
cartographier les solutions  
définir un moyen de mise en correspondance

# Hypothèse : il existe un juste nécessaire méthodologique qu'il est nécessaire de mettre en place

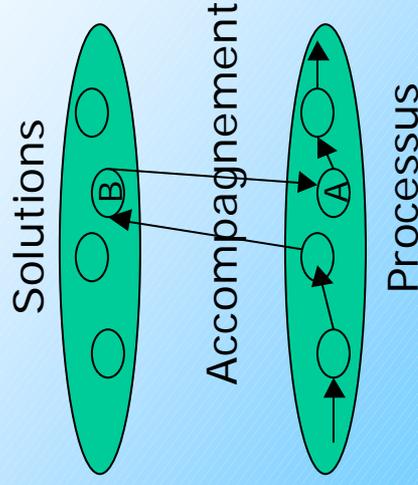
Juste nécessaire méthodologique :  
ce qui est **nécessaire**  
ce qui est **suffisant**

Sous-hypothèse 1 :

L'accompagnement est nécessaire  
pour le mettre en place

Sous-hypothèse 2 :

Modéliser les éléments  
méthodologiques qui permettent  
de le définir



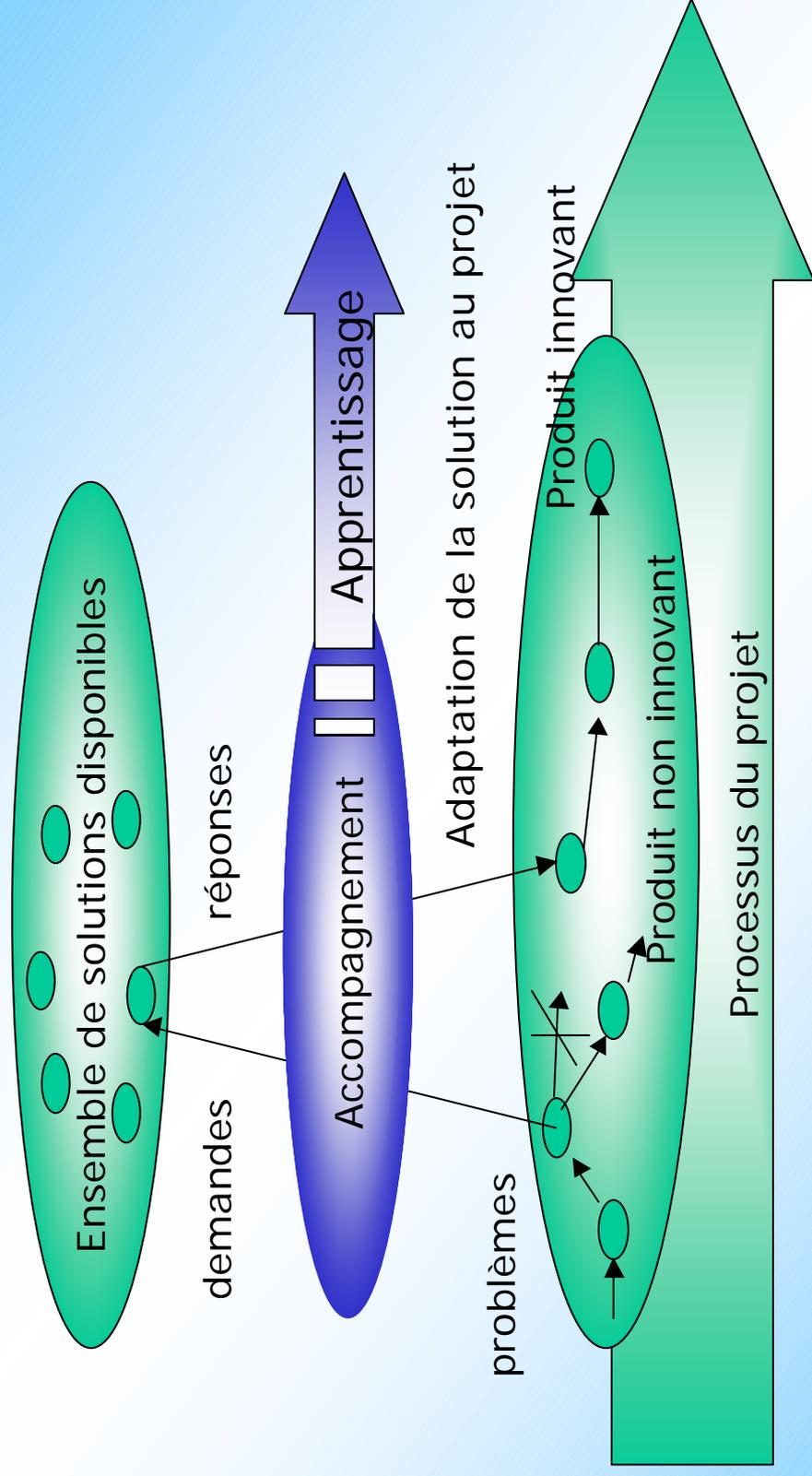
Problème A → Méthode B

Le problème A entraîne le besoin de  
la méthode B

La méthode B permet de résoudre  
le problème A

**Nécessité d'une approche globale entre les processus et les solutions  
aux problèmes**

# Hypothèse 1 : Définition de l'accompagnement



Pilotage du processus réalisé par l'entreprise

L'accompagnement permet :

