



**HAL**  
open science

# Optimisation des performances d'innovation : Une approche combinant inventivité technique et recherche du succès commercial.

Marc Trela

► **To cite this version:**

Marc Trela. Optimisation des performances d'innovation : Une approche combinant inventivité technique et recherche du succès commercial.. Génie des procédés. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 2013. Français. NNT : 2013ENAM0030 . pastel-01016664

**HAL Id: pastel-01016664**

**<https://pastel.hal.science/pastel-01016664>**

Submitted on 30 Jun 2014

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

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

École doctorale n° 432 : Sciences des Métiers de l'Ingénieur

## Doctorat ParisTech

# THÈSE

pour obtenir le grade de docteur délivré par

## l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers

### Spécialité " Génie Industriel "

*présentée et soutenue publiquement par*

**Marc TRELA**

le 22 Juillet 2013

## Optimisation des performances d'innovation : Une approche combinant inventivité technique et recherche du succès commercial

Directeur de thèse : **Améziane AOUSSAT**

Co-encadrement de la thèse : **Jean-François OMHOVER**

### Jury

**M. Samuel GOMES**, Professeur, IRTES-M3M, UTBM

**M. Denis CAVALLUCCI**, Professeur, LGECO, INSA Strasbourg

**M. Vincent BOLY**, Professeur, ERPI, ENSGSI Nancy

**M. Améziane AOUSSAT**, Professeur, LCPI, Arts et Métiers ParisTech

**M. Jean-François OMHOVER**, Maître de Conférences, LCPI, Arts et Métiers ParisTech

**M. Claude GAZO**, PAST, LCPI, Arts et Métiers ParisTech

**M. François VUILLAUME**, ELM Leblanc (groupe Bosch)

Président  
Rapporteur  
Rapporteur  
Examineur  
Examineur  
Examineur  
Invité

T  
H  
È  
S  
E

## Table des matières

<b>Introduction générale</b> .....	<b>6</b>
<b>Objectif et problématique de recherche</b> .....	<b>6</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>7</b>
<b>Structure du document</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Positionnement et intérêts de cette recherche</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1 Pourquoi maîtriser l'innovation ?</b> .....	<b>9</b>
<b>1.2 Positionnement scientifique</b> .....	<b>11</b>
<b>1.3 Le laboratoire Conception de Produits et Innovation</b> .....	<b>11</b>
1.3.1 Thèmes de recherche du laboratoire.....	12
1.3.2 Rattachement aux axes de recherche du laboratoire.....	12
<b>1.4 Conclusion et synthèse sur le positionnement et l'intérêt de cette thèse</b> .....	<b>13</b>
<b>2 Contexte industriel</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1 Groupe Bosch</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 Bosch Thermotechnique</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3 L'innovation par les produits et les services chez ELM Leblanc</b> .....	<b>16</b>
<b>2.4 Contexte industriel français</b> .....	<b>18</b>
<b>2.5 Le produit Mégalis Condens Hybride</b> .....	<b>19</b>
<b>2.6 Potentiel d'amélioration de la Mégalis Condens Hybride</b> .....	<b>22</b>
<b>3 Etat de l'art : Amélioration des performances de l'innovation</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1 Evaluation de la performance d'innovation en entreprise</b> .....	<b>23</b>
3.1.1 Performance et innovation.....	23
3.1.2 Investissement lié à la capacité d'absorption de l'entreprise.....	25
3.1.3 Caractéristiques de la capacité d'innovation .....	26
3.1.4 Synthèse .....	27
<b>3.2 L'évaluation de la performance d'innovation par une vue managériale</b> .....	<b>27</b>
3.2.2 Synthèse et Cadre d'évaluation retenu.....	35
<b>3.3 Recherche d'actions d'amélioration de la capacité d'innovation</b> .....	<b>37</b>
3.3.1 Introduction.....	37
3.3.2 Première approche : Recherche d'outils et de méthodes .....	38
3.3.3 Deuxième approche : Recherche de théories et de méthodologies.....	52
3.3.4 TRIZ : Une approche prometteuse vis-à-vis des performances d'innovation.....	56
<b>3.4 Synthèse et conclusion sur l'état de l'art</b> .....	<b>68</b>
<b>4 Problématique et hypothèses</b> .....	<b>68</b>
<b>4.1 Introduction</b> .....	<b>68</b>
<b>4.2 Problématique générale : favoriser l'innovation</b> .....	<b>69</b>
<b>4.3 Caractérisation des choix d'actions en vue de l'accroissement de la capacité à innover</b> .....	<b>70</b>
<b>4.4 Enoncé de la problématique</b> .....	<b>70</b>
<b>4.5 Première hypothèse de résolution : TRIZ</b> .....	<b>71</b>
4.5.1 Introduction.....	71
4.5.2 Définition d'un cadre d'évaluation (Hypothèse H0).....	71
4.5.3 Détermination du potentiel d'optimisation de l'innovation de la TRIZ (Hypothèse H1)	73
4.5.4 Synthèse .....	79
<b>4.6 Nécessité d'une nouvelle hypothèse : Comment trouver une garantie du futur succès commercial des productions issues de la TRIZ ?</b> .....	<b>80</b>
4.6.1 Introduction.....	80
4.6.2 La stratégie Océan Bleu : une piste de solution .....	80

4.6.3	Un aperçu des notions et outils de la stratégie Océan Bleu .....	82
4.6.4	Synthèse .....	85
<b>4.7</b>	<b>Seconde hypothèse : La Stratégie Océan Bleu comme voie de solution (H2) .....</b>	<b>85</b>
4.7.1	Détermination du potentiel d'optimisation de l'innovation de la BOS .....	86
<b>4.8</b>	<b>Troisième hypothèse : une solution optimale combinant la TRIZ et la BOS (H3)..</b>	<b>90</b>
4.8.1	Combinaison macroscopique des approches .....	90
4.8.2	Limites attendues.....	94
4.8.3	Combinaison des outils et notions.....	94
<b>4.9</b>	<b>Synthèses sur la problématique rencontrés et les hypothèses de résolution .....</b>	<b>97</b>
<b>5</b>	<b>Expérimentations .....</b>	<b>98</b>
<b>5.1</b>	<b>Protocole expérimental .....</b>	<b>98</b>
<b>5.2</b>	<b>Evaluation initiale de la capacité d'innovation (XP0).....</b>	<b>100</b>
5.2.1	Objectifs.....	100
5.2.2	Démarche.....	100
5.2.3	Actions .....	101
5.2.4	Validité de l'évaluation.....	106
5.2.5	Analyse des résultats .....	106
5.2.6	Conclusion et limites.....	109
<b>5.3</b>	<b>1<sup>ère</sup> expérimentation : Hybride V1 et stratégie d'innovation (TRIZ) .....</b>	<b>110</b>
5.3.1	Objectifs.....	110
5.3.2	Démarche.....	110
5.3.3	Résultats.....	112
5.3.4	Conclusions et limites.....	120
<b>5.4</b>	<b>2<sup>ème</sup> expérimentation : Stratégie de développement du site (BOS) .....</b>	<b>120</b>
5.4.1	Objectifs.....	120
5.4.2	Démarche.....	121
5.4.3	Résultats.....	122
5.4.4	Conclusions et limites.....	126
<b>5.5</b>	<b>3<sup>ème</sup> expérimentation : Hybride V2 (TRIZ + BOS) .....</b>	<b>127</b>
5.5.1	Objectif.....	128
5.5.2	Démarche.....	128
5.5.3	Résultats.....	129
5.5.4	Conclusions et limites.....	142
<b>5.6</b>	<b>Evaluation finale de la capacité d'innovation .....</b>	<b>143</b>
5.6.1	Objectifs.....	143
5.6.2	Démarche.....	143
5.6.3	Résultats.....	144
5.6.4	Conclusions et limites.....	146
<b>5.7</b>	<b>Synthèse des expérimentations .....</b>	<b>147</b>
<b>6</b>	<b>Originalité, Apports et Perspectives .....</b>	<b>148</b>
<b>6.1</b>	<b>A1 : Comparaison des modèles d'évaluation de la capacité d'innovation .....</b>	<b>148</b>
6.1.1	Avancée vis-à-vis de la performance d'innovation .....	148
6.1.2	Proposition de combinaison optimale.....	149
<b>6.2</b>	<b>A2 : Utilisation de l'évaluation de la capacité d'innovation pour caractériser le potentiel d'une approche, pour générer des idées d'amélioration et suivre leur impact</b>	<b>150</b>
<b>6.3</b>	<b>A3 : Analyse du potentiel de la TRIZ et la BOS .....</b>	<b>150</b>
6.3.1	Objectivité et cas pratique.....	150
6.3.2	Interactions et extensions .....	151
<b>6.4</b>	<b>A4 : Retombées industrielles .....</b>	<b>151</b>
6.4.1	Système hybride de 1 <sup>ère</sup> génération.....	151
6.4.2	Lancement de projets multipartenaires .....	151
6.4.3	Poursuite du processus d'apprentissage et d'appropriation.....	152



<b>Conclusion de la thèse.....</b>	<b>152</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>154</b>
<b>Annexes .....</b>	<b>159</b>
<b>Annexe 1 : Modules de l'évaluation de la maturité .....</b>	<b>159</b>
<b>Annexe 2 : Evaluations de l'IIP suite aux XP0 et XP4.....</b>	<b>181</b>
<b>Annexe 3 : Inventaire d'outils et méthodes du processus de conception.....</b>	<b>182</b>

## Remerciements

Je tiens à remercier les membres du Jury pour avoir pris le temps de juger ce travail de recherche et pour leurs conseils avisés. En particulier, Denis Cavallucci pour ce que je continue à apprendre grâce à lui, même après cette thèse.

Je remercie également Améziane Aoussat et Jean-François Omhover pour la qualité de leur encadrement et leur suivi régulier, qui auront pavé la route vers ma soutenance de thèse.

Ce travail n'aura jamais pu voir le jour sans ma rencontre avec Claude Gazo, qui a eu la gentillesse et la patience de me transmettre une partie de ses connaissances sur la TRIZ. Une grande part du travail d'expérimentation présenté ici repose sur sa présence à mes côtés.

Je pense également aux membres du comité de direction de l'entreprise ELM Leblanc, qui au-delà de faire confiance à un jeune doctorant pour mener à bien un projet d'industrialisation d'un produit nouveau, se sont toujours fait les promoteurs de l'innovation dans l'entreprise. Leur soutien fut également un grand atout pour moi.

Les membres de l'équipe du LCPI, doctorants et permanents, me manqueront pour leurs conseils mais aussi pour les moments de convivialité passés en leur compagnie.

Enfin, Merci à mes amis et ma famille, en qui j'ai pu trouver le soutien et l'équilibre et la motivation dans cette période spéciale qu'est la thèse de doctorat.



**Figure 1 : Robert Bosch (1861-1942)**

*« J'ai toujours agi en accord avec le principe suivant : je préfère perdre de l'argent que de la confiance. L'intégrité de mes promesses, la reconnaissance de la valeur de mes produits et celle de ma parole d'honneur ont toujours eu une priorité plus grande que celle d'un profit transitoire. » Robert Bosch*

## Introduction générale

Ce mémoire constitue la synthèse des travaux réalisés dans le cadre d'une thèse de doctorat en convention CIFRE au sein du Laboratoire de Conception de Produits et d'Innovation d'Arts & Métiers Paritech et de la société ELM Leblanc (groupe Bosch). Nous y exposons un travail de recherche effectué sur l'optimisation des performances en matière d'innovation et dans un contexte industriel.

La demande industrielle qui fût à l'origine de ces travaux est toujours d'actualité et de plus en plus répandue aujourd'hui : comment garantir l'innovation ? Non pas de façon anecdotique, mais comment la systématiser à moindre coût pour l'entreprise ? Il est en effet crucial pour la survie d'une activité de pouvoir se différencier de ses concurrents tout en proposant de la valeur ajoutée au consommateur associée à des inventions susceptibles de barrer la route aux imitateurs. Cette démarche n'est cependant pas triviale.

L'ambition affichée par les travaux que vous trouverez ici consiste en une tentative de compréhension et d'analyse de la complexité de l'innovation. Cette analyse nous amènera en particulier à considérer l'innovation comme un objet à multiples facettes et dont la finalité est de permettre le succès commercial d'une invention. Pour ce faire, nous proposerons une démarche qui nous amènera à considérer particulièrement deux approches prometteuses et emblématiques, l'une de l'aspect inventif et l'autre de cette garantie du succès commercial.

Une fois cette démarche explicitement caractérisée nous retraçons les étapes qui nous ont amené à des expérimentations en milieu industriel et à l'évaluation de sa pertinence. Les résultats obtenus seront ensuite analysés pour en tirer des enseignements.

### Objectif et problématique de recherche

Après les expériences menées par « l'homme de l'art » ne pouvant formaliser l'acte de création (Yannou 2001), la production de masse, la recherche du zéro défaut et de la qualité totale, l'innovation est devenue un nouveau paradigme et un objectif pour de nombreuses organisations. Elle est une condition nécessaire à la pérennité des activités industrielles, mais présente des problématiques propres qu'il convient de surmonter pour la maîtriser. Avec cette évolution se pose la question de l'évolution des pratiques créatives qui jusqu'alors étaient considérées comme innées. Une ère d'innovation implique la maîtrise de la créativité, sa reproductibilité et sa robustesse. Il paraît alors assez naturel pour une organisation de se poser la question de la performance liée à l'innovation. Il est en effet critique de se positionner sur l'atteinte des objectifs organisationnels liés à l'innovation et des ressources qu'elle mobilise. Ces éléments permettent de vérifier que l'organisation progresse suffisamment en regard des efforts consentis et de la priorité donnée à l'innovation.

L'objectif initial de cette recherche est de définir les influences liant innovation et performance pour proposer une approche permettant d'optimiser cette performance. L'amélioration du processus d'innovation correspond, comme nous le verrons, à une thématique du laboratoire Conception de Produits et Innovation au sein duquel cette thèse est réalisée.

## Résumé

Cette thèse en convention CIFRE entre le LCPI et la société ELM Leblanc (filiale du groupe Bosch en France) s'intitule : « Optimisation des performances d'innovation : Une approche combinant inventivité technique et recherche du succès commercial ».

Le travail de recherche effectué porte, d'une part, sur l'analyse des composantes de l'innovation et plus précisément sur l'évaluation de la capacité d'innovation d'une entreprise et, d'autre part, sur la recherche de méthodologies susceptibles de développer cette capacité.

Deux pistes, identifiées comme complémentaires, sont retenues et leur impact escompté sur la capacité d'innovation est modélisé dans le cadre d'hypothèses. Il s'agit de la TRIZ et de la Stratégie Océan Bleu. Leur potentiel est ensuite éprouvé dans le cadre d'expérimentations en milieu industriel : la création d'une gamme d'appareil de chauffage hybrides de nouvelle génération.

## Structure du document

Ce mémoire se structure autour de la mise en évidence et de la résolution d'une problématique de recherche, à savoir : **Comment choisir une méthodologie dans le but d'accroître la capacité d'innovation d'une entreprise ?**

Le point de départ des travaux se situe dans le contexte industriel et de recherche offert par une thèse CIFRE, avec le Laboratoire de Conception de Produits et d'Innovation, au sein de l'entreprise Bosch. Une fois ce contexte ébauché, nous illustrerons la recherche d'éléments de littérature susceptible de répondre aux objectifs de l'entreprise en matière d'innovation. Cette recherche nous invitera à aborder plus particulièrement les thèmes de la capacité d'innovation et des facteurs susceptibles de l'influencer. Ces éléments permettront également de positionner l'approche proposée dans le cadre de cette thèse vis-à-vis de la communauté scientifique.

De cette étude, nous dégagerons dans un premier temps des axes qui orienteront une recherche d'actions susceptibles d'accroître la capacité d'innovation. Après avoir présenté les initiatives envisageables, nous aborderons le domaine des Théories et Méthodologies de la Conception pour montrer comment ces axes peuvent être étudiés de façon plus pertinente.

Nous préciserons ensuite la problématique de ces travaux de recherche, ce qui nous permettra de proposer des hypothèses de résolutions qui seront à leur tour analysées en vue d'expérimentations. C'est le site industriel de la division Thermotechnologie du groupe Bosch (connu pour ses produits vendus en France sous la marque ELM Leblanc), entreprise à l'origine de cette thèse, qui servira de terrain d'expérimentation. Nous présenterons enfin les apports de cette recherche, ainsi que la conclusion et les perspectives de ces travaux.

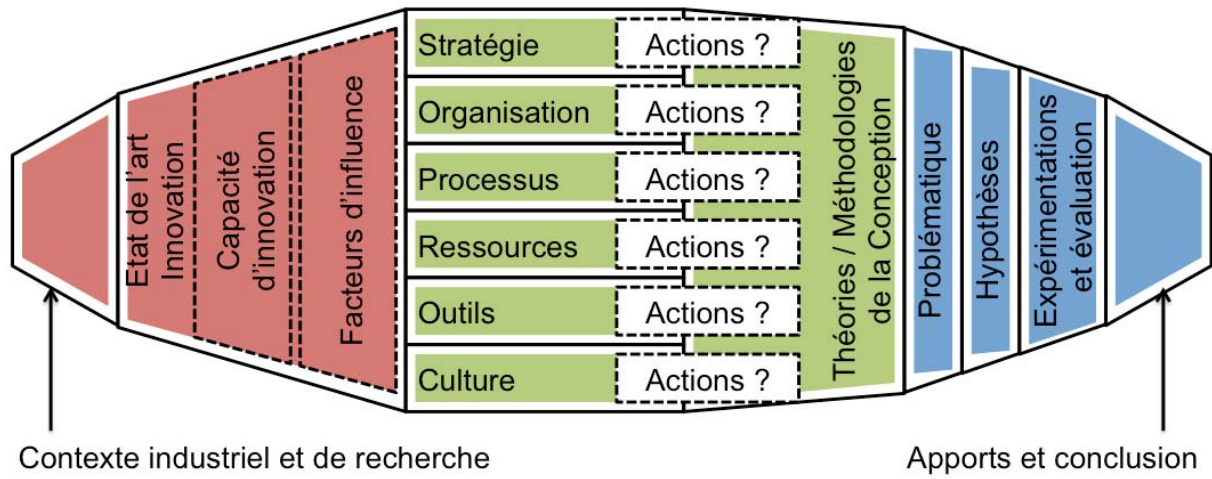


Figure 2 : Plan du mémoire

# 1 Positionnement et intérêts de cette recherche

Cette partie va nous permettre de positionner les travaux de recherche entrepris dans le cadre de cette thèse par rapport aux thématiques de recherche du Laboratoire Conception de Produit et Innovation.

Nous identifierons ensuite l'intérêt que peut avoir cette recherche, ce qui nous permettra de montrer pourquoi l'innovation devient une préoccupation grandissante pour la plupart des entreprises et les difficultés qu'elle est susceptible de constituer.

## 1.1 Pourquoi maîtriser l'innovation ?

Cherchons tout d'abord à définir ce qu'est l'innovation, quels en sont les enjeux et les éléments permettant de l'observer.

Groff définit l'innovation comme « la capacité à créer de la valeur en apportant quelque chose de nouveau dans le domaine considéré tout en s'assurant que l'appropriation de cette nouveauté se fasse de manière optimale » (Groff 2010). Celle-ci repose sur :

- la créativité (génération de nouveautés)
- la valeur (d'estime, d'usage et d'échange)
- la socialisation (maîtrise de la conduite du changement)

Cette définition pousse à appréhender l'innovation sous la forme d'un processus permettant de structurer des activités dans le but de générer cette nouveauté et de s'assurer de son appropriation, ce que confirme la norme NF EN 1325-1. La nouveauté apportée par l'innovation étant toute relative à l'entité qui la reçoit, un certain nombre de typologies d'innovations peuvent être distinguées. (Fernex-Walch & Romon 2006) en retiennent quatre :

- Produits repositionnés, reformulés, originaux
- Imitation, produit nouveau
- Innovation radicale ou relative
- Nouveauté portant sur la technologie, le concept produit ou le débouché

Les produits repositionnés sont présentés par Choffray et Dorey comme des produits pour lesquels on a modifié l'image et sa perception par le client, malgré de faibles modifications de ses caractéristiques physiques (Choffray & Dorey 1983). Les produits reformulés sont eux physiquement modifiés ou disposent de fonctions supplémentaires mais les utilisateurs en gardent une perception globalement identique. Enfin, les produits originaux possèdent des caractéristiques physiques et perceptuelles nouvelles par rapport à celles des produits présents sur le marché.

Fernex-Walch et Romon font également une distinction basée sur le degré de nouveauté par rapport à l'existant. Celle-ci va de l'imitation, qui consiste à lancer un produit sur un marché où un produit similaire existe déjà, ou de l'extension géographique, qui a vocation à lancer un produit qui existe déjà sur un autre marché, au produit nouveau qui apparaît pour la première fois. Le degré de nouveauté varie d'un niveau faible, via l'extension de gamme par exemple qui permet une différenciation des produits existants, à un niveau fort pour les produits nouveaux. Ils positionnent également l'innovation du point de vue de l'application de technologies et de connaissances. Lorsque l'innovation

résulte de la mise en œuvre d'une technologie nouvelle ou d'une découverte ou d'une combinaison originale (dans le cadre d'une association de systèmes préexistants par exemple), celle-ci est considérée comme une innovation radicale ou de rupture. Quand elle résulte d'une amélioration d'un produit, d'un procédé ou d'un transfert technologique, elle est décrite comme relative ou incrémentale.

Enfin, Barreyre donne un cadre d'évaluation de la nouveauté en fonction d'attributs du produit que sont : la technologie utilisée, le concept produit et le débouché (Barreyre 1980).

Damanpour considère que l'innovation est « le processus d'adoption de dispositifs, de systèmes, de politiques, de processus ou de services générés de façon interne ou externe, qui sont nouveaux pour l'organisation les adoptant » (Damanpour 1991). Cette définition, qui se veut très large, explique que l'innovation soit au cœur des préoccupations des entreprises dans un contexte toujours plus compétitif.

Nous retiendrons également la notion de système d'innovation qui se veut plus large que le processus d'innovation et qui se définit comme « l'ensemble organisé des parties agissant les unes sur les autres et interdépendantes, et avec une interrelation unitaire et complexe qui cherche la création ou le développement des nouveaux produits ou procédés. »(Ramón et al. 2003)

Certains auteurs (Kobe et al. 2008) vont jusqu'à affirmer que la capacité à innover d'une organisation constitue son aptitude pour survivre, d'autres (Schumpeter 1934)(Davidsson 2004) (Bellon 1999) considèrent l'innovation comme la clé de la réussite de l'entreprise et d'autres encore (W. C. Kim & Mauborgne 2005) comme la seule alternative possible. Tous ces auteurs font donc l'hypothèse que l'innovation donne à l'entreprise un avantage concurrentiel. Les industriels eux-mêmes perçoivent l'innovation comme le moteur principal de leur développement (SESSI 1997) et une étude montre que les entreprises les plus performantes de leur secteur en termes de croissance et de profit généraient en moyenne 49% de leur chiffre d'affaire avec de produits de moins de 5 ans (Loilier & Tellier 1999).

Cependant, la relation entre l'innovation et la performance d'entreprise fait l'objet d'analyses empiriques controversées. Il est en effet légitime de chercher des preuves de ses bénéfices, car l'innovation demande également des ressources substantielles (Van de Ven 1986) qui peuvent excéder la capacité de certaines entreprises aux ressources limitées (Acs 1988) (Nooteboom 1994)(Vossen 1998). De plus, l'innovation augmente l'incertitude et les risques (Eisenhardt & Martin 2000) (Knight 1921), recèle des taux d'échec élevés (Crawford 1987) (Berggren & Nacher 2001) et/ou une rentabilité temporairement basse (Block 1993).

(Rosenbusch et al. 2010) a établi, dans le cadre de travaux reprenant les résultats de 42 études sur 21270 entreprises, la nature de ce lien entre l'innovation et la performance de l'entreprise et notamment ses facteurs d'influence tels que l'âge de l'entreprise, le type d'innovation considéré et son contexte culturel. Il en ressort les résultats suivants :

- l'innovation a un impact fort sur le résultat des firmes jeunes
- l'orientation vers l'innovation et les activités d'innovation créent de la valeur et les entreprises en tirent un bénéfice. Malgré les inconvénients (investissements

initiaux et continus, risques et incertitudes), les bénéfices (différenciation de la concurrence, fidélité du client, valeur ajoutée supplémentaire sur les produits innovants, barrières pour les imitateurs éventuels) l'emportent.

- Les entreprises tirent plus de bénéfices d'une orientation stratégique vers l'innovation que du simple développement de produits innovants, qui ne permet pas d'utiliser tout le potentiel de l'innovation. Les bénéfices de cette orientation sont les suivants :
  - Internes : buts plus ambitieux, placement de ressources où elles créent le plus de valeur, culture d'entreprise inspirante porteuse de défis à relever, pro-activité organisationnelle, analyse et prise de risques efficaces.
  - Externes : perception positive de la marque par le marché, attraction d'employés plus qualifiés et de meilleurs partenaires.
- Les entreprises tirent plus de bénéfices de l'augmentation des résultats du processus d'innovation que de celle des ressources allouées à l'innovation. Ceci appelle à une meilleure compréhension de la façon dont les données d'entrée du processus d'innovation (qui sont essentiellement des ressources et de l'information) peuvent être transformées efficacement en sorties commercialisables.
- Pour bénéficier de l'innovation, il faut dédier des ressources à l'innovation. Mais leur conversion en offre innovante doit être gérée promptement et efficacement.

La quête de l'innovation, si son intérêt pour l'entreprise est établi, n'est cependant pas, par essence, un processus trivial. Les difficultés majeures de son appropriation résident dans le fait que l'innovation, en elle-même, est un résultat et que ce qu'il s'agit de construire, c'est la capacité de l'organisation à innover et ce de façon continue et non plus dans le cadre de projets d'innovation exceptionnels (Chanal 1995) (Midler 2002) (Hatchuel & Weil 2002) (Royer 2002). Nous analyserons dans ce travail les moyens disponibles pour évaluer cette capacité pour ensuite chercher des éléments de construction de celle-ci.

## 1.2 Positionnement scientifique

Cette thèse est réalisée au sein du laboratoire Conception de Produits et Innovation (LCPI) qui, depuis sa création en 1973, oriente ses recherches sur la thématique des « méthodes industrielles ». C'est à partir du développement de cette activité et de l'orientation des recherches du laboratoire vers la conception de produits nouveaux que l'on peut comprendre la cohérence de notre activité de recherche.

## 1.3 Le laboratoire Conception de Produits et Innovation

Depuis le début, les « méthodes industrielles » et le « design » de produit (au sens anglo-saxon du terme) constituent la réflexion majeure du laboratoire. Nous entendons par design une conception globale du produit qui prend en compte à la fois les impératifs mécaniques, d'usages, esthétiques, les attentes de l'utilisateur et les contraintes des systèmes de production sur l'ensemble du cycle de vie du produit.

Les travaux du laboratoire Conception de Produits et Innovation s'inscrivent dans la discipline du Génie Industriel qui englobe la conception, l'amélioration et l'installation



de systèmes intégrés en utilisant les principes et méthodes des sciences pour l'ingénieur ainsi que des connaissances issues des sciences mathématiques, physiques et sociales.

Au cours de son évolution, la Recherche du LCPI s'est progressivement recentrée sur un thème unique et fédérateur : l'optimisation du Processus de Conception et d'Innovation. Le laboratoire développe de la connaissance scientifique par la construction de modèles théoriques et méthodologiques sur les processus projets-métiers. Ses activités de recherche bénéficient à la fois de son ancrage académique et d'un partenariat industriel fort qui lui permet d'évaluer ces modèles dans un contexte opérationnel de recherche-action ; la recherche partenariale constituant un important vecteur de modernité et de compétitivité.

### 1.3.1 Thèmes de recherche du laboratoire

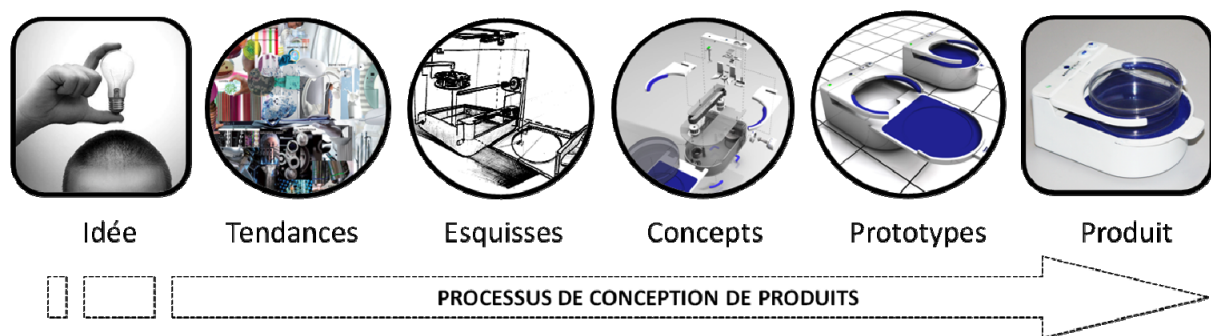


Figure 3 : Le processus de conception

Le laboratoire s'intéresse à la conception de produits en tant que passage d'un état immatériel (idée, concept, fonction) à un état matériel du produit (plan, maquette, prototype), disponible sur le marché (Fig. 3). Ce processus doit être maîtrisé pour respecter un caractère innovant, des contraintes de budget, de délais et de qualité du produit (fonctionnalités, critères esthétiques, coûts, ...). Il s'avère être complexe car il est pluridisciplinaire, pluri-technologique et géré le plus souvent de façon pragmatique. C'est pourquoi la recherche du LCPI s'est focalisée sur les processus de conception et d'innovation, et en particulier sur deux thèmes : l'optimisation de l'intégration métiers et l'optimisation des processus transverses d'innovation.

### 1.3.2 Rattachement aux axes de recherche du laboratoire

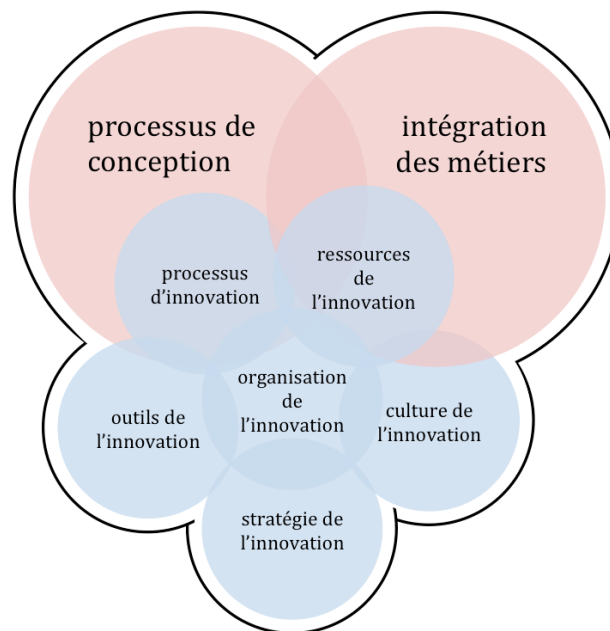
Cette thèse s'inscrit dans les champs d'investigations majeurs du laboratoire que sont l'intégration des métiers (Design, Eco-conception, Ergonomie, Qualité, Maintenance, ...) et la formalisation des processus (gestion de projet, créativité, travail collaboratif, entrepreneuriat, ...). Le thème Processus vise en particulier à formaliser les processus individuels et collectifs, et à maîtriser les phases du processus transverse ; l'objectif étant la mise au point de nouvelles méthodes et de nouveaux outils dans le but d'optimiser le processus de conception et d'innovation.

Une part de l'originalité des travaux du laboratoire réside dans sa connaissance et sa maîtrise des phases amont du processus de conception. C'est dans ces phases que se déterminent les caractéristiques majeures d'un projet de conception (impact fort sur le coût et les délais de conception, risques difficiles à maîtriser), c'est là que naissent les prémises d'une innovation (génération d'idées, validation du besoin, etc). De plus, cette thèse fait suite à des travaux sur une aide au choix des méthodes à utiliser dans le

processus de conception (Lahonde 2010). Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans une continuité visant à établir un cadre d'évaluation, une recherche et une analyse approfondie de méthodes permettant l'optimisation des performances du processus de conception particulier qu'est l'innovation.

Dans le cadre de nos travaux, nous proposons, en lien avec ce travail, d'étendre la compréhension des critères de sélection des méthodologies dans le domaine particulier de la conception innovante et de pousser l'analyse de celles qui, parmi ces méthodologies, auront retenu notre attention.

Notons cependant que même si le processus de conception demeure l'une des composantes que nous pouvons étudier dans le cadre de l'optimisation des performances d'innovation, il nous paraît nécessaire d'analyser les impacts que pourraient avoir d'autres composantes telles que la culture d'entreprise, la stratégie d'innovation et les ressources dédiées à l'innovation. Ceci nous invite donc à élargir le champ de nos investigations, comme l'illustre la figure ci-dessous.



**Figure 4 : Rattachement de la thèse aux axes de recherche du laboratoire LCPI**

#### **1.4 Conclusion et synthèse sur le positionnement et l'intérêt de cette thèse**

Cette première partie du document nous a permis d'analyser le positionnement des travaux de recherche dans le cadre de la discipline du Génie Industriel ainsi que vis-à-vis des axes de développement du laboratoire d'accueil à savoir le Laboratoire Conception de Produits et Innovation. Nous avons également mis en évidence que ce travail venait explorer de nouveaux horizons dans le domaine de l'aide à la sélection des méthodes. Ceci s'illustrera dans l'analyse détaillée de deux méthodologies d'innovation ainsi que dans l'extension des critères permettant l'analyse des performances de celles-ci.

Nous avons insisté sur le fait que l'innovation devient, si elle ne l'est pas déjà, une priorité pour de nombreuses organisations dans un univers compétitif et que celle-ci n'est pas triviale et soulève en particulier la question de sa gestion et de son évaluation ; celle-ci étant à la fois incertaine, car elle impose des prises de décisions importantes sur des critères qui ne sont pas ceux des dirigeants (Broustail & Frery 1993), et complexe car le temps de développement est devenu un élément de compétitivité (Mira 1993).

L'enjeu principal pour l'entreprise est donc de parvenir à tirer parti de l'innovation, en prenant garde à en éviter les écueils, dans un temps imparti et avec des ressources limitées, en tenant compte du rythme donné par ses concurrents et les évolutions de son environnement.

## 2 Contexte industriel

Cette thèse en convention CIFRE se déroule au sein de la division Thermotechnique du groupe Robert Bosch. Le site de Drancy, où les expérimentations industrielles ont lieu, appartient à l'unité opérationnelle des chaudières murales à gaz.

Les produits conçus et commercialisés sur le site de Drancy sont connus principalement sous la marque ELM Leblanc en France, où la marque Bosch n'a été lancée que depuis 2012 pour les appareils de chauffage.

### 2.1 Groupe Bosch

**Robert Bosch GmbH** est une entreprise allemande fondée par Robert Bosch en 1886. Ses principaux centres d'activités sont :

- L'équipement pour l'industrie automobile,
- La fabrication d'outils électriques et d'appareils électroménagers,
- Les biens de consommations et les techniques du bâtiment.

Grâce à la forte augmentation de son chiffre d'affaire, Bosch est devenu le plus grand équipementier automobile mondial. En 2011, il emploie 302 519 employés (dont moins de 5% en France et environ 40% en Allemagne), pour un chiffre d'affaire de 51,5 milliards d'euros.

Son siège social est à Gerlingen, près de Stuttgart. Franz Fehrenbach en était le président-directeur général depuis 2003, avant d'être remplacé par Volkmar Denner en 2012. Malgré sa taille et sa notoriété, Robert Bosch GmbH n'est pas une société cotée en Bourse. Son capital est détenu à 92% par une fondation, la *Robert Bosch Stiftung GmbH*, qui ne possède aucun droit de vote. Cette dernière est détenue à 93% par la *Robert Bosch Industrietreuhand KG*, contrôlée par la direction de l'entreprise, des représentants de la famille Bosch et des personnalités du monde industriel, comme Jürgen Hambrecht, directeur général de BASF.

Bosch en France emploie 8 210 personnes en 2011 avec un chiffre d'affaires de 3 milliards d'euros et 1,3 milliard d'euro à l'exportation. Elle développe, fabrique et commercialise la gamme des produits de Bosch - des équipements automobiles aux appareils électroménagers en passant par l'outillage électroportatif et de jardinage aux systèmes de vidéo surveillance. Les marques principales de Bosch en France sont Bosch, Bosch Rexroth, Blaupunkt, Skil, Dremel, ELM Leblanc, Géminox et Buderus. A travers une joint-venture avec Siemens (Bosch Siemens Hausgeräte), s'ajoutent les marques Neff, Viva et Gaggenau.

Le groupe Bosch est caractérisé par une orientation forte vers l'innovation. En effet, le groupe alloue plus de 8% de son chiffre d'affaire à des activités de recherche et de développement.

## Dépenses R&D (en % du CA)

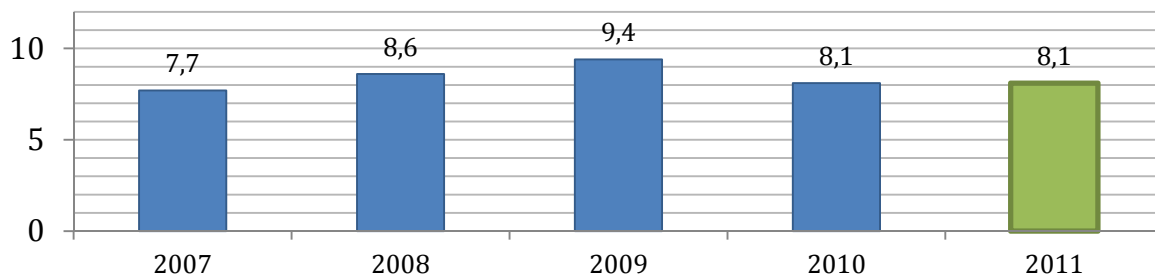


Figure 5 : Dépenses R&D du groupe Bosch rapportées au chiffre d'affaire

Ces dépenses se sont maintenues malgré le contexte économique global plus tendu depuis quelques années.

### 2.2 Bosch Thermotechnique

ELM Leblanc et le site de Drancy sont plus précisément rattachés à la division Thermotechnique de ce secteur. Le site de Drancy produit essentiellement des chaudières murales à gaz conventionnelles et à condensation et on retrouve sous la marque ELM Leblanc l'ensemble des catégories de produits réalisés sur les différents sites de la division Thermotechnique, chacun ayant des compétences bien identifiées.

### 2.3 L'innovation par les produits et les services chez ELM Leblanc

En combinant innovation, fiabilité et sécurité, ELM Leblanc produit et commercialise une large gamme de produits de chauffage et de production d'eau chaude pour le confort domestique. Parmi ces produits, nous retiendrons deux exemples : celui de l'Odéalis Condens et celui de la Thermibox.

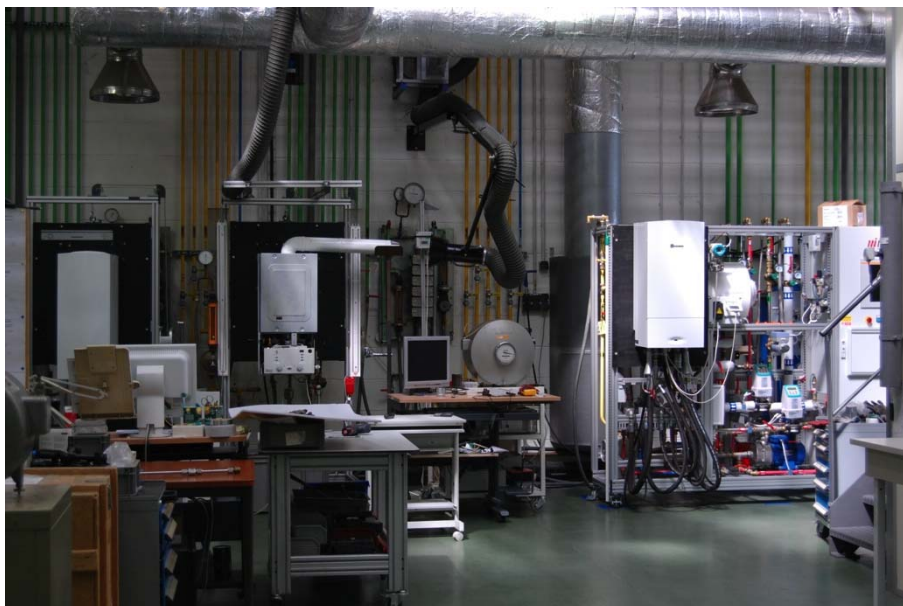


Figure 6 : Laboratoire d'essai du site de Drancy

Avec son système de production d'eau chaude inédit, Odéalis Condens réussit à améliorer significativement à la fois le confort d'eau chaude et la simplicité d'installation. Cette innovation répond à des exigences de performance et de compacité. Odéalis Condens combine un système de 3 bouteilles en inox, d'une capacité unitaire de 14 litres, en exploitant le principe de la stratification. Cette chaudière à condensation avec réserve d'eau chaude intégrée permet donc un très grand confort sanitaire (classé 3 étoiles selon la norme européenne EN 13203) tout en offrant un rendement élevé. Ce produit est également une innovation du point de vue des installateurs, en effet leur confort de travail se trouve amélioré par :

- Un poids sensiblement réduit
- Un raccordement facilité
- Un montage qui peut être effectué par une seule personne



**Figure 7 : Dosseret contenant les 3 bouteilles de l'Odéalis Condens**

Dans un tout autre registre, ELM Leblanc a ouvert la voie, grâce à la Thermibox, vers l'ère de la chaudière communicante. Cette évolution constitue un positionnement stratégique fort de l'entreprise et lui permet d'élargir son offre de services.

Ce produit permet aux techniciens d'ELM Leblanc de suivre les produits installés chez les clients. Ils reçoivent des rapports sur le fonctionnement de l'appareil équipé et peuvent ainsi anticiper des dysfonctionnements, en permettant notamment à l'utilisateur de prendre rendez-vous avec le dépanneur et de procéder à la réparation avant la mise hors-service de l'installation. Cet outil, pour le moment réservé au télédiagnostic et à la maintenance préventive, pourrait servir prochainement de support de communication pour le développement d'applications, comme la mise en service à distance par exemple.

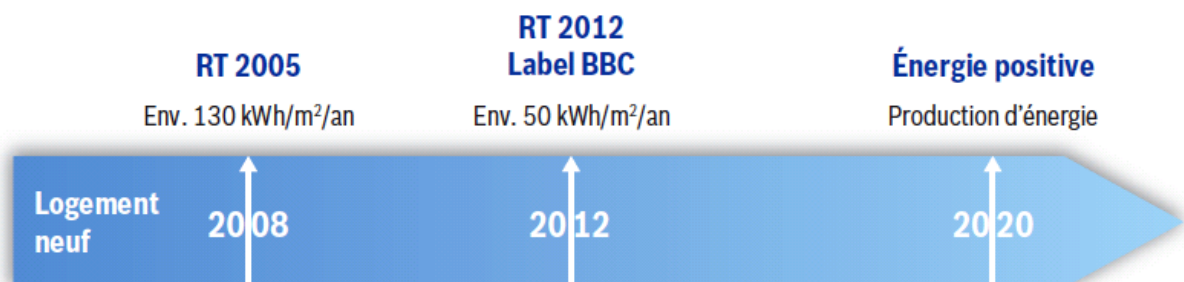


**Figure 8 : Module communicant Thermibox**

ELM Leblanc souhaite conserver sa dynamique d'innovation. Le travail d'expérimentation de la thèse repose sur le développement d'une chaudière hybride (chaudière condensation à gaz couplée à une pompe à chaleur électrique). Ce produit constitue une avancée notable dans la réduction des consommations d'énergie des appareils de chauffage muraux.

## 2.4 Contexte industriel français

L'actuel label BBC (Bâtiment Basse Consommation) est délivré pour une maison dont la consommation maximale d'énergie est inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>/an (valeur définie par le référentiel de l'association Effinergie). Cette limite correspond à celle que la réglementation thermique RT 2012 imposera dans les bâtiments. La RT2012 impose également de recourir aux énergies renouvelables pour au moins 5 kWh/m<sup>2</sup>/an. Celle-ci est applicable à partir de janvier 2013 pour le secteur résidentiel.



**Figure 9 : Trajectoire pour les bâtiments neufs : un programme de rupture**

Un article de la RT2012 prévoit également la mise en place de dispositifs pour le comptage de l'énergie consommée par les appareils de chauffage. Enregistrer continuellement et exploiter les données issues de tels dispositifs favorise le retour d'expérience sur l'exploitation réelle des appareils dans un souci d'améliorer la qualité des produits et la compréhension des usages.



De plus, l'introduction de la directive européenne ErP (Energy-related products) prépare le futur étiquetage environnemental de produits (dont les appareils de chauffage central et de production d'eau chaude sanitaire).

Ces nouveaux référentiels poussent à la mise sur le marché et à la promotion de solutions plus sobres énergétiquement et utilisant la plus grande part possible d'énergie renouvelable.

## 2.5 Le produit Mégalis Condens Hybride

Parallèlement aux travaux de recherche réalisés dans le cadre de cette thèse, j'ai eu la responsabilité du projet de développement du produit Mégalis Condens Hybride. Celui-ci servira de terrain d'expérimentation pour les actions déployées dans le cadre de la thèse. Ce projet a fait l'objet d'un co-développement avec GDF Suez et d'une subvention de l'ADEME.

Sur le marché résidentiel individuel, l'analyse des solutions de chauffage les plus performantes actuellement disponibles pour assurer la génération de chaleur et la production d'eau chaudière sanitaire (ECS), fait apparaître essentiellement 2 solutions techniques présentant des niveaux de performances énergétique et environnementale comparables :

- la technologie de chaudière à condensation à gaz assurant chauffage et ECS avec un rendement de chaleur très élevé (pour les appareils à gaz naturel, dont le rendement est lié à la récupération de la chaleur sensible et latente de la combustion du gaz) ; sa capacité de produire de l'ECS à haute température et de façon instantanée permet de garantir le confort des utilisateurs.
- la technologie de type pompe à chaleur (PAC) électrique basse température (assurant le chauffage des locaux, couplée avec un ballon de stockage pour la production d'eau chaude sanitaire par effet joule) qui utilise, en plus de l'électricité, une part d'énergie renouvelable.

Cependant, ces deux produits présentent des avantages et de inconvénients qui leur sont propres (cf. tableau ci-après).

Technologie	Chaudière à condensation à gaz	Pompe à chaleur électrique
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maturité de la technologie</li> <li>- Compacité</li> <li>- Indépendance des conditions extérieures</li> <li>- Puissance disponible élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation des performances en mi-saison</li> <li>- Part d'énergie renouvelable</li> </ul>
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendement maximal atteint</li> <li>- Pas de part d'énergie renouvelable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puissance disponible réduite</li> <li>- Réduction des performances au plus froid de l'hiver</li> </ul>

**Tableau 1 : Propriétés comparées des technologies gaz condensation et PAC électrique**

Sur la base de ce constat, le projet de développement de la Mégalis Condens Hybride eut pour objectif de développer une solution de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire qui conserverait l'ensemble des avantages de ces deux technologies jugées



complémentaires, tout en limitant leurs inconvénients. Globalement, le projet consistait à intégrer dans l'encombrement d'une chaudière murale classique, une pompe à chaleur électrique et un brûleur gaz condensation, couplée à une régulation qui ferait fonctionner les systèmes à leur meilleur niveau de performances :

- fonction chauffage assurée par la PAC, lorsque la température extérieure garantit un rendement élevé,
- fonction chauffage assurée par le brûleur condensation dans le cas contraire,
- fonction ECS assurée par le brûleur condensation ou partiellement par la PAC si un ballon d'accumulation d'ECS est installé.

Cette solution hybride ELM Leblanc, brevetée et commercialisée en fin d'année 2011 est le fruit de 3 ans de développement. L'idée centrale : réduire les consommations d'énergie d'une chaudière à gaz à condensation en y intégrant une source d'énergie renouvelable. Les impératifs : proposer un produit monobloc pouvant s'installer comme une chaudière murale gaz à condensation et utiliser automatiquement l'énergie la plus économe. L'installation et le fonctionnement sont ainsi facilités, aussi bien pour l'installateur que pour l'utilisateur. Un système de régulation unique pilote la chaudière et la pompe à chaleur, de façon intelligente (Trela et al. 2010).



**Figure 10 : Chaudière hybride de 1<sup>ère</sup> génération (Mégalis Condens Hybride) :  
Combinaison innovante et compacte d'une chaudière gaz à condensation et d'une pompe à chaleur**

Cette course au meilleur rendement global (sur l'année) des systèmes de chauffage et de production d'ECS en fonction de l'habitat prend tout son sens si l'on considère le profil environnemental de ces produits. En effet, les appareils de chauffage sont des produits dont la phase d'utilisation est généralement prépondérante en terme d'impact environnemental (plus de 95% de l'impact global) devant toutes les autres phases (Bensafi et al. 2005). De plus, en Europe, 17% des émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie (qui représente 80% des émissions totales) sont dues aux appareils de chauffage central (Kemna et al. 2007).