l'analyse des besoins

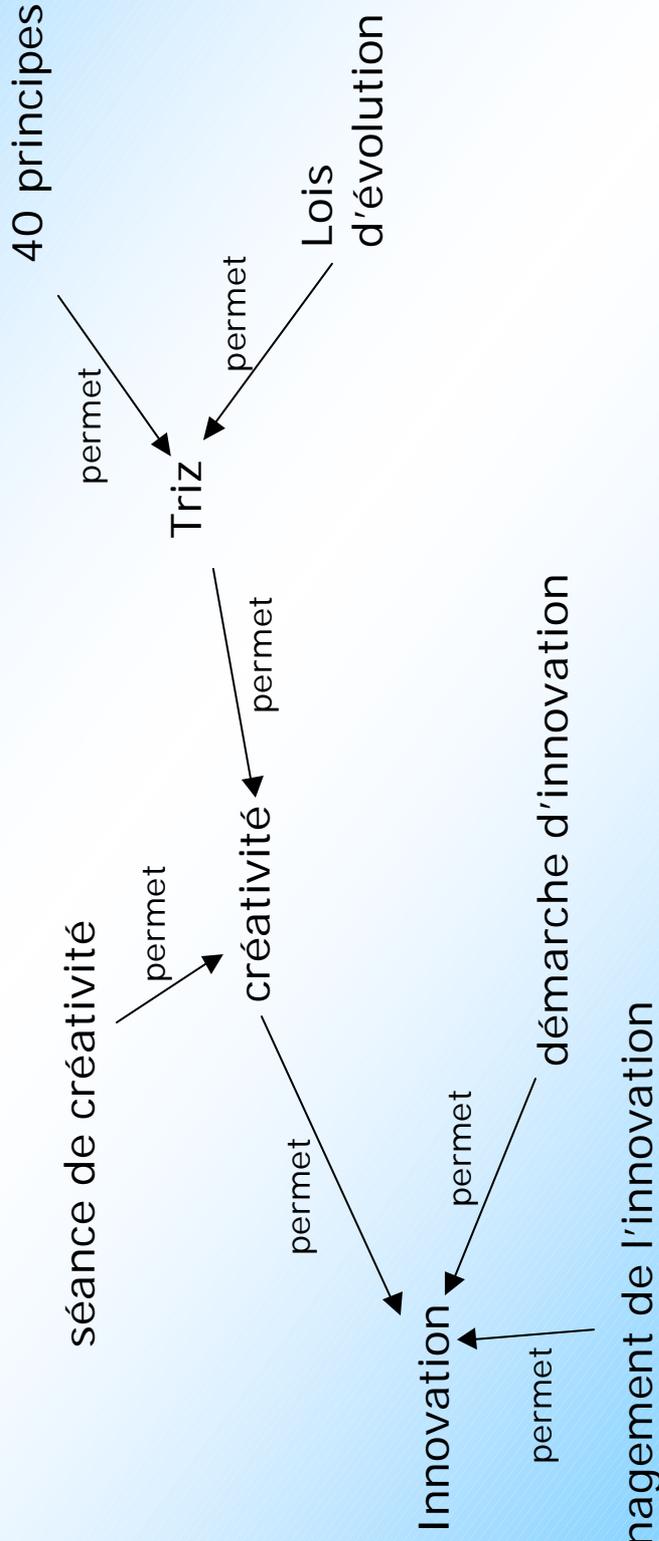
la préconisation des éléments nécessaires

# Hypothèse 2 : Modélisation

Besoin d'une méthode de modélisation simple et adaptée :

Modélisation des **intérêts** des outils méthodologiques

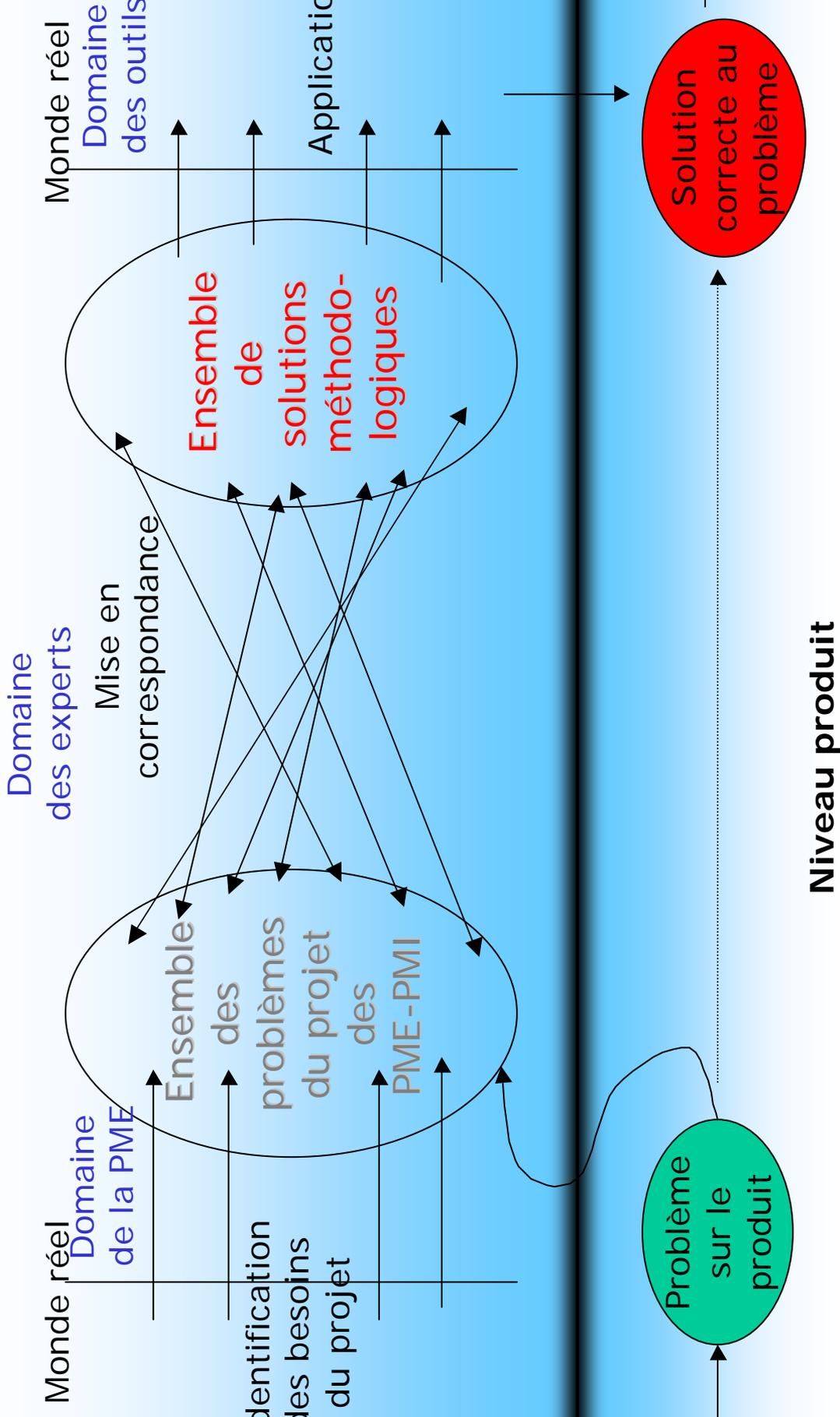
Les éléments méthodologiques coexistent à un seul niveau



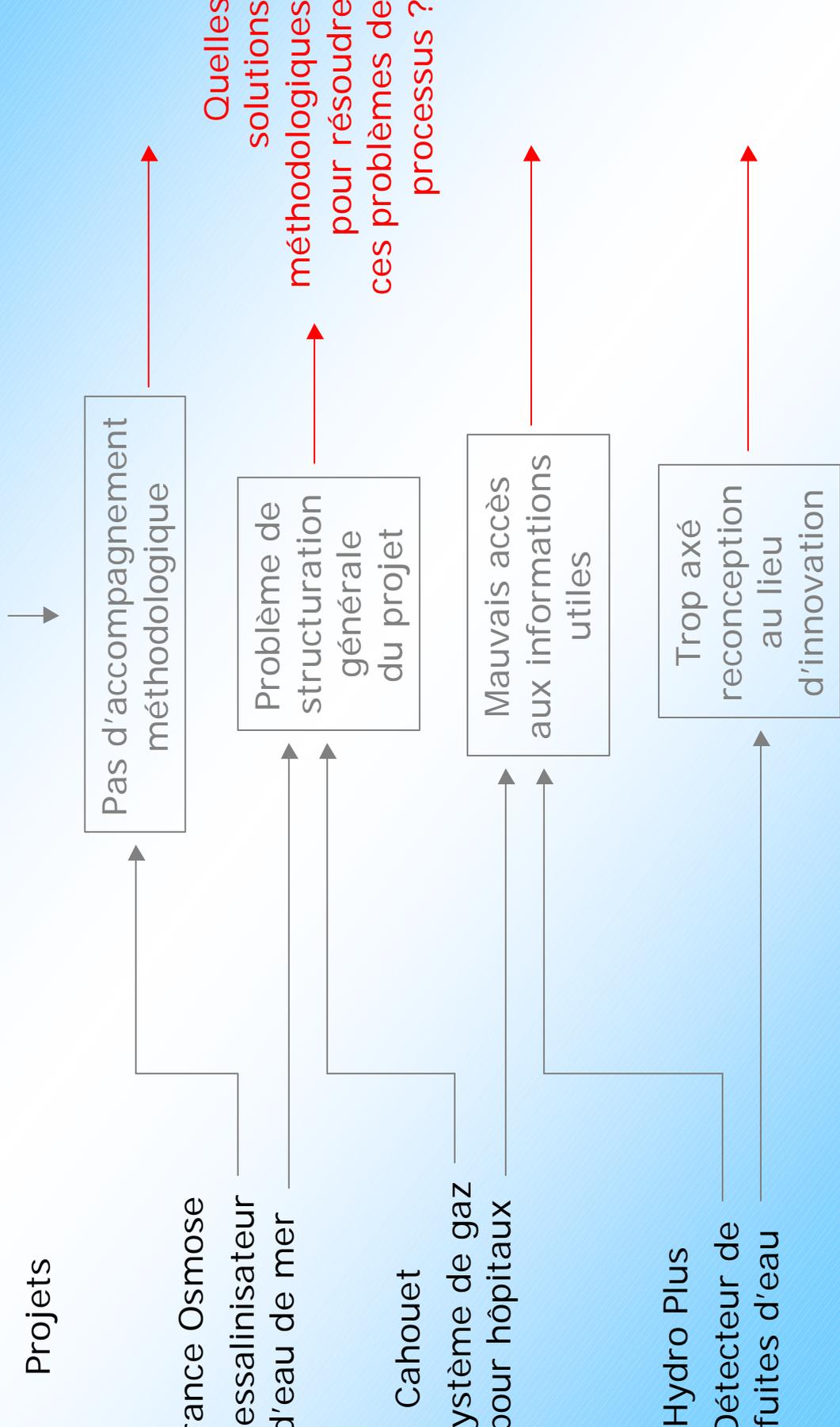
Management de l'innovation

# Modèle générique de mise en place du juste nécessaire méthodologique

niveau processus : niveau de l'accompagnement



# Identification des problèmes de processus sur les projets

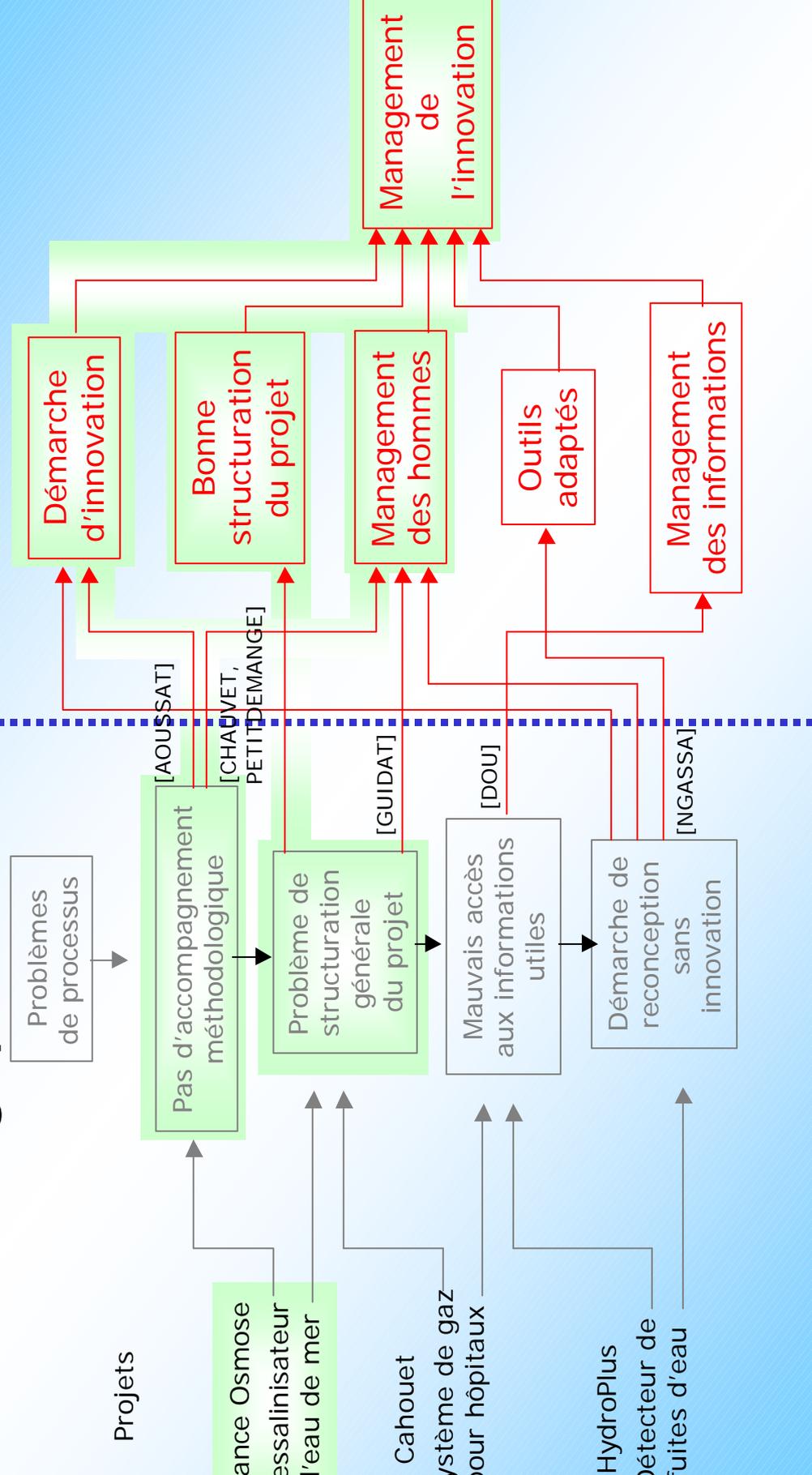


France Osmose  
dessalinisateur  
d'eau de mer

Cahouet  
système de gaz  
pour hôpitaux

Hydro Plus  
Détecteur de  
fuites d'eau

# La mise en place du juste nécessaire méthodologique

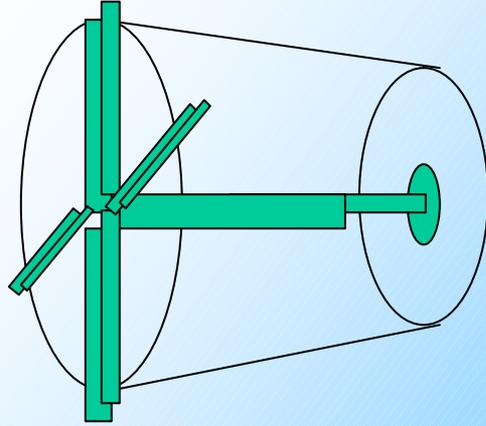


**Propositions de solutions souvent trop lourdes  
alors que certains éléments suffisent**

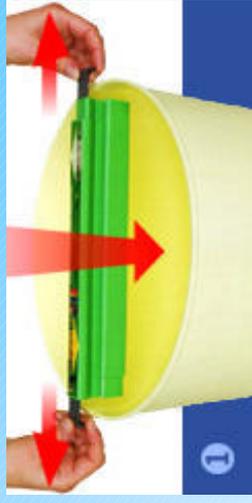
# Validation par un cas global



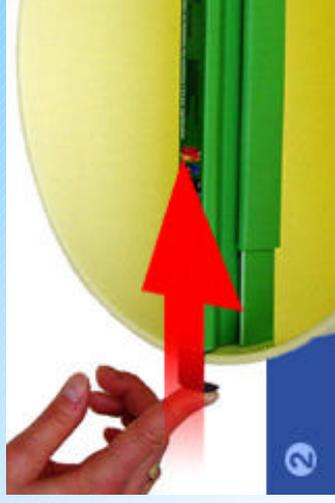
**Concept initial breveté :**



**Concept final :**



1

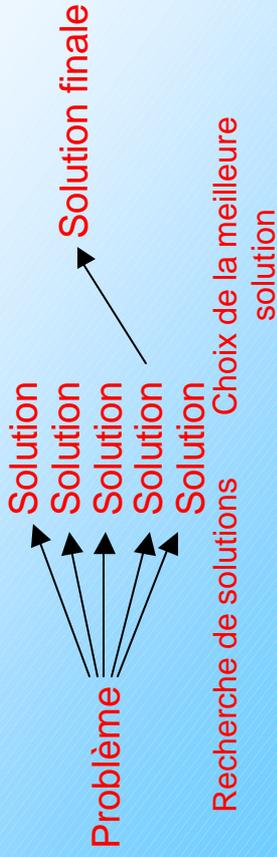


2

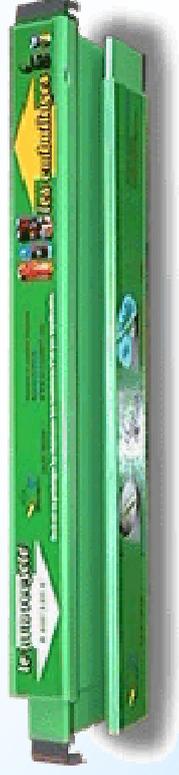


3

**Préconisation d'un processus global**



Dépôt d'un nouveau brevet



# Validation par un cas global : le processus d'accompagnement



Manque de  
compétences  
dans l'entreprise  
en création

Créativité

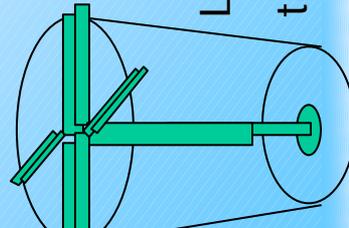
Problème :  
recherche  