La stratégie d'amélioration environnementale du projet Mégalis Condens Hybride est donc liée à l'optimisation de ce rendement global sur l'énergie primaire consommée, tout en considérant les émissions équivalentes CO<sub>2</sub> ainsi que le coût de fonctionnement du produit.

Le nouveau générateur hybride ELM Leblanc permet de réduire très sensiblement, à la fois la consommation d'énergie primaire et la facture énergétique de l'utilisateur de 10 à 20 %, selon les zones géographiques. Ces réductions de consommation sont réalisées avec un investissement initial raisonnable et un abonnement électrique qui ne change pas.

Un système de régulation unique pilote automatiquement le fonctionnement de la pompe à chaleur et de la chaudière. Quand les températures extérieures sont de mi-saison, la pompe à chaleur électrique assure seule les besoins énergétiques en utilisant l'énergie gratuite présente dans l'air ambiant. Lorsque les températures rafraîchissent, et selon les consignes de confort programmées, le système de régulation choisit automatiquement le ou les générateurs qui doivent être utilisés : la pompe à chaleur électrique avec la chaudière gaz à condensation en appoint ou la chaudière gaz à condensation seule. En effet, si le rendement sur énergie primaire de la pompe à chaleur est inférieur à celui de la chaudière, la régulation déclenche le fonctionnement de la chaudière gaz à condensation pour couvrir les besoins thermiques de l'habitation. Aux périodes de températures plus froides, c'est donc la chaudière gaz à condensation qui couvre seule la totalité des besoins thermiques.

De plus, ce projet fut l'un des projets pilotes pour le déploiement des règles du DfE (Design for Environment) dans la division Thermotechnology du groupe Bosch dans le processus de développement produit. Ce qui a conduit notamment à prévenir, sur la base des standards Bosch concernant certaines directives telles que REACH (Registration, Evaluation and Authorisation of CHemicals) ou RoHS (Réduction des Substances dangereuses), l'utilisation de substances polluantes ou potentiellement dangereuses pouvant être interdites dans l'industrie dans les années à venir. Un intérêt particulier est également porté au taux de recyclabilité de l'appareil via les nouvelles pièces conçues et utilisées dans le cadre du projet.

D'autres solutions hybrides existent aujourd'hui sur le marché. Contrairement à notre produit, elles ont toutes en commun une architecture dans laquelle les deux systèmes sont séparés et où la partie pompe à chaleur est installée à l'extérieur du logement (elles sont appelées « splits »). Ceci a pour conséquence un prix d'achat et d'installation plus élevés que dans la solution proposée par le produit ELM Leblanc et implique parfois le recours à un installateur frigoriste, dans les cas où un fluide frigorigène doit être manipulé pour la charge de l'installation.

La solution actuelle d'ELM Leblanc se différencie donc déjà radicalement des appareils de la concurrence, car celle-ci est notamment la plus compacte sur le marché, la moins chère et ne nécessite pas que l'installateur ait des compétences dans la manipulation des fluides frigorigènes ou des systèmes thermodynamiques. De plus, sa compacité permet de réduire le nombre d'auxiliaires, tels que les pompes de circulation ou les tableaux électriques, consommateurs d'énergie. Ces éléments, qui attestent de la nouveauté de ce concept de produit, nous permettent donc de considérer ce produit comme une innovation, sous réserve toutefois qu'il rencontre un succès commercial.

Le choix d'ELM Leblanc, d'avoir un produit monobloc facile à installer, conduit cependant à rencontrer certains verrous technologiques tels que le bruit de la pompe à chaleur. Outre ces le travail sur ces verrous intrinsèques à la technologie développée, le futur de ce produit se trouve dans l'approche multi-service et multi-utilisateurs, qui rend les différents niveaux d'utilisateurs (clients, entreprise, fournisseurs d'énergie, gestionnaires de parc SAV, ...) parties prenantes grâce à un système communicant.

## 2.6 Potentiel d'amélioration de la Mégalis Condens Hybride

Ce concept de produit est encore aujourd'hui unique, mais pour rencontrer un franc succès, il doit atteindre un niveau de performance énergétique et acoustique supérieur, sans remettre en cause sa compacité (similaire à celle d'une chaudière gaz à ballon).

A ce jour, le premier produit commercialisé, quoique compact, possède des performances énergétiques un peu plus faibles que les versions « splits » et un niveau sonore plus élevé (59 dBA de puissance acoustique alors que les chaudières à condensation ont habituellement des niveaux proches de 50 dBA) – le niveau sonore n'est pas comparé à celui des pompes à chaleur des systèmes « splits » car celles-ci sont installées en extérieur. Il est également important de considérer les aspects psycho-acoustiques qui ne sont pas reflétés par les mesures de puissance en régime stabilisé. En effet, certains bruits (en particulier en phase de démarrage d'une pompe à chaleur) peuvent provoquer une gêne pour les résidents ou leur voisinage, sans occasionner de niveaux de puissance excessifs.

De ce constat et du contexte, qui présente l'évolution vers les technologies hybrides comme une tendance de fond du développement des systèmes de chauffage, est née la volonté de devancer ce phénomène. En effet, il est très intéressant et à plusieurs titres de le faire. Ceci permettra notamment d'orienter le développement de nos produits pour répondre à temps au besoin client de la façon la plus performante possible, de devancer les concurrents en créant une offre de produit différenciée et même de réserver des pans entiers d'applications industrielles par un dépôt stratégique de brevets.

Les premiers objectifs furent définis comme suit :

- clarifier le champ d'investigation de la technologie hybride
- identifier les axes de recherche stratégiques
- identifier les leviers sur lesquels se concentrer
- préparer la matière nécessaire au dépôt de nouveaux brevets

Cette démarche s'inscrit dans une approche plus large d'amélioration de la capacité à innover du site de Drancy. Ce projet constitue une facette, vue sous l'angle du processus de conception, du système d'innovation qu'est une organisation comme ce site du groupe Bosch. Il convient donc de considérer la globalité de cette problématique industrielle afin de fournir une réponse adaptée.

### **3 Etat de l'art : Amélioration des performances de l'innovation**

Nous nous intéressons dans cette partie à l'analyse des éléments disponibles dans la littérature et susceptible de nous permettre d'appréhender l'innovation sous l'angle de sa performance dans l'entreprise. Cela nous invite notamment à analyser l'atteinte de résultats mais également la mise en œuvre de moyens.

L'innovation présente la difficulté de n'exister indiscutablement que sous forme de résultat (après un succès commercial). Nous prenons donc le parti, comme certains auteurs de considérer la capacité d'innovation, cette aptitude à générer une nouveauté et à s'assurer de son acceptation, ainsi qu'aux éléments qui sont porteurs de cette capacité (telle que la culture d'entreprise et la stratégie d'innovation par exemple). Ceci nous conduira à analyser les différents modèles d'évaluation proposés à ce jour et à en choisir un pour orienter et structurer notre recherche d'actions permettant l'amélioration des performances en matière d'innovation. L'action à mettre en œuvre, car considérée dans ce travail comme la plus prometteuse, révélera se trouver dans le domaine des théories et méthodologie de la conception.

#### **3.1 Evaluation de la performance d'innovation en entreprise**

Innovation et performance peuvent paraître antagonistes, tant le processus inventif est associé à l'absence de contraintes et les réalités des milieux compétitifs pouvant constituer des limitations aux aptitudes créatives. Nous montrons ici qu'il est possible et même souhaitable de rechercher la performance en innovation. Le concept de capacité ou de potentiel d'innovation est développé et sa caractérisation par différents auteurs est présentée. Ceci conduit à la comparaison de quelques modèles d'évaluation de la capacité d'innovation et à la sélection de celui qui est le plus approprié à l'analyse de voies de solution susceptible d'aider à construire une telle capacité.

##### **3.1.1 Performance et innovation**

On pourrait considérer que l'innovation et la performance d'une entreprise sont deux éléments antagonistes conduisant à l'amélioration des résultats de l'entreprise et à l'atteinte de ses objectifs. Sarkees et Hulland ont montré que dans ce dilemme ancien et complexe, les entreprises ont souvent des difficultés à trouver un équilibre et ont, pour y remédier, fait la proposition d'une démarche « ambidextre » (pour garantir à la fois l'innovation et la performance) (Sarkees & Hulland 2009). On y retrouve un cadre d'évaluation de l'ambidextrie de l'entreprise, des clés de compréhension des dysfonctionnements éventuels ainsi que des pistes d'action. Ces résultats nous confortent donc dans l'idée qu'il est possible d'améliorer les performances innovantes d'une entreprise et nous poussent donc à nous intéresser aux éléments qui constituent la capacité à innover dans une organisation.

Il existe différents modes d'évaluation de la performance d'innovation (Fernex-Walch & Romon 2006). Ceux-ci peuvent être quantitatifs ou qualitatifs et se traduisent en partie par des indicateurs tels que les parts de marché gagnées imputables aux produits innovants ou à fort contenu technologique, la satisfaction client fondée sur le nombre de produits livrés dans les délais, le taux de retour sur exploitation ou le nombre de brevets en Recherche et Développement (R&D) rapportés au chiffre d'affaire dégagé par des produits nouveaux.

Le nombre de brevets déposés est un indicateur fréquemment utilisé, parfois conjugué aux investissements en R&D, même si ceux-ci ne sont pas garants du résultat qu'est l'innovation. De plus, les brevets ont pour inconvénients (Narayana 2005) :

- d'avoir une valeur économique parfois négligeable,
- que la disposition à breveter varie en fonction des entreprises et du pays considérés,
- que certains brevets ne sont pas utilisés dans des innovations,
- que certaines innovations n'ont pas de contenu brevetable.

Outre le fait que ces indicateurs aient une grande part de subjectivité (Fernex-Walch & Romon 2006) dans leur définition (comme dans la définition d'un produit nouveau, d'un produit à fort contenu technologique, ou dans le périmètre des dépenses R&D), ceux-ci ne mesurent que des résultats et ne peuvent pas fournir d'aide lors de la prise des décisions stratégiques en amont, pourtant critiques pour la réussite de l'innovation. De plus, les indicateurs financiers ne sont pas toujours les plus pertinents pour évaluer des performances financières futures (Mavrinac & Siesfeld 1999).

Il est cependant possible d'estimer, de façon qualitative, les avantages futurs procurés par les projets d'innovation en renonçant à cette évaluation comptable. Ceci permet la sélection de projet par une évaluation multicritère (en utilisant par exemple l'impact commercial, la capacité d'enrichissement du patrimoine technologique de l'entreprise, l'effet d'image sur l'ensemble des activités de l'entreprise, etc.) (Fernex-Walch & Romon 2006).

Le manque de fiabilité des mesures de la performance de l'innovation (Fernex-Walch et al. 2004) est lié aux difficultés suivantes :

- au caractère subjectif du processus d'évaluation des performances d'innovation,
- au caractère évolutif et peu prédictible de l'innovation,
- au fait que l'innovation est une activité qui se définit en référence à une autre, l'activité d'exploitation de l'entreprise (Forest & Micaelli 2006),
- à l'inadaptation des outils d'évaluation comptable aux besoins du management de l'innovation.

Il semble donc que l'innovation puisse et doive être gérée de façon efficace et efficiente, mais qu'un certain nombre de problèmes se posent dans le cadre d'évaluations classiques, notamment parce que les résultats de l'innovation ne sont réellement observables qu'après l'introduction de la nouveauté sur son marché. De plus, dans le domaine de l'innovation, une grande quantité de l'activité R&D ne sert pas directement à réaliser des produits nouveaux mais porte sur la construction de la « capacité d'absorption » de l'entreprise (« absorptive capacity » en Anglais) (Cohen & Levinthal 1990).

### 3.1.2 Investissement lié à la capacité d'absorption de l'entreprise

Cohen & Levinthal définissent la capacité d'absorption d'une entreprise comme son aptitude à reconnaître, assimiler et appliquer à des fins commerciales des informations externes de valeur (Cohen & Levinthal 1990). Cette capacité est, selon ces auteurs, critique pour la capacité de l'entreprise à innover. Un certain nombre de facteurs ont une influence positive sur la capacité d'absorption. En effet, pour une information donnée, les connaissances antérieures liées dans l'entreprise jouent un grand rôle, mais aussi par exemple, le fait d'entreprendre ses propres travaux de R&D favorise l'aptitude de l'entreprise à utiliser cette information.

Une entreprise peut chercher à développer sa capacité d'absorption par l'amélioration de la capacité d'absorption de ses employés. Cependant, elle devra encore assurer la bonne exploitation des informations assimilées ainsi que leur transfert au sein de l'organisation. Ce qui revient à ne plus considérer ces informations pertinentes comme purement externes.

Il existe des leviers exclusivement organisationnels susceptibles de favoriser cette démarche qui peuvent par exemple être liés aux voies de communication et aux interfaces vers l'extérieur et dans l'entreprise.

De plus, un équilibre entre une orientation vers les connaissances internes ou une autre vers les informations externes doit être trouvé car une dominante excessive de l'une ou l'autre peut amener à des dysfonctionnements. Il faut également prendre en compte que des horizons culturels (sociaux et techniques) différents et une relation étroite entre les employés et leurs interfaces externes (fournisseurs et clients par exemple) jouent un rôle positif.

La capacité d'absorption nécessite la mise en œuvre de ressources et n'est pas directement valorisable par les métriques usuelles (création de chiffre d'affaire ou dépôt de brevet par exemple). Cependant, elle a une importance sur les performances d'innovation (notamment dans la réduction des efforts R&D nécessaires quand des informations externes valables peuvent être utilisées) (Nieto & Quevedo 2005) (Chen et al. 2009), ce qui rend d'autant plus complexe l'évaluation des performances de l'innovation. Notons cependant, qu'elle peut être une conséquence collatérale des investissements en R&D de l'entreprise (Cohen & Levinthal 1990).

L'existence et la qualification de la capacité d'absorption nous laisse donc entrevoir que l'innovation ne peut pas se résumer à un processus transformant des informations en produits ou services commercialisables, ni à l'activité inventive seule. Elle comprend des activités bien plus larges. Certains auteurs ont développé une approche de la capacité d'innovation qui va au-delà des indicateurs présentés par (Fernez-Walch & Romon 2006). Nous nous sommes donc intéressés à ces évaluations de la capacité d'innovation, c'est-à-dire à l'évaluation de la présence des conditions requises pour le développement et la réalisation d'une innovation.

### 3.1.3 Caractéristiques de la capacité d'innovation

La capacité d'absorption de l'entreprise est une des manifestations des composants requis pour de bonnes performances en matière d'innovation d'un point de vue macroscopique. La construction de cette capacité requiert l'investissement de ressources et ne permet pas de valoriser cet investissement sous la forme de résultats immédiats. La capacité d'innovation, d'un point de vue plus général, reprend ce constat en s'intéressant aux conditions et prérequis qui permettent d'innover en entreprise.

Bürgin a réalisé une analyse comparative de certaines approches de la capacité d'innovation (Bürgin 2006). Il note par exemple que le potentiel d'innovation peut-être défini par six champs de compétences (Tschirky & Koruna 1998) :

- compétence professionnelle
- compétence personnelle
- compétence constructive
- compétence sociale
- compétence méthodologique
- compétence participative

Et chacun de ces champs de compétences est ensuite décliné en trois zones :

- environnement social
- cadre organisationnel
- système d'innovation

Pleschak et Sabisch définissent la capacité d'innovation par les facteurs suivants (Pleschak & Sabisch 1996) :

- les managers et leurs employés avec leur qualification, leur savoir faire, leur compétence professionnelle et méthodologique.
- les ressources matérielles et financières de l'entreprise
- le système et les standards de management de l'organisation
- les caractéristiques du système d'innovation et son incarnation dans les réseaux inter organisationnels
- la focalisation sur les innovations les plus prometteuses et la mise en place de parts optimales d'innovations produits, processus et organisationnelles.
- le climat d'innovation dans l'entreprise qui est affecté par la créativité et l'ouverture d'esprit, par la promotion et la stimulation de nouvelles idées, le concours de tous pour éviter les erreurs et l'obsolescence des fonctions, par la pluridisciplinarité et par un système d'information élaboré.

Meier définit, quant à lui, la capacité d'innovation comme une interaction entre différents éléments (Bürgin 2007) :

- la stratégie d'innovation, qui comprend l'établissement d'objectifs et la mise en œuvre de stratégies pour les atteindre et concrétiser la vision de l'entreprise.
- le processus d'innovation qui permet, par l'utilisation de méthodes, la transformation d'idées en produits et services innovants commercialisés.
- les ressources, humaines, financières et les moyens utiles au processus d'innovation.
- les outils, informatiques notamment, qui facilitent l'analyse, la recherche et la communication au sein du processus d'innovation.



- l'organisation, qui considère les structures à établir pour permettre l'établissement d'innovations tout en maintenant les performances de l'entreprise.
- la culture d'entreprise, qui intègre les structures, les valeurs et les comportements relatifs à l'innovation.

Meier explique que c'est l'interaction de ces différents éléments qui permet le succès de l'innovation et, par voie de conséquence, la réussite de l'entreprise. C'est cette approche que Bürgin a choisi de privilégier pour construire un modèle d'évaluation de la performance d'innovation.

### 3.1.4 Synthèse

Nous avons vu dans cette partie que l'innovation est susceptible d'être contrôlée dans le but d'améliorer ses performances. Il existe quelques indicateurs très couramment utilisés, comme le nombre de brevet déposés ou le budget alloué à des activités de recherche, mais qui ne reflètent pas le succès commercial d'une invention et qui plus généralement ne sauraient pas donner une image satisfaisante de l'efficacité de l'innovation. Nous avons ensuite découvert qu'il était possible de caractériser la capacité d'innovation, qui comprend des activités ne générant pas directement de résultats visibles (telles que la construction de la capacité d'absorption), et nous allons voir dans la suite que des auteurs se sont attachés à fournir des moyens pertinents de pilotage de cette capacité d'innovation. Nous proposons maintenant de présenter et de comparer ces modèles.

## 3.2 L'évaluation de la performance d'innovation par une vue managériale

Dans cette partie, nous allons présenter successivement quatre modèles que nous avons retenus, car jugés pertinents. Ils reposent sur l'analyse et l'évaluation de pratiques caractéristiques des différentes composantes de la capacité d'innovation.

En fonction des auteurs, nous avons vu que les critères ou les éléments soumis de cette capacité variaient et les méthodologies d'évaluation sont également différentes lorsque des modèles sont proposés.

Nous étudierons successivement un cadre d'évaluation proposé par Narayana, une méthode appelée « Innovationsassessment » issue des travaux de Bürgin, une approche tenant compte des effets liés à l'apprentissage et aux synergies des composantes de l'innovation reposant sur les pratiques établies par Boly, et enfin la « PIM scorecard » conçue par Cormican et O'sullivan.

Nous souhaitons ainsi pouvoir établir un référentiel pertinent pour la recherche de solutions susceptibles de nous permettre de trouver des pistes d'amélioration de la capacité d'innovation.

### 3.2.1.1 Un cadre d'évaluation

Évaluer la performance d'innovation permet à l'entreprise de se rendre compte si elle s'améliore suffisamment au vu de l'investissement qu'elle consent. Un auteur propose de faire porter le questionnement sur 3 phases importantes : la stratégie long terme, l'apprentissage du management de l'innovation et l'implantation effective de ses mécanismes (Narayana 2005). Une évaluation permet de donner un état des lieux susceptible de générer l'engagement nécessaire à l'amélioration et en particulier si l'évaluation donne un reflet de la performance défavorable, il sera difficile de l'ignorer.



De plus, l'objectif est d'établir une passerelle entre la théorie et la pratique dans le but d'aider les organisations industrielles dans leur approche de l'innovation. Narayana propose un cadre d'évaluation correspondant. Celui-ci est assez restreint et ne semble pas fournir de dispositif immédiatement utilisable en entreprise.

L'approche « Innovationsassessment » que propose Bürgin remédie à ce problème.

### 3.2.1.2 La méthode « Innovationsassessment »

Le modèle de Bürgin (Bürgin 2007) se présente sous la forme d'un questionnaire, qui a vocation à être appliqué par les entreprises de façon continue, pour évaluer leur état actuel et définir des actions à mettre en place pour atteindre un état cible. Ces évaluations se présentent sous la forme d'une série de questionnaires, en lien avec la définition de la capacité d'innovation de Meier. Le questionnement se matérialise comme l'adaptation du CMMI (Capability Maturity Model Integration) adapté à la mesure de la capacité d'innovation et permet d'établir un niveau de maturité (M. Meier & Fadel 2004).

La construction du modèle s'est faite en considérant qu'un système d'innovation est caractérisé par ses buts, sa structure et sa conduite. Les éléments considérés comme porteurs de l'innovation (la stratégie, l'organisation, le processus, les ressources, les outils et la culture) sont classés selon ces 3 dimensions. Ils déterminent la capacité de l'organisation à innover. La capacité d'innovation rend possible le succès d'innovation et participe indirectement au résultat de l'entreprise.

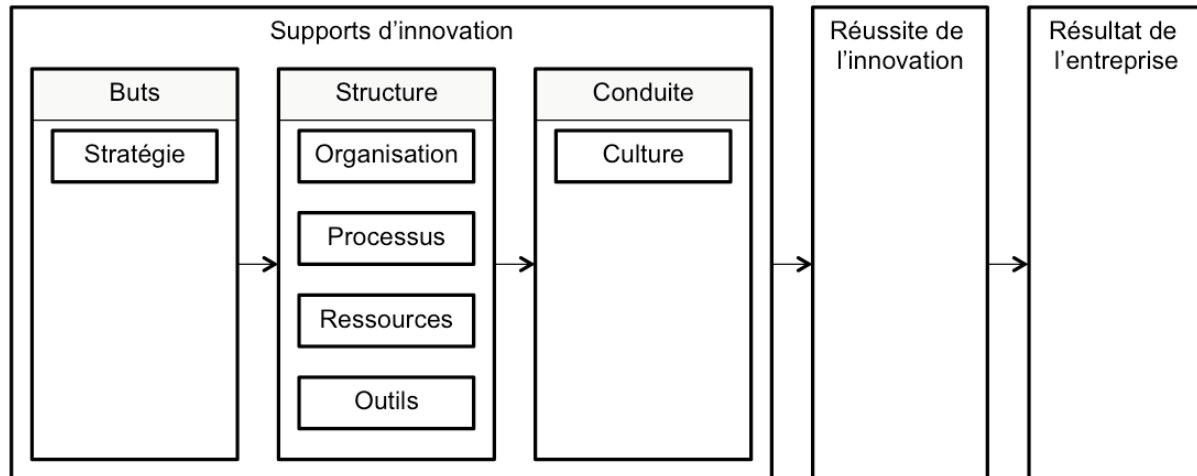


Figure 11 : Vue managériale du modèle d'innovation (Bürgin 2007)

Bürgin a également synthétisé les facteurs d'influence tels que le degré d'innovation (atteint ou recherché) et leurs impacts respectifs sur les différents modules. Ces précisions permettent d'émettre des recommandations pour une structure optimale et de négliger certains éléments devant d'autres en fonction du contexte organisationnel.

Il est à noter que pour chaque aspect porteur d'innovation, il existe plusieurs modules soumis à évaluation (au total, 27 modules pour les 6 porteurs d'innovation). Le but essentiel de l'évaluation des modules consiste à identifier les points faibles de l'organisation et à définir des mesures pour lui permettre de progresser.

Voici les informations contenues dans la fiche d'évaluation :

- le titre de module (ou aspect) considéré
- le niveau actuel et cible de maturité de l'aspect considéré
- les critères à remplir pour atteindre un niveau donné
- les dépendances de l'aspect considéré à un ou plusieurs facteurs d'influence
- les indicateurs permettant de rendre quantifiable l'aspect considéré
- les éléments de littérature (empiriques ou issus de méthodologies) qui prouvent l'importance de l'aspect considéré

Pour son évaluation, chaque module est structuré comme l'exemple ci-dessous pour évaluer l'alignement de la direction vis-à-vis de l'Innovation :

<b>Introduction</b>	La direction doit garantir une communication ouverte et une bonne ambiance de travail. Des études montrent que des groupes dans lesquels le management encourage les expériences et les aventures sortent les produits les plus innovants. Dans cette étude, la direction demande aux équipes de s'écarter des solutions traditionnelles et d'expérimenter de nouvelles idées. De plus, l'observation temporaire d'un groupe de projets par la direction donne de l'importance aux membres de projets et d'autres collaborateurs du projet - c'est un grand facteur de motivation qui rend le groupe plus créatif.		
<b>Degré de maturité</b>	Est	Doit	Description du degré de maturité
Etat de Base			L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par des activités.
Compréhension			Dans l'entreprise, on comprend que la culture d'entreprise est imprimée (gravée et caractérisée) par les cadres et leur conduite.
Elaboration			Les formes de conduite propices à l'innovation pour les cadres sont élaborées.
Institutionnalisation			Les normes de conduite propices à l'innovation sont ancrées dans l'entreprise. Des cadres mènent l'initiative.
			Des succès d'innovation sont respectés et sont fêtés.
Amélioration			Des déceptions et des erreurs permettent d'engager des discussions positives et permettent l'amélioration des précédentes causes d'écueil.
<b>Dépendances importantes de différents facteurs d'influence</b>			
Degré d'innovation	Pour les innovations radicales, l'alternance entre le champion d'innovation et des sponsors sont un facteur de succès important. Le fournisseur d'idée et le sponsor sont peu généralement des personnes différentes.		
<b>Indices</b>	Rapport des heures de travail pour l'innovation des collaborateurs et des cadres aux heures de travail totales		
<b>Littérature</b>	Empirique	Grimm 2003; Sethi, Smith et al. 2003	
	Démarche	Grimm 2003; Sethi, Smith et al. 2003	

**Tableau 2 : Fiche d'évaluation pour un module (Bürgin 2007)**

La traduction intégrale de l'ensemble des modules est disponible en annexe. La liste et le regroupement de ces modules sont indiqués ci-dessous :

Classe	#	Module
Stratégie	1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation
	1.2	Stratégie technologique
	1.3	Stratégie commerciale
Organisation	2.1	Organes de décision
	2.2	Organisation tournée vers l'innovation
	2.3	Coopération pour l'innovation
	2.4	Collaboration avec le client
Processus	3.1	Management et audit projets
	3.2	Processus d'innovation
	3.3	Gestion des idées
	3.4	Filtre d'innovation
	3.5	Utilisation de méthode
	3.6	Planification de l'introduction sur le marché
	3.7	Planification de production
Ressources	4.1	Ressources financières
	4.2	Ressources pour le développement
	4.3	Ressources technologiques
	4.4	Ressources de production
Outils	5.1	Outils de conception
	5.2	Intégration de données
	5.3	Outils de communication
Culture	6.1	Culture générale de l'innovation
	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
	6.3	Résistance à l'innovation
	6.4	Formation permanente
	6.5	Styles de communication
	6.6	Encouragement et motivation

**Tableau 3 : Titre et catégorisation des modules**

Chacun de ces modules peut être évalué sur une échelle allant d'un niveau de base, où l'organisation réalise que l'aspect mesuré a un impact sur le système d'innovation, jusqu'à un niveau abouti de maîtrise et d'amélioration continue.

Le modèle d'évaluation conçu par Bürgin présente un certain nombre de limitations. Il ne prend, par exemple, pas en compte la priorisation des actions à mettre en place en fonction de l'état initial d'évaluation; or on peut supposer qu'une approche d'amélioration sera différente en fonction de l'expertise de l'organisation et de l'interdépendance des aspects qu'elle doit améliorer. On peut même envisager différentes stratégies d'amélioration.

Ce type de réflexion est porté par les créateurs de l'Index d'Innovation Potentielle.

### **3.2.1.3 Index d'Innovation Potentielle (IIP)**

Une autre approche a permis la mise en place d'un « Index d'Innovation Potentielle » (IIP) global (et non plus par module) (Ben Rejeb et al. 2008) ou « Indice d'Efficiéce du Système d'Innovation » (IESI) (Ramón et al. 2003). Ce modèle est basé sur l'évaluation de treize pratiques (établies par Boly) (Vincent Boly 2000) et de leurs sous-pratiques observables, caractéristiques de la capacité d'innovation et permet l'obtention d'un index compilant tous les résultats (Ben Rejeb et al. 2008)(Ramón et al. 2003).

Cette évaluation peut être affinée en pondérant les pratiques en fonction de leur importance. Ben Rejeb et al ont proposé d'améliorer cet index en introduisant une pondération relative à la maturité de l'entreprise vis à vis de l'innovation. Le tableau ci-

dessous donne un récapitulatif des poids obtenus de façon empirique ainsi que la pondération précédemment fournie par des experts.

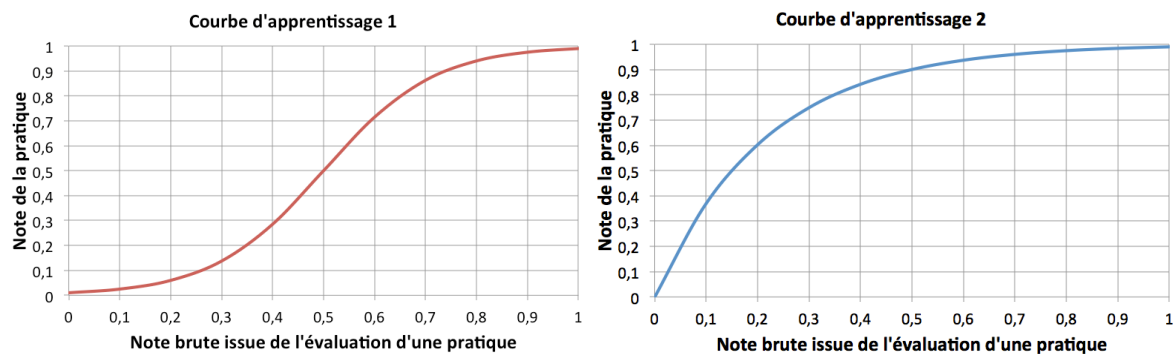
Pratique	Pondération experts	Pondération entreprises proactives	Pondération entreprises préactives	Pondération entreprises réactives	Pondération entreprises passives
Conception	38	12	9	4	0
Suivi de projet	3	7	14	12	3
Supervision stratégique	20	6	8	0	15
Gestion de portefeuille projets	1	5	14	9	8
Evolution du processus d'innovation	2	11	6	3	4
Conception de l'organisation	10	9	12	5	3
Gestion de compétences	1	9	0	11	9
Soutien moral	2	9	3	3	11
Apprentissage collectif	5	5	4	15	11
Gestion des connaissances	4	7	3	15	7
Veille	2	1	13	10	15
Fonctionnement en réseau	2	9	5	13	3
Générations d'idées et de concepts	10	9	8	0	10

**Tableau 4 : Pratiques évaluées et propositions de pondération (Ben Rejeb, Morelguimaraes, Boly, & Assielou, 2008).**

Cette approche permet donc de resituer, pour une organisation donnée, les enjeux relatifs à son niveau de maturité (en l'ayant préalablement positionnée dans l'une des 4 classes : Passive, Réactive, Préactive ou Proactive).

Notons cependant que la pondération relative à la maturité de l'entreprise est issue d'une analyse statistique d'un panel d'entreprises. Celle-ci est nécessairement dépendante de cet échantillon et n'a pas subi de filtration préalable par des experts des pratiques associées à la capacité d'innovation.

Une deuxième amélioration de ce même modèle a consisté à prendre en compte la dynamique de l'effort lié à l'apprentissage et à la progression dans une pratique donnée. Ben Rejeb et al ont caractérisé chacune des treize pratiques, définies par Boly, pour déterminer la forme de la courbe donnant le résultat dans une pratique en fonction de l'investissement d'apprentissage pour tenir compte de cette dynamique. En effet, il paraît tout à fait pertinent de considérer qu'il est parfois plus facile de commencer une amélioration de pratique et qu'il est ensuite plus exigeant de se perfectionner dans cette même pratique, ou bien certaines des pratiques observées requérant un investissement initial important, celle-ci seront plus difficiles d'accès pour des débutants. De telles indications permettent, dans une situation donnée, de décider des priorités offrant la plus grande efficacité. Les courbes ci-dessous sont utilisées pour pondérer les évaluations de chacune des pratiques et obtenir ainsi une évaluation tenant compte des facteurs liés à l'apprentissage. Chacune des 13 pratiques évaluées est rattachée à l'une de ces courbes.



**Figure 12 : Courbes utilisées pour la prise en compte de l'apprentissage (Ben Rejeb, Morelguimaraes, Boly, & Assielou, 2008).**

Cette même étude a également permis de démontrer qu'il existe des synergies entre les pratiques liées à l'innovation et que deux stratégies de priorisation pouvaient déboucher sur ce constat : la focalisation sur l'excellence de l'organisation et du savoir interne ou l'investissement pour l'acquisition de connaissances externes.

Une lacune identifiée de ce modèle concerne le fait d'avoir choisi une évaluation binaire des sous-pratiques observables, alors que la réalité est généralement mal reflétée par le choix entre une pratique inexistante et une pratique complètement implantée. Une évolution naturelle proposée du modèle serait de passer la variable d'évaluation de chacune des sous-pratiques en logique floue.

Cette observation, combinée aux apports uniques du modèle, semble montrer une complémentarité intéressante avec le modèle « Innovationsassessment » de Bürgin.

Un autre modèle, Le Product Innovation Management scorecard (PIM scorecard) (Cormican & O'sullivan 2004) pourrait également constituer un complément potentiel, celui-ci proposant également une évaluation graduelle pour chaque élément observable.

#### **3.2.1.4 PIM scorecard**

La construction de ce modèle est issue de l'analyse des difficultés rencontrées dans la mise en œuvre du processus d'innovation. Celles-ci sont reflétées par le manque d'attention au client, le manque de compréhension, la mauvaise gestion de portefeuille, une mauvaise communication et un transfert de connaissance réduit (Cormican & O'sullivan 2004). Le modèle d'évaluation proposé a été construit sur la base des pratiques répondant au mieux à ces difficultés. Il s'organise autour de 5 axes de réflexion que sont :

- la stratégie et le leadership,
- la culture et l'environnement,
- la planification et la sélection,
- la structure et la performance,
- la communication et la collaboration.

La moyenne, sur chacun de ces axes, des scores de 1 (en désaccord fort avec la meilleure pratique) à 5 (en accord fort avec la meilleure pratique) permet d'obtenir un

diagramme, sous la forme d'un radar par exemple, représentatif de la capacité d'innovation de l'entreprise.

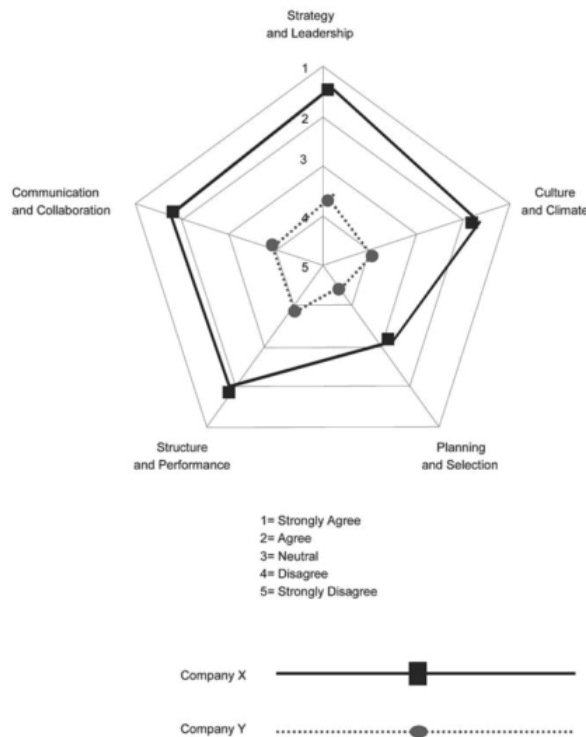


Figure 13 : Exemple d'évaluation de la capacité d'innovation pour 2 entreprises X et Y (Cormican & O'sullivan 2004)

### 3.2.1.5 Comparatif des modèles d'évaluation

Cette section établit un comparatif des éléments observés dans le cadre de l'évaluation de la capacité d'innovation, qu'il s'agisse de modèles aboutissant à une évaluation quantifiable ou de synthèses de bonnes pratiques regroupant les questions que l'organisation doit se poser et résoudre pour progresser.

Le tableau ci-dessous s'intéresse au type d'indicateurs analysés pour évaluer la capacité d'innovation. Ceux-ci sont organisés en reprenant la classification proposée par Meier et réutilisée dans le cadre du modèle de Bürgin (« Innovationsassessment »), identifié comme le plus large en termes de prise en compte d'indicateurs. La quantité d'indicateurs proposés et de pratiques observées par ce modèle, si elle constitue un avantage dans l'exhaustivité et la comparaison des modèles entre eux, présente une complexité que nous serons amenés à étudier par la suite.

Auteurs		(Narayana 2005)	(Bürgin 2007)	(Ben Rejeb et al. 2008)	(Cormican & O'sullivan 2004)
Classes	Eléments d'évaluation				
Stratégie	Stratégie d'entreprise et d'innovation		X	X	X
	Stratégie technologique	X	X	X	
	Stratégie commerciale	X	X		X
	Veille réglementaire	X			
	Transmission de décisions stratégiques			X	X
Organisation	Organes de décision		X	X	X
	Organisation tournée vers l'innovation	X	X	X	X
	Collaboration avec le client	X	X	X	X
	Coopération pour l'innovation	X	X	X	
	Relais d'information				X
Processus	Management et audit projets	X	X	X	X
	Processus d'innovation	X	X	X	X
	Gestion des idées		X	X	X
	Filtre d'innovation	X	X	X	X
	Utilisation de méthode	X	X	X	
	Planification de l'introduction sur le marché	X	X	X	X
	Planification de production		X		
	Gestion de portefeuille projet			X	X
Ressources	Actions rétrospectives			X	X
	Ressources financières		X	X	X
	Ressources pour le développement	X	X	X	
	Ressources technologiques	X	X	X	
	Ressources de production		X	X	
Outils	Chef d'équipe projet				X
	Outils de conception		X	X	
	Intégration de données		X		
	Outils de communication		X	X	X
	Analyse Fonctionnelle			X	
	Analyse de la Valeur			X	
Culture	Gestion des connaissances				X
	Culture générale de l'innovation	X	X	X	X
	Alignement de la direction sur l'innovation		X	X	X
	Résistance à l'innovation		X		
	Formation permanente	X	X	X	X
	Styles de communication		X	X	X
	Encouragement et motivation		X	X	X

Tableau 5 : Comparaison du champ d'étude des modèles retenus



Le tableau suivant présente la synthèse, en fonction de chaque modèle, de la profondeur d'analyse des différents indicateurs de la capacité d'innovation.

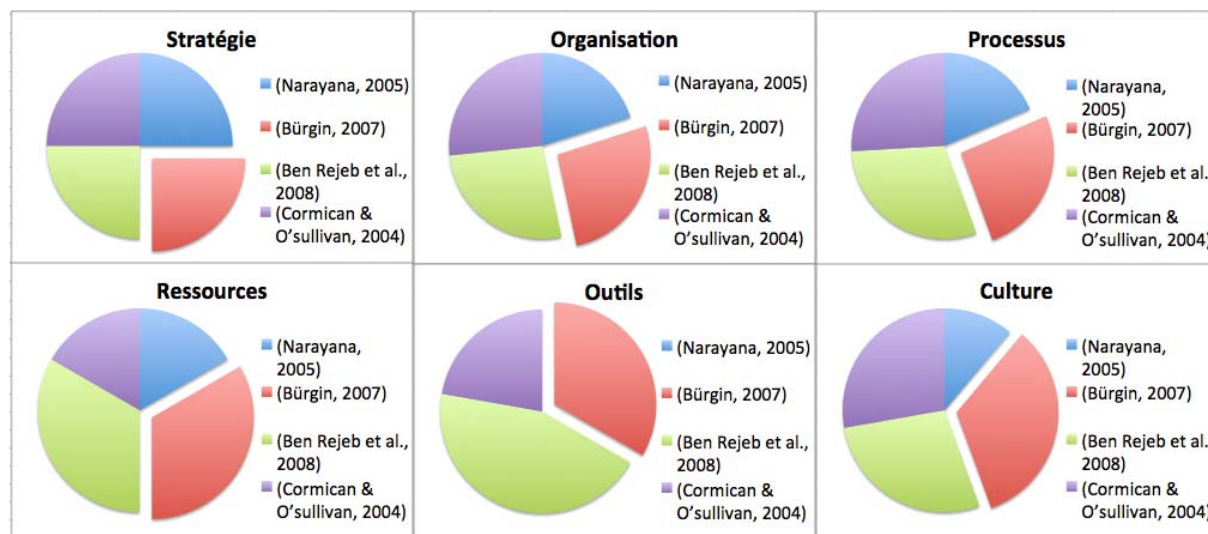


Figure 14 : Comparaison du champ d'étude des modèles retenus regroupés en catégories

Ces modèles d'évaluation ne sont pas identiques sur le fond, même s'ils prennent en considération une base commune importante d'indicateurs, et divergent également sur leur forme et leur utilisation.

Les caractéristiques les plus importantes à retenir (au-delà du spectre des indicateurs considérés) sont :

- la prise en compte la plus exhaustive d'indicateurs et de facteurs d'influence pour le modèle « Innovationsassessment ».
- la facilité d'accès au modèle « Cadre », malgré une mise en œuvre pratique peu évidente.
- l'intégration de pondérations issues de l'expertise ou de la maturité d'innovation de l'entreprise permettant d'obtenir un indicateur global, ainsi que la prise en compte des dynamiques d'apprentissage des différents aspects de la capacité d'innovation pour « l'Indicateur d'Innovation Potentielle ».
- la facilité de déploiement et de mise en œuvre de la « PIM scorecard ».

Cette analyse nous permet d'établir quel sera le cadre de recherche et d'évaluation des actions d'amélioration de la performance d'innovation.

### 3.2.2 Synthèse et Cadre d'évaluation retenu

Les deux caractéristiques principales des modèles sont l'étendue des pratiques analysées et leur mode d'évaluation. Nous retenons donc le modèle « Innovationsassessment » pour son analyse des pratiques renforcée par une description intégrée de chacune des pratiques évaluées ainsi qu'une décomposition sur une échelle de 1 à 5 l'évaluation de chacun de ces pratiques. Nous souhaitons également souligner l'intérêt porté au modèle IIP, qui permet de déterminer une note globale des pratiques en proposant une pondération qui peut être issue de l'expertise mais aussi fournie par analyse statistique. Nous l'utiliserons en particulier pour caractériser le

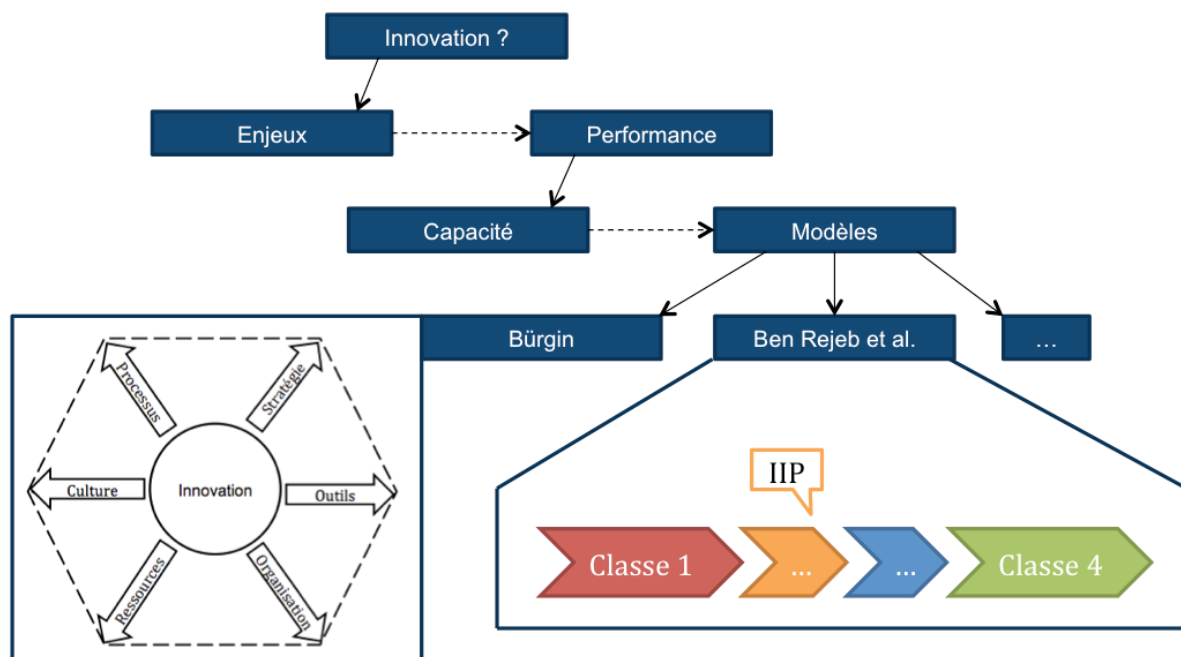


point de départ de nos expérimentations et ainsi qualifier le niveau global de la capacité d'innovation dans l'entreprise. Comme un niveau trop élevé entraînerait de grandes difficultés dans l'observation des améliorations, il convient de s'assurer de celui-ci. De plus, l'approche des synergies entre les pratiques ainsi que leur dynamique d'appropriation constitue une direction toute indiquée vers l'amélioration de l'efficacité dans le domaine de l'innovation.

Pour donner une structure à la suite de l'état de l'art, à l'énoncé de la problématique, des hypothèses et à l'évaluation des expérimentations, nous choisissons d'utiliser le modèle proposé par Bürgin (Bürgin 2007). Nous le privilégions pour le moment car il correspond, d'après nos recherches, au modèle le plus avancé en terme de critères d'évaluation, de détail dans les niveaux d'évaluation et de mise en relation avec les facteurs susceptibles d'impacter l'importance relative des aspects évalués.

De plus, le comparatif entre les référentiels d'évaluation de la capacité d'innovation nous montre de grandes similitudes entre les approches, ce qui laisse supposer que la mise en place d'actions d'amélioration ne serait certainement que peu impactée par un changement du référentiel d'évaluation.

Notons cependant que le modèle de Bürgin, s'il est le plus élaboré et le plus précis est également le plus complexe et nous prendrons soin de le combiner avec l'indicateur issu de l'IIP qui assurera une vision d'ensemble.



**Figure 15 : Cheminement pour aboutir à la sélection de deux modèles**

Notons enfin que l'intérêt croissant des pays européens pour la normalisation du management de l'innovation (et notamment la publication de normes dans certains pays) a poussé à la mise en place de deux structures, l'une, européenne, le Comité Technique « Innovation Management » (CEN/TC 389) et l'autre, française, la Commission de Normalisation « Management de l'innovation » (CN INNOV). Le CEN/TC 389 a notamment défini en 2009, l'Évaluation du Management de l'Innovation comme l'un de ses 4 thèmes clés et le WG3 du CEN/TC 389

est dédié aux outils d'évaluation de l'innovation. Comme les premiers documents normatifs européens devraient être publiés en 2013, nous pouvons nous attendre à devoir considérer, dès lors, de nouveaux éléments dans la comparaison ci-dessus.

Maintenant que nous avons un cadre d'évaluation de la capacité d'innovation clairement défini, il convient de partir à la recherche d'actions et d'approches susceptibles de permettre aux entreprises de supporter la construction de cette capacité. En effet, les modèles font mention des résultats observables mais pas des moyens à mettre en œuvre pour les obtenir.

Nous chercherons à proposer des pistes de solutions génériques applicables dans un maximum de contextes et indépendantes des résultats obtenus lors d'une évaluation initiale de la capacité d'innovation de l'entreprise.

### 3.3 Recherche d'actions d'amélioration de la capacité d'innovation

#### 3.3.1 Introduction

Maintenant que nous avons retenu une méthode d'évaluation de la capacité d'innovation, nous sommes en mesure d'identifier des actions capables de faire évoluer positivement celle-ci. Nous entreprenons cette recherche avec la perspective de pouvoir mettre en œuvre, par la suite, et dans le contexte industriel présenté précédemment, les actions d'amélioration qui seront retenues.

Conformément à notre positionnement initial, dans la continuité des travaux sur l'aide à la sélection des méthodes, il nous a semblé pertinent de rechercher des solutions sous la forme de méthodes et d'outils qui constituent les niveaux les plus élémentaires, certainement les plus faciles à analyser et comparer et nous offrant une partie des éléments étudiés par Lahonde (ceux liés à l'innovation) (Lahonde 2010) comme base de départ.