de solutions

Brainstorming

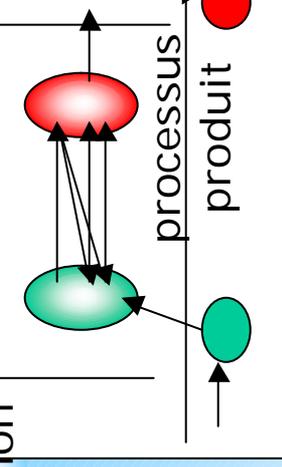
Problème :  
définition  
des critères  
de choix

Outil :  
inversion

Le prototype ne fonctionne pas  
trop compliqué et trop cher



conforme au  
besoins des  
utilisateurs



Le processus global

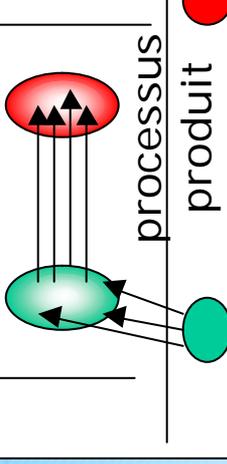
# Premières étapes du modèle

## Projet PIOT

Espace problèmes



Espace solutions



Conception dans l'urgence

Beaucoup d'essais ratés

Problèmes techniques à résoudre

Choix des composants les plus performants

Risques de produit non conforme aux attentes

Difficulté d'intégration de l'ergonomie et du design

Manque de ressources humaines spécialisées dans l'entreprise

Suivi méthodique du projet de conception

Proposition d'une méthodologie de conception

Créativité

Méthode TRIZ

Analyse de la valeur

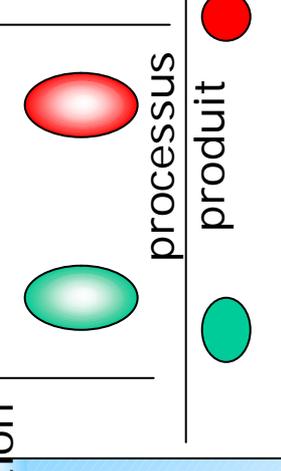
Réalisation de maquettes et prototypes progressifs de validation

Intégration d'un designer et d'un ergonomiste

**Problèmes et solutions sont à la fois spécifiques et génériques**

# Expérimentation sur un projet d'innovation en PME-PMI

validation



Problématique initiale du Projet PERCHE :