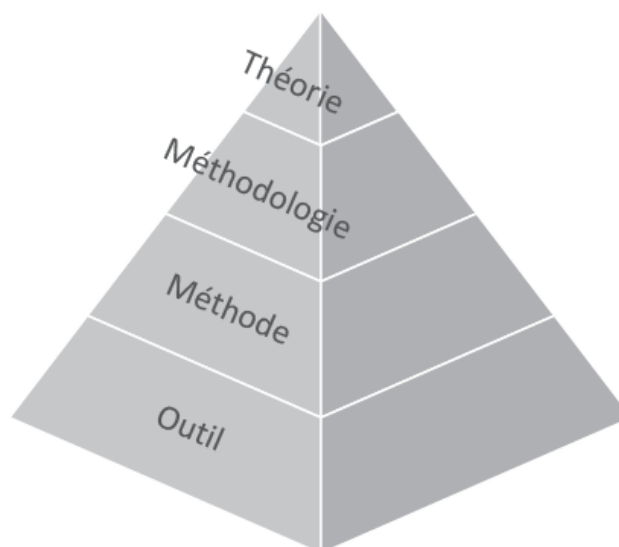


Figure 16 : Classification des théories et méthodologies de conception (Lahonde 2010)

En effet, si nous reprenons les définitions retenues pour ces différents niveaux (Lahonde 2010) :

- une théorie désigne couramment une idée ou une connaissance spéculative et vraisemblable, souvent basée sur l'observation ou l'expérience, donnant une représentation idéale, éloignée des applications. Celle-ci fait appel à des modèles descriptifs.
- la méthodologie est littéralement la « science de la méthode », le discours de la méthode, la cartographie des méthodes ou tout simplement la méta-méthode ou méthode de méthodes. Celle-ci fait appel à des modèles prescriptifs.
- la méthode signifie la poursuite ou la recherche d'une voie à réaliser quelque chose.
- les outils constituent les briques élémentaires utilisées dans ces démarches présentées qui permettent la réalisation concrète de l'objectif.

Conjointement à l'analyse des pistes offertes par l'aide à la sélection des méthodes et afin de trouver une réponse au problème évoqué par le contexte général, une recherche bibliographique structurée autour des thèmes proposés par le modèle de Bürgin (Stratégie, Organisation, Processus, Ressources, Outils, Culture) a été menée avec les objectifs suivants :

- permettre la représentation des tendances et des orientations de recherches
- proposer des pistes d'actions pertinentes pouvant faire l'objet d'expérimentations

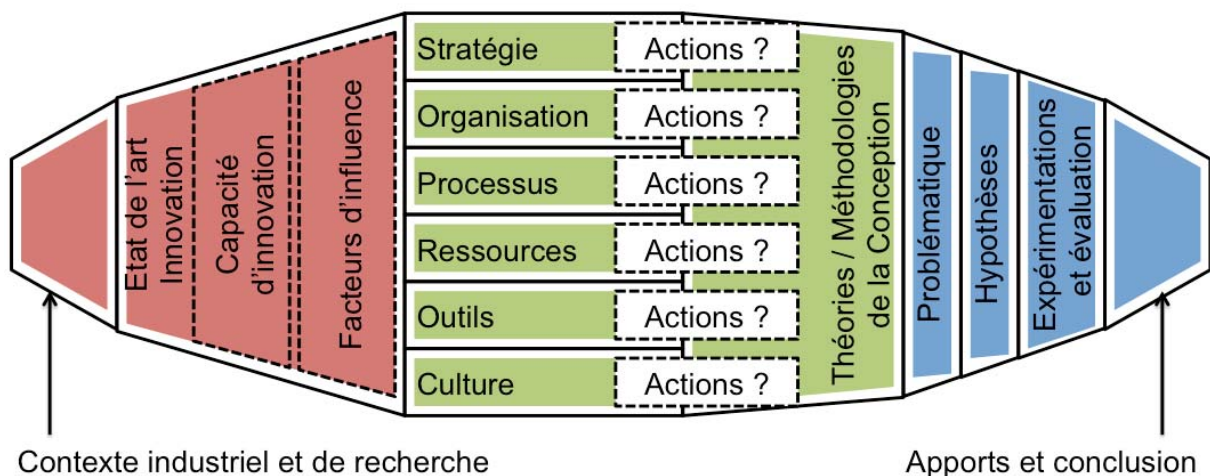


Figure 17 : Plan du mémoire

Cette phase doit théoriquement se matérialiser sous la forme d'une synthèse des informations pertinentes et l'établissement d'un système d'indicateurs permettant de démontrer l'intérêt des actions proposées et de prioriser les interventions potentielles. Dans chacun des thèmes de recherche, les modules d'évaluation du modèle de Bürgin seront énoncés.

### 3.3.2 Première approche : Recherche d'outils et de méthodes

Comme évoqué précédemment, nous utiliserons pour documenter cette recherche, pour partie les éléments recueillis dans le cadre des travaux sur l'aide à la sélection des méthodes de conception (dont une liste est donnée en annexe) (Lahonde 2010) et pour partie des éléments additionnels de la littérature, ceux-ci étant requis car l'aide à la

sélection des méthodes ne couvre pas toutes les thématiques de la capacité d'innovation (comme ses aspects culturels par exemple).

Les liens avec chacun des modules d'évaluation élaborés par Bürgin seront établis dans cette partie et nous rappelons que la traduction intégrale de ces modules est disponible en annexe.

Nous allons donc parcourir l'ensemble des catégories d'évaluation retenues par Bürgin, à savoir :

- La Stratégie d'Innovation,
- L'Organisation de l'Innovation,
- Le Processus d'Innovation,
- Les Ressources de l'Innovation,
- Les Outils de l'Innovation,
- La Culture d'Innovation.

Nous relèverons les éléments pertinents de la littérature et pouvant représenter des pistes d'action, en établissant les liens entre ceux-ci et les modules d'évaluation retenus par Bürgin que nous rappelons ici :

Classe	#	Module
Stratégie	1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation
	1.2	Stratégie technologique
	1.3	Stratégie commerciale
Organisation	2.1	Organes de décision
	2.2	Organisation tournée vers l'innovation
	2.3	Coopération pour l'innovation
	2.4	Collaboration avec le client
Processus	3.1	Management et audit projets
	3.2	Processus d'innovation
	3.3	Gestion des idées
	3.4	Filtre d'innovation
	3.5	Utilisation de méthode
	3.6	Planification de l'introduction sur le marché
	3.7	Planification de production
Ressources	4.1	Ressources financières
	4.2	Ressources pour le développement
	4.3	Ressources technologiques
	4.4	Ressources de production
Outils	5.1	Outils de conception
	5.2	Intégration de données
	5.3	Outils de communication
Culture	6.1	Culture générale de l'innovation
	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
	6.3	Résistance à l'innovation
	6.4	Formation permanente
	6.5	Styles de communication
	6.6	Encouragement et motivation

**Tableau 6 : Titre et catégorisation des modules**

### 3.3.2.1 Stratégie

Les modules correspondant à la stratégie d'innovation du modèle font appel à la « stratégie d'entreprise et d'innovation » (module d'évaluation 1.1), la « stratégie technologique » (module d'évaluation 1.2) et la « stratégie commerciale » (module d'évaluation 1.3).

Il existe quelques outils et méthodes permettant de construire une stratégie. Parmi ceux-ci, nous retiendrons en particulier les outils de veille, permettant de surveiller son environnement dans le but d'anticiper l'avenir. Dans le cadre des outils de veille, la veille technologique permet de construire la stratégie technologique produit et procédé. Les veilles stylistiques, concurrentielles et réglementaires sont, elles, des outils interdépendants permettant de structurer une stratégie commerciale. Les matrices SWOT et BCG ou McKinsey sont également des supports de construction stratégique.

La synthèse de ces stratégies commerciale et technique doit permettre, lorsqu'elle est coordonnée, l'émergence d'une stratégie d'entreprise et d'innovation.

### **3.3.2.2 Organisation**

Les modules d'évaluation de la capacité d'innovation liés à l'organisation de l'entreprise, sont constitués d'une analyse des « Organes de décision » (module d'évaluation 2.1), dans laquelle on évalue la capacité de l'entreprise à assigner des responsabilités dans la prise de décisions technico-commerciales liées à l'innovation, de « l'Orientation de l'organisation vers l'innovation » (module d'évaluation 2.2), où l'on cherche à déterminer si la hiérarchie supporte effectivement l'innovation, de la « Collaboration avec le client » (module d'évaluation 2.3), qui permet d'identifier le degré d'inclusion du client dans le processus d'innovation, et enfin de la « Coopération pour l'innovation » (module d'évaluation 2.4) qui identifie la capacité de l'entreprise à travailler avec des partenaires lui permettant de combler ses lacunes.

Issues de l'aide à la sélection des méthodes, nous retiendrons des pistes d'intégration du client dans le processus de conception comme l'analyse émotionnelle, les enquêtes par sondages, les opinions d'experts, les entretiens semi-dirigés, les études de marché, les retours d'expérience, les tests physiques, les observations, les tests utilisateurs et les groupes de discussion (focus groups).

Une forme d'intégration très poussée du client est présente dans la démarche d'utilisateur pilote (lead user). Celle-ci permet d'intégrer les clients les plus innovants dans la démarche de conception dès les premières phases du processus d'innovation.

Originellement, les entreprises sont généralement considérées comme pratiquant de l'innovation fermée, c'est à dire sans échanges sur leur technologie. Une tendance de fond dans les organisations R&D se matérialise par l'ouverture de celles-ci. En effet, les systèmes d'innovation dits « fermés », pour qu'ils soient performants, supposent (Henry Chesbrough 2003) :

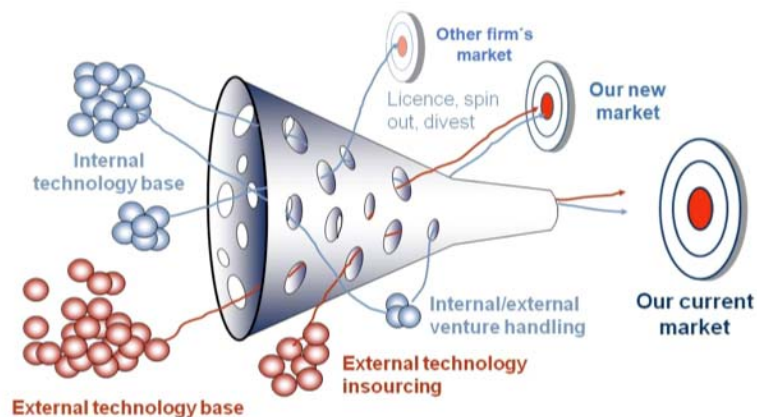
- qu'ils puissent trouver un marché pour leurs inventions,
- que s'ils sont les premiers à découvrir quelque chose, ils le possèdent,
- qu'ils soient capables d'anticiper les besoins technologiques qu'ils auront,
- qu'ils emploient les personnes les plus performantes des domaines correspondants.

Or, un grand nombre d'exemples industriels nous ont montré qu'il est de moins en moins facile d'appliquer une telle logique. On peut par exemple citer l'invention du transistor, développé par le Bell Labs, et qui a trouvé une réelle application commerciale

dans une radio vendue par Sony dans les années 50, constituant le début de la croissance de l'entreprise vers une superpuissance.

De plus, les systèmes d'innovation équipés d'un processus d'évaluation de projets amènent ces derniers à passer des jalons au cours desquels il est décidé de continuer ou non à financer tel ou tel projet. L'objectif est d'identifier en amont les projets qui ne sont pas viables pour éviter de dépenser trop de ressources pour leur développement. Cette activité est difficile, la prise de décision étant caractérisée par le manque d'information et l'incertitude. Une telle sélection doit permettre d'éviter les projets "faussement positifs", pour lesquels des sommes considérables sont investis sans succès commercial à leur issue, mais rien n'est fait pour identifier et gérer les projets "faussement négatifs", qui sont éliminés alors qu'ils auraient pu être des succès dans le cadre d'un business model différent de l'entreprise. Chesbrough a mis en évidence au cours d'une étude chez Xerox, que 10 des 35 projets qu'ils ont ainsi abandonné (faute de processus pour les gérer) furent des succès hors de leur entreprise et que la capitalisation boursière des activités qui en résultèrent dépassa ensuite celle de Xerox (Henry Chesbrough 2003).

Cependant, au cours des années 1980, une tendance à une ouverture minimale avec acquisition de technologie externe s'est fait ressentir (Edler et al. 2002) (U. Lichtenthaler & E. Lichtenthaler 2004). Un changement de paradigme s'est donc opéré lorsque les entreprises ont commencé à se tourner vers "l'innovation ouverte", trouvant un chemin pour les idées qui ne correspondent pas au marché de l'entreprise, et intégrant une base technologique externe, en amont ou au cours des projets. L'innovation ouverte peut se définir comme "l'utilisation volontaire de flux de connaissance entrants ou sortants pour accélérer l'innovation interne et étendre les marchés pour l'utilisation externe d'innovations" (Henry Chesbrough et al. 2006).



**Figure 18 : Représentation de « l'entonnoir percé » de l'innovation ouverte** (Henry Chesbrough 2003)

Cette logique d'innovation ouverte s'accompagne de quelques constats pour l'entreprise :

- Les bonnes idées sont largement distribuées. Il n'y a plus de monopole sur la connaissance utile,
- Les processus d'innovation industrielle doivent se dérouler comme des parties de poker et d'échecs,
- Il faut gérer la propriété industrielle (PI) pour gérer la recherche :
  - o Il faut accéder à de la PI pour alimenter notre business model



- Il faut tirer profit de notre PI dans les business models des autres
- Toutes les personnes performantes du domaine ne travaillent pas pour nous.

L'innovation ouverte ne peut pas se résumer à de la transaction technologique, puisqu'il est toujours nécessaire de disposer d'un personnel R&D capable de reconnaître et valider le travail fait par d'autres et qui soit capable de travailler et de collaborer avec l'externe pour construire le futur.

Depuis les années 1990, une transition vers l'innovation ouverte a été observée (H Chesbrough 2003) (Henry Chesbrough 2003) (Laursen & Salter 2006). Cette attitude d'ouverture, en particulier concernant l'acquisition de technologie, est critique pour l'innovation de rupture. De plus, cette ouverture se montre également favorable dans la réussite commerciale des produits, condition sine qua none de l'innovation. Il est important de considérer tout de même que de nombreuses entreprises sont encore réticentes à ouvrir leur innovation (U. Lichtenthaler 2008).

Les entreprises de grande taille sont les plus enclines à adopter cette conduite, notamment parce que leur savoir est diversifié et qu'elles ont une approche systémique du processus d'innovation. Elles ont de plus la possibilité de dédier des ressources à la gestion de l'innovation. On notera cependant que cette tendance à l'ouverture est indifférente du secteur industriel considéré (U. Lichtenthaler 2008), ce qui est étonnant au vu de l'attention portée à des secteurs tels que l'industrie chimique, pharmaceutique ou électronique.

L'ouverture de l'innovation peut donc constituer un avantage compétitif là où une fermeture présenterait un risque d'affaiblissement pour le futur.

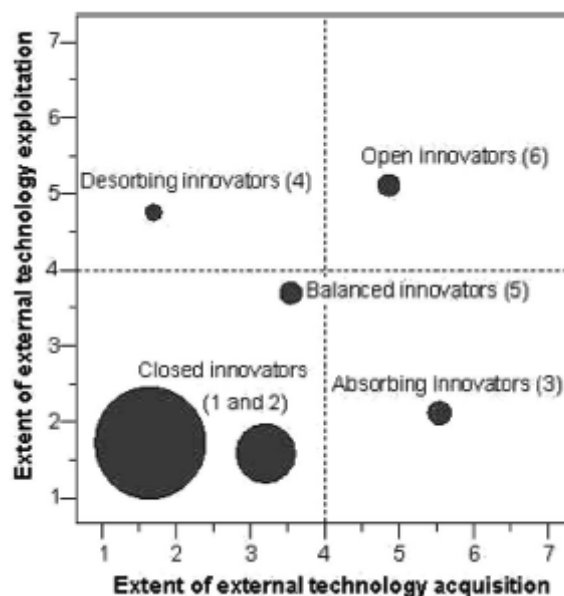


Figure 19 : Résultats et catégorisation des entreprises (U. Lichtenthaler 2008)

L'ouverture et la collaboration avec d'autres structures pourront donc constituer une piste d'amélioration des performances innovantes de notre organisation.

### 3.3.2.3 Processus

La thématique du processus d'innovation est constituée des modules d'évaluation :

- du « Management et audit projets » (module d'évaluation 3.1), dans lequel est analysée la rigueur avec laquelle sont menés les projets d'innovation,
- du « Processus d'innovation » (module d'évaluation 3.2) qui permet d'apprécier le degré de formalisation et d'application de la démarche d'innovation,
- de la « Gestion des idées » (module d'évaluation 3.3) qui comprend à la fois la génération et la gestion des idées d'innovation,
- des « Filtres d'innovation » (module d'évaluation 3.4) qui décrit l'élaboration et l'application de critères discriminants permettant de trier les idées et projets selon leur pertinence,
- de « l'Utilisation de méthode » (module d'évaluation 3.5) qui analyse le recours aux pratiques reconnues comme exemplaires,
- de « Planification de l'introduction sur le marché » (module d'évaluation 3.6), qui reflète les précautions prises en amont du processus pour assurer le succès commercial du produit,
- de la « Planification de production » (module d'évaluation 3.7) qui permet de déterminer la capacité à prendre en compte au plus tôt les problématiques liées à l'industrialisation d'une innovation.

Les méthodes et outils étant employées dans les activités du processus de conception peuvent permettre d'améliorer les performances de l'innovation s'ils sont eux-mêmes optimisés. On retiendra en particulier les outils permettant la génération d'idées tels que l'analogie, l'analyse morphologique, le Brainstorming, le Brainwriting, la matrice de découverte ou les planches de tendances, mais également ceux qui permettent de représenter, d'analyser et de filtrer les idées tels que la carte mentale (ou schéma heuristique), les fiches idées, l'évaluation heuristique, les checklists, le maquettage, les mappings, la matrice de décision, le vote pondéré (Lahonde 2010) ou encore des techniques d'évaluations et de prise de décision plus élaborées comme la méthode d'évaluation par paires (Yannou et al. 2008).

Il serait ainsi possible de passer moins de temps sur les différentes activités pour un même résultat (et améliorer l'efficacité) ou obtenir un meilleur résultat dans le temps imparti (améliorant ainsi à la fois l'efficacité et l'efficacité du processus).

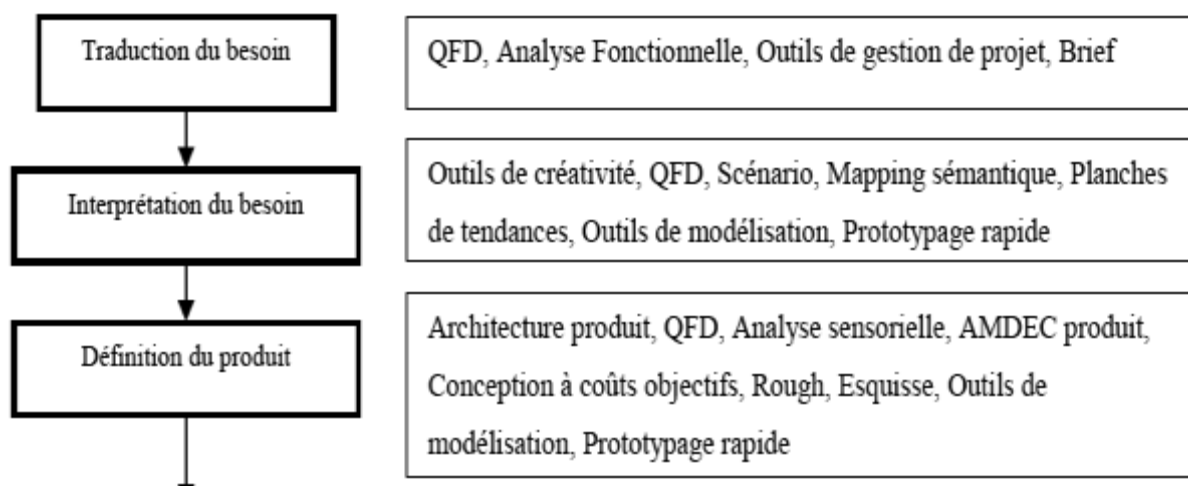


Figure 20 : Positionnement des principaux outils de la conception (Roulet 2010)



Une autre possibilité est de choisir les outils et méthodes en fonction de leur performance (Lahonde 2010). Mais, dès lors, la question de la cohérence, de l'interfaçage et du phasage de ces outils les uns par rapport aux autres se pose.

Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC)  
Failure Mode, Effects and Criticality Analysis (FMECA)

1/2


**Sorties :**

- \*Identification des dysfonctionnements potentiels et de leur criticité
- \*Plan d'actions préventives ou correctives, d'améliorations


**Entrées :**

- \*Dossier de conception du nouveau système
- \*Historique des pannes du système existant
- \*Description fonctionnelle et structurelle du système
- \*Connaissance de l'environnement du système, conditions d'utilisation


**Expertise :**



Temps



Ressources



Coût

profil : expert

**Matériel :**

Pas de matériel particulier

**Avantages :**

- \*Méthode simple et facile d'accès
- \*Systématique (rigueur, exhaustivité)
- \*Usage très large
- \*Traçabilité

**Inconvénients :**

- \*Méthode lourde en volume et temps
- \*Prise en compte difficile des phénomènes combinatoires ou dynamiques, des pannes multiples
- \*Pas de banque de données de défaillances d'organes
- \*Qualité de l'AMDEC fortement dépendante de l'expérience des membres du groupe de travail

**Méthodologies :**

- \*Variante : Analyse des Modes de Défaillance et de leurs Effets (AMDE)
- \*Prédécesseur : Analyse Fonctionnelle Externe (AFE) ; Analyse Préliminaire des Risques (APR)
- \*Complémentaire : Arbre de défaillances
- \*Support : Diagramme d'Ishikawa

**Applicabilité :**

- \*Secteur : Tous, en particulier automobile, ferroviaire, aéronautique, matériel médical
- \*Produit : Systèmes mécaniques
- \*Phases :

Sûreté de Fonctionnement	Méthode	Qualitative/ Quantitative	Déductive/ Inductive	Statique/ Dynamique	Défaillances envisagées	Niveau de détail
	AMDEC	Quantitative	Inductive	Statique	Indépendantes	++
	APR	Qualitative	Inductive	Statique	Indépendantes	*
	Arbre de défaillances	Quantitative	Déductive	Statique	Combinées	++
	Arbre d'événements	Quantitative	Inductive	Statique	Combinées	++
	HAZOP	Qualitative	Inductive	Statique	Indépendantes	++
	Nœud papillon	Quantitative	Déductive/ Inductive	Statique	Combinées	+++
	Réseaux de Pétri	Quantitative	Inductive	Dynamique	Combinées	+++

**Traduction** 1 | **Interprétation** 2 | **Définition** 3 | **Validation** 4

Figure 21 : Exemple de fiche d'identité d'un outil (AMDEC) 1/2 (Lahonde 2010)

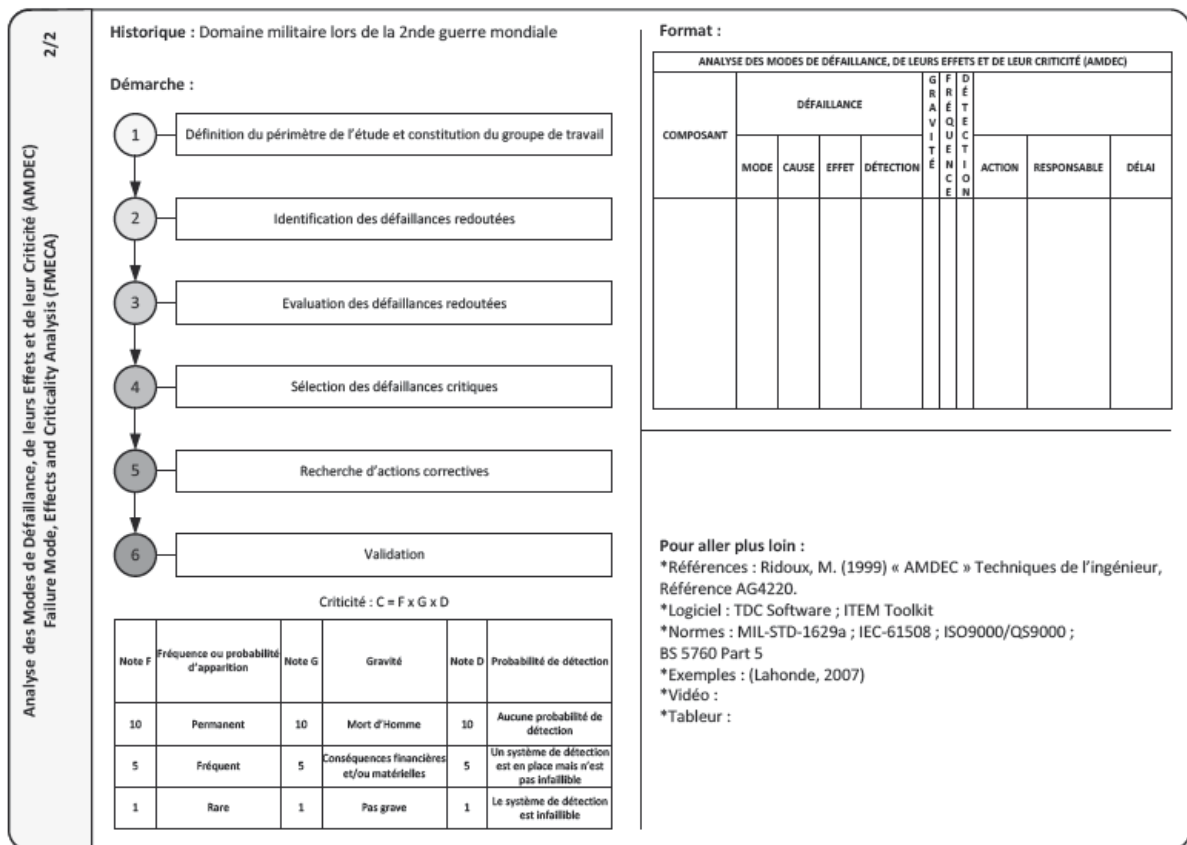


Figure 22 : Exemple de fiche d'identité d'un outil (AMDEC) 2/2 (Lahonde 2010)

Différents types de modélisation sont utilisés pour décrire le processus d'innovation. Nous retiendrons en particulier l'approche processus organique utilisée dans la conception de produits nouveaux (Aoussat 1990), notamment pour la pluridisciplinarité, la mise en parallèle des activités de conception et la considération du cycle de vie du produit. Notons que ce processus est ensuite compatible avec les différents outils et méthodes présentés qui peuvent s'intégrer dans les étapes le constituant.

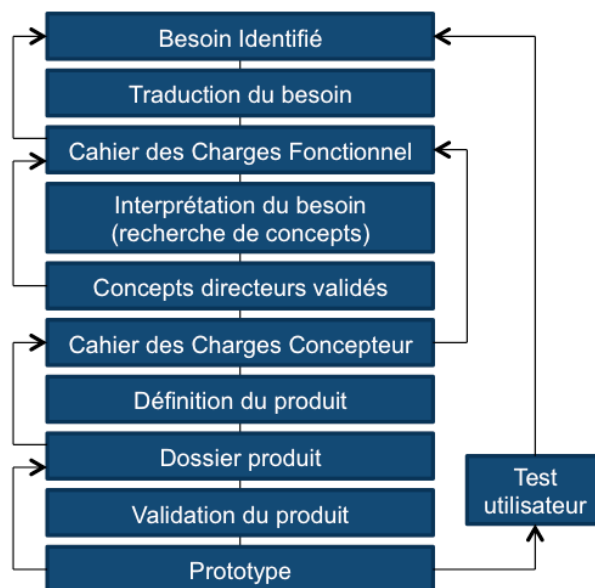
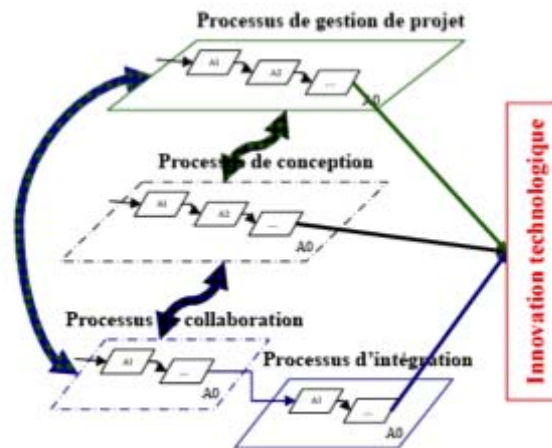


Figure 23 : La démarche de conception CPN (Aoussat 1990)

En vue du développement d'une innovation technologique, une autre approche processus pourra également être considérée. Le macro-modèle de ce processus est en fait constitué de quatre processus distincts (Roulet 2010) :

- le processus de gestion de projet
- le processus de conception
- le processus de collaboration
- le processus d'intégration



**Figure 24 : Macro modèle du processus d'innovation technologique** (Roulet 2010)

Cependant, les activités de génération d'idées concernant les produits nouveaux ne sont pas toujours le fruit du processus de conception de produit. Celles-ci sont étudiées selon deux cadres distincts (De Bono 2004):

- dans le cadre d'activités intégrées dans le processus de développement comme présenté précédemment,
- dans le cadre de structures ou de programmes ponctuels (hors des projets).

Dans le cadre du développement, la créativité est parfois considérée comme la source (i.e. le point le plus important) du développement du produit nouveau. De plus, résoudre des problèmes de manière innovante permet d'améliorer l'innovation-produit. Ainsi, il paraît judicieux de chercher à adopter une démarche processus optimisée pour la créativité dans le but d'optimiser l'innovation elle-même (Groff 2010).

D'autres approches consistent à optimiser la phase d'exploration de ce processus de créativité, notamment en utilisant les techniques de l'Intelligence Artificielle pour faciliter le travail des designers industriels (Mougenot 2010), permettant un travail efficace et efficient de récupération et de structuration de l'information.

Concernant les structures et programmes dédiés à la génération et à la collecte d'idées, on retiendra notamment les systèmes de suggestion ou système de management des idées (SMI). La plupart des systèmes occidentaux présentent un certain nombre de défauts qui entachent leur performance (De Bono 2004). Les idées qui sont rassemblées doivent remonter la hiérarchie avant d'être évaluées et représentent une charge lourde d'évaluation. De plus, les idées les plus originales, parfois considérées comme folles, sont rejetées. La récompense est éloignée de l'émission et ne se fait pas avant la mise en application. Les employés ont tendance à s'estimer incapables et tentent donc peu

l'émission de propositions. Cependant, il existe des moyens de palier à ces défauts et d'autres programmes peuvent être mis en place (De Bono 2004).

Une voie d'optimisation des performances peut donc être l'optimisation, la diversification des systèmes de génération d'idées, hors et dans les projets.

Il existe également des pistes à explorer dans cet axe de recherche, notamment via les éléments de caractérisation et de comparaison des méthodes de créativité (Thiebaud et al. 2001) et leur mise en pratique dans le milieu industriel (Dégrange 2000).

#### **3.3.2.4 Ressources**

Les modules d'évaluation des ressources liées à la capacité d'innovation sont les « Ressources financières » (module d'évaluation 4.1) qui s'intéresse à l'existence et au bon usage d'un budget dédié à l'innovation, les « Ressources pour le développement » (module d'évaluation 4.2) qui analyse les forces et faiblesses dans la gestion du savoir-faire des collaborateurs et des moyens matériels alloués au développement, les « Ressources technologiques » (module d'évaluation 4.3) incarnées par les connaissances des collaborateurs, leur gestion et leur échange éventuel avec l'extérieur et enfin les « Ressources de production » (module d'évaluation 4.4) qui étudie l'allocation efficace et efficiente de moyens pour la production d'innovations.

Les sources de la littérature nous poussent à travailler sur les ressources humaines mises en œuvre dans l'innovation, et notamment sur la qualité du travail collaboratif. Pour le processus de collaboration par exemple, comme l'ont montré Hoegl et Parboteeah, la qualité du travail d'équipe, même si elle a un effet positif sur les aptitudes liées à un domaine technique utile pour résoudre un problème ou accomplir une action, réduit les performances et les aptitudes créatives de l'équipe (Hoegl & Parboteeah 2007).

Considérons les facettes représentatives de la qualité du travail en équipe suivantes (Hoegl & Gemuenden 2001) :

- la communication,
- la coordination,
- l'équilibre dans la contribution des membres de l'équipe,
- le soutien mutuel,
- l'effort,
- la cohésion.

Les performances de l'équipe sont décrites de la façon suivante :

- l'efficacité : le degré d'atteinte des objectifs,
- l'efficience : le degré de respect des budgets et du délai.

La qualité du travail d'équipe est ainsi considérée comme un facteur modérateur de l'effet des compétences liées à un domaine et des aptitudes créatives sur la performance.

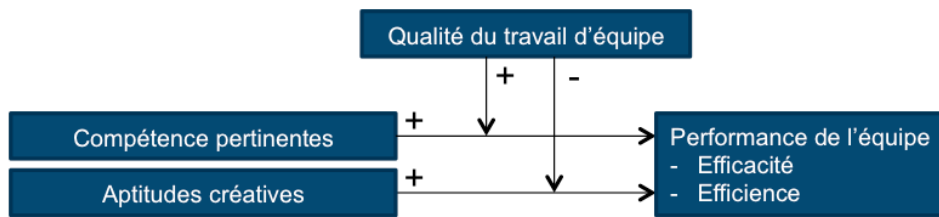


Figure 25 : Cadre conceptuel (Hoegl & Parboteeah 2007)

Les résultats expérimentaux de Hoegl & Parboteeah, montrent que la qualité du travail d'équipe réduit la performance des aptitudes créatives de l'équipe. Ceci peut s'expliquer par :

- la nécessité d'une pensée divergente en créativité alors que les processus collaboratifs s'accompagnent de forces convergentes, ce qui peut bloquer la création de nouvelles alternatives (Thompson 2003).
- le fait que les spécifications du projet et ses jalons peuvent bloquer les activités spontanées ou non structurées (Diehl & Stroebe 1991).

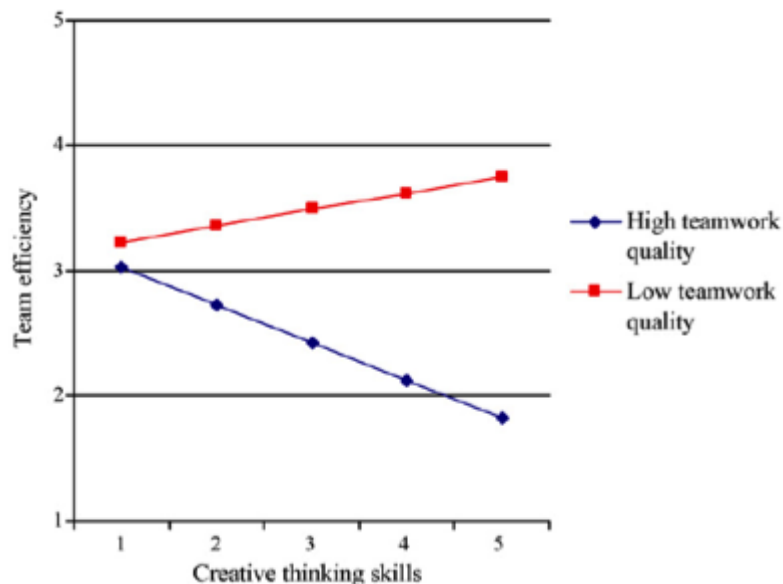


Figure 26 : Effet de la qualité du travail d'équipe sur la relation entre les aptitudes créatives et l'efficacité de l'équipe (Hoegl & Parboteeah 2007)

Ceci implique d'un point de vue pratique qu'il faut que le responsable du groupe de travail ait des aptitudes liées au travail en équipe (aptitudes sociales et à la gestion de projet par exemple), plus qu'une expertise technique (ce qui est souvent le cas) (Hoegl & Parboteeah 2007), susceptibles de fournir de meilleurs résultats lors de périodes de collaboration, permettant ainsi aux aptitudes spécifiques de l'équipe de s'exprimer. Il faut également prévoir des périodes de travail moins collaboratif (i.e. individuel) pour assurer de bonnes performances liées aux aptitudes créatives. Il convient donc de trouver un équilibre entre ces périodes de travail individuel et en équipe, sans pousser vers une collaboration maximale. Une solution peut être d'alterner différents modes de travail, comme prévoir du temps passé individuellement à la génération d'idées sur des problèmes que le groupe rencontre et qui seront ensuite discutés et évalués collectivement.

### 3.3.2.5 Outils

Dans le cadre de la mise en œuvre des outils, l'évaluation de la capacité d'innovation porte sur les « Outils de conception » (module d'évaluation 5.1) où l'on s'attache à déterminer la performance des outils informatiques disponibles pour les équipes de conception, « l'Intégration de données » (module d'évaluation 5.2) qui observe les données disponibles sur le produit au cours de son cycle de développement et sur les « Outils de communication » (module d'évaluation 5.3) qui présentent l'ensemble des moyens de communication mis à disposition des équipes.

L'aide à la sélection des méthodes nous invite à nous intéresser à une pratique qui a pris une importance considérable dans le développement de produits, qui est le maquettage et le prototypage rapide. En effet, cette approche qui devient de plus en plus facile et de moins en moins coûteuse permet de matérialiser des idées très tôt dans le processus de conception, ce qui a pour effet de réduire les risques d'itération, les coûts et le temps de développement.

De la même façon et parallèlement au développement des outils de prototypage rapide, les outils de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) et plus globalement les outils xAO ont suivi une évolution rapide pour occuper une place importante dans le processus de conception de produits nouveaux. Cette évolution a pour conséquence les problématiques de gestion de données issues de ces outils (PLM) et sa maîtrise est un enjeu pour les entreprises (Segonds 2011).

### 3.3.2.6 Culture d'Innovation

Enfin, les aspects culturels de la capacité d'innovation sont décrits par la « Culture générale de l'innovation » (module d'évaluation 6.1) qui analyse la posture de la culture d'entreprise vis-à-vis de l'innovation, « l'Alignement de la direction sur l'innovation » (module d'évaluation 6.2) qui décrypte l'attitude des cadres dirigeant pour identifier si elle est supportrice de l'innovation, la « Résistance à l'innovation » (module d'évaluation 6.3) qui s'intéresse à la détection, la compréhension et le travail avec les freins à l'innovation, la « Formation continue » (module d'évaluation 6.4) qui permet de vérifier la création des compétences nécessaires à l'amélioration de la capacité d'innovation, les « Styles de communication » (module d'évaluation 6.5) qui s'attache à une élaboration optimale des canaux de communication formelle et informelle et finalement « l'Encouragement et la motivation » (module d'évaluation 6.6) qui étudie l'incitation et la récompense d'attitudes favorables à l'innovation.

L'approche contemporaine de la recherche sur la créativité suppose que tous les employés d'une entreprise sont susceptibles de produire parfois un travail créatif dans un domaine donné. L'environnement de ces personnes influence à la fois le niveau et la fréquence du comportement créatif (Amabile 1996). Cette créativité se définit comme la production d'idées nouvelles et utiles quelque soit le domaine considéré.

Notons qu'il est également fait référence dans ce document à la créativité entrepreneuriale, qui est l'implémentation d'idées nouvelles et utiles pour l'établissement de nouveaux débouchés commerciaux ou le lancement de nouveaux produits ou services. Cette notion de créativité peut être attachée au produits ou au

services eux-mêmes, à l'identification d'un marché pour ces derniers, à la façon de les produire et de les mettre à disposition ou enfin, à la façon d'obtenir des ressources nécessaires à leur production et à leur mise à disposition (Amabile 1996). Cette créativité réside à la fois dans les personnes, qui ont les aptitudes et la volonté de fournir un travail nouveau et approprié, dans les processus de pensée mais également dans les produits. Les recherches dans ce domaine suggèrent de plus que la créativité peut être détectée et évaluée avec fiabilité (Amabile 1982). Les trois composants clés de la créativité sont l'expertise, la pensée créative et la motivation intrinsèque à l'accomplissement d'une tâche. La créativité et l'innovation sont influencées dans l'entreprise par la motivation de l'organisation, par les ressources qu'elle dédie à l'innovation, ainsi que par ses pratiques managériales. S'il existe des techniques d'amélioration de la créativité que peuvent enseigner des consultants et des formateurs, les entreprises investissent également dans les efforts de développement à grande échelle, de façon à donner corps à l'innovation et aux approches créatives dans leur organisation. Ces approches prometteuses visent à encourager le développement de compétences, récompenser les résultats innovants et favoriser l'implication des employés dans leur travail (Amabile 1996).

Promouvoir la culture d'innovation est important pour une organisation. C'est, par exemple, ce qui peut permettre le succès de programmes et de structures mettant à profit les idées des employés (Getz 2008). Or il est à noter que de nombreuses idées doivent être récoltées et évaluées pour obtenir des résultats significatifs. Getz estime qu'il faut :

- 3000 idées brutes pour avoir
- 300 idées formalisées,
- 125 petits projets,
- 9 développements significatifs,
- 4 développements majeurs,
- 1,7 lancement et
- 1 lancement réussi.

En outre, il est important de remarquer que les idées les plus pertinentes pour le développement de produits sont susceptibles de provenir des problèmes et des opportunités rencontrées aux frontières de l'organisation, auprès des clients, des fournisseurs, des partenaires ou des concurrents (Getz 2008) (Getz & Robinson, 2007).

L'étude comparée de l'impact des mécanismes de créativité individuels et organisationnels montre que ces deux leviers améliorent l'innovation et que le meilleur résultat est obtenu en les appliquant conjointement. Cependant, le levier organisationnel seul est plus intéressant que le levier individuel seul (Bharadwaj 2000).

Pour optimiser l'innovation, il paraît donc pertinent de travailler sur l'aspect culturel (individuel et collectif) de l'innovation. Or la façon la plus efficace (qui permettrait de rassembler le plus d'idées avec le moindre effort) serait de travailler aux frontières de la société, ce que les acteurs de l'innovation (comme le chef de projet par exemple) ne sont pas amenés à faire habituellement dans leurs fonctions.

### *3.3.2.7 Synthèse et limites d'une recherche de solution par thème*

La recherche bibliographique nous a permis de mettre en évidence différentes pistes d'actions pouvant être mises en œuvre afin d'accroître les performances de l'innovation et ceux dans les différents domaines qui composent la capacité d'innovation, à savoir :

- La Stratégie d'Innovation
- L'Organisation de l'Innovation
- Le Processus d'Innovation
- Les Ressources de l'Innovation
- Les Outils de l'Innovation
- La Culture d'Innovation

Or nous n'avons que peu de possibilités de hiérarchiser ces voies d'amélioration afin de les adapter aux ressources disponibles (humaines et financières) ainsi qu'au délai de mise en œuvre impartit (dans le cadre de la thèse).

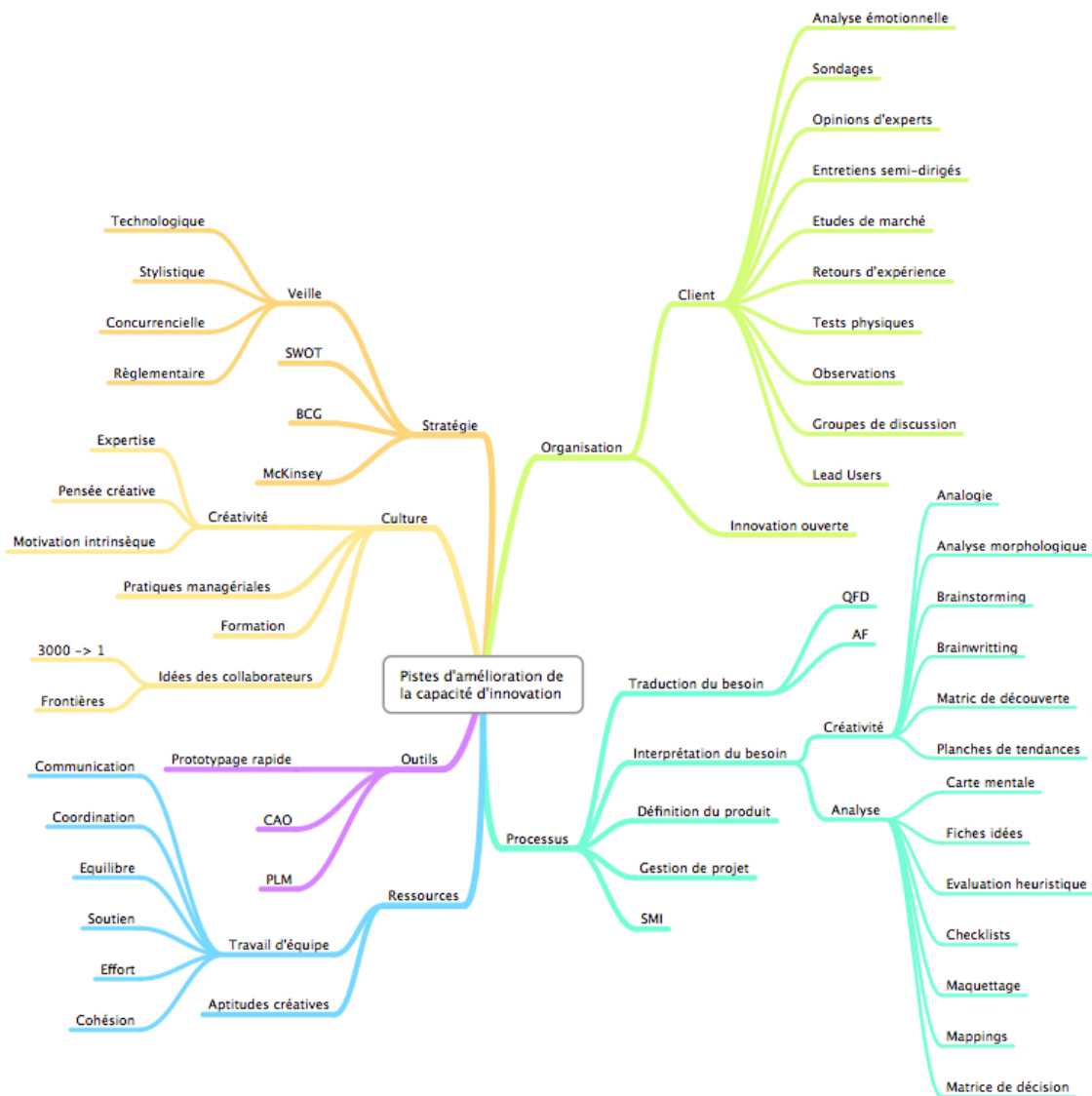
Il n'existe en effet que peu d'évaluations de l'efficacité, de l'efficience et de la pertinence de chacune de ces possibilités indépendantes.

Les activités liées à la mise en place de ces différentes actions ont souvent des périmètres différents (leviers individuels ou généraux et culturels, champs d'action localisé au service R&D ou étendu aux frontières de l'entreprise), ce qui rend une expérimentation plus complexe.

Nous noterons également que la répartition de ces outils et méthodes n'est pas nécessairement équilibrée selon les axes qui constituent la capacité d'innovation (Stratégie, Organisation, Processus, Ressources, Outils et Culture).

Dans le cadre d'une expérimentation d'une combinaison idéale (du point de vue de sa performance) de méthodes et d'outils, nous serions confrontés à un choix parmi des possibilités immenses (malgré un filtre préalable de recherche d'un potentiel pour la capacité d'innovation) et nécessairement dépendantes du contexte de l'expérimentation.





**Figure 27 : Schéma heuristique de l'éventail des possibilités de solutions retenues**

De façon à surmonter cet écueil et proposer une piste d'expérimentation qui soit la plus indépendante du contexte possible, cohérente, structurante et acceptable du point de vue de la communauté scientifique, nous avons investigué les pistes de solutions issues d'un niveau de formalisme accru. Il s'agit donc de s'intéresser aux Méthodologies et Théories présentant des caractéristiques susceptibles de supporter la construction de la capacité d'innovation d'une entreprise.

### 3.3.3 Deuxième approche : Recherche de théories et de méthodologies

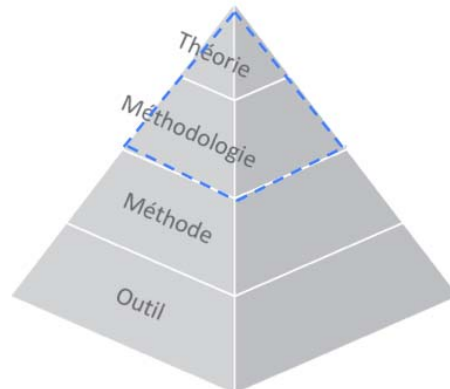
#### 3.3.3.1 Introduction

Les analyses précédentes qui ont montré qu'il existait des démarches permettant l'optimisation des performances de l'innovation selon ses différentes caractéristiques (la stratégie, l'organisation, le processus, les ressources, les outils et la culture) n'ont pas mis en évidence de voie d'amélioration globale (susceptible de couvrir toutes les caractéristiques de l'innovation). Il nous paraît cependant possible de trouver de telles voies d'amélioration en s'intéressant, non plus aux méthodes et outils, mais aux théories

et méthodologies de la conception. Dans cette partie, nous mettons en évidence qu'au moins une telle voie d'amélioration existe.

### 3.3.3.2 Comparaisons des Théories et Méthodologies de la Conception (DTM)

Le schéma ci-dessous reprend la typologie élaborée par Lahonde en indiquant le périmètre d'étude retenu. Nous nous intéresserons donc aux Théories et Méthodologie (Design Theory and Methodology ou DTM en anglais) qui présentent un fort potentiel vis-à-vis de la capacité d'innovation des entreprises.



**Figure 28 : Nouvelle approche : Recherche d'une théorie ou d'une méthodologie (type DTM)**

Comme évoqué précédemment, les DTM constituent une offre cohérente de méthodes et d'outils structurés (et de synergies établies) qui présentent l'avantage d'être souvent plus documentés que des outils individuels et pour lesquels nous sommes plus susceptibles de trouver des informations relatives à leur performance en innovation.