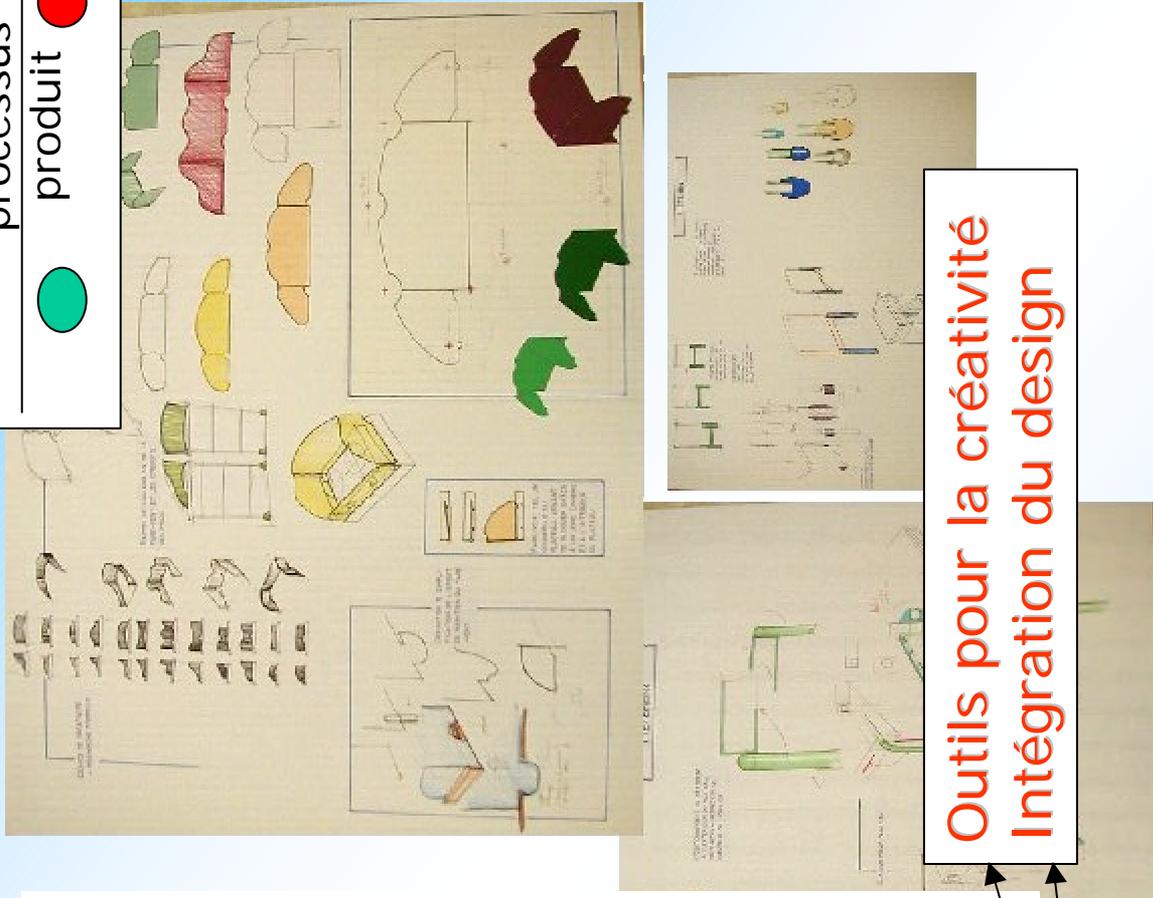
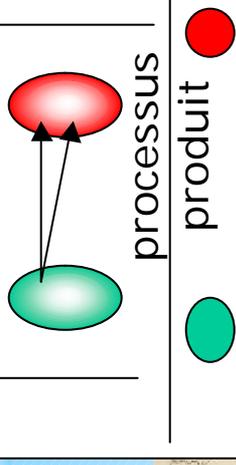
Concevoir de nouveaux produits

Comment intégrer un processus d'innovation susceptible d'être ré-exploité ultérieurement par l'entreprise de façon autonome ?



# Projet PERCHE

validation



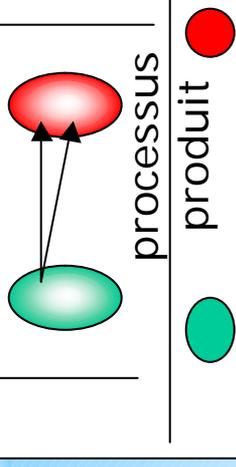
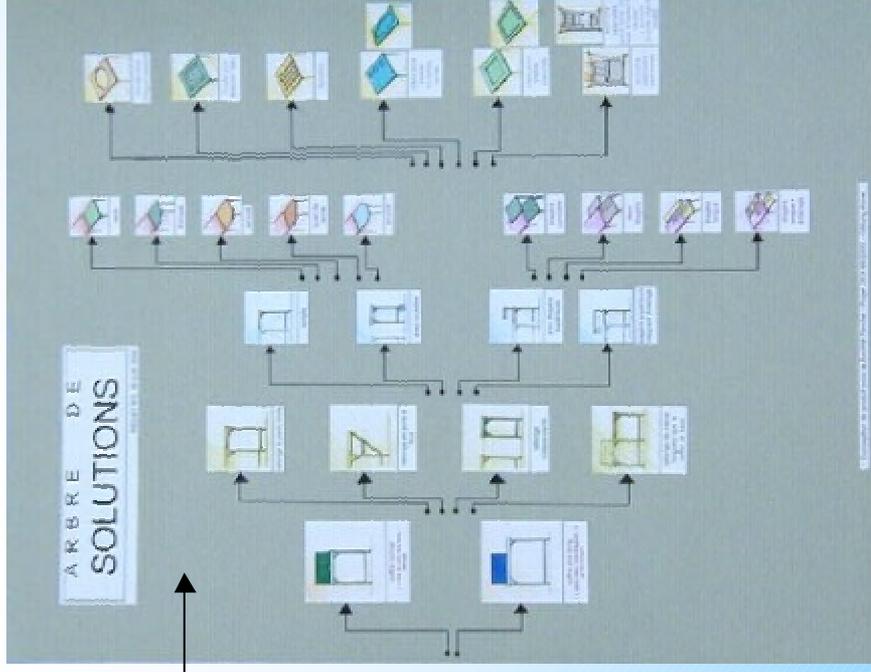
Outils pour la créativité  
Intégration du design

Problème d'attractivité  
des produits

# Projet PERCHE

Problème de choix des solutions

Organisation  
des  
informations  
pour les  
prises de  
décisions

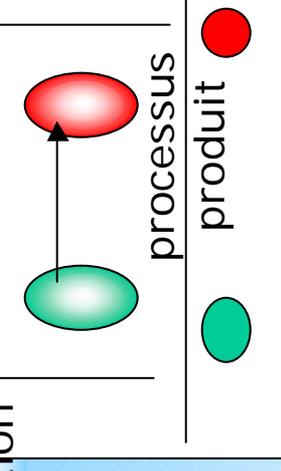


# Projet PERCHE

Problème de prise  
de conscience  
de l'innovation  
dans l'entreprise

Formalisation  
d'une charte  
d'innovation

validation



Créer une **équipe pluridisciplinaire**

**Impliquer et fédérer** chaque personne

Réunir régulièrement toute l'équipe :

Prises des **décisions**

Intégrer les **contraintes de conception** au bon moment

Etablir une démarche de conception de produits de manière **progressive** :

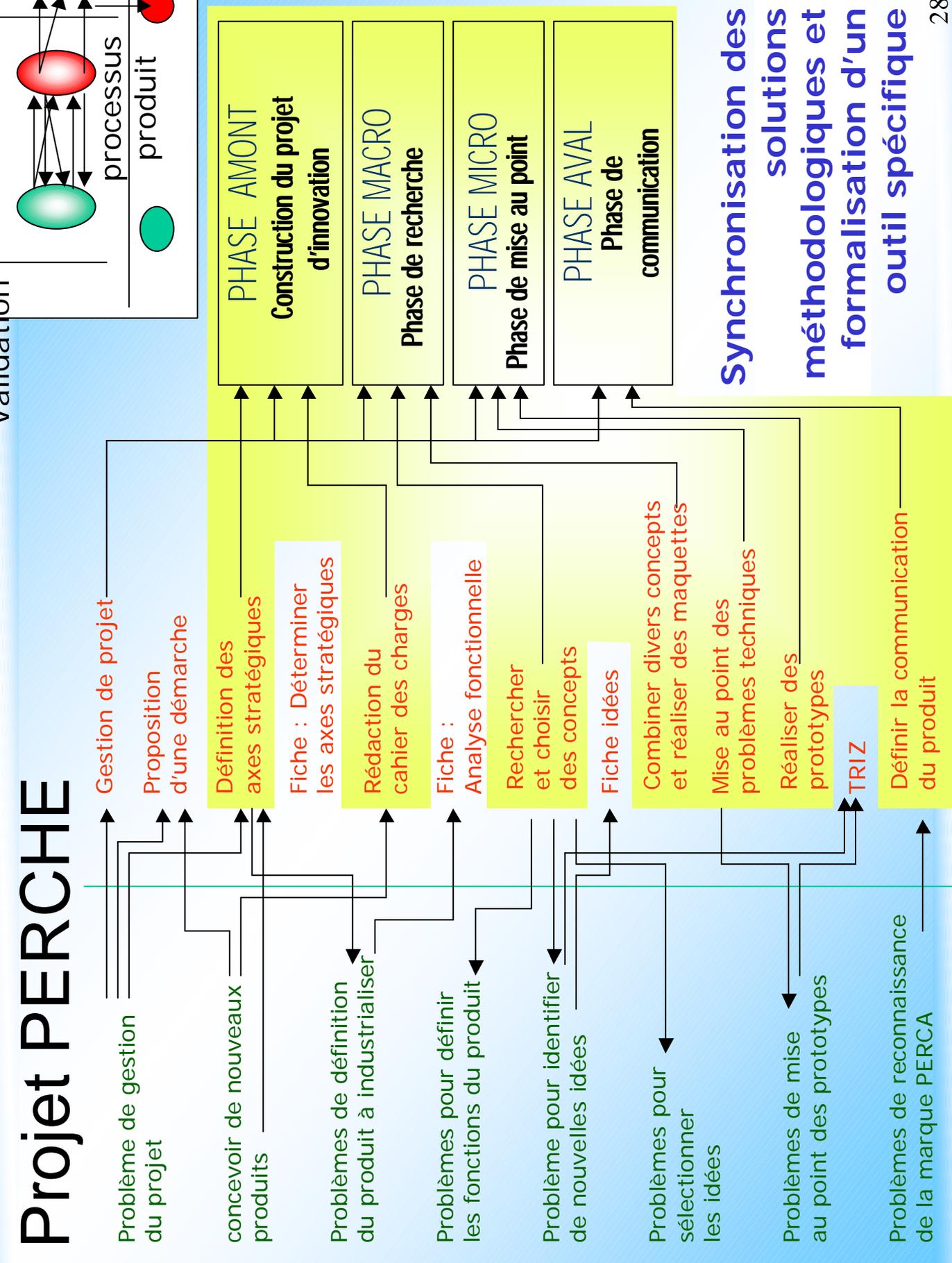
**macro** (recherche d'idées et de concepts)  
**puis,**

**micro** (résolution de problèmes ponctuels)

Réaliser un **support de gestion** à chaque projet, sous forme de fiches :