Nous nous sommes en particulier intéressés aux inventaires, classifications et comparaison de DTM. Il en existe plusieurs. L'une d'elles présente une classification selon deux axes (concret/abstrait et individuel/général) des DTM (Tomiyaama 1997). Une autre les présente sous 6 catégories (descriptive, prescriptive, computationnelle, représentation, analyse et DfX) mais présente l'inconvénient de ne pas être exhaustive (Finger & Dixon 1989). Enfin, une classification basée sur la Théorie Générale de la Conception (Tomiyaama 2006) fait l'analyse de 23 théories ou méthodologies (Tomiyaama et al. 2009) dont la liste est donnée dans le tableau suivant.

## Design Theory and Methodology

- Adaptable Design
- Axiomatic Design
- Characteristics-Properties Modeling
- Concurrent Engineering
- Contact and Channel Model of Albers
- Design for X (DfX)
- Design Decision-Making Methods
- Design Structure Matrix
- Emergent Synthesis
- Failure Mode and Effect Analysis
- Hansen
- Hubka and Eder
- Integrated Product Development of Andreasen
- Koller
- Pahl and Beitz
- Quality Function Deployment (QFD)
- Roth
- Taguchi Method
- Total Design of Pugh
- TRIZ
- Universal Design Theory
- Ullman
- Ulrich and Eppinger

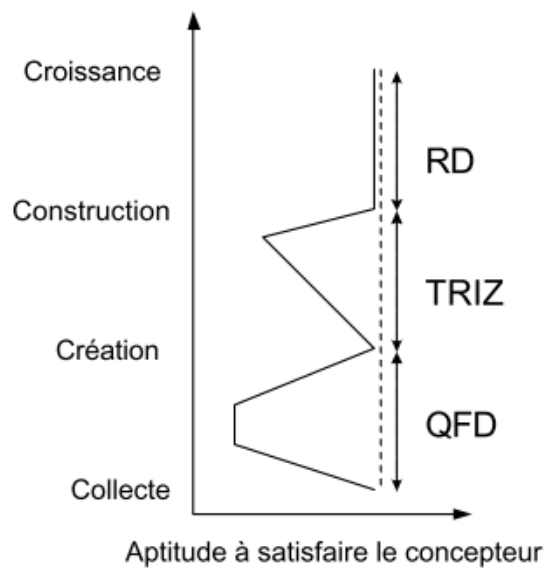
**Figure 29 : Liste des DTM analysées** (Tomiyama et al. 2009)

Concernant le potentiel innovant de ces DTM, Tomiyama fait l'analyse d'une prise de conscience généralisée, par l'industrie, de l'importance de la conception innovante (et plus seulement de la conception routinière).

Il indique également que la popularité de l'une des DTM analysées, à savoir la TRIZ, s'explique par sa possibilité d'amélioration de la capacité à innover (en contraste avec les autres DTM étudiées). Il précise enfin qu'il conviendrait de mettre en corrélation l'enseignement des DTM avec leurs caractéristiques pour favoriser les potentiels usages futurs. Or la TRIZ fait également l'objet de programmes d'éducation dédiés, en France dans le cadre de l'enseignement d'exploration de seconde « création et innovation technologiques » (52 heures basées sur la TRIZ depuis Septembre 2010) (Debernardi et al. 2010), et au niveau Européen dans le cadre du projet TETRIS (TEaching TRIZ at School) soutenu financièrement par la Commission Européenne dans le programme européen de Formation tout au Long de la Vie 2007 – 2013 « Leonardo da Vinci ». Dans ces deux exemples, l'objectif est d'adapter et de généraliser l'apprentissage de la TRIZ pour le plus grand nombre.

De plus, la TRIZ, dont la vocation est la résolution des problèmes d'innovation et qui présente l'avantage d'être une théorie susceptible d'apporter une réponse cohérente aux nombreuses attentes portées par notre objectif d'amélioration de la capacité d'innovation, prend part, pour son apport lors des phases de modélisation et de

génération de concept, dans une association théoriquement idéale de méthodes (au côtés du Robust Design (RD) et du Quality Function Deployment (QFD) (Cavallucci, 1999), ce qui renforce notre intérêt.



**Figure 30 : Association théoriquement idéale de méthodes de conception** (Denis Cavallucci 1999a)

Le potentiel de la TRIZ s'exprime donc dans la phase dite de « création », qui part de la collecte d'idées pour aller sur de la génération de concepts et ensuite passer à l'évaluation et le tri de ces concepts. L'étude de faisabilité et de viabilité des concepts permet de passer à la phase suivante dite de « construction » (Denis Cavallucci 1999a). Les points forts identifiés pour la TRIZ dans cette phase sont :

- la résolution de problèmes assistée
- le fait de pouvoir sortir du cadre technologique de l'entreprise
- la conception orientée innovation
- la génération de concepts assistée

Enfin, des travaux ont montré qu'il était possible d'établir des passerelles méthodologiques entre la TRIZ et d'autres méthodes de conception telles que l'Analyse Fonctionnelle (interne et externe), l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité), le Quality Function Deployment et les Plans d'Expérience de Taguchi (Durand 2007).

### 3.3.3.3 Synthèse

La recherche d'une Théorie ou d'une Méthodologie de la Conception (DTM) disposant d'un fort potentiel d'amélioration des performances de l'innovation, nous a amené, à travers les travaux d'analyse et de comparaison de Tomiyama, à considérer la TRIZ comme notre meilleure opportunité de réussite. Cette approche est en effet perçue par Tomiyama comme la plus pertinente, vis-à-vis des enjeux de l'innovation, devant 22 autres DTM. Notons également que notre choix est conforté par les initiatives d'envergure relatives à l'enseignement de la TRIZ au niveau national et européen. Enfin, nous avons tenu compte du fait que la TRIZ fait partie d'un ensemble méthodologique théoriquement idéal et que cette approche dispose de possibilités d'interfaçage avec d'autres méthodologies, ce qui peut faciliter son appropriation et son expansion.

### 3.3.4 TRIZ : Une approche prometteuse vis-à-vis des performances d'innovation

#### 3.3.4.1 Introduction

Notre attention s'est donc portée sur une théorie baptisée TRIZ, qui signifie en russe, Théorie de Résolution des Problèmes d'Innovation. Nous proposons dans cette partie de présenter succinctement les éléments les plus caractéristiques de cette approche et d'en clarifier le statut de Théorie, qui fait parfois débat au sein de la communauté scientifique. Ces explications sont nécessaires pour une bonne compréhension de la problématique de recherche qui sera énoncée par la suite.

#### 3.3.4.2 Origine de la TRIZ

La TRIZ a été développée par Genrich Saulovitch Altshuller à partir de 1946 et peut être définie comme une théorie systématique de résolution de problèmes inventifs. La construction de cette approche s'est faite sur l'analyse fine de connaissances telles que les brevets d'invention, les disciplines techniques et les effets physiques connus des sciences techniques et de la nature (Savransky 2000). Cette approche est systématique car elle fait appel à des modèles de systèmes et de processus artificiels génériques et détaillés, et les procédures de résolution de problèmes sont structurées pour apporter des applications efficaces de solutions connues à de nouveaux problèmes.



Figure 31 : Portrait de G. S. Altshuller et traduction de la TRIZ

La construction de la TRIZ s'est articulée autour d'un objectif pour son inventeur : comment systématiser l'émergence d'idées inventives ? Ses observations indiquent que les objets techniques sur lesquels nous travaillons sont des systèmes répondant à des lois qui ont pour intérêt d'expliquer l'existence même de ces systèmes et de rechercher leurs points faibles mais aussi de présenter des logiques communes décrivant l'évolution de ces systèmes.

De plus, les inventeurs réagissent avec des mécanismes de réflexion similaires en résolvant leurs problèmes, et ce, quelle que soit leur discipline d'appartenance.

Altshuller a cherché à formuler ces lois qui régissent l'évolution des systèmes techniques et construire des méthodes et des outils ayant pour but d'assister les inventeurs dans leur recherche de solutions.

Le principe de résolution des problèmes d'innovation développé dans la TRIZ consiste en l'utilisation d'outils permettant la détection et l'analyse fine d'un problème initial et sa reformulation dans un domaine abstrait, ce qui permet ensuite l'utilisation d'outils de résolution dédiés orientant le concepteur vers des modèles de solutions qui peuvent

être facilement interprétés pour la génération de solutions techniques. Le schéma ci-dessous illustre ce processus de résolution.

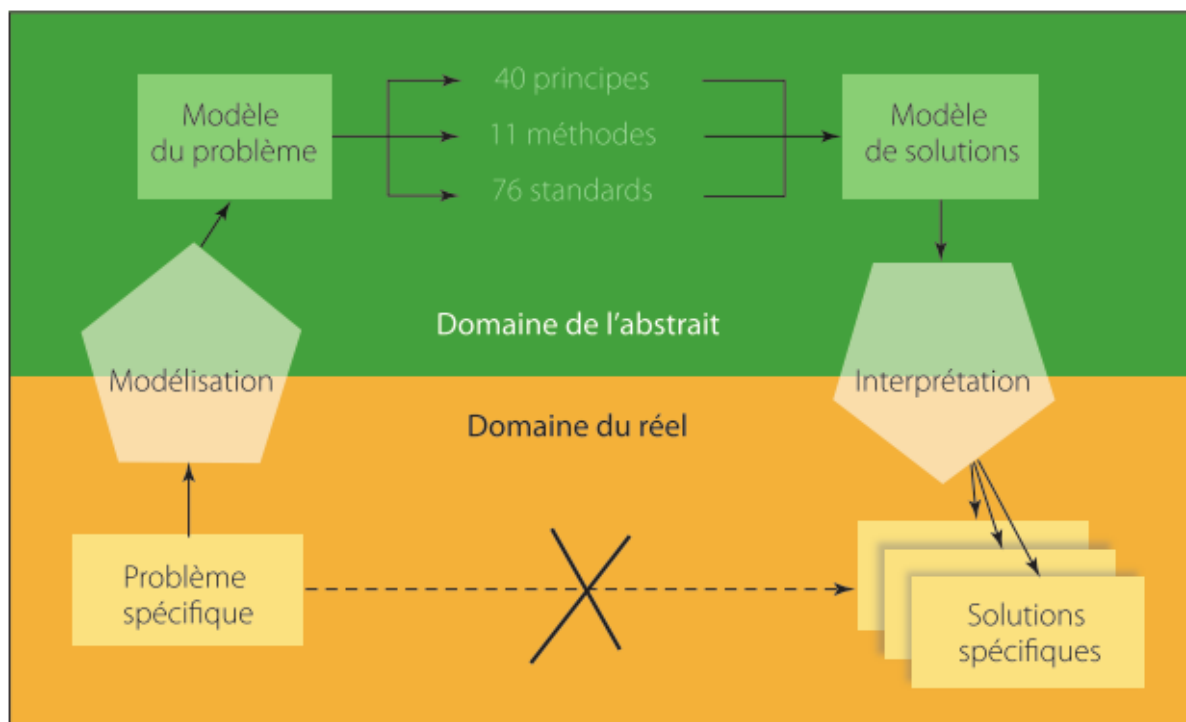


Figure 32 : La démarche TRIZ (Sérédinski & Hatté 2011)

### 3.3.4.3 Les outils et notions de la TRIZ

Les outils de la TRIZ permettent à un groupe d'étude, ayant identifié les fonctions et les objectifs qu'un système technique doit remplir, d'avoir une vision exhaustive des solutions applicables aux problèmes d'innovation ainsi qu'une hiérarchie de ces solutions.

Une liste des outils ou notions utilisées en tant qu'outils dans la TRIZ est donnée ci-dessous :

Outils d'extraction et de représentation de données	Outils de modélisation et de résolution associés
Fonction Principale Utile	Contradiction Techniques
Idéalité	Matrice de résolution des contradictions techniques
Approche 9 écrans (ou Multi-Ecran)	Contradictions Physiques
Lois d'évolution (statiques, cinématiques et dynamiques)	Principes de séparation des contradictions physiques
Opérateur DTC	Modèles Champs Substances
Méthode des Hommes Miniatures	Standards

Tableau 7 : Outils et notions utilisées dans la TRIZ

Certains de ces outils font l'objet d'une description rapide plus loin, dans le but d'améliorer la compréhension de la théorie et de ses outils, qui sera ensuite nécessaire pour appréhender la formulation des hypothèses de recherche.

### L'idéalité

L'idéalité est une notion récurrente dans la TRIZ qui permet notamment de déterminer quels critères une fonction du système doit avoir et quelles sont les valeurs cibles de ces critères. Ceux-ci peuvent amener à un état technique a priori inaccessible et contradictoire dans lequel les performances du système sont maximisées et où plus aucune contrainte liée au système ne demeure. Ce système a alors atteint l'idéalité.

Cette notion constitue une boussole pour une étude TRIZ qui pointe cet état technique à atteindre et oriente la génération de solutions techniques. Elle permet également au concepteur d'atteindre un niveau d'abstraction plus élevé en ouvrant le champ des solutions possibles tout en faisant converger un groupe de travail sur l'objectif, qu'est la vision commune de l'idéalité. Il permet également de détecter certains verrous techniques et difficultés que l'on cherchera à résoudre avec d'autres outils. Enfin, cette notion donne une position du système face à son idéalité tout en détectant des sources de non performance.

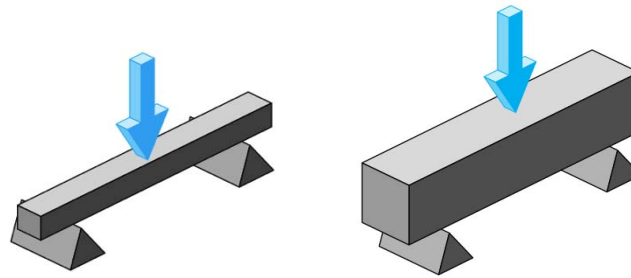
L'idéalité peut éventuellement se limiter à des parties du système ou à des performances ciblées. On parlera alors d'idéal local.

### Contradictions Techniques et Physiques

La contradiction est la notion clé utilisée par la TRIZ pour décrire et résoudre un problème. Elle est la forme générique du problème. On aboutit à l'expression de cette contradiction après une phase de modélisation, qui fait par exemple intervenir l'idéalité, et des outils de résolution spécifiques sont disponibles pour la traiter et aboutir à des modèles de solutions génériques. Après formalisation, on distingue deux types de contradictions qui peuvent être résolues : la contradiction technique et la contradiction physique.

La contradiction technique résulte de l'opposition de deux paramètres d'un système qui ont des évolutions antagonistes. Cette opposition est parfois repérable avec l'existence d'un compromis entre ces deux paramètres. Par exemple, une poutre est un système technique pour lequel on veut obtenir une résistance à la flexion élevée et une masse faible. La section d'une poutre carrée est un élément de son dimensionnement qui peut servir de variable pour tenter de déterminer une poutre appropriée. Lorsque la section de la poutre augmente, sa résistance à la flexion augmente également (ce qui va dans le sens de l'idéalité), mais sa masse augmente elle aussi (ce qui éloigne le système de son idéal). La sélection d'une section satisfaisant à minima la résistance à la flexion et engendrant une masse totale acceptable constitue un compromis. On notera cependant qu'il existe une contradiction technique entre la résistance à la flexion de la poutre et sa masse. On peut alors utiliser un outil (la matrice de résolution des contradictions techniques) pour trouver une solution plus proche de l'idéal qui surmonte le compromis précédent.





(a) la poutre est soumise à un effort (b) une poutre de section supérieure

Figure 33 : Une poutre, exemple de compromis et objet d'une contradiction (Denis Cavallucci 1999b)

La contradiction physique résulte de requêtes antagonistes sur un seul paramètre d'un système qui l'amènent à une situation impossible. Le processus de modélisation invite alors à cibler la zone porteuse de l'insatisfaction (« zone opératoire ») ainsi que les plages de temps (« périodes opératoires ») dans lesquelles cette insatisfaction apparaît. Le paramètre d'une contradiction physique est parfois la propriété sous-jacente d'une contradiction technique. Dans le cadre de notre exemple, la section de la poutre carrée fait l'objet d'une contradiction physique. En effet, cette section doit à la fois être la plus grande possible pour augmenter la résistance à la flexion de la poutre et la plus faible possible pour réduire sa masse. Cette différence de valeur (« très grande » et « très petite ») constitue la contradiction physique. Il existe des outils spécifiques de résolution des contradictions physiques.

On peut également synthétiser le problème et ses deux modélisations (contradiction technique et contradiction physique) sous la forme d'un tableau comme suit :

	Section	
	Faible	Importante
Résistance à la flexion	Situation insatisfaisante	Situation satisfaisante
Masse	Situation satisfaisante	Situation insatisfaisante

Tableau 8 : Synthèse d'une contradiction technique (encadrée en bleu) et d'une contradiction physique (encadrée en orange)

Une solution inventive permet de résoudre une contradiction tout en contribuant à rapprocher le système technique de son Résultat Idéal Final. Cette solution peut être obtenue en utilisant la matrice de résolution des contradictions techniques et les principes de séparation des contradictions physiques.

#### Matrice de résolution des contradictions techniques

La matrice de résolution des contradictions techniques est issue d'une analyse d'un grand nombre de brevets qui a permis d'identifier des principes inventifs récurrents. De même, ces brevets ont pu être modélisés comme solutions de problèmes opposant un ensemble fini de paramètres sous la forme de contradictions techniques. Cette matrice permet de relier l'opposition de deux de ces 39 paramètres aux principes d'innovation les plus couramment utilisés parmi les 40 principes existants.



		X →	1	2 ... 38	39
			Masse d'un objet mobile		Productivité
Y ↓	1	Masse d'un objet mobile			35. 3. 24.37
	2 ... 38				1.28. 15.35
	39	Productivité	35.26. 24.37		

**Tableau 9 : Extrait de la matrice de résolution des contradictions techniques (Denis Cavallucci 1999b)**

La première étape d'utilisation de la matrice correspond à la traduction de la contradiction technique « brute », c'est-à-dire exprimée en des termes propres au système technique. Il s'agit alors de déterminer quels sont, parmi les 39 paramètres génériques disponibles, ceux qui correspondent le mieux au paramètre Y à améliorer (la résistance à la flexion de la poutre dans l'exemple précédent) et au paramètre X à ne pas dégrader (sa masse). Dans notre exemple, nous pourrions formuler la contradiction technique initiale comme une contradiction technique générique : « augmenter la résistance (paramètre de conception n°14) sans dégrader le poids d'un objet immobile (paramètre de conception n°2) ». L'intersection de la ligne du paramètre n°14 avec la colonne du paramètre n°2 indique que les principes inventifs les plus utilisés pour résoudre ce type de contradiction (d'un point de vue statistique) sont dans l'ordre : le n°40, le n°26, le n°27 et le n°1.

Le principe n°40 s'intitule « Matériaux composites » et on peut lire, au cas où son intitulé ne serait pas assez explicite, le conseil suivant : « Remplacer les matériaux homogènes par des matériaux composites » (Denis Cavallucci 1999a). Le principe inventif doit ensuite être transposé à notre exemple pour être appliqué, ce qui est ici assez simple. En effet, l'utilisation de matériaux composites constitue un très bon moyen d'augmenter la résistance à la flexion d'une poutre tout en conservant ou même en réduisant sa masse.

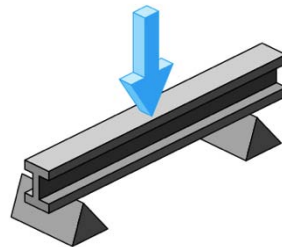


**Figure 34 : Exemples de poutres composites (sources : poutre-jappy.com et boisphile.over-blog.com)**

### Principes de séparation des contradictions physiques

Les 11 principes de séparation permettent la résolution des contradictions physiques. Il n'existe pas d'outil qui permet de relier statistiquement une contradiction au principe de séparation le plus approprié, mais c'est l'analyse des zones et des périodes opératoires sur le système technique ainsi que les ressources dont celui-ci dispose qui rendent l'application de l'un ou l'autre des principes évidente.

Dans notre exemple, si nous analysons la zone opératoire de la contradiction physique relative à la section de la poutre, nous pouvons commencer par chercher précisément où il est nécessaire d'avoir une section importante et où nous pourrions nous en abstenir. Ceci nous conduirait à considérer que les zones les plus importantes de la section pour sa résistance à la flexion sont celles qui sont les plus éloignées de son axe horizontal (dans le cadre d'un effort extérieur vertical comme le poids). Les zones proches du centre de la section participent moins à cette résistance et contribuent à alourdir la poutre. Le premier principe de séparation des contradictions physiques est la « séparation dans l'espace ». En appliquant ce principe, nous aurons tendance à vouloir obtenir une poutre qui verrait sa matière se concentrer sur les parties hautes et basses de sa section, ce qui peut être réalisé avec une poutre en I à profil normal (IPN). Ce type de poutre présente en effet un plus grand moment quadratique autour de l'axe horizontal, ce qui augmente considérablement l'intensité de l'effort vertical qu'elle peut subir pour une masse identique à celle d'une poutre à section carrée.



© la solution : une poutre en " I "

**Figure 35 : La poutre en « I » comme solution de la contradiction** (Denis Cavallucci 1999b)

#### L'approche multi-écrans

L'approche multi-écrans (ou 9-écrans) est un outil de modélisation qui permet de positionner et d'étudier les évolutions d'un système par rapport à celles de son environnement (super-système) et celles de ses composants (sous-systèmes). Cet outil permet de faire apparaître les tendances de fond qui agissent sur le système et les contraintes qui peuvent naître au sein de ses composants, ce qui permet à la fois de travailler à la définition de l'idéalité du système, mais aussi de faire apparaître de nouvelles contradictions pouvant être résolues comme nous l'avons montré plus haut (Chambon et al. 2009).

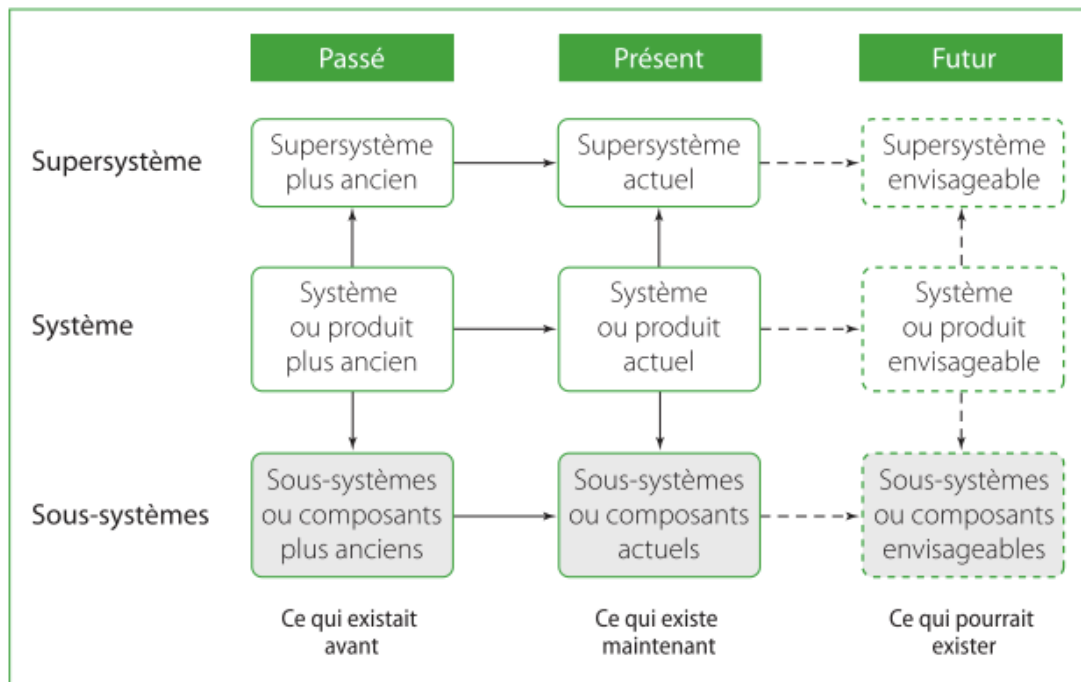
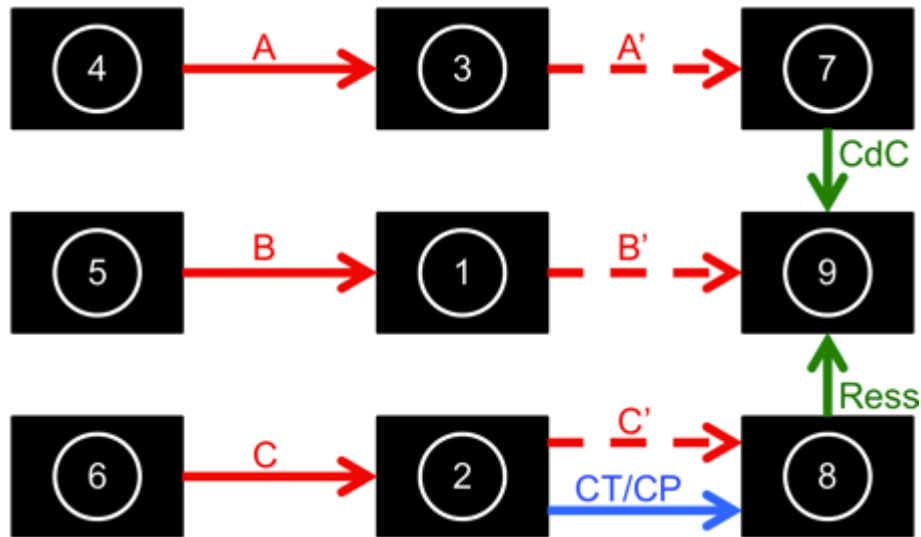


Figure 36 : Les 9 écrans (Sérédinski & Hatté 2011)

G. Altshuller énonce sa définition des super-systèmes et sous-systèmes (Altshuller 1984) comme suit :

*"Chaque système fait partie d'un super-système, étant l'un de ses éléments interactifs ; mais les systèmes, eux aussi, se composent de parties interactives qui sont des sous-systèmes. [...] Autrement dit, quand il s'agit d'un arbre (un système) il faut voir la forêt (le super-système) et les différentes parties de l'arbre (ses racines, son tronc, ses branches, ses feuilles – les sous-systèmes). [...] Quand un groupe commence juste ses études, il examine successivement des variantes, toutes les variantes étant prises au niveau du système initial et uniquement au moment temporel présent".*

La figure suivante décrit la construction et l'utilisation des 9 écrans. Tout d'abord, sont décrits le système (1), ses composants qui sont ses sous-systèmes (2) et le super-système qui contient le système étudié (3). L'étape suivante consiste à remonter dans le temps et décrire l'antécédent du super-système (4), celui du système (5) et celui des sous-systèmes (6). Le choix de l'intervalle de temps peut être guidé par la connaissance de changements techniques majeurs qui ont marqué la vie du système technique. Il faut ensuite documenter les évolutions (en tant que changements de paramètres quantifiables) entre ces différents niveaux (A, B et C) pour ensuite projeter la poursuite de ces évolutions (A', B' et C') vers un super-système futur (7), des sous-systèmes futurs (8) et enfin un système futur (9).



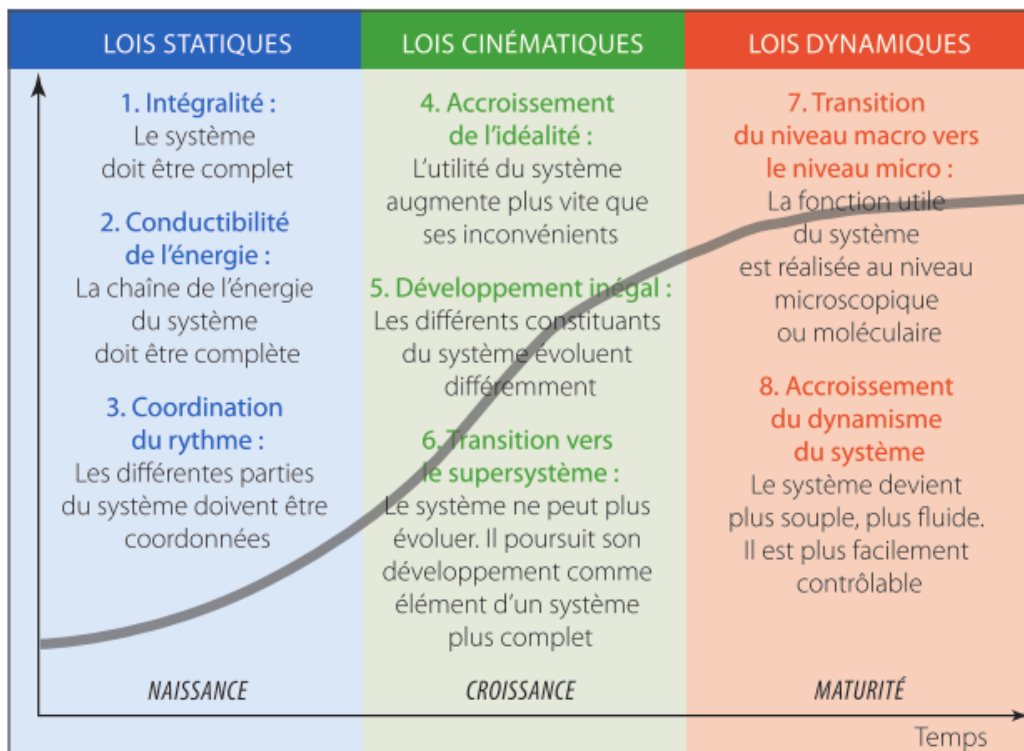
**Figure 37 : Construction des 9-écrans**

Une fois l'ensemble des écrans positionnés, ceux-ci peuvent être utilisés :

- Pour identifier quelles seront les futures contraintes qu'aura le super-système futur (7) sur le futur système (9) et son cahier des charges (CdC).
- Pour repérer quelles nouvelles ressources (Ress) le futur système (9) pourra exploiter de ses sous-systèmes (8).
- Pour lister et traiter les contradictions techniques et physiques (CT/CP) qui apparaîtront au sein des futurs sous-systèmes (8).

#### Les Lois d'évolution

La TRIZ formalise un certain nombre de lois qui constituent des axiomes de la théorie et qui permettent de caractériser les systèmes techniques et leur évolution. Ces lois, qui sont au nombre de 8 dans la version classique de la TRIZ, se divisent en trois groupes : « lois statiques », « lois cinématiques » et « lois dynamiques ».



**Figure 38 : Les lois d'évolution et la vie du système technique** (Sérédinski & Hatté 2011)

Les 3 lois statiques permettent de décrire le fonctionnement du système technique étudié (loi « d'intégralité des parties » - loi n°1) et d'analyser des pistes d'optimisation de ses performances (lois de « conductibilité énergétique du système » - loi n°2 - et de « coordination des rythmes des parties du système » - loi n°3). Cette analyse permet de comprendre le cœur de la problématique et d'analyser la maturité des constituants du système. Elle met également à jour des contradictions techniques ou physiques qui peuvent être résolues comme vu précédemment.

Les 3 lois cinématiques permettent d'étudier l'évolution du système technique. Cette analyse est obtenue en positionnant le système technique vis-à-vis de son idéal (loi « d'augmentation du niveau de perfectionnement d'un système technique » - loi n°4), ce qui permet de détecter les freins (sous forme de contradictions) à l'atteinte de cet idéal et les raisons de leur existence. Cette évolution n'est pas homogène et les parties du système technique évoluent à différents rythmes, ce que la loi de « développement inégal des parties du système » - loi n°5 - permet d'analyser. La présence de ces différents rythmes d'évolution et la stagnation de l'évolution d'une partie du système peuvent cacher de nouvelles contradictions à résoudre. Enfin, la dernière loi cinématique (de « transition vers le super système » - loi n°6 - indique que lorsque le système technique a épuisé ses possibilités de développement, il devient une simple partie d'un super-système et que son évolution se poursuit alors à travers celle de ce super système.

Les 2 lois dynamiques décrivent des influences générales qui guident l'évolution des systèmes. La loi de « transition vers le micro niveau » - loi n°7 - précise que l'action d'un système technique est d'abord réalisée à une échelle macroscopique pour ensuite se faire de plus en plus précisément tout au long de l'évolution du système, jusqu'au niveau microscopique. Enfin la loi « d'augmentation de la contrôlabilité et du dynamisme » - loi

n°8 – explique que tout système technique tend vers un niveau de contrôlabilité accru, pour atteindre un niveau d'auto-contrôle (avec une disparition progressive de l'intervention humaine). De plus, les champs mis en jeu par le système changent pour utiliser des procédés de plus en plus contrôlables. Ces champs sont, par ordre de contrôlabilité :

- Mécanique
- Vibratoire
- Thermique
- Chimique
- Electrique
- Magnétique

#### **3.3.4.4 ARIZ : l'algorithme de la TRIZ**

ARIZ signifie Algorithme de Résolution des Problèmes Innovants et constitue la méthodologie de résolution des problèmes conçue par G. Altschuller. Cette méthode est conseillée dans le cas de problèmes de difficulté élevée, atypiques et complexes. Elle est requise dans moins de 1% des résolutions de problèmes modernes (Savransky 2000). Dans les autres cas, l'application d'un enchaînement d'outils de la TRIZ suffit. De plus, certains TRIZniks pensent que l'utilisation d'ARIZ est trop austère et fatigante pour les inventeurs, surtout s'ils n'ont pas beaucoup de temps à accorder à la résolution de problème. On considère que la connaissance d'ARIZ et la capacité à l'utiliser témoignent d'une bonne expertise de la TRIZ.

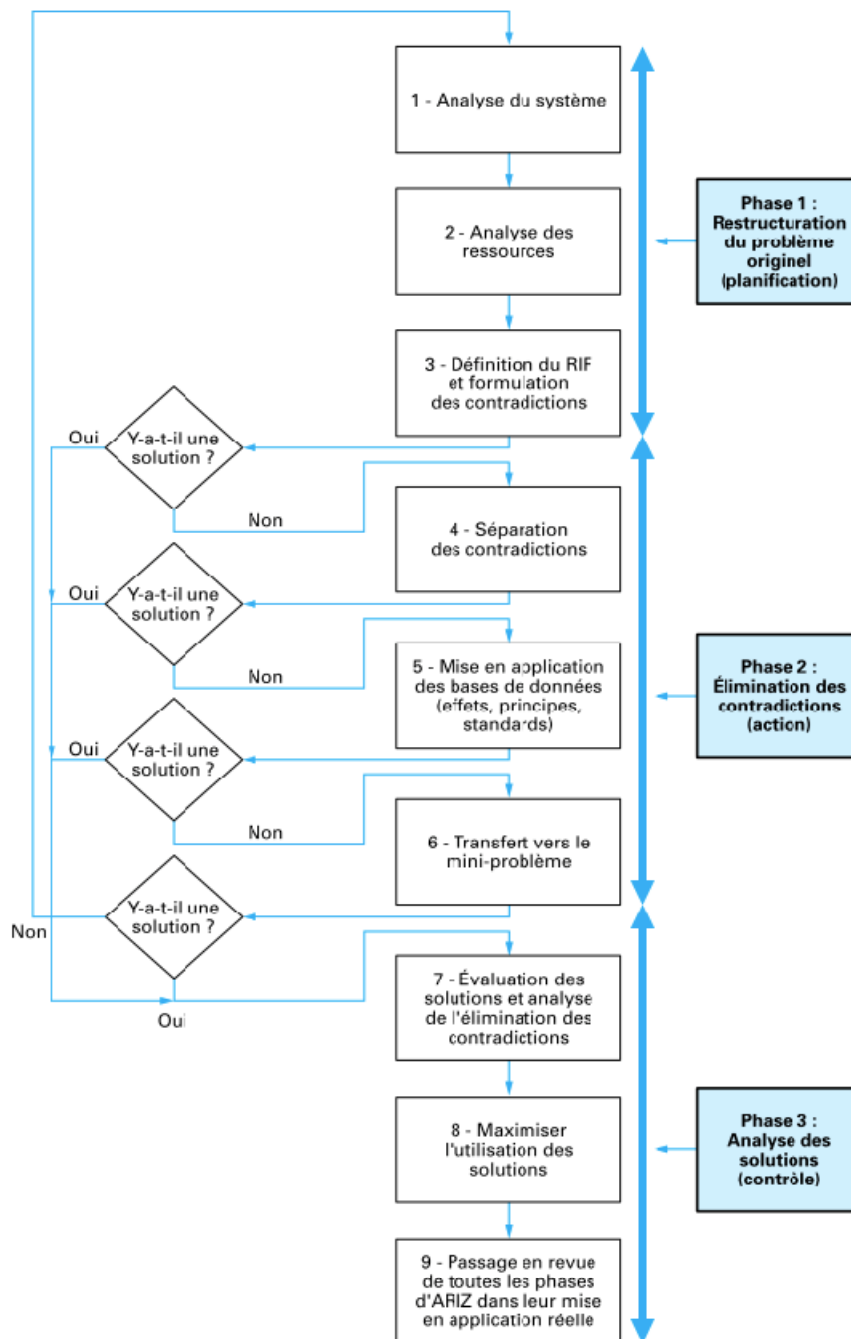


Figure 39 : Vue d'ensemble d'ARIZ 91 (Denis Cavallucci 1999b)

### 3.3.4.5 Positionnement de la TRIZ : Méthode, Outils ou Théorie ?

Pour revenir sur la question du positionnement de la TRIZ en tant que théorie ou méthodologie, nous pouvons reprendre une classification des DTM proposée par Tomiyama dans le tableau ci-dessous.

	Général	Individuel
<b>Abstrait</b>	Théorie de la conception	Méthodes à base mathématique
<b>Concret</b>	Méthodologie de la conception Méthodologie permettant d'atteindre des objectifs concrets Méthodologies de processus	Méthodes de conception

Tableau 10 : Classification des DTM (Tomiyama 1997)



De plus, Lahonde établit un parallèle entre cette classification et celle de Cross (Cross, 2008), ce qui permet de faire correspondre ce que Cross désigne par « théorie descriptive » à ce que Tomiyama appelle « théorie de conception », et par « théorie prescriptive » ce que Tomiyama appelle « méthodologie de conception » (Lahonde 2010).

Jusque dans les années 70, la TRIZ demeure une méthodologie permettant la résolution de problèmes inventifs, reposant sur une méthode, un corpus d'outils et des connaissances. La TRIZ est devenue une théorie lorsque celle-ci s'est intéressée à la partie, non plus prescriptive comme préalablement, mais descriptive des systèmes techniques. Ce passage se matérialise par l'élaboration des lois d'évolution des systèmes techniques dans les années 80. La figure ci-dessous présente l'évolution de la TRIZ dans le temps. Notons que le développement de la théorie se poursuit encore aujourd'hui, notamment via OTSM-TRIZ (qui signifie « General Theory of Power Thinking »), et qui présente de grandes perspectives, en particulier dans le domaine de l'éducation, et via la Conception Inventive.

Enfin, la TRIZ évolue parallèlement à d'autres approches, qui sont des méthodes issues de travaux de simplification de la TRIZ, comme ASIT (Advanced Systematic Inventive Thinking) ou USIT (Unified Structured Inventive Thinking).

#### **3.3.4.6 L'avenir de la TRIZ**

La TRIZ, malgré ses qualités, dispose d'un potentiel d'amélioration. En effet, on peut noter dans son utilisation en milieu industriel des difficultés liées à son application à des systèmes complexes : les systèmes étudiés dans l'industrie étant le fruit d'un grand nombre de compromis entre de multiples facteurs, il en résulte que leur amélioration ne se fait pas par la résolution d'une seule contradiction, mais d'une multitude de poly-contradictions. Ce constat conduit les chercheurs à se poser les questions suivantes (Denis Cavallucci 2012) :

- comment vérifier que la résolution d'une poly-contradiction n'a pas d'incidences négatives sur le système ?
- comment choisir quelles poly-contradictions résoudre en premier ?
- comment outiller la résolution de poly-contradictions et assurer la gestion des concepts générés par leur résolution ?
- comment enseigner l'analyse et la résolution d'une poly-contradiction et plus généralement, comment assurer la reproductibilité de ce processus ?

Des réponses apparaissent dans l'informatisation de la TRIZ et dans la gestion des réseaux de contradictions, même si une expertise reste nécessaire pour l'application d'outils informatiques d'analyse et de résolution. La nouvelle génération d'outils informatique devra permettre, non pas uniquement d'assister l'utilisateur dans un processus pas-à-pas, mais de décupler ses capacités d'analyse, d'assurer la pertinence de sa démarche et d'assurer un traitement plus efficace des livrables d'étude, permettant par exemple à terme de documenter suffisamment les connaissances sur le système pour engager des démarches de résolution de problèmes avec une grande efficacité.

### 3.4 Synthèse et conclusion sur l'état de l'art

L'amélioration des performances en matière d'innovation nous apparaît comme fondamentale pour les industriels, mais encore plus vis-à-vis de notre contexte d'entreprise particulier. Dans ce cadre, notre intérêt s'est porté sur la mesure desdites performances. Cette mesure se révèle difficile par essence. En effet, l'innovation se caractérise à la fois par la nouveauté qu'elle contient, mais également par l'acceptation de cette nouveauté, représentée par le succès commercial d'un produit par exemple. Ceci conduit à ne pouvoir qualifier d'innovation qu'une invention déjà arrivée au bout de ce processus d'acceptation. Afin de contourner l'inconvénient de ne pouvoir évaluer des résultats qu'a posteriori et de devoir démêler les raisons de tel ou tel expérience vécue comme une réussite ou un échec, nous avons suivi la direction proposée par certains auteurs ayant décidé de recourir à l'évaluation de la capacité d'innovation des organisations. Dans ce domaine, nous avons relevé deux modèles particulièrement adaptés à la compréhension de notre objectif: il s'agit des modèles « Innovationsassessment » et « d'Indice d'Innovation Potentielle ».

A partir de ces modèles d'évaluation, que nous utilisons dès lors comme des prismes de compréhension éclairants les éléments caractéristiques de la capacité à innover, nous sommes ensuite partis à la recherche de pistes d'actions concrètes susceptibles de nous permettre de répondre aux exigences d'amélioration de cette capacité. Nous avons tout d'abord considéré comme pertinent de scruter chacun des domaines caractéristiques de la capacité d'innovation (la stratégie, l'organisation, le processus, les ressources, les outils et la culture) pour en extraire des outils ou des approches présentant des liens directs avec des leviers d'amélioration de cette capacité. Nous nous sommes heurtés à deux difficultés : garantir la cohérence de la mise en œuvre d'un grand nombre actions hétérogènes et assurer leur priorisation relative. Ceci présentait une barrière à une expérimentation à la fois efficace et efficiente.

De ce constat, nous nous sommes tournés vers un ensemble de regroupement cohérent d'approches d'envergures susceptibles de couvrir de façon adaptée l'intégralité des prérequis d'une grande capacité d'innovation : les Méthodologies et Théories de la Conception. Nous avons alors identifié une théorie candidate pour des expérimentations en milieu industriel : La TRIZ. Cette sélection, qui s'est opérée sur des critères et éléments relevés dans la littérature, a ainsi fait apparaître la TRIZ comme l'approche la plus pertinente dans notre cas.

## 4 Problématique et hypothèses

### 4.1 Introduction

Dans cette partie, nous exposons les éléments problématiques, sur la base du travail de recherche et suite à notre positionnement, et notamment ceux qui concernent l'atteinte de l'objectif d'amélioration de la capacité d'innovation et des performances de l'entreprise.

En effet, bien que nous ayons globalement cerné les différentes facettes de cet objectif et trouvé un candidat potentiel pour son atteinte, il reste à caractériser et valider le choix

réalisé et à tenter d'anticiper à la fois le déroulement des expérimentations en milieu industriel et leurs retombées.

## 4.2 Problématique générale : favoriser l'innovation

Comme nous l'avons souligné, l'innovation devient, plus qu'un avantage concurrentiel, un élément décisif pour la survie des entreprises, en particulier occidentales car elles peuvent de moins en moins s'imposer par la réduction des coûts ou la qualité des produits.

Il est donc fondamental pour les entreprises de réussir à innover et même à systématiser l'innovation pour assurer des lancements réguliers de produits innovants sur le marché. L'innovation devient alors, par sa répétitivité, plus qu'un coup de chance, un atout de l'entreprise. L'enjeu pour l'entreprise est de réussir un changement de position stratégique en passant d'une position passive ou réactive face à son environnement à une attitude proactive lui permettant d'anticiper et même de provoquer les mutations de son milieu compétitif.

Cependant, augmenter la fréquence d'apparition d'innovations dans une organisation n'est pas trivial, surtout lorsque les ressources disponibles pour le faire sont réduites, ce qui est bien souvent le cas. Il convient donc de fixer un cap pour cette amélioration, avec des objectifs quantifiables et de suivre les coûts correspondants à cette activité. Il est donc légitime de se demander quels indicateurs sont pertinents pour la mesure de la capacité à innover et pour l'évaluation de la portée des actions ayant pour but de l'élever.

La question suivante consiste à recenser les leviers dont dispose l'organisation pour agir sur sa capacité d'innovation. Comme nous l'avons vu dans l'état de l'art, la capacité d'innovation d'une entreprise repose sur plusieurs éléments, tels que les processus internes, la culture d'entreprise et les réseaux. Dans ce contexte, comment garantir de ne pas oublier un élément fondamental ?

Contrairement à d'autres problématiques d'évaluation, celle de l'innovation présente la difficulté de ne pouvoir se reposer sur des expérimentations à court terme. En effet, une innovation ne se concrétise que lorsqu'un produit ou un service nouveau rencontre un succès commercial sur le marché. Comment alors se passer de ce retour lorsque pour certains produits courants les cycles de développement durent des années ?

Une fois les pistes d'amélioration identifiées, il convient d'implémenter les actions en pratique. Par quelles étapes faut-il passer et quels en seront les critères de réussite ? Y a-t-il une méthode à suivre et des prérequis à vérifier ?

Comment juger de la pertinence des actions sélectionnées ? Comment les adapter aux ressources disponibles dans l'organisation ? Quel modèle ou système est susceptible de valider les objectifs, l'état initial et les résultats des travaux d'amélioration ?

### 4.3 Caractérisation des choix d'actions en vue de l'accroissement de la capacité à innover

Une piste s'est offerte à nous, à l'issue de nos travaux bibliographiques, pour l'amélioration du potentiel d'innovation des entreprises. Cependant, nous ne disposons d'aucune certitude quant à la pertinence de ce choix, tant vis-à-vis de son objectivité que dans son apport pour nos objectifs. Nous sommes donc tenus de proposer un référentiel qui constitue un cadre objectif pour extraire et analyser les composants de l'approche retenue, mais qui permet également de procéder à cette analyse a priori (avant la mise en pratique et la mesure des retombées).

Une telle démonstration aura d'abord le bénéfice de s'abstraire d'un contexte industriel donné, qui est attaché à l'étude de cas particuliers. Elle aura aussi la fonction de déceler, dès cette phase abstraite de nos recherches, les lacunes éventuelles de cette approche et d'identifier des complémentarités qu'il conviendrait également d'expérimenter.

L'enjeu serait enfin de prouver qu'il est possible d'utiliser un même modèle pour la compréhension des caractéristiques de la capacité d'innovation d'une entreprise, pour la décomposition des composantes de méthodologies et de théories et pour l'identification fine de leur apport dans le cadre d'expérimentations terrain.

### 4.4 Enoncé de la problématique

Comme nous l'avons vu dans l'état de l'art, il est difficile de confronter toutes les approches susceptibles d'améliorer la capacité d'innovation d'une entreprise. Elle s'explique notamment par un manque de temps et de documentation sur les performances réelles de ces approches. De plus, pour certaines de ces approches, il est nécessaire de pouvoir disposer d'une expertise relative au domaine ou la méthode concernée. De façon à limiter les variantes et la liste des expérimentations, nous avons fait le choix de nous placer au niveau des théories de la conception. En effet, elles constituent les ensembles les plus vastes et couvrent, pour une théorie donnée, plus de champs d'action que, par exemple, des utilisations ciblées d'outils.

Compte tenu de notre positionnement, notre problématique pourrait se résumer à ceci : **Comment choisir une théorie ou une méthodologie dans le but d'accroître la capacité d'innovation d'une entreprise ?**

Ceci revient à déterminer un cadre d'évaluation qui permette, a priori, de qualifier et quantifier l'accroissement de la capacité d'innovation pour ensuite, a posteriori, le vérifier au cours d'expérimentations en milieu industriel.