cahiers des charges fonctionnels, idées et concepts, maquettes, et prototypes

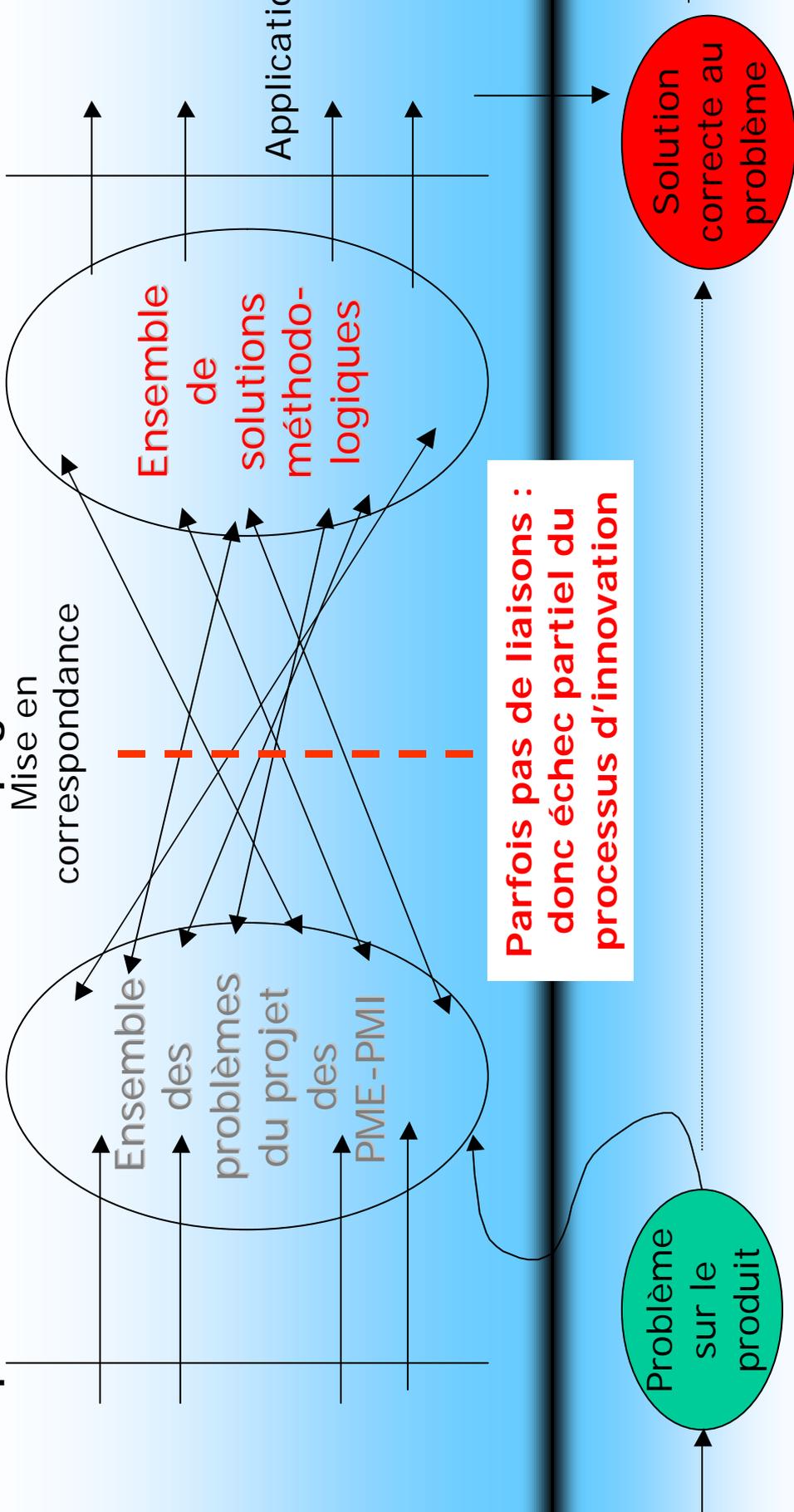
# Projet PERCHE



**Synchronisation des solutions méthodologiques et formalisation d'un outil spécifique**

# L'impact du modèle sur la capacité d'innovation des PME-PMI

**niveau processus : niveau de l'accompagnement**

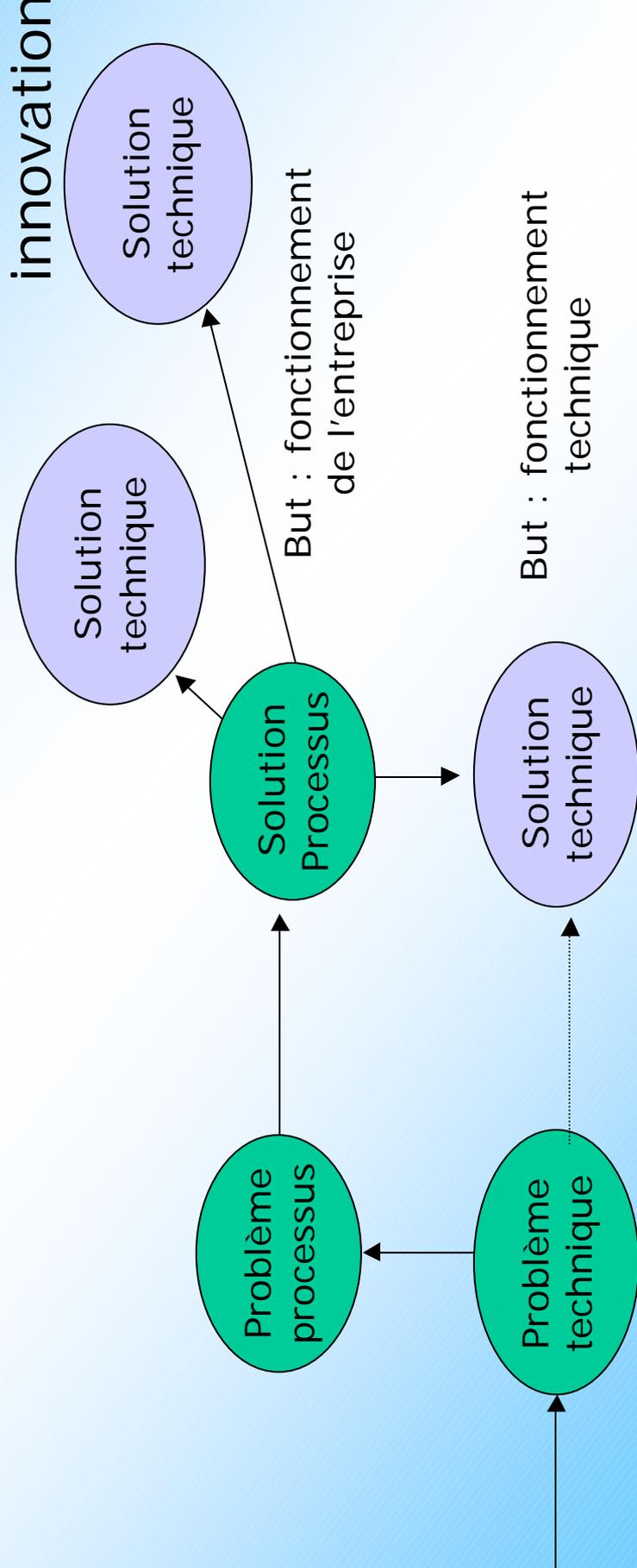


**Niveau produit**

Nécessité de systématiser l'affectation de solutions

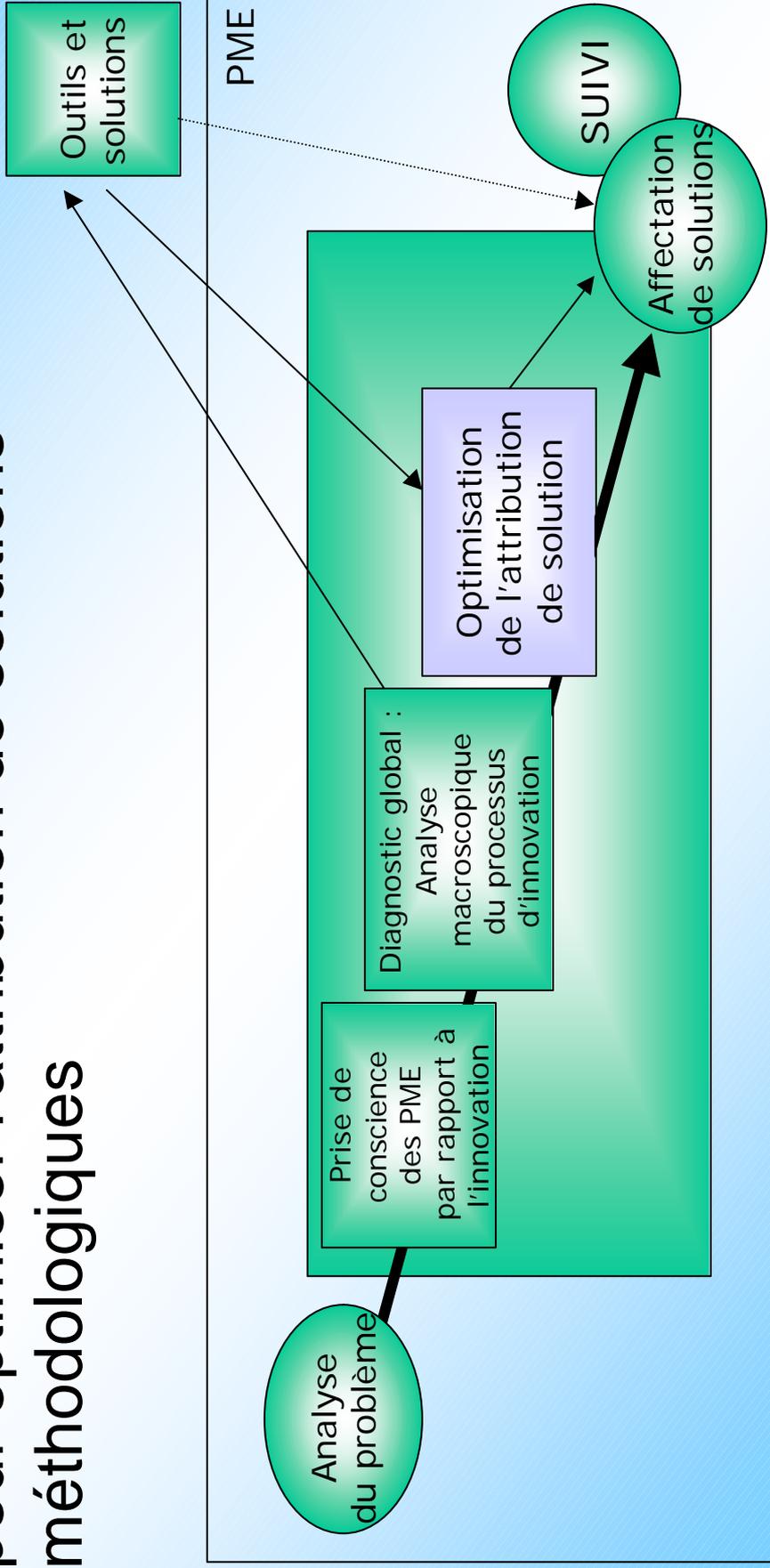
# Impact du modèle sur le management de l'innovation

Priorité à la résolution des problèmes de processus



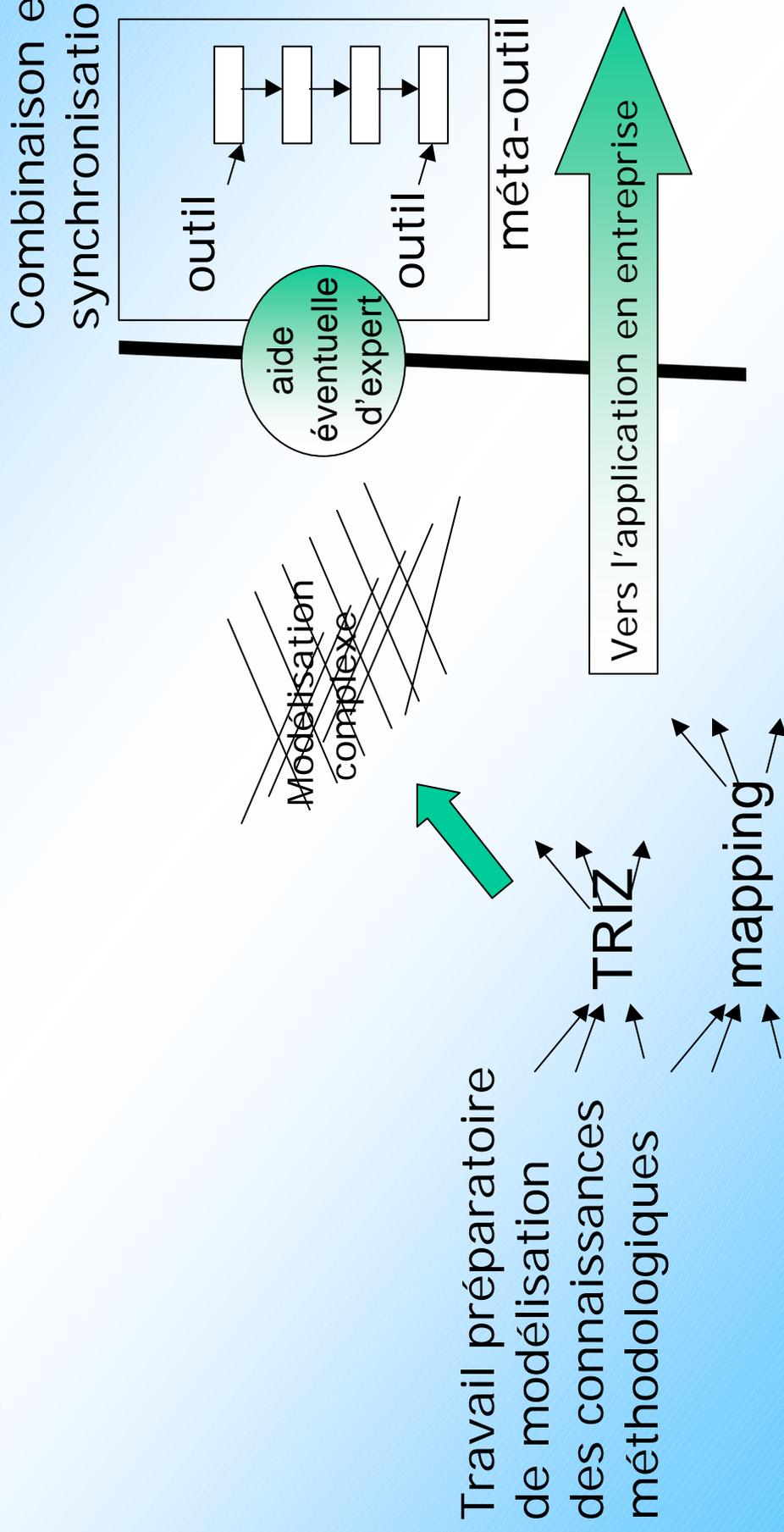
# Notre apport pour aider les PME à innover

Modélisation du juste nécessaire méthodologique pour optimiser l'attribution de solutions méthodologiques



# Proposition d'un support pour le modèle

Un guide interactif doit donner un accès facile à la connaissance des éléments nécessaires



# Apport en terme de facilitation de l'accès aux outils méthodologiques nécessaires

AVANT

Les spécialistes préconisaient des solutions trop lourdes pour les PME

Les PME manquaient de vision globale sur leur possibilités

La synthèse globale des solutions disponibles était difficile

APRES

Identification de chaque élément de travail juste nécessaire

Diagnostic et affectation rapide de solutions aux problèmes

Impact : changement de culture

La modélisation permet de gérer la cohérence entre différentes méthodes

Juste nécessaire méthodologique : Réconcilie une vision structurée et une vision interactive de l'innovation