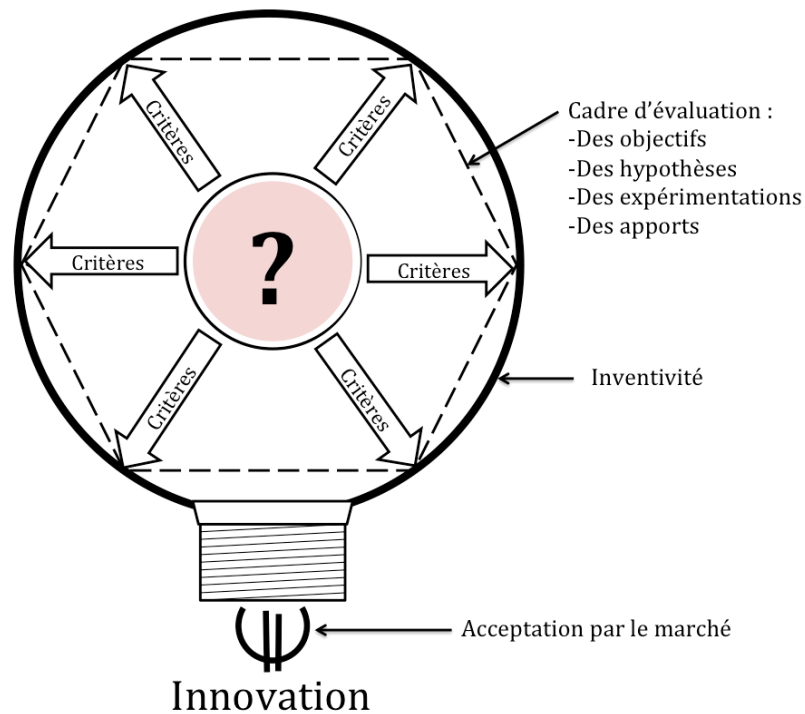


Figure 40 : Représentation de la problématique de recherche

## 4.5 Première hypothèse de résolution : TRIZ

### 4.5.1 Introduction

Nous allons proposer ici, après avoir clarifié le cadre d'évaluation que nous avons choisi d'adapter, la première piste retenue dans notre choix d'actions d'améliorations de la capacité d'innovation des entreprises. Il s'agit de la mise en œuvre de la TRIZ.

Comme convenu dans le cadre de la résolution de notre problématique, nous proposons ensuite de caractériser l'apport et le niveau d'attente induit par l'utilisation de la TRIZ en milieu industriel. La déclinaison de cette hypothèse nous permet à la fois de savoir quelles sont les retombées espérées de la TRIZ qu'il conviendra de vérifier au cours des expérimentations, mais également les lacunes éventuellement portées par la TRIZ pour lesquels il pourrait être pertinent de chercher des moyens de compensation qui feront l'objet d'une nouvelle hypothèse.

### 4.5.2 Définition d'un cadre d'évaluation (Hypothèse H0)

Le référentiel utilisé pour la sélection des hypothèses et leur évaluation est issu des travaux de Bürgin. Ce dernier a établi un modèle, comprenant des degrés de maturité, présenté précédemment dans notre état de l'art et qui permet le contrôle des systèmes d'innovation en entreprise (Bürgin, 2007).

Les résultats sont agrégés dans un outil qui reprend la construction du modèle de maturité et qui permet aux responsables d'une entreprise de procéder à l'évaluation générale de leur organisation par modules dont les critères d'évaluation sont explicitement décrits.

Chacun de ses modules fournit une évaluation sur une échelle à 5 niveaux allant d'un niveau de base, où l'organisation réalise que l'aspect mesuré a un impact sur le système

d'innovation, jusqu'à un niveau abouti de maîtrise et d'amélioration continue. Pour chacun des modules, il est demandé de définir l'état actuel et l'objectif à atteindre.

Nous avons retenu ce modèle pour son exhaustivité quant aux indicateurs à observer, ainsi que pour sa qualité de description des objectifs et d'évaluation des résultats.

Ce modèle présente des critères d'évaluation de la capacité d'innovation, dans le but de permettre à une organisation de déterminer ses forces mais surtout les points faibles sur lesquels elle doit travailler. Ce modèle ne donne que peu de pistes explicites concernant les actions à mettre en place pour atteindre les résultats évalués par ces différents critères. Dans le cadre de ces travaux de thèse, nous nous intéresserons à déterminer l'approche susceptible d'apporter de bons résultats, nous quantifierons sa portée et, dans le cadre d'expérimentations, nous nous intéresserons à son impact constaté en entreprise.

#### 4.5.2.1 Le modèle décrit les conditions nécessaires et suffisantes pour une innovation efficace et pertinente

La notion de performance de l'innovation qui va servir de cadre à notre étude repose sur les travaux de Gibert (Gibert 1980). Nous nous inspirerons notamment de son triangle de la performance regroupant les notions d'efficience, d'efficacité et de pertinence, qui se définissent elles-mêmes dans le triptyque : objectifs, moyens, résultats.

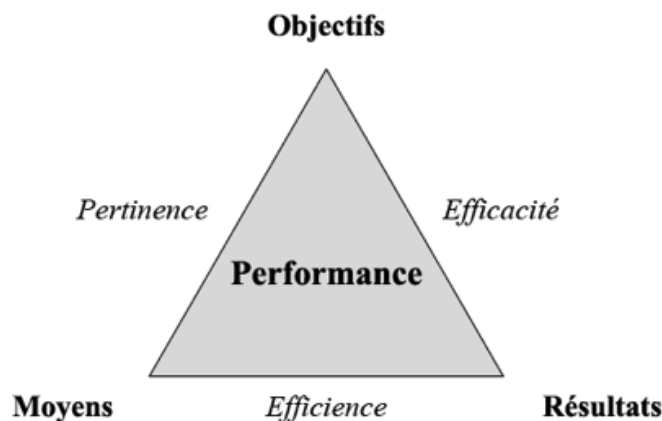


Figure 41 : Triangle de la performance (Gibert 1980)

L'axe objectifs-résultats : définit l'*efficacité* comme relative à l'utilisation des moyens pour obtenir des résultats donnés dans le cadre d'objectifs fixés ; c'est-à-dire l'atteinte des objectifs. L'axe résultats-moyens : définit l'*efficience* comme le rapport entre l'effort produit et les moyens totaux déployés dans une activité ; c'est-à-dire l'atteinte des objectifs avec le moindre coût.

L'axe moyens-objectifs : définit la *pertinence* comme le rapport entre les moyens déployés et les objectifs à atteindre ; c'est-à-dire la bonne allocation des ressources.

Cette vision de la performance, déjà utilisée dans le cadre de la performance en conception (Maranzana 2009) est ici appliquée particulièrement à l'innovation.

Dans la suite nous considérerons que le modèle d'évaluation fourni par Bürigin apporte les critères nécessaires et suffisants pour l'évaluation de l'efficacité du système d'innovation. En effet, l'étendue des modules correspondant aux porteurs d'innovation se voulant exhaustive, la synthèse de leur niveau de maturité donne l'image du résultat du système d'innovation et permet de le comparer à l'objectif selon cette même synthèse.

De la même manière, grâce à la connaissance des facteurs d'influence et de leurs effets sur les modules, nous serons en mesure d'adapter les objectifs au contexte organisationnel. Ainsi, l'évaluation de la pertinence de l'approche pourra elle aussi être évaluée grâce à ce système d'évaluation.

Cependant, l'efficacité du système d'innovation sera plus difficile à évaluer car elle n'est pas toujours explicitement évaluée dans les modules. Elle fera donc l'objet d'analyses spécifiques dans les expérimentations.

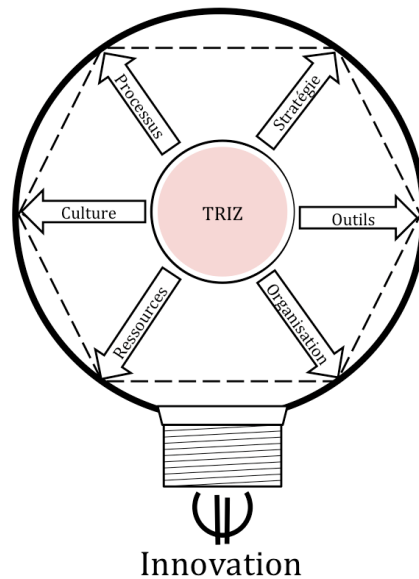
Pour la suite, ce cadre d'évaluation constituera le fil conducteur de la construction des hypothèses et de leur évaluation en milieu industriel. Notre démarche consiste à identifier une approche capable, a priori, de permettre un développement conséquent de la capacité d'innovation d'une entreprise, grâce à l'estimation de ce développement sur le modèle d'évaluation retenu, puis d'expérimenter cette approche en milieu industriel et de la valider par une évaluation de l'impact réel.

#### **4.5.3 Détermination du potentiel d'optimisation de l'innovation de la TRIZ (Hypothèse H1)**

Nous détaillons ici l'évaluation théorique (car abstraite) de l'impact de la TRIZ sur la capacité d'innovation. Nous rappelons qu'il ne s'agit pas de caractériser l'impact sur l'innovation directement, mais sur les éléments porteurs d'innovation et qui rendent celle-ci possible.

Nous allons donc réaliser l'évaluation de la TRIZ selon le modèle de Bürigin (appelé « Innovationsassessment »). Ce modèle, qui sert habituellement à évaluer la capacité d'innovation d'une entreprise, est ici employé pour déterminer quel potentiel une entreprise pourrait atteindre par l'emploi de la TRIZ. Cette évaluation, qui est détaillée ci-après, fait partie des hypothèses de la thèse. Nous espérons pouvoir montrer que le potentiel que détient la TRIZ est suffisamment conséquent et équilibré (au regard des différents aspects de la capacité d'innovation) pour valider notre première hypothèse de résolution de la problématique (à savoir utiliser la TRIZ comme voie pertinente à l'amélioration des performances d'innovation d'une entreprise).





**Figure 42 : TRIZ comme première hypothèse de résolution de la problématique**

Nous allons maintenant parcourir l'ensemble des champs de la capacité d'innovation tels que définis par Bürgin (Stratégie, Organisation, Processus, Ressources, Outils et Culture) pour détailler les caractéristiques de la TRIZ, ses points forts, mais également ses points faibles.

Modules d'évaluation du modèle de Bürgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		

**Tableau 11 : Modules d'évaluation de la capacité d'innovation (Bürgin 2007)**

### Stratégie

La TRIZ dispose de notions, telles que le RIF (Résultat Idéal Final) et les lois d'évolution, qui permettent de guider la résolution de problèmes inventifs pour un système technique donné. Les innovations résultant de cette résolution sont un avantage concurrentiel pour l'entreprise. La construction d'une stratégie technologique avec la TRIZ est aisée à argumenter et à étayer de façon rationnelle, ce qui en renforce la portée et en facilite la validation.

De plus, la TRIZ permet de définir des buts partiels techniques détaillés (contradictions techniques et physiques à résoudre, idéalité locale dans un système technique) et de construire une stratégie technologique. Cette résolution peut à la fois provenir d'outils partant d'une amélioration d'un système existant ou d'une remise en cause plus globale d'un principe de fonctionnement (avec un changement de principe physique par exemple).

Enfin, la TRIZ donne des clés de lecture des problématiques d'innovations (contradictions et RIF) qui peuvent ensuite être utilisées comme des éléments de langages pour communiquer une stratégie. Ce cadre de réflexion est utilisable à différents niveaux hiérarchiques et aide à modéliser et à visualiser des problématiques complexes.

Cependant, la TRIZ, dans sa version classique, n'apporte aucune vision sur la stratégie commerciale à adopter. Ce qui est normal, compte tenu du corpus de brevets sur lequel cette approche a été construite. Cet aspect constitue un des points faibles majeurs de la TRIZ vis-à-vis de la capacité d'innovation, telle que définie par Bürgin.

### **Organisation**

La TRIZ ne donne aucune information sur l'aspect organisationnel du processus décisionnel qui permet l'évaluation d'idées dans une entreprise. La gestion et l'utilisation des idées ne sont en effet pas explicites. Notons cependant que des notions telles que celle de super-système peuvent permettre, dans le cas d'organisations d'envergure, d'identifier des impacts lors de l'analyse de problématiques complexes, et de constituer une structure décisionnelle en conséquence. De plus, à l'échelle du groupe de travail, la TRIZ identifie et mobilise rapidement les connaissances requises, ce qui permet aux experts d'exprimer leur potentiel et de repérer une éventuelle absence ou un manque de connaissances dans un domaine donné.

La TRIZ permet d'évaluer les « briques de connaissances » à disposition dans un groupe de travail et d'identifier les manques à combler, ce qui se révèle très utile pour construire une stratégie de coopération et étayer une politique d'innovation ouverte en planifiant les ressources, les sujets d'étude et les compétences externes à intégrer. Cette approche paraît également pertinente dans le cas d'une construction de réseau et d'une externalisation du développement d'un produit. La mise en œuvre de compétences et de connaissances différentes et pluridisciplinaires est facilitée avec la TRIZ, ce qui est notamment critique pour permettre une innovation de rupture.

Comme nous l'avons déjà souligné, la TRIZ n'est pas une théorie initialement orientée « marché », ce qui est un point faible. De nouvelles difficultés se font ressentir dans l'aspect organisationnel car celui-ci prévoit notamment une collaboration forte avec le client dans la conception de produit. Même si la TRIZ, dans sa version classique, ne présente pas d'outils spécifiquement adaptés au client, on suppose qu'il est possible d'inclure des clients ou leurs représentants (issus du marketing produit par exemple) dans des groupes de travail pour participer à l'élaboration du Résultat Idéal Final et à la construction du diagramme des 9 écrans pour permettre une convergence vers une cible et des résultats qui seront validés d'un point de vue commercial.

### **Processus**

La TRIZ a déjà fait l'objet d'études ayant permis d'établir des passerelles avec les méthodes et outils du processus de conception (Denis Cavallucci 1999a; Dubois 2004; Durand 2007) et la TRIZ dispose d'une méthodologie permettant d'outiller une partie, mais une partie seulement, du processus d'innovation.

Dans le cadre de la gestion de projets d'innovation, la TRIZ donne des critères (via l'idéalité en particulier) pour l'évaluation d'idées, en permettant notamment l'évaluation de l'écart de connaissances à combler et des risques technologiques. C'est aussi un moyen d'accroître la connaissance relative au système, aux objectifs du projet, ainsi que celles liées aux pistes de solution envisagées en amont du projet. Ces éléments peuvent être suffisamment détaillés et explicités pour être communiqués en équipe projet élargie.

Concernant le processus d'innovation, la TRIZ permet de structurer la phase amont (qui est bien souvent la moins formalisée) dans laquelle les idées émergent ; la plupart des projets d'innovation démarrant habituellement avec une idée existante. Avec la TRIZ, il est possible de former les gens pour qu'ils « deviennent » créatifs, ce qui permet de comprendre d'où viennent les idées et ce qui augmente la visibilité sur certaines phases du projet (en particulier dans les phases amont du processus de développement).

La TRIZ facilite la gestion des idées, car cette approche aide à avoir une exhaustivité des pistes de solution dans une direction donnée (focalisation par le modèle de problème étudié et orientation des solutions avec la notion d'idéalité). La TRIZ permet d'augmenter la densité et la profondeur des idées. Cependant, la TRIZ n'est pas le moteur, ces résultats sont bien l'œuvre du groupe de travail et en particulier des connaissances mises en jeu. De plus, la TRIZ fournit une cartographie et une traçabilité des idées grâce au processus complet d'analyse des contradictions du système et de leur résolution. Enfin, la notion d'idéalité donne des éléments d'évaluation qui peuvent être réutilisés dans le cadre d'une évaluation multicritère par exemple.

La planification de la production et l'anticipation des problématiques correspondantes n'est pas une caractéristique intrinsèque de la TRIZ et présente donc une lacune, même si l'on pourra considérer comme envisageable de la combler en considérant cet aspect comme une expertise et en intégrant un représentant de la production et de l'industrialisation au groupe de travail. Au delà de la phase de génération d'idées et de développement de concepts, la TRIZ ne fournira pas de support particulier à la production et encore moins à la commercialisation du produit, dont la planification est pourtant un aspect critique du processus d'innovation.

### Ressources

La TRIZ permet comme nous l'avons déjà dit d'identifier et de mobiliser rapidement les connaissances des experts. Cette propriété est utile dans la constitution de groupes de travail, car elle permet d'identifier et de planifier l'intervention des experts correspondants, que cette expertise soit disponible en interne ou qu'il faille aller la chercher hors de l'entreprise.

La TRIZ permet également d'obtenir des idées innovantes utilisables à différents horizons temporels, impliquant ou non des sauts technologiques et impliquant ou pas les technologies déjà existantes dans l'entreprise. Ceci permet de sélectionner les idées en fonction de la stratégie de développement de l'entreprise.

Comme précédemment, la TRIZ ne fut pas conçue pour manipuler les ressources de production, mais une partie de leurs problématiques pourra être traitée en phase de génération d'idées.

## Outils

Les outils de conception et d'ingénierie sont une composante importante du processus d'innovation. La TRIZ en exploite les données telles que les modèles issus de la conception et les analyses diverses pour amener, à l'issue du processus de résolution de problèmes inventifs à leur modification, leur expansion et à la mise au point de prototypes. Cette phase d'exploitation constitue un moment particulier où des connaissances, habituellement réservées aux experts, peuvent être partagées avec le groupe de travail et mises en lien avec le produit. Pour ce point, disposer d'informations techniques détaillées et à jour est donc critique.

Enfin, la TRIZ permet de générer des idées propices au dépôt de brevet, ce qui donne une visibilité et une reconnaissance utile à la communication, à l'interne comme à l'externe.

## Culture

Les aspects liés à la culture d'innovation sont certainement ceux sur lesquels l'approche théorique de la TRIZ a le moins d'impact. On constatera que ce n'était pas l'objet initial du développement de la théorie. Cependant, l'utilisation de la TRIZ en entreprise sous la forme de groupes de travail occasionne quelques retombées positives pour la culture d'innovation.

En effet, ces groupes de travail constituent une expérience collaboratrice forte pour leurs participants. On peut supposer que les employés formés pourront ensuite, dans leurs autres activités de résolution de problème, analyser et résoudre ces problèmes différemment et qu'ainsi ils tireront profit de leur participation et formation commune.

Un des éléments critiques de la culture d'innovation est l'alignement de la hiérarchie pour promouvoir l'importance de l'innovation. Si cette promotion peut parfois prendre uniquement forme dans le discours de la direction, l'organisation de groupe de travail mettant en œuvre une démarche d'innovation telle que la TRIZ est une preuve et une piste d'actions concrètes. Car si des retombées positives pour l'innovation en général sont attendues, ces groupes de travail contribuent à un investissement initial plus important en amont du développement de produit, dans une phase de projet qui est habituellement opaque et qui est rendue ainsi visible (y compris financièrement). On considèrera donc que l'organisation de tels groupes de travail est une preuve de cet alignement de la direction sur l'innovation. La possibilité de passer ce temps en groupe de travail constitue une ressource primordiale dont l'entreprise doit pouvoir disposer.

La TRIZ dispose d'outils dont le but est de vaincre l'inertie psychologique, qui constitue une résistance à l'innovation, et présente la particularité de permettre aux différents experts, qui sont des porteurs d'inertie, de pouvoir rapidement s'exprimer et de partager leurs connaissances.

Les aspects liés à l'encouragement et à la motivation ne sont pas directement abordés par la TRIZ, mais on notera tout de même deux points. Tout d'abord, cette approche présente une opportunité pour ses participants d'aller travailler sur un terrain qui leur est inconnu et généralement pluridisciplinaire, ce qui peut procurer le sentiment de prendre un « bol d'air » professionnel en les sortant de la routine de leur activité, tout en

créant une dynamique et une mobilisation forte (Dupont et al. 2002). Cependant, une telle mobilisation de ressources suscite chez les participants et leur hiérarchie de grandes attentes qui seront déçues si le traitement et les applications d'idées générées ne sont pas satisfaisants. Ces aspects sont néanmoins plus dépendants de l'organisation que de l'approche utilisée pour la génération d'idées.

### Conclusion sur le potentiel

Nous avons procédé à l'analyse du potentiel de la TRIZ vis-à-vis de la capacité d'innovation telle que présentée par Bürgin. La considération de chacun des axes (Stratégie, Organisation, Processus, Ressources, Outils et Culture) de cette capacité nous a permis d'appréhender ce qui explique que la TRIZ puisse susciter de grandes attentes en termes de performance d'innovation dans la littérature. Nous avons cependant mis en évidence un certain nombre de lacunes, dont une, récurrente, qui concerne l'intégration du client et du marché au sein de la Stratégie, de l'Organisation et du Processus d'innovation. Nous notons également que la TRIZ ne présente pas de vocation particulière à mobiliser la culture d'entreprise autour de l'innovation.

Une évaluation détaillée de la TRIZ avec chacun des modules définis par Bürgin est disponible en annexe et permet de mettre en évidence les points les plus forts de la TRIZ. Ils apparaissent notamment dans les modules de « Stratégie technologique », de « Gestion des idées », « d'Utilisation de méthode » et de « Ressources technologiques ».

Les graphiques ci-dessous reprennent l'évaluation détaillée en indiquant le degré de maturité que l'on pourrait attendre dans une entreprise utilisant la TRIZ. Nous rappelons que cette évaluation constitue un ensemble d'hypothèses qu'il conviendra de vérifier dans les expérimentations. La maturité est évaluée sur une échelle à 5 niveaux :

- 1 : Base
- 2 : Compréhension
- 3 : Elaboration
- 4 : Institutionnalisation
- 5 : Amélioration

Enfin, nous avons pris la liberté de distinguer les niveaux de maturité pouvant être atteints directement avec la mise en œuvre de la TRIZ et ceux pour lesquels la TRIZ est un support ou bien ne peut permettre qu'une acquisition partielle.

Modules d'évaluation du modèle de Bûrgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		
Points forts hypothétiques de TRIZ				Faiblesses hypothétiques de TRIZ à combler			

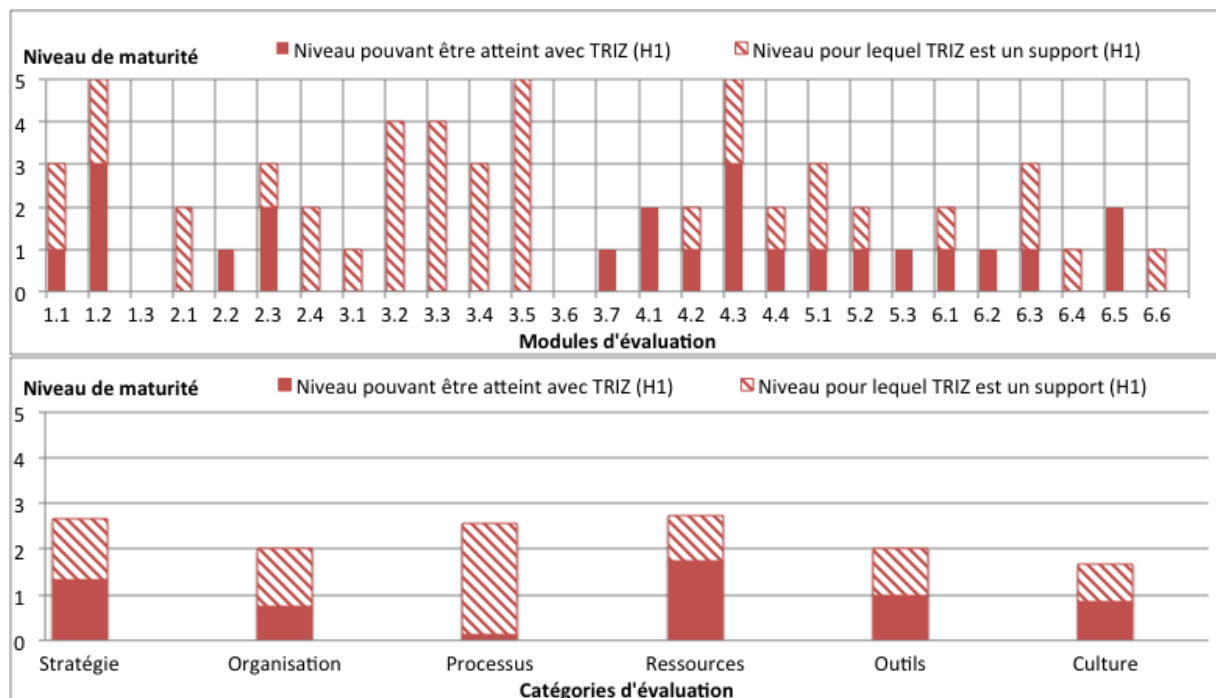


Figure 43 : Potentiel de la TRIZ vis-à-vis de la capacité d'innovation d'une entreprise

#### 4.5.4 Synthèse

L'évaluation du potentiel de la TRIZ vis-à-vis de la capacité d'innovation d'une entreprise nous a révélé que le cœur de l'action de la TRIZ se situe dans l'inventivité technique. C'est un point crucial de l'innovation, dans la création d'une nouveauté, mais nous avons également identifié des lacunes vis-à-vis de l'assurance du succès commercial des inventions produites (ce qui est pourtant le deuxième aspect fondamental d'une innovation). Ce constat s'explique par le fait que la TRIZ fut construite sur une base de brevets d'invention avec une attention exclusive à cette notion d'inventivité. Les lois qui permettent de prédire l'évolution des systèmes techniques sont vérifiées, mais à une échelle de temps qui peut parfois dépasser celle des impératifs tactiques de l'entreprise (dont l'objectif premier est de dégager un profit de la commercialisation de produits). Or, les périodes optimales de commercialisation ainsi que le marché, que la TRIZ n'analyse pas à cause de leur échelle temporelle réduite, influencent les produits et leur succès commercial.

La TRIZ est donc une réponse partielle à notre problématique générale visant l'augmentation des performances en innovation d'une entreprise.



## 4.6 Nécessité d'une nouvelle hypothèse : Comment trouver une garantie du futur succès commercial des productions issues de la TRIZ ?

### 4.6.1 Introduction

Nous avons établi que la TRIZ était une voie de réponse à la problématique générale d'amélioration des performances de l'innovation dans une entreprise. Cependant, une vision tactique et stratégique du marché est un prérequis pour la commercialisation d'innovation (et donc pour la performance d'innovation). Or, comme nous l'avons vu précédemment, ce point est occulté avec la TRIZ, puisque cette théorie considère l'évolution des systèmes techniques à une échelle macroscopique, les rendant indépendants des changements à court terme du marché et de leurs opportunités. La TRIZ ne présente pas d'élément susceptible de préparer et de vérifier le succès commercial d'une invention. C'est une lacune conséquente, car sans ce succès, il est impossible de parler d'innovation. Dans cette partie, nous allons donc chercher une piste de solution capable de répondre à cette lacune et susceptible d'être combinée à la TRIZ.

Il faut en particulier trouver une démarche permettant une considération tactique des opportunités du marché afin de garantir le succès commercial des inventions issues de la TRIZ. Nous proposons la Stratégie Océan Bleu comme voie de solution. Dans la partie suivante, nous expliquerons ce choix.

### 4.6.2 La stratégie Océan Bleu : une piste de solution

Il existe un certain nombre de méthodologies développées pour capter la « Voix du Client » (Van Kleef et al. 2005). Celles-ci peuvent être regroupées en deux catégories principales. La première est constituée des approches extrapolant les attributs d'un produit qui présentent un intérêt pour l'utilisateur au moyen de techniques d'interview au cours desquelles il est demandé au client d'identifier les éléments pertinents dans sa perception du produit. La seconde catégorie regroupe les méthodologies portées sur l'observation de l'utilisateur en conditions réelles. Dans les deux cas, une hypothèse est formulée, car l'on suppose que les concepteurs peuvent facilement identifier des opportunités d'amélioration du produit, sur la base de besoins perçus dans l'examen du comportement des clients. Or ces approches ont des inconvénients tels que (Borgianni et al. 2011) :

- l'absence de systématique dans l'identification d'attributs produits pouvant créer de la valeur pour le client, étant donné que celui-ci ne sait pas exactement ce qu'il veut.
- le fait d'analyser les impacts qu'a sur le client une modification des paramètres d'un produit ne donne pas d'indication sur les mesures à prendre pour opérer un saut de valeur sur le produit.

Après la TRIZ, et parmi les nombreuses démarches conçues pour capturer la voix du client et appréhender un marché, une seconde approche a retenu notre attention, comme celle de certains praticiens de la TRIZ (Borgianni et al. 2011)(Bersano 2010). Il s'agit de la Stratégie Océan Bleu (BOS). Celle-ci semble dépasser les difficultés présentées précédemment et si la TRIZ se caractérise par sa communauté d'experts dans le monde entier et quelques grands exemples de réussite (chez Samsung par exemple (H. J. Kim 2003)), cette théorie ne s'ouvre pas facilement aux profanes. Bien au contraire, la Stratégie Océan Bleu est remarquable dans sa capacité à se transmettre et à

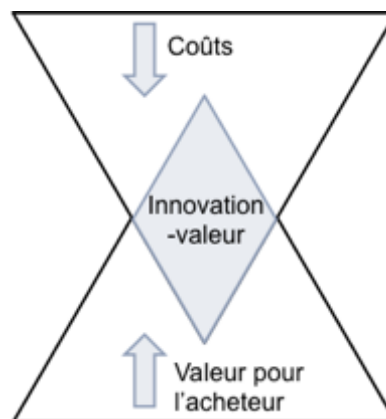


se propager (Dollinger 2006)(Azar 2008)(Jackson 2007), malgré sa plus jeune existence (le premier ouvrage de référence sur la BOS fut publié en 2005 (W. C. Kim & Mauborgne 2005)) et dans le consensus qu'elle semble engendrer autour de ses concepts (Borgianni et al. 2011).

Habituellement, les entreprises cherchent à atteindre une position dominante sur le marché à l'aide d'avantages compétitifs et se retrouvent à trouver un équilibre entre la performance et le coût de leurs produits et services.

L'approche employée par Kim et Mauborgne dans la Stratégie Océan Bleu consista à analyser l'origine et les conditions nécessaires à la réalisation de grandes réussites en termes d' « innovation-valeur », c'est-à-dire permettant d'augmenter considérablement la valeur d'une offre commerciale, tant pour l'acheteur que pour l'entreprise et qui permet de mettre la concurrence « hors-jeu » en créant un nouvel espace stratégique non disputé (ou « Océans Bleus » par opposition aux « Océans Rouges » dans lesquels évoluent les concurrents). De ce point de vue, la BOS se rapproche du raisonnement de la TRIZ, en ceci que ces deux approches refusent les compromis (respectivement d'origine technique chez la TRIZ et économique chez la BOS) et considèrent que c'est en les surmontant que l'on innove.

La mise en phase des efforts d'innovation de l'entreprise avec ses impératifs en matière d'utilité, de prix et de coûts est alors critique. Ce sont ces éléments qui caractérisent et qui différencient l'innovation-valeur de l'innovation technologique et du défrichage de marchés (W. C. Kim & Mauborgne 2005).



**Figure 44 : L'innovation-valeur, une notion clé de la BOS**

Une étude menée par les auteurs sur 108 entreprises a permis de montrer tout à la fois la difficulté et la rareté liées à la création d'océans bleus (seulement 14% des lancements d'activités dans les entreprises), mais également les bénéfices que les entreprises peuvent en tirer (ces activités participeraient pour 38% au chiffre d'affaire et pour 61% aux bénéfices de ces mêmes entreprises) (W. C. Kim & Mauborgne 2005).

A l'issue de leurs analyses, ils proposent une théorie composée d'une démarche, d'outils et de notions propres permettant de reproduire de telles réussites. L'utilisation de cette théorie aurait en effet l'intérêt de remettre l'approche du marché au cœur de la problématique d'innovation, la TRIZ n'étant pas, du moins dans sa version classique, une théorie portée sur l'aspect marché de l'innovation. En effet, son étude des systèmes techniques tend à considérer ceux-ci comme évoluant de façon continue et non pas à la

suite d'opportunités identifiées sur le marché (pourtant sources de grande valeur ajoutée pour les entreprises).

Sur un point, ces démarches se ressemblent : leurs inventeurs cherchèrent à déterminer et caractériser l'innovation pour la systématiser. Altschuller a pris le parti de s'intéresser à l'inventeur et utilisa les brevets d'invention et la démarche inventive pour construire sa théorie qui sert notamment à décrire l'évolution de plateformes produits, tandis que Kim et Mauborgne ont basé leurs analyses sur les succès constatés sur le marché et la satisfaction des besoins des utilisateurs. Cette similarité, malgré une divergence sur l'objet d'étude, attire également notre attention ; une innovation fructueuse étant le produit de la rencontre entre un produit ou un service nouveau et un marché. Cette dernière analyse permet également d'imaginer des passerelles entre ces théories permettant de les enrichir. C'est pourquoi, après avoir évalué leur potentiel en termes de capacité d'innovation, nous nous intéresserons à ces passerelles potentielles et évaluerons lors des expérimentations, non seulement l'apport réel de ces théories, mais également l'apport de leur combinaison.

On peut considérer que la TRIZ vient de l'analyse empirique du processus inventif alors que la BOS trouve son origine dans l'étude empirique du succès commercial. Ce constat nous amène à penser que la BOS dispose, comme la TRIZ, d'un potentiel d'amélioration des performances d'innovation.

#### **4.6.3 Un aperçu des notions et outils de la stratégie Océan Bleu**

Dans cette partie, nous exposons les notions et outils de la BOS. Ces quelques explications sont nécessaires à la compréhension de l'évaluation du potentiel de cette approche, dont les résultats doivent permettre de constater l'apport de la BOS vis-à-vis de notre problématique.

##### **4.6.3.1 Mettre hors jeu la concurrence**

Cette stratégie repose plus sur l'analyse des clients de l'entreprise (et non-clients) que sur celle de la concurrence (ce qui est habituellement le cas).

Les océans rouges (espaces de concurrence habituels) sont caractérisés par leur délimitation qui reprend celle de l'espace stratégique existant, où chaque acteur cherche à l'emporter sur la concurrence en exploitant une demande existante et où il est tacitement accepté d'adresser cette demande en réalisant un arbitrage entre la valeur du produit ou du service proposé et la domination par les coûts.

Les océans bleus, quant à eux, se caractérisent par la création d'un espace stratégique nouveau, dans lequel la concurrence est mise « hors jeu », car l'on sort de l'arbitrage entre valeur et domination par les coûts. Dans ces espaces, une demande nouvelle est créée et conquise.

La Stratégie Océan Bleu telle que présentée par Kim & Mauborgne, constitue une approche disposant d'outils et d'un processus d'application. Celle-ci propose par exemple de s'intéresser aux « non-clients », cette population qui est sur le point d'arrêter d'acheter vos produits ou qui a inconsciemment ou délibérément choisi de se tourner vers la concurrence ou vers des offres alternatives. Un exemple de réussite

commerciale dans l'atteinte de cette population est caractérisé par la console de jeux vidéo Wii vendue par Nintendo. L'entreprise s'est adressée, pour la première fois avec ce produit, non plus uniquement à des joueurs réguliers (appelés « hard-core gamers ») comme leurs concurrents, mais également aux joueurs occasionnels (ou « casual gamers ») sans distinction d'âge, de sexe ou de culture (O'Gorman 2008).

Stratégie Océan Rouge	Stratégie Océan Bleu (BOS)
Agir au sein de l'espace stratégique existant	Créer un espace stratégique nouveau
L'emporter sur la concurrence	Mettre la concurrence hors jeu
Exploiter la demande existante	Créer et conquérir une demande nouvelle
Accepter l'arbitrage entre valeur et domination par les coûts	Sortir de l'arbitrage entre valeur et domination par les coûts

Tableau 12 : Paradigmes de la Stratégie Océan Bleu (BOS)

#### 4.6.3.2 Les canevas stratégiques

Comme nous l'avons vu, la démarche, les outils et les concepts proposés par Kim & Mauborgne doivent permettre d'éviter les océans rouges de compétition en créant des océans bleus de marchés non disputés.

Les outils les plus marquants de la BOS reposent sur l'analyse de la valeur du produit ou du service. Le canevas stratégique est le cadre conceptuel utilisé pour résumer des idées et pour entreprendre une action stratégique réussie. Il permet d'évaluer et d'analyser la valeur d'une offre en la comparant aux offres existantes.

Cette visualisation permet l'application de la grille des quatre actions. Il s'agit de :

- détecter les critères à **atténuer** par rapport au niveau jugé normal dans le secteur
- détecter les critères à **créer** et jusque-là négligés par le secteur
- détecter les critères à **renforcer** bien au-delà du niveau jugé normal du secteur
- détecter les critères à **exclure** et jusque-là acceptés sans réflexion par les acteurs du secteur

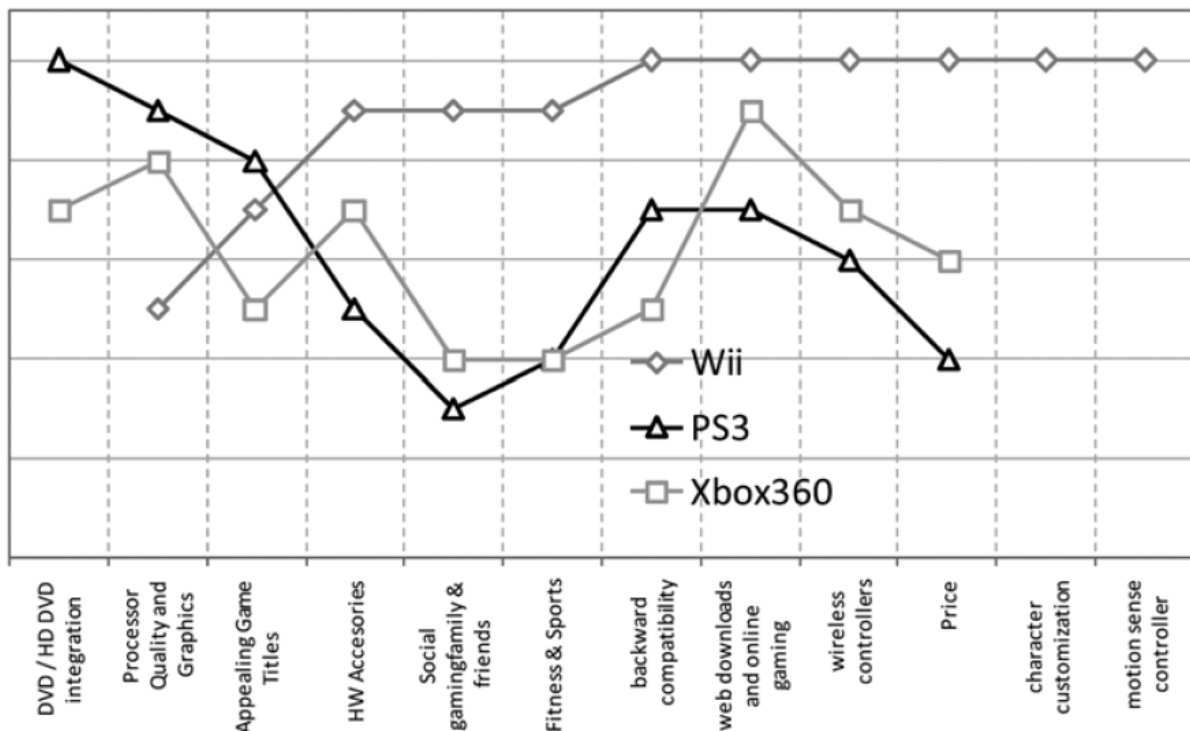


Figure 45 : Canevas stratégique de la console de jeux vidéo Wii (O’Gorman 2008)

Ces actions permettent la création d’une nouvelle courbe de valeur qui doit refléter une bonne stratégie, caractérisée par :

- sa focalisation : éviter de se disperser entre tous les critères clés de concurrence traditionnels
- sa divergence : choisir des voies alternatives au lieu de confronter ses pratiques à celles de ses concurrents directs
- son slogan percutant : qui pourrait être dans le cas de la Wii (d’après les propos du PDG de Nintendo) : « Alors que certains mettent leur argent dans un écran, nous avons décidé de mettre le notre dans l’expérience de jeu » (O’Gorman 2008).

Enfin la BOS dispose d’un processus de validation d’une nouvelle idée d’offre commerciale et d’élaboration de la stratégie (aussi appelé « séquençement stratégique »). Celui-ci repose sur les étapes suivantes (une fois que l’idée à évaluer est disponible) :

- Contrôle de l’utilité
- Etablissement du prix stratégique
- Etablissement du coût cible
- Vérification de l’adoption

Cette approche indique explicitement des champs d’investigation qui peuvent servir de support à la génération d’idées.

Parmi ces champs d’investigation, on retiendra 6 points de réflexion :

- Explorer les solutions alternatives présentes sur le marché
- Explorer les différents groupes stratégiques du secteur
- Explorer la chaîne des acheteurs-utilisateurs
- Explorer les produits et services complémentaires
- Explorer le contenu fonctionnel et émotionnel du secteur
- Explorer le temps par projection des grandes tendances

Cependant, la difficulté dans l'application de cette approche réside dans le fait que la plupart des outils de la BOS sont des outils d'analyse, de formalisation et de communication, mais n'ont pas vocation directe à permettre la génération de nouveaux concepts.

#### 4.6.4 Synthèse

L'intérêt de cette hypothèse réside dans la très forte orientation client de l'approche qui repose sur une étude des meilleures pratiques constatées et qui a de ce fait un écho dans le milieu industriel.

Dans cette section, nous avons identifié que la TRIZ, qui présente des lacunes dans la garantie du succès commercial d'une invention, semblait pouvoir être épaulée par la Stratégie Océan Bleu (BOS). Nous pensons donc que la Stratégie Océan Bleu (BOS) constitue une hypothèse complémentaire (avec la TRIZ) valable pour la résolution de la problématique. Il reste cependant un certain nombre de questions en suspens. Il convient dans un premier temps de vérifier la nature exacte de l'apport de la BOS et en particulier de vérifier son potentiel vis-à-vis de la capacité d'innovation (en utilisant le même modèle d'évaluation que celui appliqué à la TRIZ), puis il conviendra d'établir la validité et le potentiel et les interactions d'une mise en œuvre conjointe de la TRIZ et la BOS.

#### 4.7 Seconde hypothèse : La Stratégie Océan Bleu comme voie de solution (H2)

Dans cette partie, nous allons analyser le contenu de l'hypothèse représentée par le choix de la BOS comme complément à la TRIZ. Nous allons caractériser cette hypothèse en décomposant l'évaluation du potentiel de la BOS grâce au modèle d'évaluation de la maturité de Bürgin, conformément à ce qui a déjà été fait avec la TRIZ.

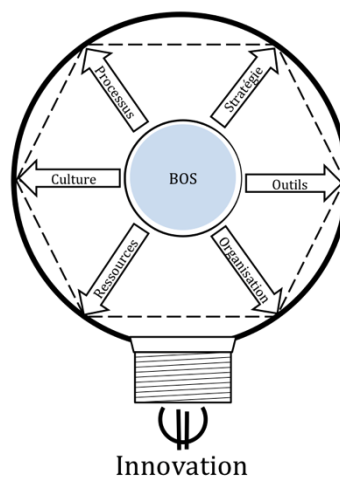


Figure 46 : Illustration de l'hypothèse H2

#### 4.7.1 Détermination du potentiel d'optimisation de l'innovation de la BOS

##### Stratégie

La BOS permet la validation de la stratégie d'une entreprise en s'intéressant à sa pertinence de sa vision. Pour ce faire, elle doit remplir 3 conditions : diverger de celle de ses concurrents, être focalisée sur son objectif et elle doit pouvoir se résumer à un slogan percutant, clé de sa compréhension, de sa communication et de son bien-fondé. La BOS pousse à l'alignement de toute la chaîne hiérarchique sur les axes définis par la stratégie.

De plus, l'utilisation des canevas stratégiques et des slogans percutants à des fins de communication peut amener à des concours réguliers de canevas stratégiques dans le but de promouvoir certains développements de produits ou d'améliorer la communication de la vision stratégique via les slogans. Il est également envisageable de construire la stratégie technologique par l'observation des grandes tendances du secteur (piste n°6).

La stratégie commerciale est particulièrement épaulée dans sa construction et son déploiement par la BOS. On retiendra à cette fin l'analyse des clients, des non-clients, ainsi que de la chaîne d'acquisition des produits et des services. De plus, un processus d'appropriation en plusieurs étapes est suggéré dans cette méthodologie.

1. Eveil visuel	2. Exploration visuelle	3. Concours des canevas stratégiques	4. Communication visuelle
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Comparer votre entreprise à ses rivales en dessinant le canevas de votre stratégie existante</li> <li>→ Identifier les points à changer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Aller sur le terrain pour explorer les six pistes conduisant à la création d'océans bleus</li> <li>→ Noter les avantages particuliers d'offres alternatives de produits ou de services</li> <li>→ Identifier les critères à exclure, à créer ou à modifier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dessiner le canevas de votre stratégie à venir sur la base de vos recherches sur le terrain</li> <li>→ Sonder vos clients, les clients de vos concurrents et les non-clients sur d'autres canevas possibles</li> <li>→ Profiter des opinions recueillies pour mettre au point la stratégie optimale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Diffuser une feuille unique mettant en regard vos deux profils stratégiques : avant et après</li> <li>→ Réserver votre soutien aux projets ou aux actions opérationnelles qui permettent de resserrer l'écart entre les deux et donc de réaliser la nouvelle stratégie</li> </ul>

Figure 47 : Les quatre étapes de la visualisation stratégique (W. C. Kim & Mauborgne 2005)

##### Organisation

Afin de proposer des offres commerciales pertinentes, la BOS insiste sur la nécessité de connaître sa chaîne d'acquisition (explicitée dans la piste n°3 de redéfinition des marchés), ses clients, mais également ses non-clients. Ces derniers sont soit d'anciens clients ayant quitté l'offre en question ou sur le point de le faire, ou encore qui ont

délibérément choisi une offre alternative (antis), ou enfin qui font partie d'un domaine actuellement délaissé par les offres actuelles. Il est nécessaire de fréquenter et de connaître ces différentes populations, pour proposer une offre susceptible de dépasser les segments conventionnels, ce qui peut être fait en se mettant à leur place et en allant sur le terrain. Cette attitude permet d'adopter une bonne orientation client, ce qui est une caractéristique forte de la BOS.

De plus, la BOS dispose de concepts et d'outils suffisamment simples pour devenir des vecteurs de communication et de motivation dans l'entreprise. Les organisations souhaitant formaliser leur orientation vers l'innovation peuvent donc en bénéficier.

### Processus

La BOS permet une planification détaillée de l'introduction sur le marché et son intégration dans le processus de conception par l'exploration de la chaîne d'acheteurs.

L'exploration du terrain et de sources d'informations et d'opportunités telles que les besoins des non-clients fournit des ingrédients clés pour l'analyse du besoin et à la génération d'idées nouvelles. De plus, les canevas stratégiques constituent un outil intéressant pour le tri d'idées et de concepts. Ceux-ci permettent de visualiser, selon les critères pertinents pour les clients, le concept qui servira le mieux une stratégie pertinente, c'est-à-dire focalisée et divergente de la concurrence. Une telle stratégie est, selon la BOS, un prérequis du succès commercial. Enfin, la formalisation d'un processus outillé (appelé « séquençement stratégique ») donne une composante méthodologique et fournit une robustesse supplémentaire à la mise en œuvre de la BOS.

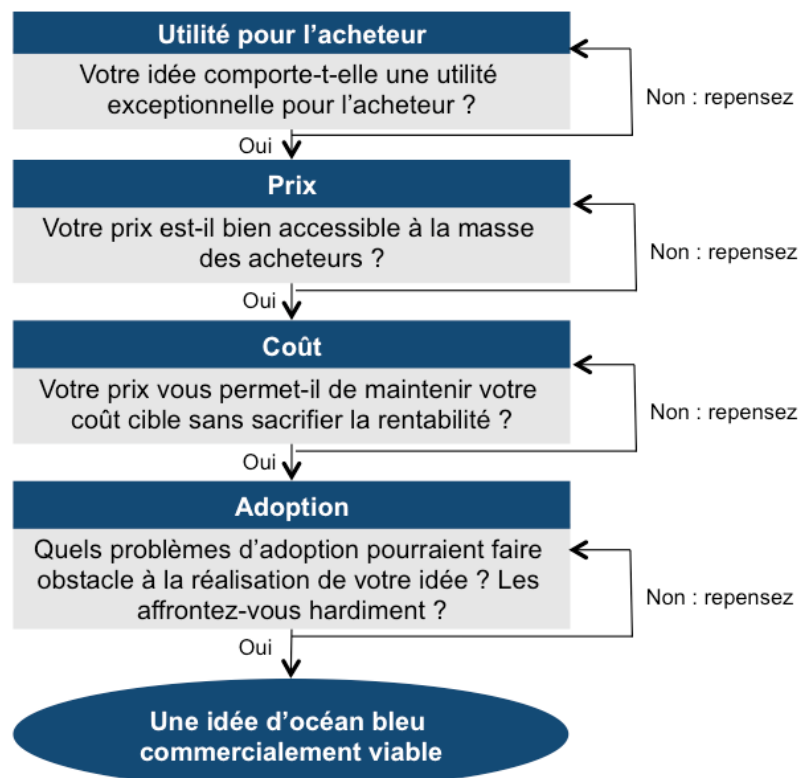


Figure 48 : Le séquençement stratégique d'une stratégie océan bleu (W. C. Kim & Mauborgne 2005)



Cependant, certaines des composantes et des étapes clés du processus d'innovation ne sont pas développées dans la BOS. En effet, les attributs des offres commerciales considérées ne permettent pas de définir directement les particularités techniques ou organisationnelles que le client ne perçoit pas : le canevas stratégique ne s'intéresse par exemple pas aux moyens (techniques, humains ou organisationnels) mis en œuvre pour rendre disponible une offre commerciale. De plus, il n'est pas fourni d'indications sur le procédé de recherche ou de découverte d'idées pouvant offrir la différenciation recherchée. Il n'est pas expliqué comment générer une idée innovante.

La BOS est donc bien moins moteur que la TRIZ dans la phase de génération d'idées. Nous considérons plus la BOS pour sa pertinence dans la formalisation et l'évaluation d'une stratégie commerciale.

### Ressources

La BOS, par sa prise en compte de la focalisation et de l'alignement, permet de formaliser la mise en œuvre de ressources. Il apparaît, en effet, comme nécessaire de lâcher prise sur les ressources mobilisées pour les attributs (d'un produit ou d'un service) qui ne sont pas suffisamment appréciés par le client. La réallocation de ces ressources doit permettre la mise en œuvre d'une stratégie de commercialisation divergente de la concurrence. De plus, l'exploration du temps par projection des grandes tendances (piste n°6) permet d'appréhender une partie des ressources technologiques qui seront nécessaires à cette mise en œuvre.

### Outils

Les outils de la BOS sont essentiellement analytiques. Ils permettent de guider une réflexion stratégique et constituent de bons outils de communication. On retiendra en particulier la réalisation et le partage de canevas stratégiques ainsi que la formalisation d'une stratégie pertinente pourvue d'un slogan percutant, prompt à marquer les esprits et véhiculer un message compréhensible et étayé.

Cependant, les pistes pour redessiner les frontières entre les marchés mises à part, la BOS ne met pas à dispositions de préconisations concrètes utilisables pour trouver des idées nouvelles. Ces pistes ne sont, en outre, que des indications générales et ne peuvent pas être considérées comme des outils de résolution. On peut dès lors se retrouver frustrer en se demandant d'où peut venir l'idée innovante qui sera à l'origine de la création d'un océan bleu.

### Culture

L'élément le plus marquant de la BOS d'un point de vue culturel est certainement cette prise en compte poussée du client et des non-clients. En effet, on peut imaginer l'impact que peut avoir, sur des cadres dirigeants qui peuvent parfois perdre les liens avec le terrain, la confrontation à des clients mécontents de leur offre commerciale (qui sont l'une des catégories de non-clients).

La mise en œuvre d'une stratégie claire, imagée et évocatrice pour l'ensemble d'une organisation est également un élément stimulant pour la création d'une culture d'entreprise favorable à l'innovation. L'établissement et la progression vers un tel cap sont épaulés par des concepts tels que le management équitable et le management par le point de bascule. Ces éléments doivent permettre de désarmer les résistances à l'innovation tout en favorisant la critique constructive.

## Synthèse

Les tableaux suivants présentent l'évaluation de la BOS du point de vue de son apport à la capacité d'innovation d'une entreprise. Il s'agit de la caractérisation de l'hypothèse H2, qui considère que la BOS est une alternative à la TRIZ pour l'amélioration du potentiel d'innovation.

Modules d'évaluation du modèle de Bürgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		
				<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span style="background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; padding: 2px;">Points forts hypothétiques de BOS</span> <span style="background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; padding: 2px;">Faiblesses hypothétiques de BOS à combler</span> </div>			

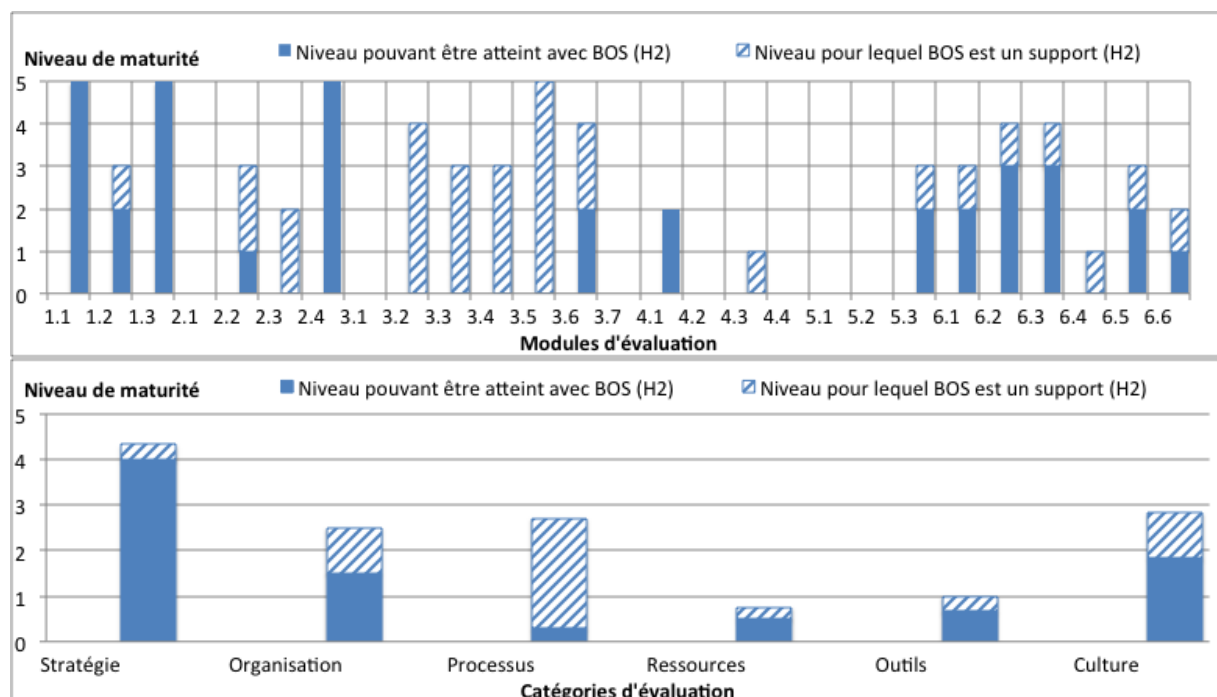


Figure 49 : Potentiel de la BOS vis-à-vis de la capacité d'innovation d'une entreprise

La BOS se présente comme une approche analytique intéressante. Elle semble disposer d'outils et de notions capables d'aider à l'évaluation ainsi qu'à la mise en place d'approches commerciales nouvelles ou non conventionnelles. Cependant, la BOS semble manquer de moyens systématiques permettant la conception de produits et services nouveaux dont elle fait pourtant l'éloge (Borgianni et al. 2011). Seules des pistes de solution générales y sont abordées et aucune vision prescriptive claire n'est proposée. En somme, il s'agit d'un bon outils d'analyse, qui peut expliquer des succès commerciaux de façon rétrospective, mais difficile à utiliser pour de la génération d'idées. De plus, une orientation exclusive vers le client peut faire perdre de vue des opportunités d'invention dans les activités internes de l'entreprise.

La BOS présente également un risque dans le cas d'une utilisation aveugle. En effet, l'application vigoureuse d'une stratégie focalisée et différenciée peut, dans le cas où des aspects importants auraient été omis ou négligés, se révéler dévastatrice pour l'entreprise. Enfin, la question de la façon avec laquelle on obtient une idée réellement novatrice, celle qui permettra à l'entreprise de réaliser ce saut de valeur qui la mettra à l'abri de la concurrence frontale, reste entière avec la BOS.

#### 4.8 Troisième hypothèse : une solution optimale combinant la TRIZ et la BOS (H3)

Dans les deux parties précédentes, nous avons montré que deux approches différentes de l'innovation, la TRIZ et la BOS, présentaient un potentiel consistant d'amélioration des performances d'innovation d'une entreprise. Cependant, chacune d'entre elles présente des faiblesses nuisibles à la réussite de l'innovation. Pour la TRIZ, il s'agit de l'abstraction faite du marché pourtant indispensable à la réussite d'une idée nouvelle. Pour la BOS, c'est l'absence de caractéristiques réellement prescriptives qui fait défaut.

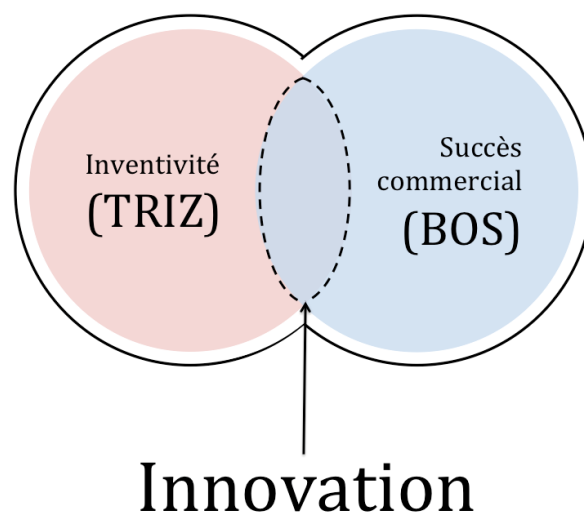
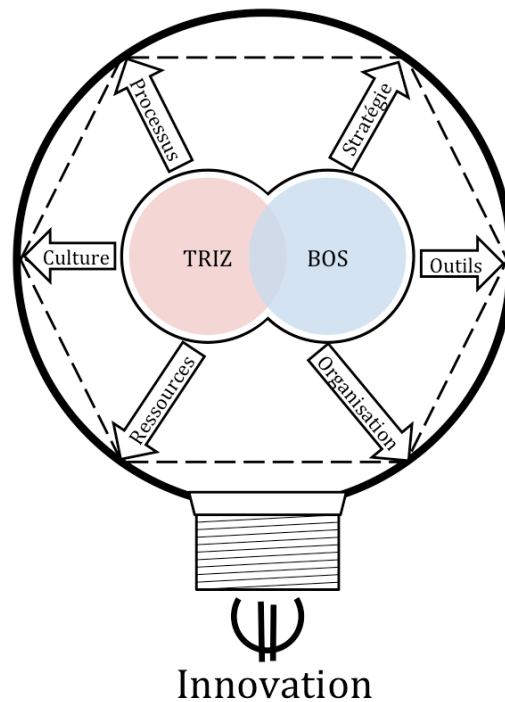


Figure 50 : Recherche de l'innovation avec l'utilisation conjointe de la TRIZ et la BOS

##### 4.8.1 Combinaison macroscopique des approches

En outre, nous avons montré précédemment que la BOS permet d'obtenir une approche tactique du marché et de s'assurer du succès commercial des inventions qui pourraient provenir d'une application de la TRIZ. Nous pensons que la combinaison de ces deux

approches présente des bénéfices supplémentaires, que nous analyserons dans cette partie. Notons que ces bénéfices potentiels sont de nouvelles hypothèses, dont nous allons évaluer la portée, qui sera ensuite vérifiée lors des expérimentations en milieu industriel.

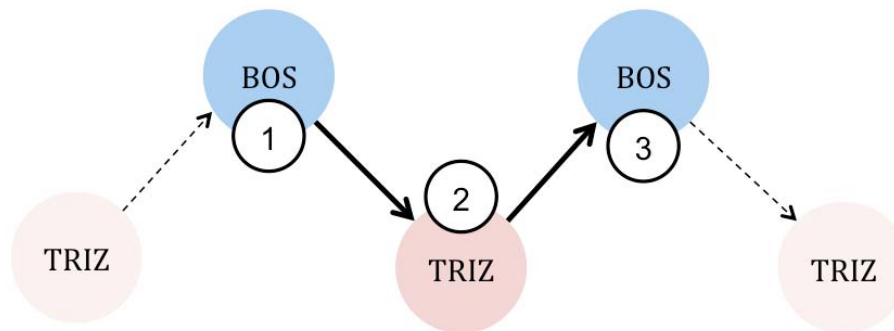


**Figure 51 : Recherche de l'innovation avec l'utilisation conjointe de la TRIZ et de la BOS**

Certains auteurs se sont déjà intéressés à la comparaison de la TRIZ et de la BOS, dans l'optique, notamment d'identifier des lignes directrices prescriptives précises dans la BOS à partir d'analyses statistiques (Borgianni et al. 2011), pour remédier en particulier à la tournure parfois uniquement analytique que peut prendre la BOS. Au fond, cette démarche que l'on peut qualifier d'empiriste, revient à vouloir constituer des outils de résolution de problèmes sur une base de cas de succès commerciaux, comme la TRIZ a pu se construire dans la description empirique de la résolution de problèmes inventifs en utilisant une base de brevet.

Notre approche est différente car elle consiste à considérer que des constituants forts de la TRIZ peuvent jouer ce rôle de génération de solutions à des problèmes inventifs, dont l'origine peut venir de l'analyse d'un marché (que la BOS est à même de conduire à bien) et dont les productions (qui sont des idées de degrés d'inventivité divers) peuvent être à nouveau évaluées par les outils et notions de la BOS.

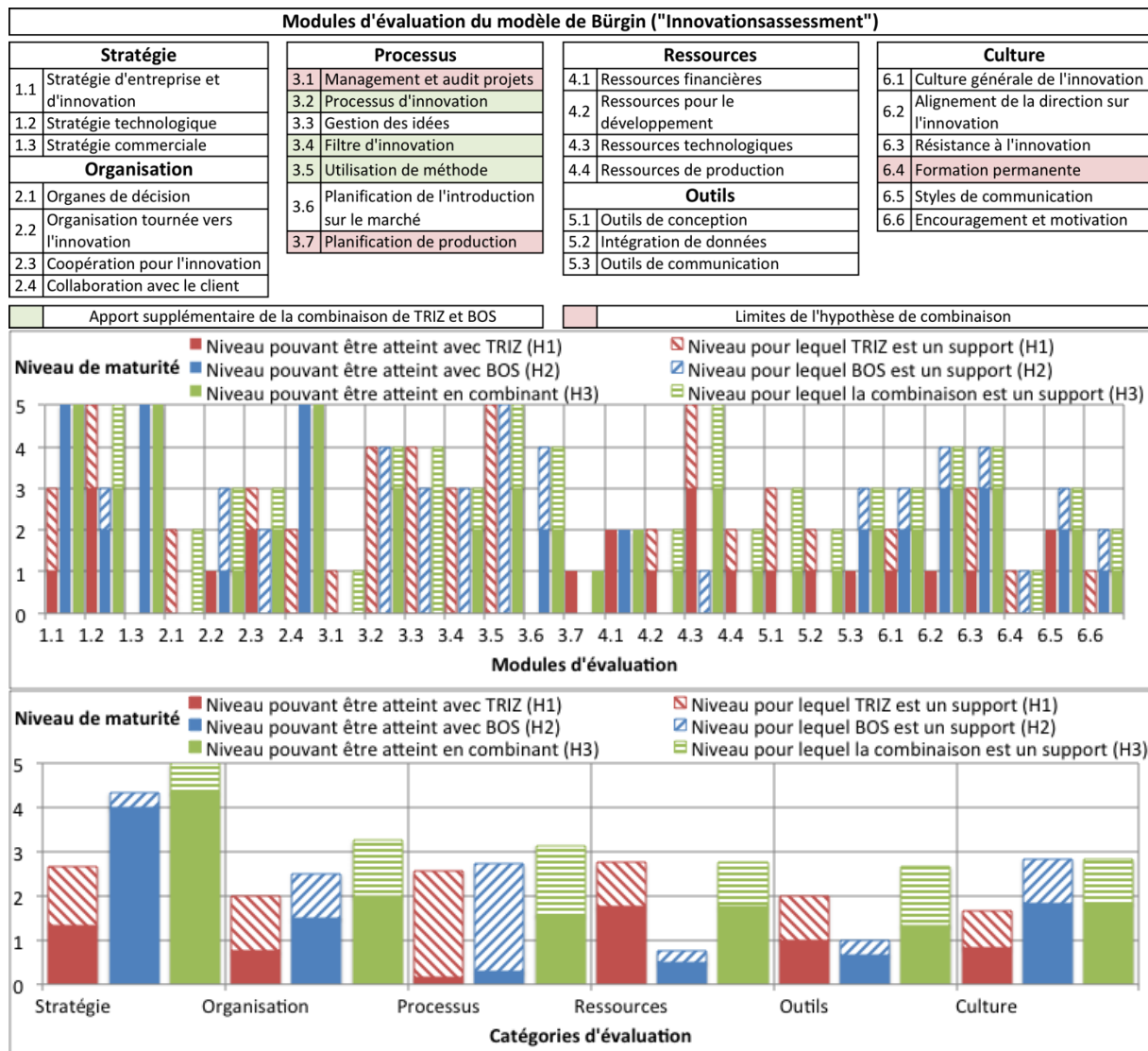
On pourrait considérer que la combinaison de la TRIZ et la BOS n'est pas réalisable car ces approches sont initialement antagonistes : l'une prétend que les artefacts émergent en accord avec des lois et l'autre, que ces artefacts sont la réponse à une demande du marché. Or c'est justement cette combinaison entre une approche capable d'étudier et d'évaluer les problématiques du marché et une autre capable de les résoudre techniquement qui fait la force de cette combinaison. Cette vision est illustrée par la figure ci-dessous.



**Figure 52 : Enchaînement des logiques de la TRIZ et de la BOS dans une démarche d'innovation :**  
**1. Proposer une nouvelle courbe de valeur : identifier les problématiques issues du marché.**  
**2. Résolution des contradictions et génération de nouveaux concepts inventifs.**  
**3. Evaluation du potentiel marché des concepts et création d'une nouvelle courbe de valeur.**

L'identification des problématiques du marché est un point faible pour la TRIZ, la BOS vient en apporter des clés de lecture et oriente la recherche de solution (1). La BOS n'a pas une réelle portée prescriptive et ne dispose pas d'outils robustes pour la résolution des contradictions qu'elle fait émerger, en revanche, la TRIZ permet de les traduire en modèles de problèmes qui peuvent être résolus de façon à générer des idées analysables par la BOS (2). La TRIZ ne dispose pas d'outils suffisamment puissants pour s'assurer du potentiel marché des concepts générés et préparer leur commercialisation, la BOS apporte ces critères d'évaluation et permet de valider l'amélioration apportée par les nouvelles idées, dans le but de s'assurer du succès commercial d'une idée nouvelle (3). On peut facilement imaginer un enchaînement continu de ces approches.

Les graphes d'évaluation suivants reprennent les analyses précédentes de la TRIZ (H1) et de la BOS (H2) dans le but de comparer leurs caractéristiques et d'identifier le potentiel d'une combinaison (H3).



**Figure 53 : Synthèse de l'évaluation du potentiel de la combinaison de la TRIZ et de la BOS**

Dans la plupart des modules d'évaluation, l'utilisation combinée de la TRIZ et de la BOS (H3) amène à obtenir le résultat le plus élevé des deux évaluations individuelles (H1 ou H2). Cependant, pour quelques modules, cette combinaison apporte une valeur supplémentaire lorsqu'elle fournit des éléments nécessaires au franchissement d'un niveau qui ne pouvait pas être atteint préalablement pas la TRIZ ou la BOS seule. C'est notamment le cas pour le module 3.2, lié au processus d'innovation. En effet, les composantes liées à l'appréhension du marché (avec la BOS) et de la résolution de problème inventif (avec la TRIZ) permet à la fois de prendre conscience des avantages de la structuration du laps de temps de l'idée à l'innovation tout en créant un modèle de processus spécifique élaboré et détaillé. Le module d'évaluation 3.4, concernant les filtres d'innovation, tire également parti de cette combinaison car elle permet d'établir des règles et une méthodologie de filtre des idées comprenant des critères beaucoup plus exhaustifs que précédemment. Enfin, le module 3.5, qui évalue l'utilisation de méthode, bénéficie d'un processus entièrement outillé et d'une méthodologie globale.

Nous pouvons constater qu'une combinaison de la TRIZ et la BOS (H3) ne permet pas d'atteindre un niveau maximal (sur un total de 5) sur l'ensemble des modules d'évaluation.

#### 4.8.2 Limites attendues

Une fois l'évaluation de la TRIZ et de la BOS réalisée, nous percevons que le potentiel de ces théories n'est pas suffisant pour couvrir la totalité des critères évalués dans chaque module. Cela signifie que la combinaison de ces théories ne permettra pas à elle seule à une entreprise d'atteindre l'excellence en matière d'innovation. Les points faibles restants devront être couverts dans la conception de l'organisation à mettre en place dans le cadre des expérimentations. Ils pourraient éventuellement faire l'objet de l'introduction d'outils ou de méthodes supplémentaires.

Les éléments pas ou peu couverts par la portée de la TRIZ et de la BOS correspondent aux modules :

- « Management et audit de projets » (module 3.1)
- « Planification de production » (module 3.7)
- « Formation permanente » (module 6.4)

Notons cependant que ces lacunes semblent pouvoir être amoindries avec l'application des pratiques de la gestion de projet (pour le module 3.1), la mise en œuvre d'une méthode de conception permettant la prise en compte en amont des problématiques de la production, telle que la DFMA (Design For Manufacturing and Assembly) (pour le module 3.7), et enfin la mise en adéquation des besoins en ressources avec un plan de formation (pour le module 6.4).

#### 4.8.3 Combinaison des outils et notions

Au delà de l'aspect macroscopique de l'association des deux approches, nous pensons que les méthodes et outils qui constituent chacune d'elles disposent d'un potentiel combinatoire important. Nous proposons que ces combinaisons méthodologiques nouvelles améliorent à leur tour les performances d'innovation.

Dans la suite, nous analysons les éléments issus d'outils ou de notions dans la TRIZ et la BOS présentant des similarités et qui permettent au concepteur d'aller plus loin s'ils sont appliqués conjointement. Nous porterons également notre attention aux éléments qui ont la particularité de pouvoir être utilisés en séquence pour un résultat plus riche. Toutes ces passerelles entre les deux théories représentent des sous-hypothèses supplémentaires qui seront vérifiées au cours des expérimentations.



#### 4.8.3.1 Par l'utilisation d'équivalence offrant une complémentarité

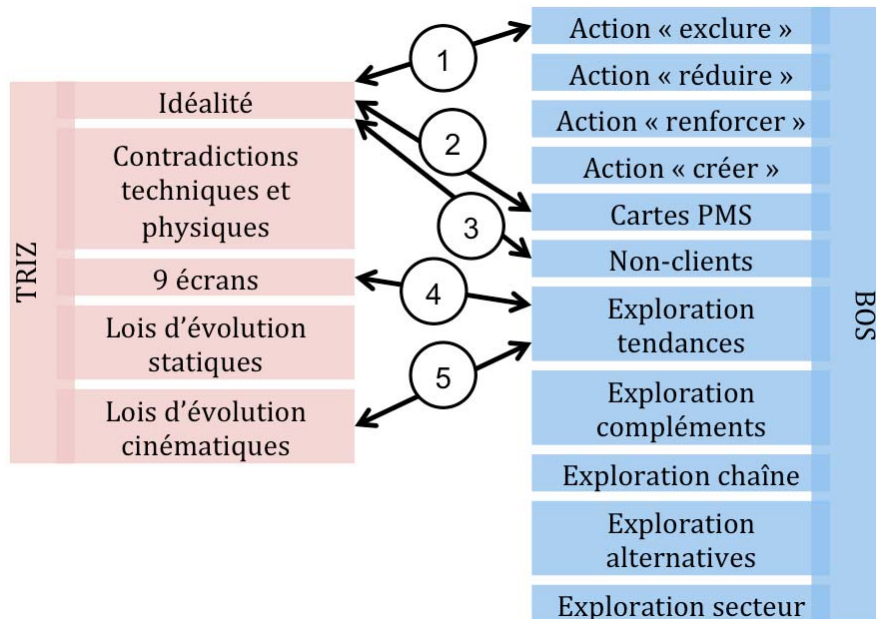


Figure 54 : Equivalences entre les outils de la TRIZ et de la BOS

(1) L'exclusion de caractéristiques sans utilité permet un rapprochement de l'idéal. Si ces caractéristiques persistent, il y a un risque d'éloignement de l'idéal.

(2) Identifier sur la carte PMS (Pionnier – Migrateur – Sédentaire) les positions par rapport à leur idéalité. Ou utiliser l'idéalité pour déterminer qui est P, M ou S.

(3) Ces approches sont complémentaires. Elles présentent toutes deux la notion d'idéalité, l'une vue sous l'angle du marché et l'autre avec l'optique du système technique.

(4) L'outil des 9 écrans repose sur la répétition des évolutions dans le futur, tout comme la piste 6. Ces deux approches peuvent être menées en parallèle, et les 9 écrans sont utiles pour la documentation des informations récoltées.

(5) Les lois d'évolution cinématiques permettent de positionner un système sur son évolution. Cette approche est complémentaire à une analyse des grandes tendances basée sur l'observation d'un grand nombre de systèmes.

#### 4.8.3.2 Par l'utilisation de propriétés permettant de construire de « mini-processus »

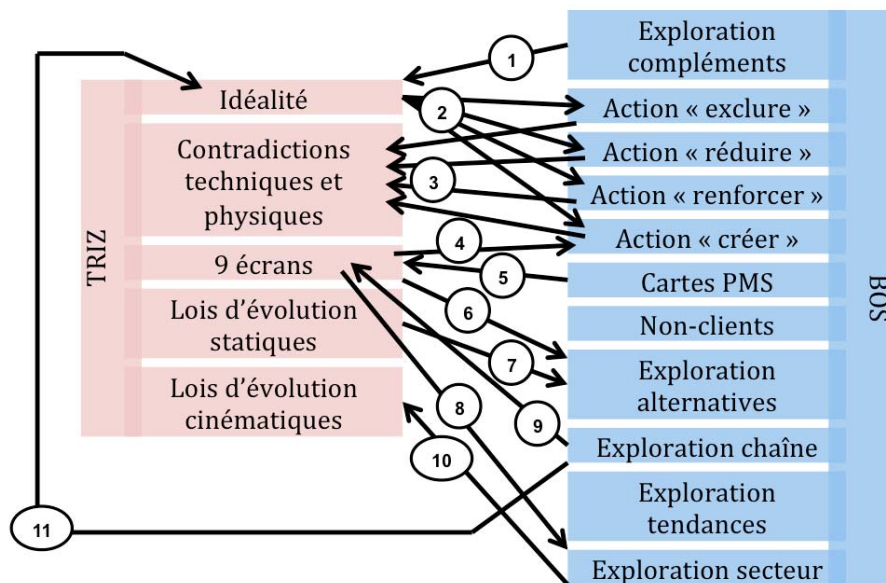


Figure 55 : Association d'outils de la TRIZ et de la BOS

(1) La formulation de l'insatisfaction peut être facilitée par la recherche de produits et services complémentaires, car s'ils existent, c'est que le système a un potentiel d'amélioration. On peut envisager d'agrèger les éléments trouvés comme solutions partielles en un concept global.

(2) L'idéauté donne une indication sur les paramètres à créer ou renforcer. Notamment dans la première phase d'évolution du système où on augmente la fonctionnalité avant de réduire la complexité. L'idéauté donne une indication sur les paramètres à exclure ou réduire. Notamment dans la deuxième phase d'évolution du système où on réduit sa complexité et ses fonctions néfastes.

(3) Utiliser l'action de réduction des caractéristiques non valorisées permet de faire apparaître des compromis si l'action engendre une baisse de performance. Si une caractéristique utile n'est pas déjà forte, il y a peut-être une raison que l'on peut exprimer sous forme de contradiction. La résolution de cette contradiction peut permettre le renforcement. De plus, lors de la création d'une caractéristique, il faut veiller à ne pas s'éloigner de l'idéal.

(4) La partie supérieure (super-système) des 9 écrans traduit l'évolution du cahier des charges du produit et certaines des valeurs qui doivent être créées pour atteindre l'idéal.

(5) Disposer d'une carte PMS est utile lors de l'utilisation des 9 écrans, car l'étude des systèmes « Pionniers » fournit les informations nécessaires à la détection d'une évolution qui se généralisera aux autres. Ces informations peuvent remplacer la notion de super-système (partie supérieure des 9 écrans).

(6) Explorer l'évolution des courbes de valeur sur une base temporelle de type 9 écrans.

(7) Possibilité de représenter les différents systèmes avec les lois statiques (loi de complétude) et de comparer les systèmes avec les autres lois (coordination rythmes et énergie).

(8) La visualisation des 9 écrans permet l'exploration des groupes stratégiques en augmentant la profondeur sur les systèmes et sous-systèmes (évolution des courbes de valeur sur une base temporelle de type 9 écrans).

(9) Les individus de la chaîne peuvent être étudiés pour compléter les évolutions du super-système.

- (10) L'étude du positionnement des groupes stratégiques permet une application facilitée des lois d'évolution cinématiques.
- (11) L'idéalité pourrait être construite en prenant toute la chaîne acheteur – utilisateur.

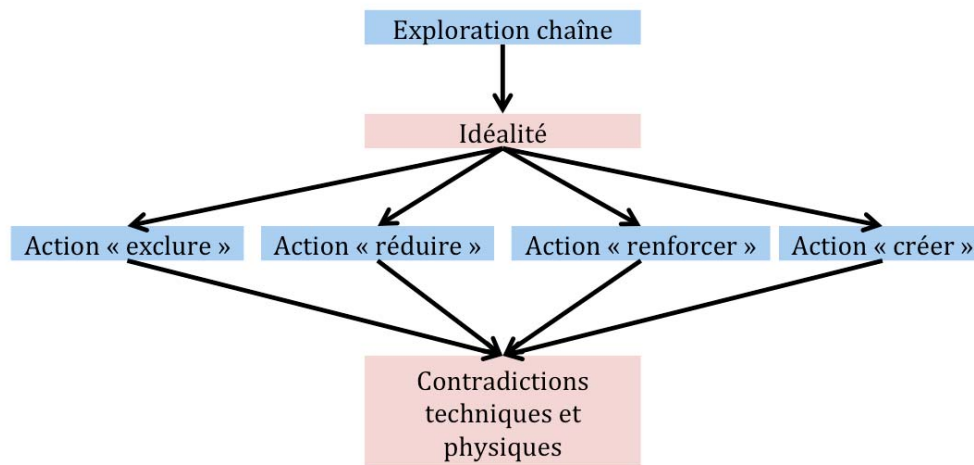


Figure 56 : Exemple de mini-processus issu de l'association d'outils de la TRIZ et de la BOS

#### 4.9 Synthèses sur la problématique rencontrés et les hypothèses de résolution

Jusqu'ici, nous avons établi que pour systématiser l'innovation et en améliorer les résultats, nous devons travailler sur les éléments porteurs de la capacité d'innovation. Nous avons alors rencontré notre problématique : **Comment choisir une théorie ou une méthodologie dans le but d'accroître la capacité d'innovation d'une entreprise ?**

Tour à tour, trois hypothèses de résolution ont été formulées. La première nous a fait considérer la TRIZ comme une approche susceptible de développer la capacité d'innovation (H1). Lors de la caractérisation de cette hypothèse, nous avons réalisé que cette approche présentait des lacunes dans sa considération du marché, condition pourtant sine qua none à l'innovation. Nous avons ensuite formulé l'hypothèse selon laquelle la BOS serait une alternative intéressante (H2), mais celle-ci a révélé un manque d'éléments réellement prescriptifs, source d'inventivité, qui est le moteur de l'innovation. Nous avons finalement déterminé qu'une combinaison de la TRIZ et de la BOS était pertinente et réalisable d'un point de vue méthodologique et qu'elle était celle présentant le plus grand potentiel d'amélioration des performances d'innovation (H3). Nous allons à présent tester ces hypothèses en milieu industriel.

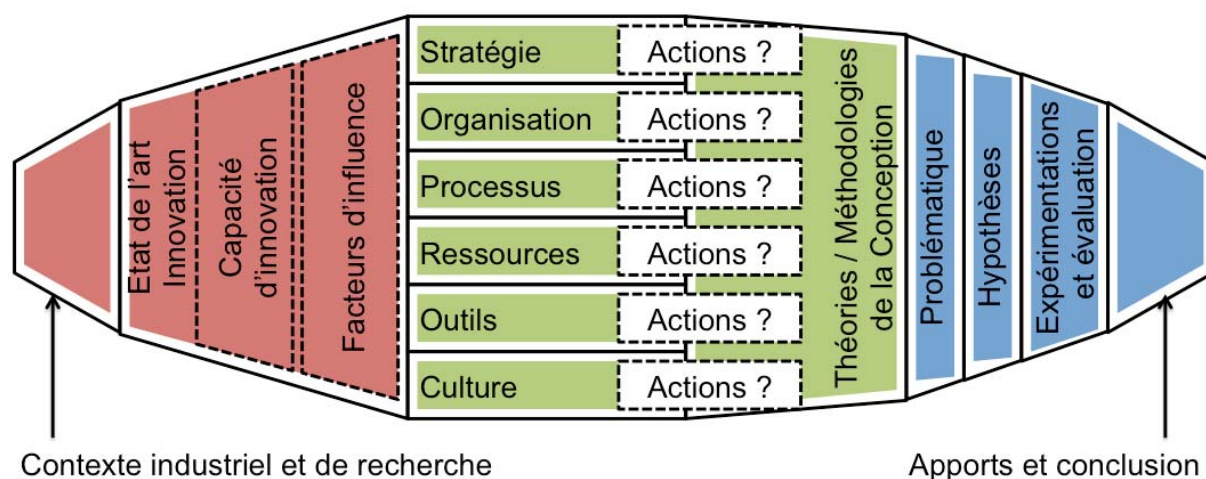


Figure 57 : Plan du mémoire

## 5 Expérimentations

Dans cette partie, nous souhaitons confronter nos hypothèses de résolution de la problématique de recherche avec un cas industriel. Nous cherchons en particulier à confirmer que l'utilisation de la TRIZ (Hypothèse H1), de la BOS (Hypothèse H2) et de leur combinaison (Hypothèse H3) ont un impact positif sur la capacité d'innovation de l'entreprise et que cet impact est conforme à celui prévu dans le cadre de la formulation de ces hypothèses.

Pour ce faire, nous allons évaluer la capacité d'innovation de l'entreprise de façon systématique, avant et après la mise en œuvre d'expérimentations qui seront présentées et dont les résultats seront analysés. Cela nous permettra de caractériser l'apport de chacune des expérimentations, que nous confronterons ensuite à celui attendu.

Notons que cette démarche s'inspire de l'approche de la « recherche action », initialement utilisée dans les sciences sociales et médicales, avant d'être transposée aux systèmes d'information à la fin des années 1990 (Baskerville 1999). Nous retiendrons en particulier son essence composée d'une démarche en deux étapes, une phase de « diagnostic » (XP0 dans notre cas) et une phase « thérapeutique » (XP1, 2, 3 et 4 dans la suite) dans laquelle des changements sont introduits et dont les effets sont étudiés (Blum 1955).

### 5.1 Protocole expérimental

L'expérimentation est marquée par des évaluations de la capacité d'innovation de l'organisation du site de Drancy conformément au modèle proposé et décrit par Bürgin. Il nous fallait premièrement établir le point de départ correspondant au niveau de base de cette capacité au moment du démarrage des travaux de thèse et avant une quelconque expérimentation. Il convenait lors de cette évaluation de vérifier que nous étions en mesure de déterminer une évolution potentielle future de cette capacité. En effet, une capacité d'innovation initialement très élevée aurait pu empêcher l'observation d'améliorations. Puis plusieurs autres sessions d'évaluations prirent place pour détecter les bénéfices de l'utilisation de la TRIZ seule, de la BOS seule et de leur

combinaison. Il a fallu pour ce faire, travailler avec des groupes différents pour certaines de ces expériences pour éviter l'apparition de biais.

Les sujets retenus pour les expérimentations prenaient pour point de départ la technologie de chaudière hybride, telle qu'existante dans sa première version.

Enfin, une dernière évaluation a eu lieu à la fin de la thèse. Celle-ci a un objectif double : valider les apports de la thèse en montrant l'amélioration de la capacité d'innovation due aux actions entreprises et identifier les améliorations dues à des facteurs autres que ceux liés à la thèse pour délimiter clairement l'apport.

Afin de répondre aux objectifs industriels tout en intégrant la démarche et les hypothèses de recherche définies, nous proposons donc comme suit :

- Quelques actions initiales accompagnées d'observations (XP0) permettront, au travers d'une évaluation de la capacité d'innovation du site de Drancy, d'établir le portrait robot de l'organisation au départ de la thèse ainsi que de confirmer l'applicabilité des hypothèses.
- Une mise en œuvre de la TRIZ dans le cadre du projet hybride (XP1), suivie d'une nouvelle évaluation de la capacité d'innovation mettra en évidence l'apport de la TRIZ. Nous confronterons cette nouvelle situation à l'état initial ainsi qu'aux attentes suscitées par l'hypothèse de recherche H1.
- Une mise en œuvre de la Stratégie Océan Bleu (BOS) aura lieu (XP2), avec une équipe différente de celle soumise à l'expérimentation précédente. De même que précédemment, l'apport de la BOS sera étudié.
- Une mise en œuvre conjointe de la TRIZ et de la BOS aura lieu (XP3) pour mettre en évidence les retombées d'une combinaison de ces deux approches.
- Une évaluation de la capacité d'innovation en fin de thèse (XP4) permettra de prendre la mesure des apports supplémentaires éventuels liés à d'autres actions d'amélioration réalisées au sein du site.

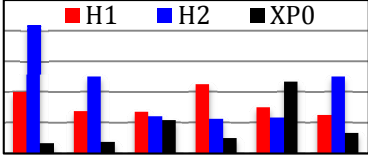
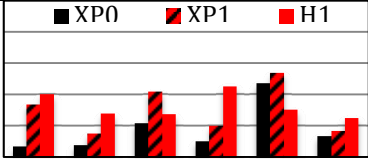
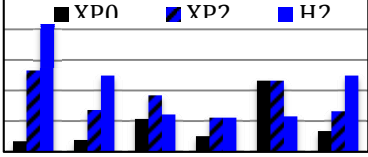
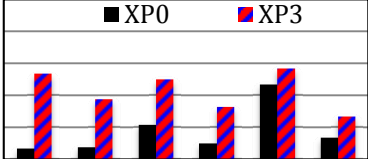
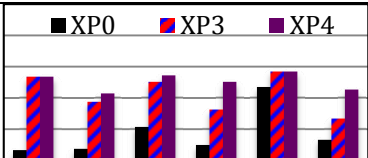
Expérimentation	Evaluation de la maturité (Stratégie, Organisation, Processus, Ressources, Outils et Culture)	Validation hypothèse			
		H0 : cadre	H1 : TRIZ	H2 : BOS	H3 : TRIZ+BOS
XP0 : Validation de l'état initial		¶			
XP1 : Validation du potentiel de la TRIZ		¶	¶		
XP2 : Validation du potentiel de la BOS (réalisée indépendamment de l'XP1)		¶		¶	
XP3 : Validation du potentiel de la combinaison TRIZ+BOS		¶			¶
XP4 : Validation de l'état final (validation des apports provenant de sources autres que la TRIZ et la BOS)		¶			¶

Tableau 13 : Structure des expérimentations pour la validation des hypothèses

## 5.2 Evaluation initiale de la capacité d'innovation (XP0)

### 5.2.1 Objectifs

L'objectif de cette expérimentation initiale est de déterminer le niveau de performance initial (en 2009, au début de la thèse) du système d'innovation de l'entreprise. Cette information est requise pour confirmer la validité de l'entreprise comme terrain expérimental pour la mise en œuvre des hypothèses : présence d'une forte marge de progression sur la maturité d'innovation et pertinence des approches pour l'entreprise. Elle permettra plus tard de mesurer la progression effectuée avant et après la mise en œuvre des expérimentations. Enfin, elle aura pour but de poser le cadre d'évaluation récurrent qui sera utilisé tout au long de la démarche expérimentale.

### 5.2.2 Démarche

La démarche d'évaluation a consisté à utiliser les modèles IIP et celui défini par Bürgin et de les appliquer au système d'innovation constitué du site industriel de Drancy et à considérer, plus généralement, les activités de ce site vis-à-vis de l'innovation.

Le modèle de Bürgin est utilisé pour caractériser l'état initial de la capacité d'innovation, montrer le potentiel de la TRIZ et de la BOS, et identifier les principales faiblesses de l'organisation quant à son potentiel d'innovation. Le modèle IIP permet de mettre en

évidence le positionnement du système d'innovation par rapport à d'autres entreprises et d'identifier les éléments manquants les plus importants (ie. les actions à mettre en œuvre pour augmenter l'efficacité et l'efficience).

Cet état des lieux initial permet également de valider qu'il n'existe pas de barrières organisationnelles pouvant empêcher la création ou l'expansion de la capacité d'innovation. Dans le cadre d'un grand groupe notamment, on pourrait craindre en effet qu'il ne soit pas considéré comme souhaitable qu'une des entités, telle que nous la prenons comme terrain d'expérimentation, procède à cet investissement.

L'étude des indicateurs utilisés par les différents modèles s'est déroulée via la mise en place d'actions à court terme permettant de caractériser le système d'innovation plus finement que par simples observations ou échanges avec les collaborateurs. Cette approche permet également d'analyser les problèmes rencontrés lors des différentes tentatives.

Ces actions ont porté sur différents aspects (comme identifiés par Bürgin) de la capacité d'innovation tels que la stratégie d'innovation, l'organisation, le processus d'innovation, ses ressources, ses outils et la culture d'innovation. Ces actions ont été :

- Un concours d'idées innovantes ;
- La mise en place d'un processus de veille (technologique, commerciale et réglementaire) impliquant à la fois les services marketing et R&D
- La mise en œuvre d'outils de créativité et plus généralement l'étude de l'outillage actuel du processus d'innovation ;
- La participation au comité d'évaluation des suggestions d'amélioration ;
- La création d'un espace de repos permettant une sensibilisation des collaborateurs aux thématiques de l'innovation
- La conduite de phases d'avant projets pour des idées innovantes prometteuses.

### 5.2.3 Actions

#### Action 1 - Concours d'idées innovantes

La première expérimentation que nous considérerons est un concours d'idées innovantes ayant eu lieu dans la première année de la thèse. Les idées récompensées devaient être présentées sous la forme de fiches de concept détaillées décrivant une proposition de produit et/ou de service nouveau chez Bosch Thermotechnology et ayant un potentiel commercial. L'ensemble des idées ont ensuite été collectées par les responsables innovation locaux (un par site) pour être ensuite évaluées dans leur totalité par chacun d'entre eux.

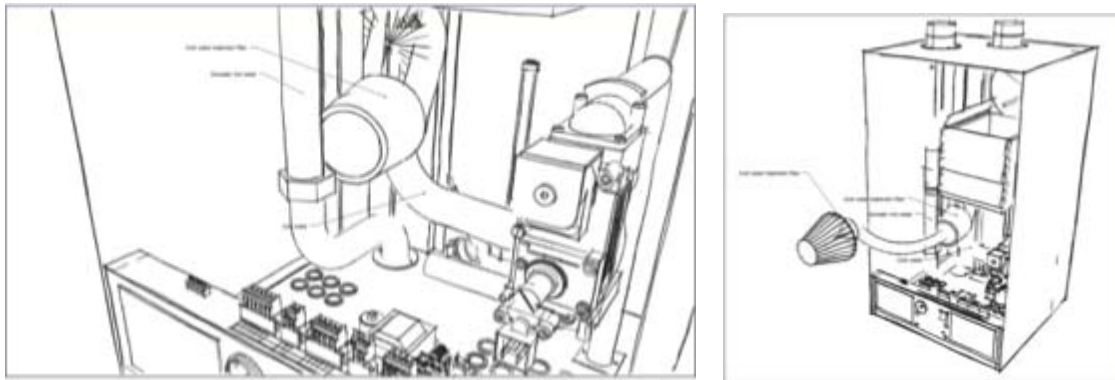
Sur le site de Drancy (lieu d'expérimentation de la thèse), ce concours a fait l'objet d'une session où des outils de créativité ont été utilisés. Les participants faisaient tous partie du service de développement (bureau d'étude + laboratoire d'essai) et l'une des idées soumises a passé toutes les étapes d'évaluation et a fait l'objet d'un prix (voir fig. 56). Ce concours d'innovation, qui a été relayé par des campagnes de communication et d'affichage à l'ensemble des collaborateurs, faisait cependant principalement appel à la soumission d'idées individuelles que chacun avait la possibilité d'envoyer par courrier ou email.



Cette expérimentation nous aura permis d'identifier la nécessité de ressources pour le développement (module d'évaluation 4.2) ainsi que celle des ressources technologiques (module d'évaluation 4.3)

Or la quasi-totalité des idées émises par le site de Drancy ont été récoltées suite à la session organisée, ce qui implique que pratiquement personne sur le site n'a soumis d'idées par un quelconque autre moyen, bien qu'une campagne de communication les y incitait.

De plus, il est à noter qu'un grand nombre d'idées soumises n'ont pas obtenu de notes satisfaisantes en comparaison des autres sites. Les outils de génération utilisés lors du groupe de travail étaient des dérivés du brainstorming, le seul connu des participants. La préparation préalable de cet exercice était également succincte, étant donné que le champ de recherche était complètement ouvert et non nécessairement connecté aux activités ou projets en cours.



**Figure 58 : Idée primée : Filtre intégré à la production d'eau chaude sanitaire**

Cette action d'expérimentation nous permet de montrer, malgré les réserves émises plus haut, qu'il est possible de mettre en œuvre ponctuellement des outils de créativité avec un résultat valorisable. Ceci témoigne de la disposition de la hiérarchie à permettre à des collaborateurs de participer à des activités liées à la construction de la capacité d'innovation sans que celles-ci aient des retombées immédiatement valorisables.

Cependant, cette action a également montré qu'un certain nombre d'éléments de base (selon les modules d'évaluation de Bürgin fournis en annexe) n'étaient pas disponibles, comme :

- une stratégie (en particulier technologique) clairement identifiée – module 1.2
- la gestion d'une base de données ou d'un entonnoir d'idées – module 3.3
- des filtres pour l'évaluation des idées innovantes – module 3.4
- des méthodes permettant de clarifier et de résoudre les problèmes d'innovation – module 3.5

## **Action 2 - Groupe de travail Développement - Marketing**

Notre deuxième expérimentation a porté sur la création d'un groupe de veille technologique. L'objectif était d'étudier comment les services Développement et Marketing pouvaient collaborer pour renforcer l'intégration client dans le développement produit et également nourrir les axes stratégies d'innovation et de

génération d'idées par l'observation de la concurrence et du contexte législatif relatif aux produits.



Figure 59 : Veille technologique

Cette action aura renforcé le lien entre les deux services, mais la charge supplémentaire requise à la préparation des réunions et à une partie du travail de veille n'a pas permis de continuer cette activité de façon régulière, l'investissement étant conséquent devant le bénéfice potentiel. Cette étude n'aura pas permis d'intégrer littéralement le client dans le développement, mais aura montré que le lien entre les services marketing et R&D dispose d'un fort potentiel d'amélioration et accroîtrait la capacité d'innovation, d'où l'importance de favoriser, plus tard, la création d'événement dynamiques multiservices. Ceci permettrait en particulier, au niveau de l'entreprise, de favoriser l'orientation vers l'innovation (module 2.2).

Cependant, de nouveaux éléments de base de la capacité d'innovation apparaissent comme non disponibles. En particulier :

- la mise en œuvre et la déclinaison d'une stratégie commerciale pour l'innovation – module 1.3
- une structure décisionnelle clarifiée pour les aspects marketing et technologiques – module 2.1
- l'intégration de partenaires (fournisseurs, académiques, ...) dans la création d'innovation – module 2.3
- l'intégration du client dans le processus d'innovation – module 2.4
- la planification de l'introduction de l'innovation sur le marché – module 3.6

### Action 3 - Outils et Méthodes du processus d'innovation

L'objectif au cours de cette analyse aura été de valider l'acquis concernant les outils et méthodes pouvant être intégrées dans le processus d'innovation. La phase d'étude de la faisabilité du projet hybride a été considérée. Ce type de projet (de faisabilité), devenu officiel pour la première fois, a permis de montrer que le processus de développement produit (maîtrisé pour la phase aval – Time To Market) peut être étendu aux phases d'étude d'une idée et de validation de sa faisabilité. Il conviendra cependant de détailler par la suite les aménagements à effectuer avec le processus pour améliorer son efficacité et son efficacité. Notamment par l'intégration au plus tôt des différentes compétences utiles au projet et en affinant le choix et l'utilisation des outils et des méthodes.



En résultat, nous avons pu constater que sur une année de fonctionnement (première année de la thèse), seules 2 idées ont concerné une proposition de développement d'un produit ou d'un service nouveau. Toutes les autres visent l'amélioration des activités de l'entreprise (principalement en production). Le fonctionnement du système de suggestion ne prévoit alors pas l'évaluation d'idées innovantes relatives à des produits ou des services et il est même communiqué aux collaborateurs que ce système n'a pas vocation à les recueillir.

Ceci nous renseigne sur la culture générale d'innovation (aspect 6.1), les résistances liées à l'innovation (aspect 6.3) ainsi que l'encouragement et la motivation (aspect 6.6).

#### Action 5 - Espace de communication sur l'innovation

Profitant d'une campagne de communication sur le système de production de Bosch, il a été proposé de créer un espace dédié à la communication sur l'innovation et un autre sur les produits en cours de développement ; l'idée étant de sensibiliser les employés aux améliorations apportés par les nouveaux produits, la cohérence de la démarche de développement et les efforts de l'organisation en matière d'innovation.

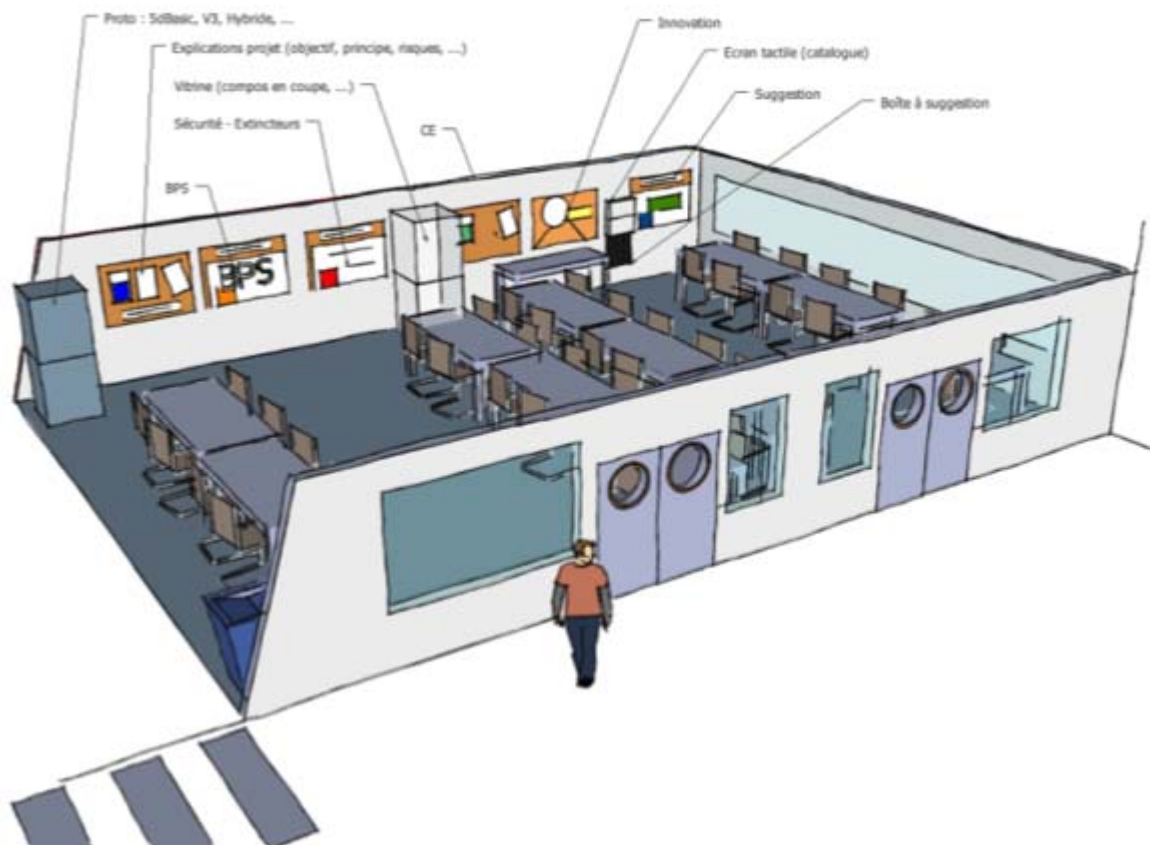


Figure 62 : Espace communication en salle de repos

Cette introduction, associée au concours d'innovation et au comité de suggestion a permis de montrer que le site pouvait mettre à disposition des outils de communication sur l'innovation (aspect 5.3) et que l'entreprise en comprenait l'intérêt. Cet aménagement d'espace témoigne également de l'alignement de la direction sur l'innovation (aspect 6.2). Celui fut mis en place rapidement après le début de la thèse.

## Action 6 - Stratégie d'innovation

Un certain nombre de concepts de produits ou services ont été étudiés, sans réellement pouvoir les positionner d'un point de vue stratégie d'innovation. Ce manque de visibilité s'accompagne du fait qu'aucune stratégie d'innovation n'est documentée à l'échelle du site de Drancy. Plus généralement, les aspects liés à l'élaboration et à la communication de la vision et de la stratégie (aspect 1.1) du site ne sont clairement pas acquis.

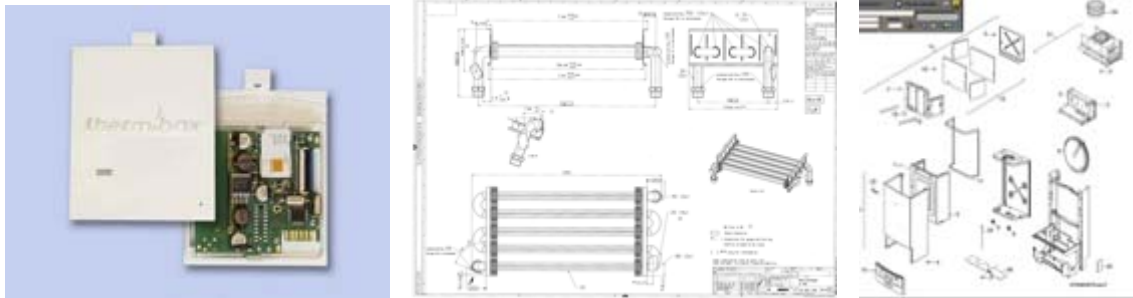


Figure 63 : Exemples de concepts produits / services étudiés

### 5.2.4 Validité de l'évaluation

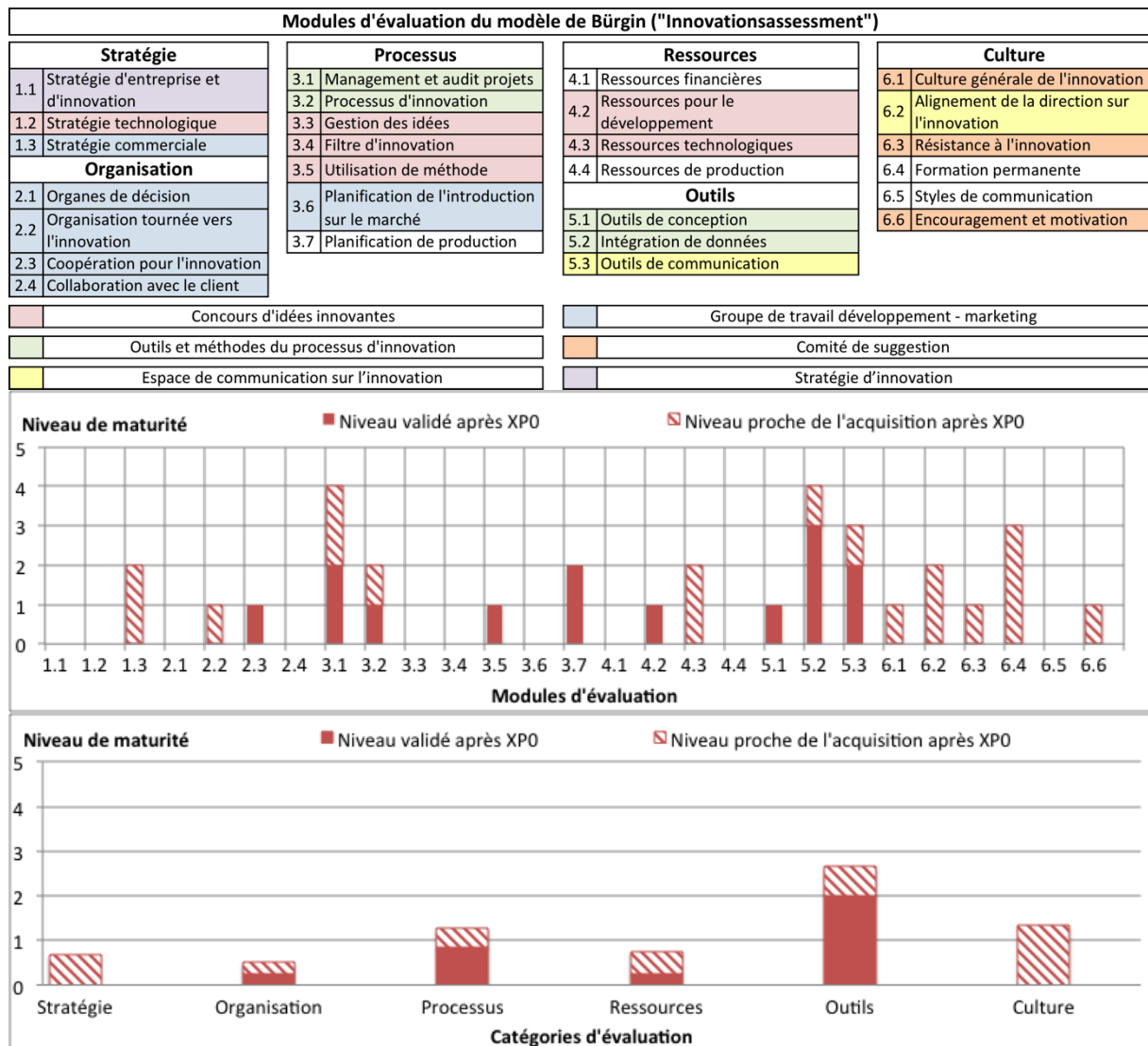
Ici et dans la suite des expérimentations, pour analyser les effets de celles-ci, nous avons recours au modèle d'évaluation de la capacité d'innovation de Bürgin. Ce modèle est basé sur la présence d'éléments observables. Le principe général retenu est donc d'entreprendre des actions en étudiant si de tels éléments existent ou apparaissent. Cependant, comme ce type d'évaluation peut tout de même comporter une part de subjectivité. Les évaluations, réalisées initialement par mes soins, ont ensuite été approuvées ou amendées en comité. Cette validation a eu lieu dans l'entreprise en utilisant les créneaux d'un programme d'aménagement de temps pour l'innovation. Tous les cadres de l'entreprise étaient destinataires de ces évaluations et celles-ci ont également été passées en revue avec un comité plus restreint composé du responsable qualité, du responsable achats-logistique ainsi que du responsable qualité-achats. Une présentation finale au comité de direction (directeur de l'usine, directeur commercial et président) ainsi qu'au responsable marketing produit a clôturé cette validation. Notons enfin que le périmètre d'évaluation retenu est celui du site industriel de Drancy de la division Thermotechnologie du groupe Bosch.

### 5.2.5 Analyse des résultats

Avant nos expérimentations, il n'existait que peu de métriques de l'innovation. Au niveau du groupe, seuls les montants des budgets, la taille des équipes de recherche et développement ainsi que le dépôt de brevet sont utilisés pour donner une idée des efforts et des résultats liés à l'innovation.

Le tableau suivant reprend l'ensemble des modules d'évaluation décrits par Bürgin en indiquant ceux qui ont été soumis à des observations directes dans le cadre des expérimentations précédentes. L'évaluation de l'ensemble des modules est réalisée conformément aux critères définis par leur auteur et disponible en annexe.





**Figure 64 : Résultat de l'évaluation initiale par catégories d'évaluation**

En complément, nous avons également conduit une évaluation selon l'IIP (Indice d'Innovation Potentielle) pour identifier le niveau de la capacité d'innovation comparativement à d'autres entreprises. Ce modèle évalue 13 pratiques reflétant la capacité d'innovation.

Les résultats de cette évaluation sont pondérés en fonction de l'importance relative de chacun de ces aspects conformément aux préconisations d'experts (Ben Rejeb et al. 2008).

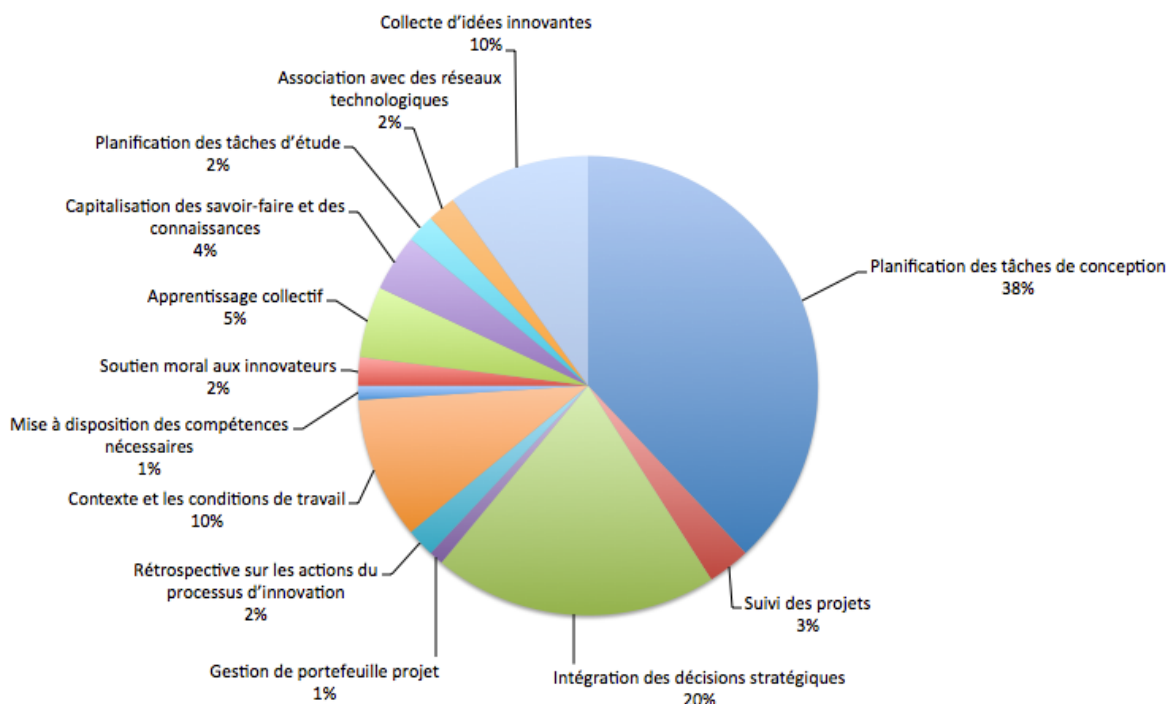


Figure 65 : Pondération des pratiques étudiées par l'IIP (Ben Rejeb et al. 2008)

Cette évaluation initiale nous donne un IIP de 0,27 sur un maximum de 1, ce qui place l'entreprise dans la catégorie des entreprises passives vis-à-vis de l'innovation. C'est-à-dire qu'elles ne réagissent que sous la contrainte et n'ont pas de stratégie d'innovation. Le détail des critères d'évaluation de l'IIP est fourni en Annexe 2.

C'est donc un cas favorable pour constater les effets des expérimentations.

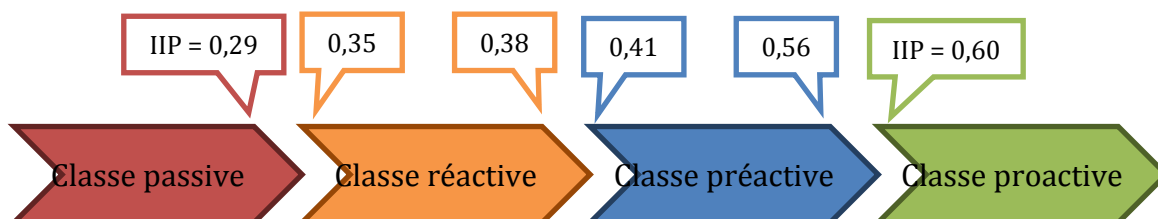


Figure 66 : Catégorisation des entreprises en fonction de l'index IIP pondéré (Ben Rejeb et al. 2008)

### Analyse des barrières organisationnelles existantes

Le site de Drancy, qui possède son propre centre de développement (Bureau d'étude et Laboratoire d'essais), est capable de mener à bien des projets de faisabilité (suivant un processus interne établi), la preuve en a été faite avec le projet hybride avant son lancement en développement série. Cependant, le site doit conserver les orientations de recherche et développement déterminées par la Business Unit, ce qui implique que l'orientation stratégique doit être en adéquation avec celles-ci.

De plus, une récente réorganisation de la branche Thermotechnology de Bosch a amené à séparer, en France, la hiérarchie des services liés à la conception des appareils (dont le développement fait partie) et ceux liés à leur commercialisation. Cette nouvelle structure matricielle qui a pour objectif de rationaliser et d'unifier les lancements de



produits au sein du groupe et ce de façon internationale, présente un risque de cloisonnement et d'inertie nuisible à l'innovation, en particulier sur un site comme celui de Drancy qui commercialise la quasi totalité de sa production en France.

Il faut également noter que le faible nombre de projets d'innovation ne permet pas un retour d'information suffisant sur le développement et le succès commercial des produits innovants. Cette situation n'est pourtant pas problématique vis-à-vis de la construction de la capacité d'innovation car elle ne limite pas la progression du site conformément au modèle de Bürgin.

Au cours de la thèse, le comité de direction et les cadres de l'entreprise ont manifesté à plusieurs reprises la volonté de développer et promouvoir la capacité d'innovation du site, ce qui a constitué un bon catalyseur pour l'appropriation de l'innovation et le soutien des actions entreprises.

Le site de Drancy dépend au moins partiellement, en ce qui concerne la gestion de l'innovation et des projets de développement innovants, d'autres entités du groupe Bosch. On notera en particulier le soutien du département marketing de la division Thermotechnology qui insuffle la volonté de déployer un certain nombre d'actions (comme la promotion des projets d'innovation et les concours d'idées sur les produits/services nouveaux). De plus, la hiérarchie du département R&D de la division nous pousse vers la mise en conformité de nos projets avec les processus de développement du groupe, ce qui aura eu un impact bénéfique sur la capacité d'innovation (amélioration du reporting projet, mise en réseau des compétences au sein du groupe, meilleure structuration des équipes projet, échange de bonnes pratiques, ...).

L'introduction de nouveaux outils ou de nouvelles méthodes n'est pas en soit un problème pour le site, mais il est à noter qu'il en existe déjà certains dont l'utilisation est courante (comme l'AMDEC par exemple), qui sont intégrés dans les processus de développement et avec lesquels il sera facile de construire des interfaces, sous condition que les nouveaux éléments introduits permettent ces interfaces.

#### **5.2.6 Conclusion et limites**

Ces premières actions et observations nous ont permis d'établir l'état initial de la capacité d'innovation du site pris pour terrain expérimental de la thèse. Nous avons également vérifié que, bien que la mise en place de certaines actions soit plus facile que d'autres, il n'existe pas de barrières organisationnelles fondamentales au développement de la capacité d'innovation.

Globalement, l'entreprise se situe à un niveau considéré comme celui de la « compréhension » des différents aspects du potentiel d'innovation dans le modèle de Bürgin. Cette analyse est confortée par le calcul de l'IIP qui indique que le site peut initialement être considéré comme « passif » (qui est le stade le plus élémentaire) vis-à-vis de l'innovation, si l'on se réfère à l'échelle proposée (Ben Rejeb et al. 2008).

A l'issue de cette phase d'observation, on peut remarquer que les seuls points forts réellement établis concernent les outils que le site possède déjà (CAO et intégration de données) et la mise en œuvre d'un processus de développement structuré (TTM). Notons toutefois que celui-ci ne régit pour le moment principalement que des projets à

faible contenu innovant. Le projet hybride est le premier à suivre un processus d'analyse de faisabilité d'une idée innovante.

S'il sera clairement plus facile d'activer certains leviers de la capacité d'innovation (comme ceux ayant attiré au processus de développement de produits) du fait de ma position dans l'organisation, il n'a pas été mis en évidence de problèmes fondamentaux à la mobilisation des autres aspects constituant cette capacité (comme la culture d'innovation ou la prise en compte des aspects commerciaux et production).

Cette situation constitue donc un terrain favorable pour évaluer le potentiel d'actions d'amélioration puisque la capacité d'innovation est initialement basse et que rien ne semble compromettre son expansion. On notera cependant que les quelques éléments constitutifs de la capacité d'innovation dont les niveaux de maturité sont initialement élevés, notamment concernant l'utilisation de données issues de CAO, peuvent compromettre l'étude d'un apport éventuel sur ces aspects (si l'apport des actions envisagées ne permet pas d'améliorer l'état initial). 2 des 27 modules d'évaluation sont concernés (avec un niveau de maturité de 4 sur 5 partiellement atteint) et constitueront donc une réserve dans l'analyse de l'apport de la thèse.

### **5.3 1<sup>ère</sup> expérimentation : Hybride V1 et stratégie d'innovation (TRIZ)**

#### **5.3.1 Objectifs**

La première expérimentation a pour objectif de mettre en œuvre la TRIZ dans le cadre d'un groupe de travail. Nous avons, pour ce faire, choisi d'étudier l'objet technique que constitue la version de chaudière hybride en cours de développement au moment de la thèse (dite chaudière hybride V1). A l'issue de cette expérimentation, une nouvelle évaluation de la capacité d'innovation permettra d'identifier les aspects modifiés par cette action et la conformité de ces modifications avec l'hypothèse de résolution (H1) de la problématique de recherche. Il faut en particulier identifier le potentiel réel de la TRIZ dans la construction de la capacité d'innovation.

Au niveau des objectifs industriels de cette expérimentation, il s'agissait de répondre au questionnement initial posé par la nouvelle technologie de systèmes hybrides. A savoir :

- clarifier le champ d'investigation de la technologie hybride,
- identifier les axes de recherche stratégiques,
- identifier les leviers sur lesquels se concentrer,
- préparer la matière nécessaire au dépôt de nouveaux brevets.

#### **5.3.2 Démarche**

Le déroulement de l'expérimentation a été initialement planifié sur la base de l'expertise d'un animateur TRIZ et se constitue de périodes en groupe de travail (sessions) de 2 jours précédées d'une journée de préparation et suivies d'une journée de traitement des livrables entre l'animateur et le porteur de projet. Ces journées de travail constituent également une opportunité de faire le point sur l'avancée des travaux, de réorienter éventuellement l'analyse de problème mais aussi de décider de poursuivre ou d'arrêter les sessions de travail. Le planning initial prévoyait un maximum de 4 sessions de travail en groupe.

L'objectif dans la composition de l'équipe est d'avoir des participants susceptibles de construire une base de savoirs commune autour des produits hybrides actuellement développés. Chacun des participants a recours régulièrement à l'AMDEC (dans le cadre d'autres projets de conception) et certains sont formés à l'Analyse Fonctionnelle. Durand a mis en évidence (Durand 2007) le fait qu'il n'existe pas d'équivalence stricte entre les méthodes telles que l'Analyse de la Valeur, l'AMDEC et la TRIZ, mais que des passerelles entre les outils qui les composent peuvent être établies, ce qui semble un point favorable pour l'initiation à la TRIZ dans notre cas.

L'équipe est composée comme suit :

- un ingénieur sénior expert (anglais) dans le développement de chaudières à gaz et ayant participé à un projet de développement d'une autre chaudière hybride n'ayant pas été introduite sur le marché
- un expert (néerlandais) des systèmes électroniques embarqués sur les appareils à gaz et impliqué dans le développement du projet hybride
- un expert (suédois) des pompes à chaleur électriques
- un jeune ingénieur (allemand) des services centraux de développement avancé ayant participé au développement et à la mise au point d'un système hybride.
- l'ingénieur (français) essai développement du projet hybride de Drancy
- le responsable pré-développement (anglais) travaillant sur le second système à étudier
- le chef du projet hybride de Drancy (français)
- un expert et animateur TRIZ (français)

La langue utilisée lors des sessions est l'Anglais

Du temps de travail individuel est demandé aux participants du groupe de travail et le support de chefs produits (Marketing) et d'expert en propriété industrielle est disponible.

Dans le but de se mettre au niveau des participants, qui n'avaient jamais participé à un groupe de travail TRIZ, il a été décidé avec l'animateur d'introduire pas à pas les différents outils et méthodes de la théorie. On aurait pu, dans le cadre d'un groupe plus chevronné, se contenter de suivre les étapes de l'algorithme de résolution ARIZ. Les outils ont été introduits par couple modélisation-résolution en commençant par les contradictions techniques et leur matrice de résolution, puis les contradictions physiques et leurs principes de séparation et enfin les graphes substance-champ et leurs standards de résolution. Pour faire émerger les différents problèmes à résoudre par ces couples d'outils, différents outils ont été employés, tels que la Fonction Principale Utile (FPU), également appelée Fonction Principale du Système (FPS), le Résultat Idéal Final (RIF), les 9-écrans et les lois d'évolutions. Cette démarche est synthétisée dans la figure suivante.

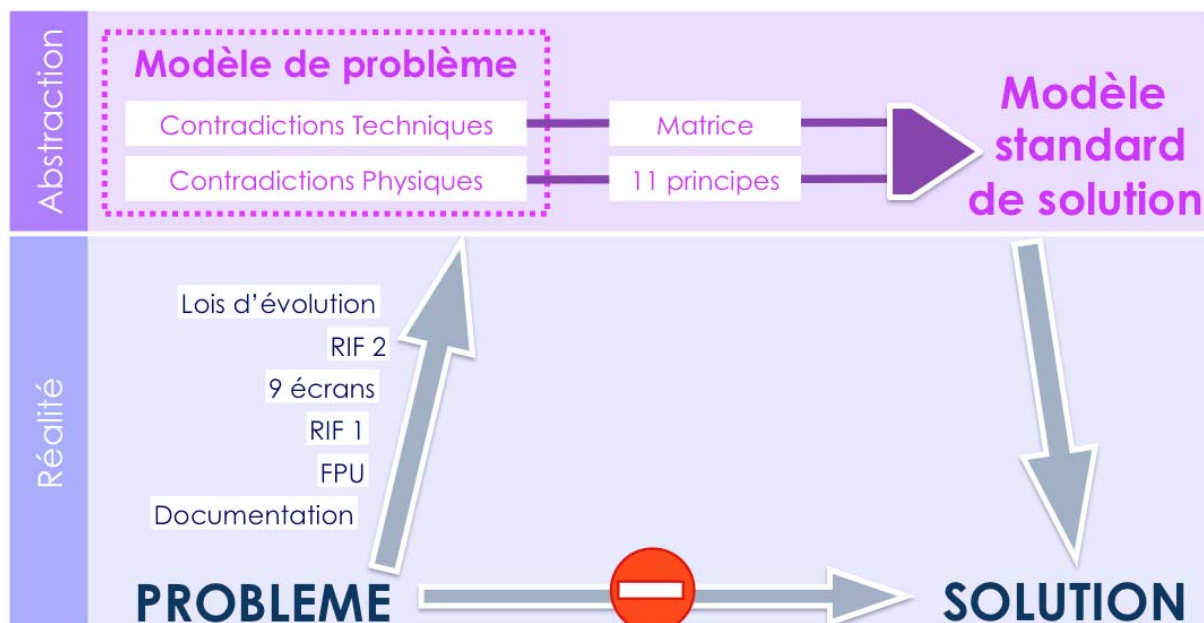


Figure 67 : Démarche de résolution suivie lors de l'expérimentation

Dans le cadre de l'application des modèles de solution, les idées proposées par le groupe de travail sont documentées sous forme de fiches idées reprenant pour chacune d'entre elle leur genèse (problème de base identifié – contradiction technique ou physique formulée – principe de résolution appliqué). L'ensemble de ces fiches idées, complétés d'une description détaillée ainsi que des avantages et des inconvénients de chacune des idées, fait ensuite l'objet d'une évaluation multicritère avec le groupe de travail.

D'un point de vue temporel, la répartition des outils dans les sessions s'est fait comme indiqué ci-dessous.

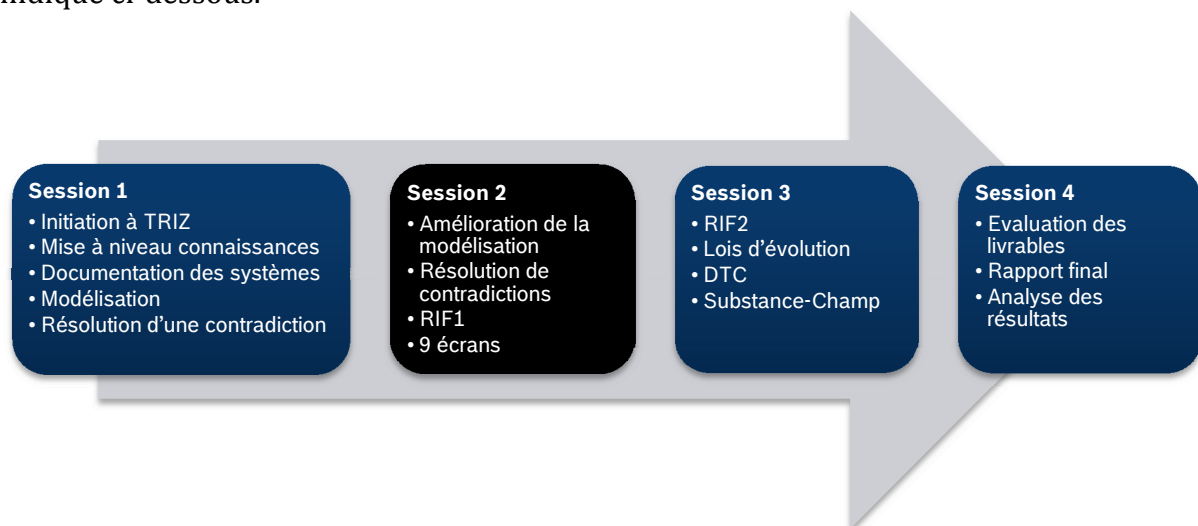


Figure 68 : Planification du déroulement de l'XP1 et de la mise en œuvre des outils de la TRIZ

### 5.3.3 Résultats

Nous allons maintenant étudier les résultats obtenus dans le cadre de la première expérimentation (XP1). Nous détaillerons dans un premier temps les livrables que nous considérons comme importants. Nous reviendrons ensuite, avec un regard critique, sur la démarche employée. Après cela, nous aurons recours au référentiel d'évaluation de la maturité d'innovation de Bürgin, dans le but d'établir les effets qu'aura eu cette expérimentation sur la capacité d'innovation de l'entreprise. Enfin, toujours selon ce

modèle d'évaluation, nous comparerons les résultats obtenus avec ceux qui étaient attendus depuis la formulation des hypothèses. Nous retrouverons une structure identique dans l'analyse des expérimentations qui suivront (XP2, XP3 et XP4). Ces résultats suivent le schéma de validation présenté lors des expérimentations initiales.

### Retour sur les livrables

Cette expérimentation a permis de documenter de nombreux livrables tels que :

- la documentation des systèmes techniques (compréhension et analyse de l'existant et des systèmes analogues) au niveau fonctionnel et structurel.
- l'analyse et le partage des éléments de connaissances existants au sein du groupe ainsi que le positionnement des nouvelles connaissances requises.
- l'expression d'un Résultat Idéal Final (RIF) permettant d'orienter la stratégie de développement du produit en décrivant et en quantifiant la cible à atteindre.
- une synthèse de tous les modèles de problèmes rencontrés (contradictions techniques et physiques) qu'il conviendra de résoudre pour permettre au système technique de progresser vers le RIF, avec pour chacun d'entre eux une modélisation synthétique propre à leur méthode de résolution.
- un schéma issu de l'analyse 9-écrans permettant d'analyser l'évolution des systèmes étudiés, de leur super-système (le réseau de chauffage et l'habitat dans notre cas) et de leurs sous-systèmes (les composants de nos appareils tels que leur régulation ou leurs échangeurs de chaleur).
- un cahier de 39 fiches-idées permettant le recueil et la traçabilité de toutes les idées générées par les membres du groupe de travail.
- une évaluation multicritère synthétique permettant d'identifier les idées les plus prometteuses.

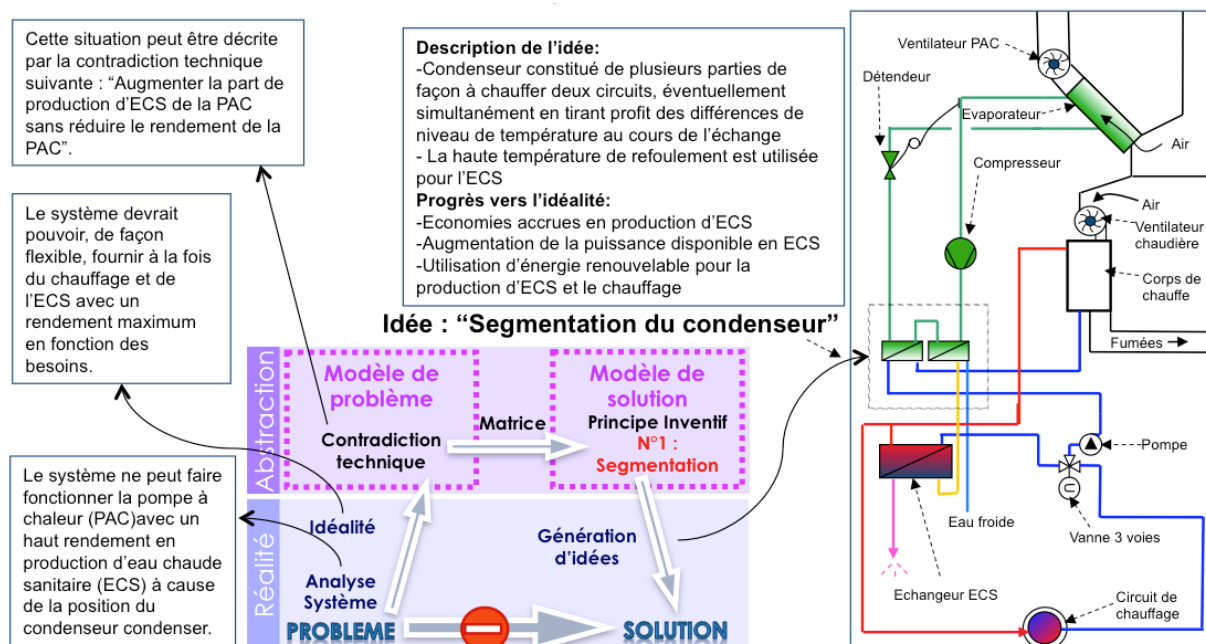


Figure 69 : Exemple de cheminement vers une fiche idée

L'analyse des 9 écrans est l'outil dont les retombées ont été les plus fortes dans le cadre de cette expérimentation. Il a permis en particulier de positionner le développement de la technologie hybride par rapport aux autres « briques technologiques » stratégiques

du site de Drancy telles que la Thermibox (qui a été évoquée dans le contexte projet) ainsi que la volonté de développer une compétence technique vis-à-vis du stockage d'énergie intelligent et des systèmes multifonctions et multi-énergies. Cette vision stratégique a servi de base à la constitution d'une nouvelle cellule de développement avancé ayant pour but d'investiguer ces thématiques.

Cet outil de visualisation et d'analyse (présenté dans la figure ci-dessous) nous aura permis de faire apparaître les enjeux qui motivent l'amélioration des systèmes de chauffage, comme par exemple la réduction des consommations d'énergie et l'augmentation de la part d'énergie renouvelable utilisée par ces systèmes. On note cependant que, bien que les consommations d'énergie réduisent avec le temps, les besoins en eau chaude sanitaire augmentent légèrement et le besoin de rafraîchissement se développe.



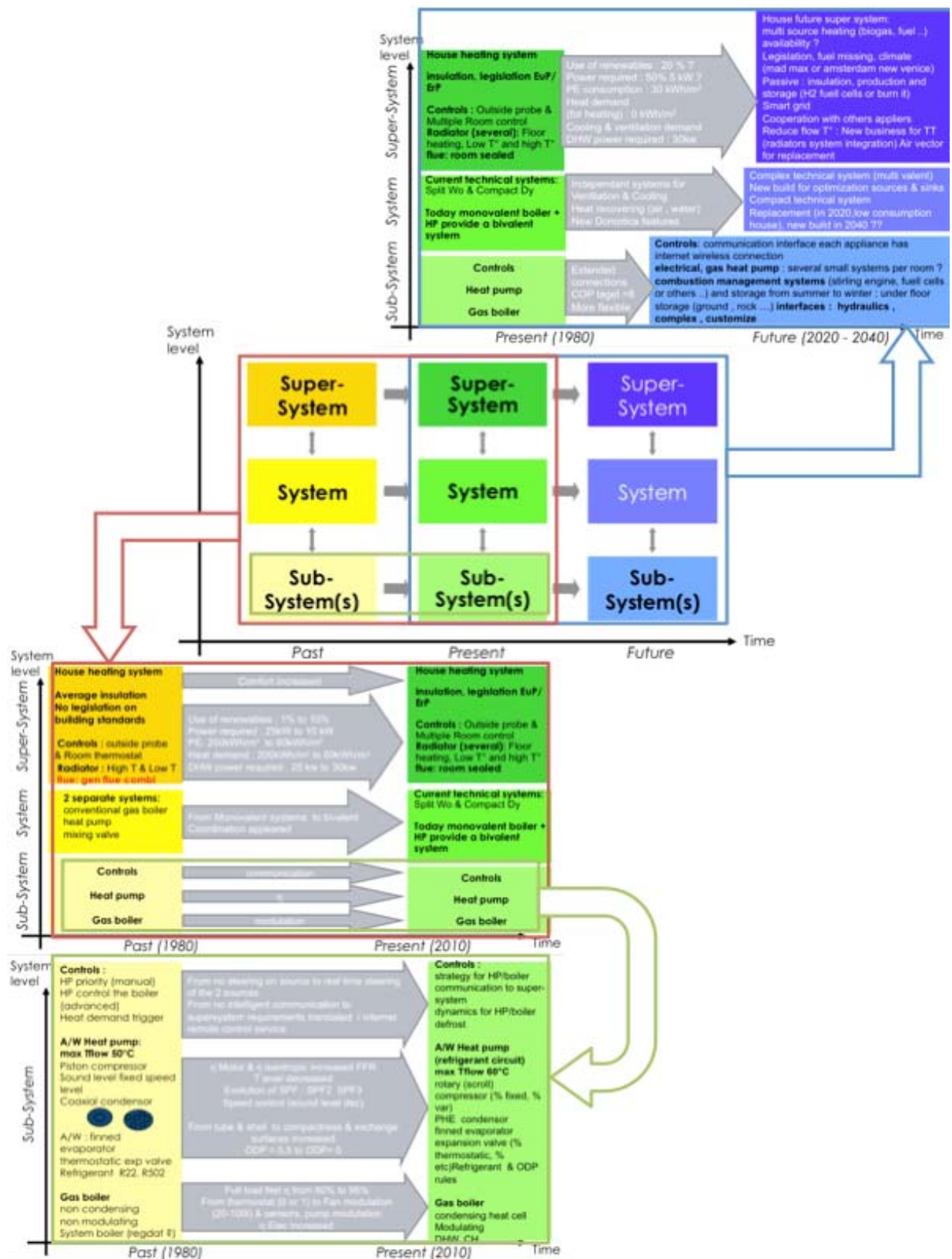


Figure 70 : Utilisation des 9-écrans

Cette représentation fait également apparaître des tendances de fond au niveau des systèmes techniques. Ceux-ci deviennent multifonctions (dans l'objectif de répondre au besoin tout en réduisant les auxiliaires, tels que les circulateurs et les tableaux



électriques, auxquels les systèmes initiaux avaient recours) et multi-énergies (pour améliorer leur rendement en utilisant des sources dont les performances et la disponibilité sont différentes et peuvent évoluer dans le temps).

On en déduit qu'un certain nombre de problématiques devront être résolues, telles que la mesure et la prévision des performances de ces systèmes, leur optimisation, ainsi que leur intégration dans la réglementation (normalisation et certification).

L'utilisation de l'opérateur 9 écrans aura permis d'identifier certaines des contradictions formulées dans le cadre de l'expérimentation, mais plus particulièrement, celui-ci aura donné la possibilité d'appréhender les futures contraintes du super-système et donc les éléments de cahier des charges des futurs systèmes qui apparaissent non plus comme simplement hybrides, mais plus largement multifonctions et multi-énergies.

### **Retour sur la démarche**

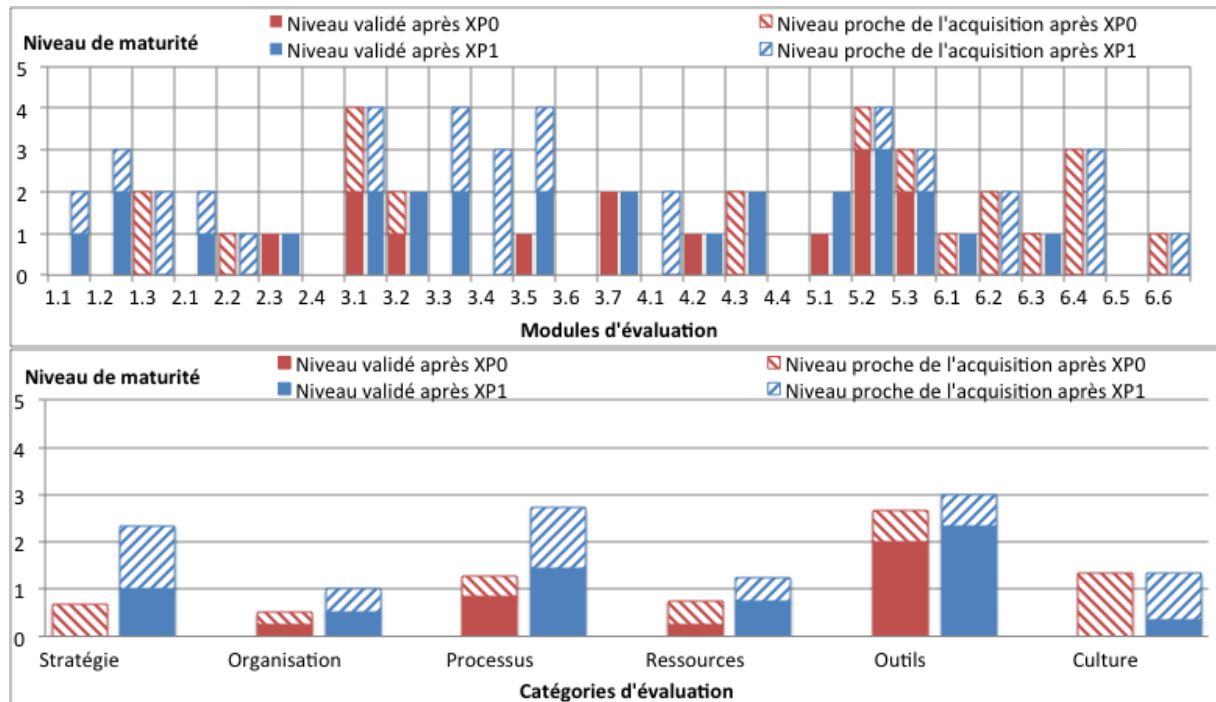
Nous avons décidé de stopper l'expérimentation après le traitement des résultats de la deuxième session. En effet, la décision d'étudier deux systèmes de front et l'aspect macroscopique des modélisations et des idées en résultant, couplé aux difficultés de communication (dues au travail dans une langue étrangère), nous ont conduits à préserver des ressources pour préparer la suite des expérimentations.

Nous avons pris le parti de travailler dans cette étude avec non pas un système mais deux objets techniques, présentant quelques similarités mais pourtant différents. Le fait d'avoir voulu mener le processus de résolution de problèmes inventifs à son terme en conservant ce parallèle a eu, selon nous, pour conséquence de générer une grande inertie psychologique dans l'analyse de problèmes et a fortement contribué à obtenir des contradictions qui ne se sont pas révélées suffisamment proches du cœur du problème à résoudre. L'application des principes inventifs sur ces modèles de problème a conduit à obtenir des solutions peu détaillées, principalement attachées à la structure du produit et possédant une correspondance importante avec des solutions déjà existantes. L'obtention de solutions d'architectures nouvelles à un moment de l'évolution du produit où la priorité est donnée à l'augmentation des performances du système (dans ses premières étapes de développement), comme dans le cas de la chaudière hybride, n'est pas appropriée (avec le risque supplémentaire de décourager en interne par la remise en cause d'une architecture de produit déjà nouvelle). Cette phase de l'évolution du système appelle au contraire à la résolution urgente de contradictions pour traiter les défauts majeurs et cette résolution doit permettre de générer des solutions pouvant être implémentées de préférence à court terme, et pas des refontes majeures de l'architecture du produit.

### **Evaluation des effets**

Les résultats de l'évaluation de la capacité d'innovation, à l'issue de cette première expérimentation de la TRIZ, permettent de déterminer son bénéfice visible au sein de l'organisation.

Modules d'évaluation du modèle de Bûrgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		
Apport de l'expérimentation de TRIZ							



**Figure 71 : Synthèse des apports de l'expérimentation XP1**

Nous allons maintenant confronter les résultats obtenus suite à cette expérimentation avec l'état mesuré initialement de la capacité d'innovation (voir comparaison dans la figure ci-dessus, pour rappel la validation de ces résultats est expliquée à la section 5.2.4). Ceci nous permettra de déterminer l'apport concret de l'utilisation de la TRIZ puis de confronter ces mêmes résultats aux hypothèses de recherche préalablement formulées.

Les apports les plus importants de la première expérimentation (obtenus par différence de capacité d'innovation avant et après l'expérimentation) se situent au niveau des catégories « Stratégie » et « Processus ».

Concernant les aspects stratégiques, on considèrera notamment l'avancée au niveau de la « Stratégie d'entreprise et d'innovation » (module d'évaluation 1.1) et de la « Stratégie technologique » (module d'évaluation 1.2). Cette avancée s'explique principalement par la mise en œuvre des outils de « Résultat Idéal Final » et « 9 écrans » de la TRIZ.

L'emploi de ces outils avec le groupe de travail a permis, au-delà de la sensibilisation de l'équipe à l'importance que l'orientation stratégique peut avoir dans la résolution de problèmes, de :

- découvrir les évolutions technologiques majeures auxquels le produit aura à faire face et d'en déduire des champs d'innovation (9 écrans)
- d'extrapoler, sur la base du produit existant, les verrous technologiques à lever pour le faire progresser vers son idéal (Résultat Idéal Final).

En ce qui concerne le processus d'innovation, l'expérimentation aura eu des retombées sur la « Gestion des idées » (module d'évaluation 3.3), sur les « Filtres d'innovation » (module 3.4) et sur « l'Utilisation de méthode » (module d'évaluation 3.5). L'amélioration de la gestion des idées s'explique par la mise en œuvre de fiches-idées permettant un recueil et un suivi structuré des idées générées avec le groupe de travail ; chacune des idées étant ensuite évaluée selon une analyse multicritère. Cette collecte et synthèse des fiches-idées ne sont pas intrinsèquement liées à la TRIZ, mais la TRIZ permet d'obtenir une traçabilité sur chacune de ces fiches en recueillant :

- la formulation initiale du problème à résoudre
- sa reformulation sous la forme d'une contradiction technique et/ou physique
- dans le cas d'une contradiction technique, les paramètres et le principe inventif utilisé pour sa résolution
- dans le cas d'une contradiction physique, le principe de séparation utilisé

#### **Retour sur l'hypothèse H1**

L'importance des apports au niveau des catégories « Stratégie » et « Processus » avait été anticipée dans les hypothèses. Cependant, le niveau obtenu paraît en-deçà des espérances formulées dans l'hypothèse (voir synthèse de la confrontation sur la figure ci-dessous). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que cette expérimentation constitue la première mise en œuvre de la TRIZ pour l'entreprise et que la totalité des efforts initialement prévus n'a pas été déployée. D'un point de vue plus contextuel, nous prenons note que le groupe a rencontré des difficultés à cause de la langue utilisée (Anglais) et que l'implication de plusieurs nationalités différentes (5 au total) ralentit les processus d'analyse et de résolution de problème, réduit l'expression des participants et occasionne une charge intellectuelle plus élevée que la normale.

Le périmètre de l'étude a également constitué une source de difficulté. Dans cette expérimentation, nous avons tenté de traiter de front non pas un seul système technique (la chaudière hybride présentée précédemment) mais plusieurs, similaires par certains aspects. L'enjeu était d'unifier la vision des systèmes hybrides du groupe, tout en partageant les connaissances et les retombées (idées et pistes de recherche) avec les participants. Ceci a contribué à complexifier l'analyse fine des problèmes rencontrés, alourdir la démarche de génération d'idées et a eu tendance à brouiller les objectifs.

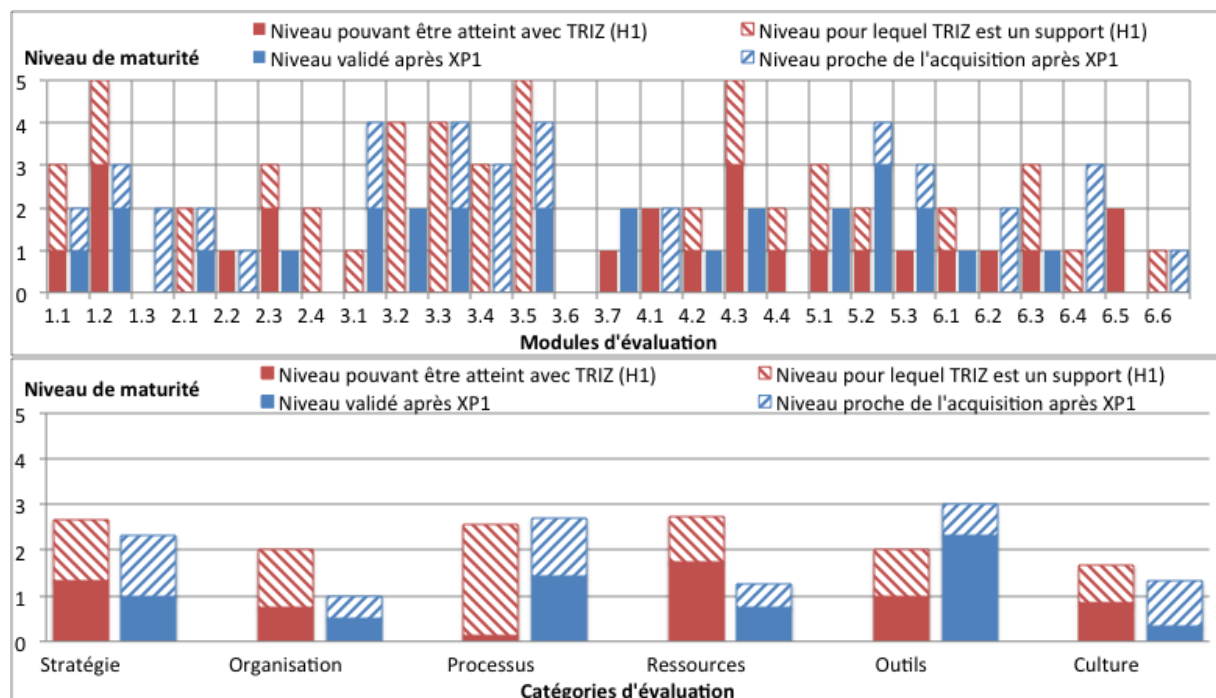
Ces écueils expliquent pourquoi nous avons pris la décision, à mi-chemin du programme initialement établi, de conserver nos ressources pour les réinvestir dans une nouvelle mise en œuvre (XP3), en prenant soin de résoudre les difficultés rencontrées et de valoriser les résultats déjà obtenus.

Le manque de précision dans la définition du périmètre d'étude et le fait de n'avoir pas mis en œuvre toute la démarche initialement prévue explique pourquoi la « Planification

de production » (module d'évaluation 3.7) est loin d'atteindre le niveau escompté. La prise en compte, dans le groupe de travail, d'un participant pourvu de connaissances liées au processus de production actuel et à ceux pouvant constituer des alternatives, serait un apport bénéfique.

Enfin, la constitution du groupe de travail, avec des membres issus de différents horizons de la division Thermotechnology du groupe Bosch et peu de personnes (2) rattachées au site de Drancy, a eu pour conséquence de réduire l'impact de cette action en termes de communication et de restitution sur le site. C'est ce qui semble réduire l'impact sur l'axe « Culture d'innovation ». La proximité géographique des participants aurait pu améliorer cet impact. Nous tâcherons d'en tenir compte pour les expérimentations futures.

Modules d'évaluation du modèle de Bûrgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>■ Ecart positif entre les hypothèses sur TRIZ et son expérimentation</span> <span>■ Ecart négatif entre les hypothèses sur TRIZ et son expérimentation</span> </div>							



Notons que les aspects liés à « l'intégration des données » (module d'évaluation 5.2) et aux « outils de communication » (module d'évaluation 5.3), qui apparaissent avec une maturité supérieure à celle attendue dans le cadre des hypothèses, ne sont pas à mettre au crédit de l'expérimentation de la TRIZ mais s'explique par leur niveau déjà élevé et relevé au moment de l'évaluation initiale de la capacité d'innovation sur le site de Drancy.

#### 5.3.4 Conclusions et limites

Cette expérimentation de la TRIZ dans le cadre d'un groupe de travail a montré un impact positif sur la capacité d'innovation de l'entreprise. Celle-ci a suivi l'évolution escomptée dans le cadre des hypothèses, mais a cependant été moindre que celle attendue. Nous en tirons également un certain nombre de recommandations pour les futures expérimentations de la TRIZ dans l'organisation.

Plus particulièrement, nous retiendrons que l'usage de langues non maternelles dans le cadre d'une méthodologie reposant sur une part sémantique importante présente un risque pour l'efficacité de la démarche. Nous allons donc à l'avenir privilégier l'usage de la langue maternelle des participants dans le but de faciliter, à la fois, l'animation, la compréhension de problématiques et l'application des outils de la TRIZ. De plus l'éloignement entre les membres est aussi un frein à la dynamique qui doit naître au sein du groupe de travail.

Outre ces deux recommandations, nous souhaitons également pouvoir mettre en œuvre une démarche plus complète et un déploiement plus complet des outils de la TRIZ dans le cadre d'une nouvelle expérimentation (le choix ayant été fait de conserver nos ressources après avoir remarqué un niveau jugé bas de l'efficacité du groupe de travail).

Cette première expérimentation nous aura donc permis de mettre en évidence que l'utilisation de la TRIZ a eu un effet positif sur la capacité d'innovation du site de Drancy, même si les difficultés, inhérentes à sa mise en œuvre ainsi que la complexité particulière liée à l'analyse de deux systèmes (au lieu d'un seul) et au travail dans une langue étrangère, ont eu pour effet de réduire l'efficacité du processus.

Nous pensons dès lors qu'une dynamique peut émerger plus facilement au sein d'un groupe comprenant des membres solidaires et motivés autour d'objectifs communs clairs.

### 5.4 2<sup>ème</sup> expérimentation : Stratégie de développement du site (BOS)

Le produit Mégalis Condens Hybride se différencie fortement de ses concurrents, notamment par sa compacité unique et sa facilité d'installation qui le font ressembler à une chaudière traditionnelle. Ce concept de produit est assez fidèle aux principes de la Stratégie Océan Bleu (BOS). Cependant, pour qu'une telle stratégie soit mise en œuvre, il faut pouvoir assumer cette différenciation à de nombreux niveaux (organisationnel, réglementaire, commercial, ...), ce qui sous-entend une modification des habitudes. Or dans le cas de notre organisation, la commercialisation de produits innovants ne fait pas encore partie de ces habitudes.

#### 5.4.1 Objectifs

La deuxième expérimentation des hypothèses de recherche a eu pour objectif de mettre en œuvre la Stratégie Océan Bleu (BOS) sur le site de Drancy, parallèlement et avec un groupe de travail différent de celui visé par la première expérimentation avec la TRIZ.

La finalité de cet exercice était de réussir à mettre en évidence une stratégie commerciale précise applicable tout à la fois aux produits (tels que la Mégalis Condens

Hybride) mais aussi au site industriel de Drancy et aux marques commerciales connues de nos clients (ELM Leblanc et Bosch).

L'expérimentation initiale (XP0) a en effet montré qu'une telle stratégie n'existait pas encore et, sans surprise, l'utilisation de la TRIZ n'a pas permis d'en faire émerger une. C'est ce que nous proposons de faire dans cette expérimentation.

#### 5.4.2 Démarche

Cette expérimentation s'organisera autour de la construction itérative de 3 canevas stratégiques conformément à la méthodologie proposée par la BOS. La qualité des stratégies ainsi énoncées sera ensuite jugée sur les critères issus des auteurs de la BOS permettant de vérifier la recherche d'un océan bleu, à savoir :

- la stratégie est-elle divergente de celles des concurrents ?
- la stratégie se focalise-t-elle sur des critères valorisés par ses clients ?
- la stratégie permet-elle de créer des propositions nouvelles ?
- la stratégie peut-elle se résumer en un seul slogan percutant ?

Enfin, un aspect fondamental de cette expérimentation est la mise en adéquation des stratégies entre elles. En effet, il convient de vérifier la cohérence de celles-ci entre elles, en particulier pour la focalisation sur certains critères et pour la création de nouvelles propositions. Il paraît évident que si, par exemple, l'une des marques (Bosch ou ELM Leblanc) veut promouvoir et développer un aspect particulier de sa gamme, les stratégies de l'usine et des produits concernés devront s'aligner conformément.

L'enjeu étant de relayer une vision commune des stratégies des produits, de l'usine et des marques, et comme la BOS semble disposer de notions et d'outils faciles d'appropriation, nous avons choisi d'impliquer un grand nombre de participants à travers quelques réunions. Il s'agit en particulier d'obtenir la vision et le ressenti de l'organisation commerciale représentant la voix du client dans ces travaux.

L'expérimentation aura impliqué certains des cadres du site de Drancy. Une série de cinq réunions a été organisée avec des groupes de travail (environ 4 à 5 personnes) composés en fonction du sujet à traiter. Les responsables du marketing produit ont été mobilisés pour les canevas des marques (elm leblanc et Bosch) et ceux des produits (en particulier celui de la chaudière hybride). Pour le canevas de l'usine, des acteurs représentatifs du site de production (Responsables Achats, Logistique, Qualité par exemple) ont été consultés. Cette expérimentation s'est déroulée sur près de deux mois, mais des mises à jour régulières sont encore à prévoir. La composition de ces groupes de travail visait à réunir des représentants capables d'identifier les critères d'appréciation d'une offre, ainsi que le niveau de l'offre considérée sur chacun de ces critères. Notons que dans ce cadre, le marketing produit aura été le représentant du client installateur de nos produits et du client final, ceux-ci étant les destinataires de l'offre commerciale pour les produits et les marques, tandis que la participation de représentants de la partie usine aura permis d'évaluer l'offre du site de production pour l'organisation commerciale.



### 5.4.3 Résultats

#### Retour sur les livrables

La figure suivante représente les livrables que sont les canevas et la mise en adéquation de ceux-ci. En effet, afin de consolider un avantage concurrentiel, nous devons être en mesure de déterminer les enjeux de celui-ci, à la fois pour la stratégie produit, celle de la marque, mais également celle du site de production.

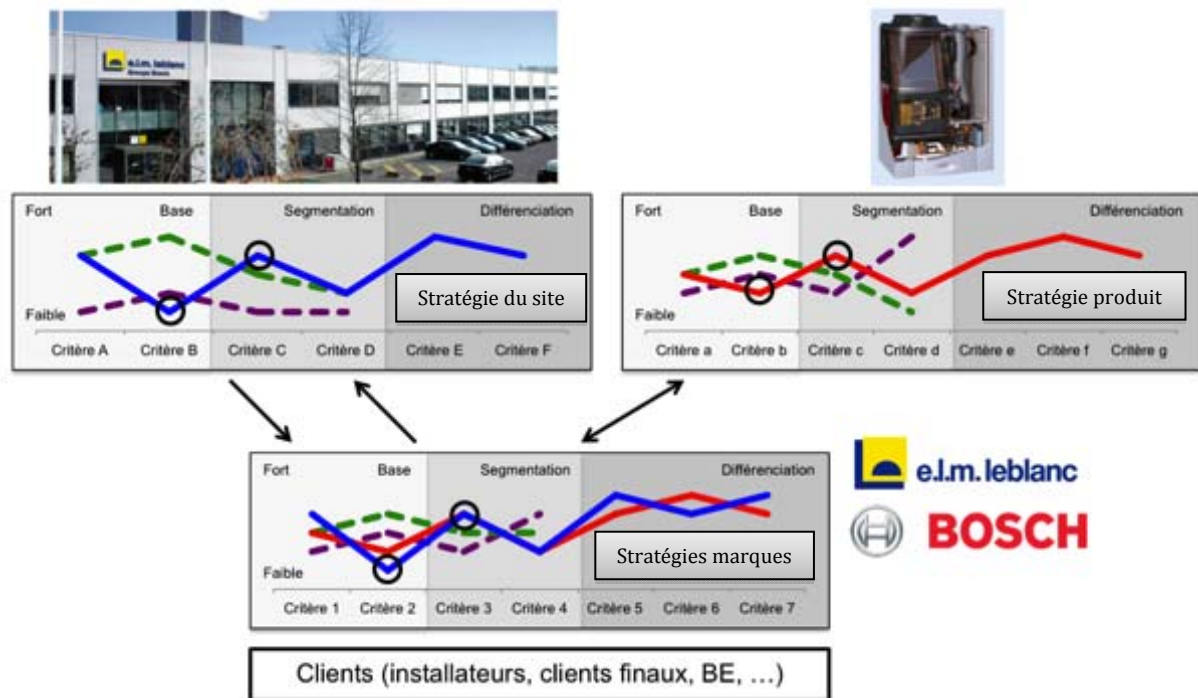


Figure 73 : Schéma des livrables de l'expérimentation 2

Ce processus de création de stratégie est itératif, ce qui favorise l'appropriation de la démarche par l'ensemble de l'organisation. La construction des canevas stratégiques aura été complétée par d'autres actions indirectement liées telles que l'organisation d'un séminaire par le directeur financier et le directeur de l'usine, avec les cadres du site pour la détermination de la vision et de la stratégie de celui-ci ou encore la tenue d'un groupe de travail visant à définir les caractéristiques de notre marché, les points forts et faibles de nos produits et les axes d'amélioration prioritaires de notre organisation interne.

Chacun des canevas a suivi le processus suivant :

- détermination du ou des clients concernés (dans le cadre de l'usine, nous considérons par exemple que les organisations commerciales qui vendent ensuite les produits sont ses clients).
- détermination des critères d'appréciation des clients et classement de ceux-ci dans 3 catégories (critères de base indispensables, critères de segmentation habituellement utilisés pour créer une gamme, et critères de différenciation que nous sommes les seuls à offrir).
- analyse de chacun de ces critères pour définir à quel point ils sont pertinents pour le client concerné (dans le cas du canevas de l'usine, il s'agit par exemple de réaliser des analyses des indicateurs composites utilisés, et pour les produits, une analyse de chacune des caractéristiques-produit habituellement communiquées



pour déterminer sa sensibilité vis-à-vis des nouvelles réglementations via des moteurs de calcul).

- recueil d'information et positionnement des organisations concurrentes ou offrant des solutions alternatives (dans le cas des marques ou des produits, il s'agit de la concurrence française ou internationale, et pour le cas de l'usine, nous avons choisi de nous intéresser aux sites qui font partie de notre division au sein de Bosch Thermotechnology).
- analyse des forces et des faiblesses résultant des canevas.
- identification des critères à renforcer, atténuer, exclure et créer.
- formulation d'une stratégie conforme aux critères de la BOS (cf. 3.4.2).
- modifications pour mettre en adéquation les canevas entre eux.

### Retour sur la démarche

Cette expérimentation aura mobilisé de nombreux acteurs de l'entreprise de la plupart des services du site de Drancy. Notons toutefois que cette démarche a bénéficié d'un programme d'aménagement du temps des cadres du site pour les inciter à travailler sur des sujets liés à l'innovation. Cette initiative, portée par le responsable achat-logistique du site a eu un fort impact sur la considération des actions d'amélioration de la capacité d'innovation et a eu un effet motivant sur les participants.

Cette expérimentation a permis d'illustrer clairement la vision et la stratégie du site industriel tout comme la stratégie relative à certains de nos produits (dont la Mégalis Condens Hybride). Il faut cependant encore détailler la mise en relation des différents profils pour unifier les visions déjà obtenues et décliner de celles-ci des actions concrètes permettant de faire évoluer toute l'organisation vers cette vision en travaillant sur le renforcement, l'atténuation, l'exclusion ou la création de ses critères (conformément à la démarche proposée par la Stratégie Océan Bleu).

La mise en œuvre des canevas constitue un outil intéressant de benchmark. En effet, on peut les utiliser pour comparer un produit à des offres alternatives, une marque à celle des concurrents, mais également un site de production à ses semblables (dans notre cas, il s'agit des autres sites de production de la division Thermotechnology du groupe Bosch).

Si l'on fait référence aux étapes d'appropriation présentées par la BOS, nous considérons que cette expérimentation (XP2) nous a amené à l'étape dite « d'exploration visuelle » (voir figure ci-dessous). Il sera nécessaire, pour continuer à progresser, d'entreprendre des actions de sensibilisation sur le terrain, au contact des clients mais surtout des non-clients de nos offres commerciales. En effet, la démarche suivie lors de cette expérimentation a consisté à identifier les critères d'évaluation et le positionnement de nos offres actuelles (produits, marques et usine) dans le but d'identifier les points à changer. Ceci constitue la première étape de la visualisation stratégique suggérée par la BOS. L'exploration du terrain, notamment auprès de nos dépanneurs et clients finaux, aura eu lieu après les expérimentations de la thèse, dans le cadre du projet de développement de la seconde génération d'appareils hybrides.

1. Eveil visuel	2. Exploration visuelle	3. Concours des canevas stratégiques	4. Communication visuelle
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Comparer votre entreprise à ses rivales en dessinant le canevas de votre stratégie existante</li> <li>→ Identifier les points à changer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Aller sur le terrain pour explorer les six pistes conduisant à la création d'océans bleus</li> <li>→ Noter les avantages particuliers d'offres alternatives de produits ou de services</li> <li>→ Identifier les critères à exclure, à créer ou à modifier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Dessiner le canevas de votre stratégie à venir sur la base de vos recherches sur le terrain</li> <li>→ Sonder vos clients, les clients de vos concurrents et les non-clients sur d'autres canevas possibles</li> <li>→ Profiter des opinions recueillies pour mettre au point la stratégie optimale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Diffuser une feuille unique mettant en regard vos deux profils stratégiques : avant et après</li> <li>→ Réserver votre soutien aux projets ou aux actions opérationnelles qui permettent de resserrer l'écart entre les deux et donc de réaliser la nouvelle stratégie</li> </ul>

**Figure 74 : Les quatre étapes de la visualisation stratégique (W. C. Kim & Mauborgne 2005)**

A l'issue de cette mise en œuvre de la Stratégie Océan Bleu, une nouvelle évaluation de la capacité d'innovation est réalisée, ce qui nous permet de comparer les apports de cette expérimentation vis-à-vis de l'état initial mesuré (XP0) et face aux apports relatifs aux hypothèses.

Comme déjà expliqué, les travaux de cette expérimentation et ses participants n'étant pas les mêmes, ses apports et ceux de la TRIZ (XP1) sont distincts.

#### **Evaluation des effets**

Conformément à nos attentes, les apports de cette expérimentation au niveau de la stratégie d'innovation sont conséquents (voir figure ci-dessous), tout particulièrement en ce qui concerne la « Stratégie commerciale » (module d'évaluation 1.3), qui est le cœur de la démarche de la Stratégie Océan Bleu. L'autre aspect clé de la BOS est la focalisation sur le client et donc il paraît tout à fait normal de retrouver une amélioration sensible sur la « Collaboration avec le client » (module d'évaluation 2.4), même s'il reste à définir comment et dans quelle mesure les clients peuvent entrer dans les processus de conception de l'entreprise.

Certains aspects du processus d'innovation tels que la « Gestion des idées » (module d'évaluation 3.3), le « Filtre d'innovation » (module d'évaluation 3.4) ainsi que « l'Utilisation de méthodes » (module d'évaluation 3.5) bénéficient de la mise en œuvre de la BOS. Ce bénéfice s'explique par la présence dans la BOS d'une méthodologie pour la constitution d'un canevas stratégique avec des critères d'évaluation.

Enfin la mise en œuvre de cette expérimentation a également profité à la « Culture générale de l'innovation » (module d'évaluation 6.1), car celle-ci a participé à la mise en œuvre de changements structuraux liés à la poursuite de la vision d'entreprise nouvellement définie.

Modules d'évaluation du modèle de Bûrgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		
Apport de l'expérimentation de BOS							

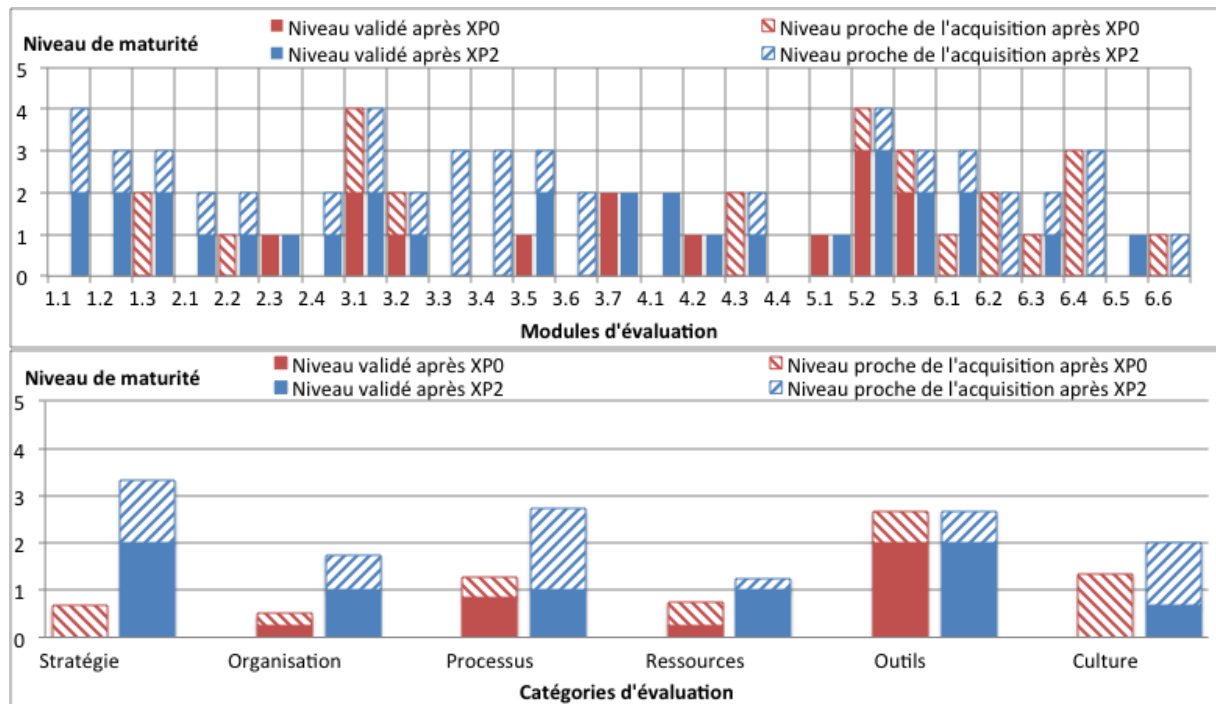


Figure 75 : Synthèse des apports de l'expérimentation XP2

### Pertinence des hypothèses

Au niveau de l'adéquation avec l'hypothèse de recherche H2, on peut noter que les améliorations ressenties avaient été anticipées, mais elles n'arrivent cependant pas au niveau que la BOS devrait permettre d'atteindre (voir dans la figure ci-dessous pour la comparaison des résultats avec l'hypothèse). Ceci est notamment dû au périmètre de la mise en œuvre qui reste modeste.

Comme nous l'avons vu précédemment lors de l'analyse de la première expérimentation, « l'intégration des données » (module d'évaluation 5.2) apparaît avec une maturité supérieure à celle attendue dans le cadre de l'hypothèse, et ce niveau déjà élevé fut identifié au moment de l'évaluation initiale de la capacité d'innovation. Elle n'est pas le fruit de l'introduction de la BOS. Il en va de même cette fois-ci pour les aspects « management et audit de projets » (module d'évaluation 3.1) et « planification de production » (module d'évaluation 3.7).

Du reste, certaines des caractéristiques qui auraient dues atteindre un niveau élevé (voir maximal pour la « stratégie d'entreprise et d'innovation » (module d'évaluation 1.1), la « stratégie commerciale » (module d'évaluation 1.3) et la « collaboration avec le client » (module d'évaluation 2.4)) n'ont atteint qu'un niveau moyen. Ces différences s'expliquent par l'application et l'imprégnation uniquement partielle de la méthodologie, un temps beaucoup plus long étant nécessaires à une pénétration réelle de l'approche de la BOS. Les éléments faisant encore défaut à l'issue de l'expérimentation sont notamment :

- La déclinaison entre la vision de l'entreprise, sa stratégie d'entreprise et sa stratégie d'innovation.
- L'élaboration d'études de marché, de segmentations, de stratégies marketing et d'instruments de marketing, ou du moins leur visibilité et leur utilisation dans les processus de l'entreprise.
- L'intégration réelle du client dans le processus d'innovation (et pas uniquement de ses représentants)

Modules d'évaluation du modèle de Bûrgin ("Innovationsassessment")			
<b>Stratégie</b>	<b>Processus</b>	<b>Ressources</b>	<b>Culture</b>
1.1 Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1 Management et audit projets	4.1 Ressources financières	6.1 Culture générale de l'innovation
1.2 Stratégie technologique	3.2 Processus d'innovation	4.2 Ressources pour le développement	6.2 Alignement de la direction sur l'innovation
1.3 Stratégie commerciale	3.3 Gestion des idées	4.3 Ressources technologiques	6.3 Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>	3.4 Filtre d'innovation	4.4 Ressources de production	6.4 Formation permanente
2.1 Organes de décision	3.5 Utilisation de méthode	<b>Outils</b>	6.5 Styles de communication
2.2 Organisation tournée vers l'innovation	3.6 Planification de l'introduction sur le marché	5.1 Outils de conception	6.6 Encouragement et motivation
2.3 Coopération pour l'innovation	3.7 Planification de production	5.2 Intégration de données	
2.4 Collaboration avec le client		5.3 Outils de communication	
Ecart positif entre les hypothèses sur BOS et son expérimentation		Ecart négatif entre les hypothèses sur BOS et son expérimentation	

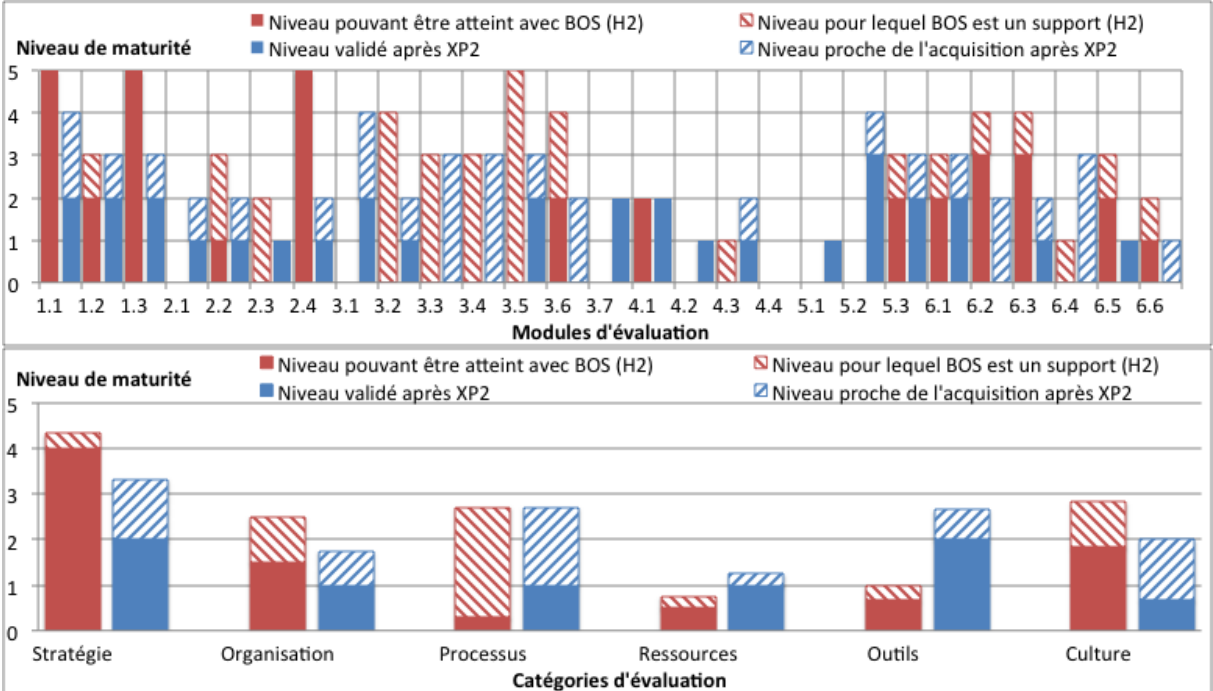


Figure 76 : Synthèse de la validation expérimentale XP2 de l'hypothèse H2

5.4.4 Conclusions et limites

Cette expérimentation nous a ouvert les yeux sur le travail régulier et de longue haleine que constituent la formalisation et la mise en adéquation des stratégies. Ce processus continu a révélé une partie de son potentiel en tant qu'outil de travail, de documentation et de communication.

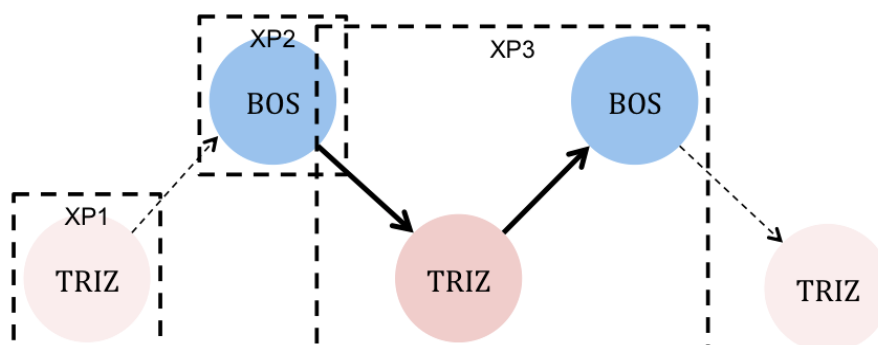
Le bénéfice culturel de cette expérimentation existe. Il est cependant très loin d'atteindre le potentiel envisagé dans le cadre des hypothèses. Nous supposons que ceci est dû à la mise en œuvre, pour le moment limitée, de la BOS sur le site. Les premiers bénéfices visibles concernaient la stratégie d'innovation et cette démarche demandera encore des efforts pour avoir un effet notable sur la culture d'innovation. Nous pensons cependant toujours qu'à terme, cette démarche doit permettre d'atteindre le niveau culturel escompté.

Étonnamment, nous avons découvert par la suite que les canevas stratégiques et un certain nombre de notions de la BOS ont été également utilisés parallèlement dans l'objectif de formaliser la stratégie de la division Thermotechnology du groupe Bosch et des marques Bosch et ELM Leblanc. Même si nous pensons que le potentiel le plus important réside dans la création et l'évolution des canevas produits, nous souhaitons toujours assurer la mise en relation des stratégies de l'usine, des produits et des marques.

Dans les expérimentations à venir, nous étudierons l'effet qu'aura un usage plus prolongé de la BOS (et de la TRIZ dans le cas de leur utilisation conjointe, qui est l'objet de la 3<sup>e</sup> expérimentation).

### 5.5 3<sup>ème</sup> expérimentation : Hybride V2 (TRIZ + BOS)

Lors de l'expérimentation 1 (XP1), un objet technique, la chaudière hybride, a commencé à être étudié. Des modèles de problèmes, ainsi que des premières idées furent documentées. Lors de la 2<sup>e</sup> expérimentation (XP2), deux canevas stratégiques produits ont été créés et sont disponibles pour la suite : le canevas du positionnement actuel du produit Mégalis Condens Hybride ainsi que sont canevas cible, reprenant le niveau souhaité dans un avenir proche, sur les différents critères d'évaluation. Lors de la 3<sup>e</sup> expérimentation (XP3), une nouvelle série d'animation de groupe de travail utilisant la TRIZ se déroule. Les premières activités consistent à déterminer des modèles de problèmes sur la base des modifications souhaitées des caractéristiques du produit. Enfin, après avoir résolu les modèles de problèmes précédents, les idées sont évaluées pour leur impact réel sur le canevas stratégique.



**Figure 77 : Enchaînement méthodologique retenu pour les expérimentations**

### 5.5.1 Objectif

La 3<sup>e</sup> expérimentation avait pour objet la mise en œuvre conjointe de la TRIZ et de la BOS et ce, afin d'étudier plus amplement :

- leur performance (en renouvelant leur mise en œuvre pour augmenter l'expertise des participants).
- la pertinence de leur combinaison (et constater les éventuelles synergies et redondances).

Nous avons retenu, pour cette expérimentation, un certain nombre des remarques faites dans les expérimentations précédentes, telles que la nécessité de travailler sur un objet technique unique, avec un groupe de travail soudé autour d'objectifs communs, en tirant profit des canevas produits.

### 5.5.2 Démarche

L'équipe qui a participé à cette 3<sup>e</sup> expérimentation fut composée sur la base des personnes disponibles sur le site de Drancy, de leurs connaissances et leurs points faibles ont été comblés par l'intervention préalable ou pendant les sessions d'experts externes des domaines correspondants. Une attention particulière a été donnée à la sélection d'une équipe déjà soudée autour d'objectifs communs (organisationnels), se connaissant bien pour la plupart, parlant tous la même langue maternelle (sauf un, mais dont la maîtrise du français est excellente) et enfin, sensibilisés et motivés par les enjeux liés à l'innovation.

L'équipe se trouva finalement constituée de :

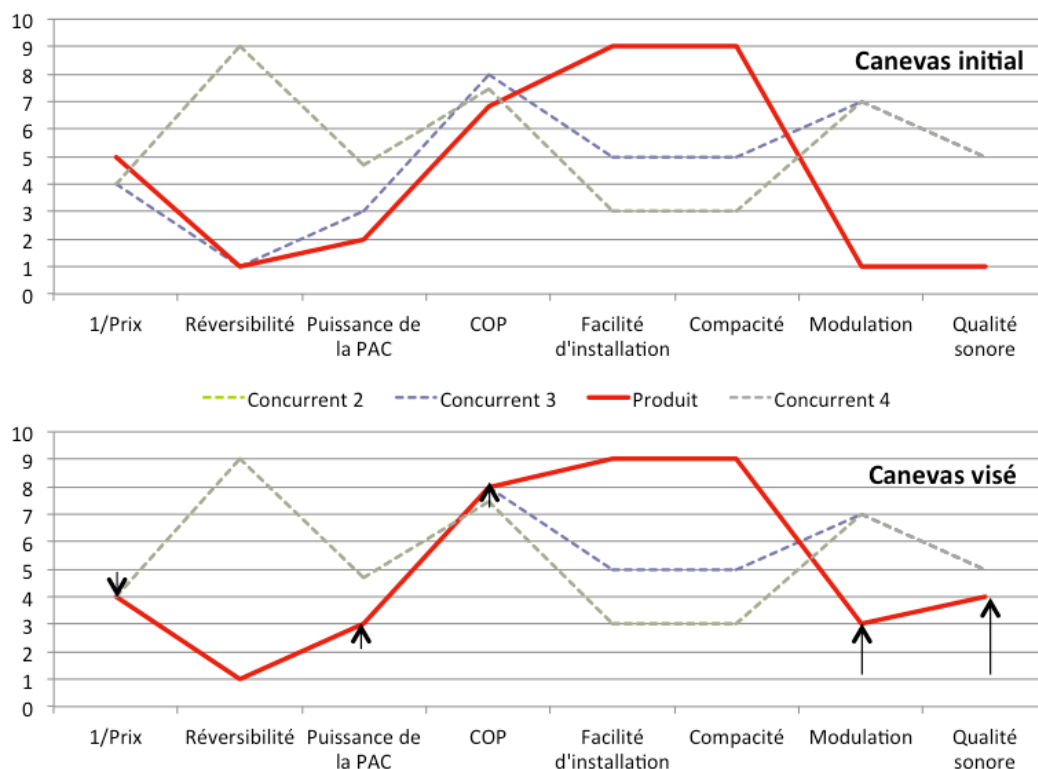
- l'acheteur projet travaillant (entre autres sur les développements nouveaux, et la réduction des coûts produit qui est aussi au cœur de cette démarche d'innovation).
- du responsable qualité-achat qui a, par le passé, suggéré de nombreuses idées de produits ou de services nouveaux et qui porte un point de vue différent de celui des équipes de recherche et développement.
- du responsable du bureau d'études qui est le département regroupant les concepteurs des appareils développés.
- de trois étudiants dans leur dernière année d'école d'ingénieur avec une expertise différente (conception mécanique, acoustique et thermodynamique) rattachés au pré-développement et travaillant physiquement au laboratoire d'essai (qui constitue avec le bureau d'étude une partie du service recherche & développement du site de Drancy).
- l'ingénieur essai-développement ayant participé au développement de la Mégalis Condens Hybride ainsi qu'à la première expérimentation sur la TRIZ (XP1).
- l'expert TRIZ qui est déjà intervenu sur cette première expérimentation.
- 2 experts acoustiques (l'un d'un laboratoire de recherche et l'autre d'un centre technique).
- le chef du projet de développement de la Mégalis Condens Hybride, maintenant en charge du pré-développement.



La Stratégie Océan Bleu (BOS) est mise en œuvre dans cette expérimentation comme descriptif des objectifs de l'étude. Le canevas stratégique actuel du produit Mégalis Condens Hybride est présenté ainsi que le nouveau canevas souhaité, les attributs à « renforcer », « réduire », « exclure » ou « créer » et l'ébauche de slogan percutant pour le futur produit.

### 5.5.3 Résultats

Le schéma ci-dessous reprend le canevas stratégique de la Mégalis Condens Hybride actuel (V1) et du produit de deuxième génération qui permettra d'atteindre les critères définis par le nouveau canevas (V2).



**Figure 78 : Comparaison des canevas stratégiques**  
(les noms des offres concurrentes sont masquées pour des raisons de confidentialité)

L'objectif de cette approche est de préparer le groupe à la recherche de concepts de solutions répondant au besoin d'évolution déterminé, d'augmenter rapidement le niveau de connaissance des phénomènes en jeu et de travailler la divergence (par rapport à la concurrence) et la focalisation sur les attributs les plus importants pour le client. Dans notre application, cela correspond à travailler sur :

- l'utilisation d'énergie renouvelable en conservant une compacité forte
- la qualité sonore
- la réduction des coûts

L'utilisation de cette approche nous permet de nous soustraire à l'utilisation du concept TRIZ de Résultat Idéal Final et à sa mise en œuvre, en exprimant les paramètres à améliorer (fonctionnalité) et ceux à corriger (nuisibles).



## Retour sur les livrables

Les connaissances du groupe de travail ont été considérablement accrues sur la thématique acoustique et qualité sonore (notamment grâce à l'intervention d'experts, particulièrement appréciée par les participants) et de nouveaux savoirs manquants ont été identifiés pour une poursuite des travaux. En effet, le formalisme de la TRIZ offre des cadres de représentation des connaissances du groupe de travail, utiles en particulier pour extraire les connaissances des experts.

La provenance des idées (qui ont la valeur de concepts envisageables et expérimentables à plus ou moins long terme) documentées étant toujours assurée par les fiches idées, nous avons pu relever sur ces deux sessions :

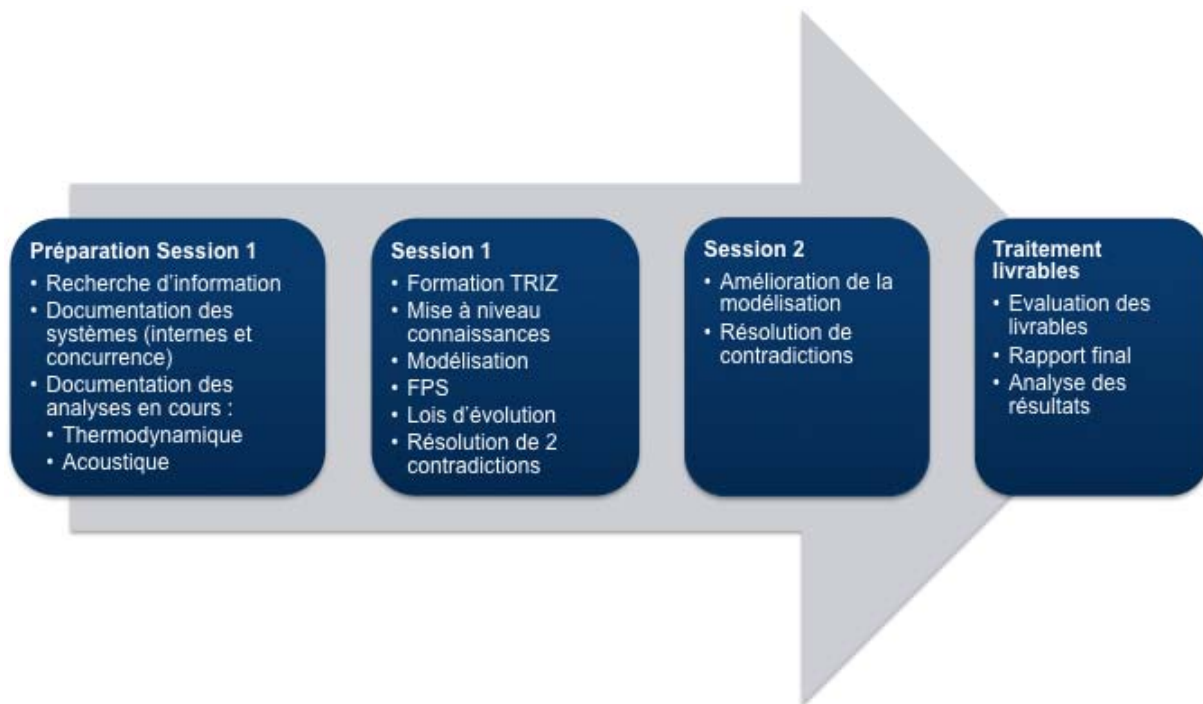
- 11 idées générées pendant les phases de modélisation (documentées alors pour ne pas être oubliées et ne pas brider les participants).
- 16 idées générées lors de la résolution de la contradiction 1 (technique et physique).
- 22 idées générées lors de la résolution de la contradiction 2 (technique et physique).
- 37 idées générées lors de la résolution de la contradiction 3 (physique)
- 17 idées générées lors de la résolution de la contradiction 4 (physique)

Nous avons également analysé les horizons temporels d'une mise en œuvre de chacune de ces idées. Il en ressort que 56 d'entre elles (soit 54% du total) peuvent être mise en production en moins d'un an, 34 (33% du total) nécessiteront entre 1 et 3 ans et 13 (13%) ne pourront voir le jour qu'après une recherche d'une durée supérieure à 3 ans.

L'évaluation des concepts repose sur l'apport de chaque nouvelle solution par rapport au canevas produit actuel. Les critères devant évoluer (selon le canevas cible) ont une plus forte pondération pour encourager la sélection de concepts qui vont favoriser la différenciation telle qu'attendue. Les notations de chaque concept sont synthétisées en une note unique, somme de cette évaluation multicritère pondérée.

Un potentiel combinatoire des différentes idées nous est également apparu. Celui-ci est représenté par le tableau suivant.





**Figure 80 : Déroulement des sessions et utilisation des outils et notions de la TRIZ**

Notons cependant, que la formation à la TRIZ prévue dans la session 1 est en réalité une initiation aux outils que le groupe de travail devra manipuler, sur la base d'exemples choisis par l'animateur. Une formation complète ne pourrait pas être donnée, même si nous utilisons l'ensemble du temps mis à disposition pour l'expérimentation.

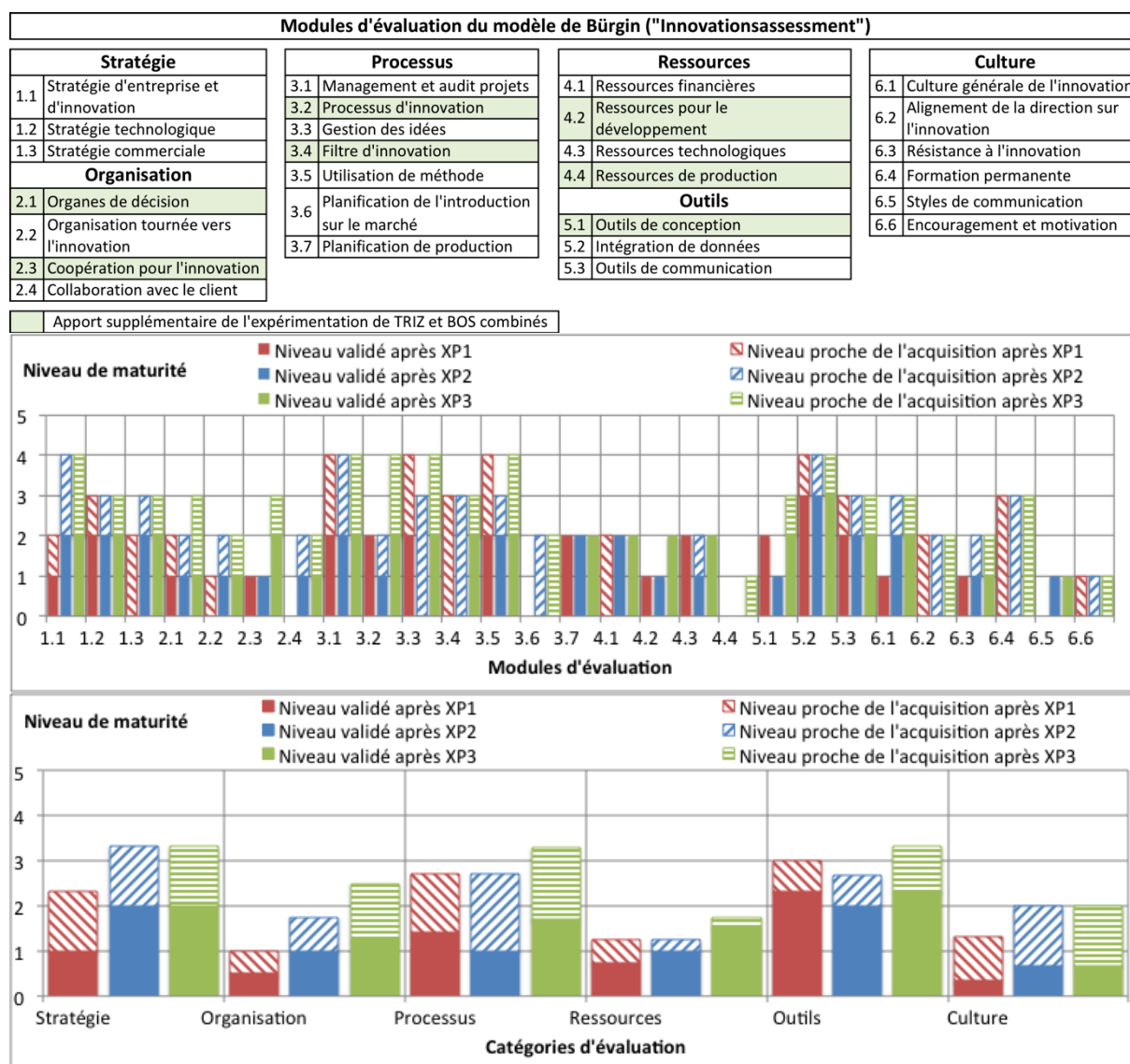
Le périmètre technique de cette expérimentation étant défini bien plus précisément que celui de la première expérimentation de la TRIZ (XP1), les contradictions et les résultats issus de leur résolution (fiches idées) sont aussi plus explicites et bien plus valorisables. A l'issue de la deuxième session de travail, soit après 4 jours de travail avec tous les participants, un nombre important d'idées de qualité sont disponibles pour être expérimentées dans des essais laboratoires ou pour donner des pistes de recherche.

Nous nous sommes consacrés aux problèmes inventifs les plus importants (à la fois issus des analyses précédentes menées avec la TRIZ et confirmés par la typologie du nouveau canevas stratégique désiré). L'utilisation du Résultat Idéal Final n'a cette fois pas porté sur le système complet (les canevas stratégiques auront fait office de boussole pour l'orientation des recherches), mais sur des sous-systèmes de l'appareil construit via l'utilisation des Lois d'Evolution.

#### **Evaluation des effets**

Comme précédemment, le tableau et les histogrammes suivants reprennent l'évaluation de la capacité d'innovation avant et après cette nouvelle expérimentation (voir figure ci-dessous). L'état de la capacité d'innovation distingue les apports issus des premières expérimentations. Nous pouvons donc identifier l'apport de cette nouvelle intervention. A minima, les résultats obtenus combinent les apports des expérimentations initiales. Les différences entre celles-ci et la nouvelle évaluation comprennent donc les apports d'une association de la TRIZ et de la BOS et permet de détecter d'éventuelles synergies comme proposées dans les hypothèses. Notons cependant qu'une part de la progression

de la capacité d'innovation est également liée à l'expérience acquise, par certains participants, de la pratique de ces deux approches.



**Figure 81 : Synthèse des apports de l'expérimentation XP3 et comparaison avec les deux premières**

Les effets de cette combinaison (et de l'expérience acquise par certains participants) se font ressentir dans les aspects liés aux « Organes de décision » (module d'évaluation 2.1), car il apparaît maintenant clairement que l'innovation repose sur des compétences techniques (exploitées par la TRIZ) et sur des compétences commerciales (exploitées par la BOS).

Il est maintenant clair pour les personnes impliquées dans les groupes de travail qu'une innovation ne pourra réussir qu'avec le concours de ces compétences.

Cette nouvelle expérimentation a fait l'objet d'une intervention d'experts (industriels et académiques) au sein du groupe d'étude, ce qui à la fois était très apprécié par les participants, mais ce qui a aussi contribué à enrichir considérablement la qualité des résultats obtenus (documentation des analyses et fiches idées). De ce point de vue, ceci

constitue un progrès dans la « Coopération pour l'innovation » (module d'évaluation 2.3).

L'aspect qui a peut-être le plus bénéficié de cette expérimentation est le « Processus d'innovation » (module d'évaluation 3.2). En effet, la structuration des études et l'approche utilisée sont beaucoup plus rationnelles et reproductibles que par le passé. Ce modèle développé et appliqué dans l'organisation permet de formaliser la description des buts d'innovation en reprenant tous les critères attendus (par le client notamment) et d'en dériver des problématiques techniques à résoudre.

Nous avons également fait l'expérience de l'importance des « Ressources de développement » (module d'évaluation 4.2). Nous avons anticipé l'investissement de ressources externes expertes dans cette mise en œuvre, ce qui a été particulièrement fructueux. La pertinence d'une planification de ces ressources (internes et externes) constitue une nouvelle piste de recherche, qui peut être explorée lors de l'utilisation des outils de la TRIZ, dont certains permettent d'identifier certains savoirs manquants (les outils de modélisation notamment), et de questionner efficacement les experts.

Conjointement à cette analyse des savoirs existants et manquants, nous avons pu clarifier les investissements ou l'utilisation en externe d'outils de simulation et de conception (notamment pour les simulations en mécanique des fluides par éléments finis), ce qui constitue un premier progrès pour le perfectionnement des « Outils de conception » (module d'évaluation 5.1).

Les améliorations observées de la capacité d'innovation concernent avant tout les catégories « Organisation » et « Processus d'innovation ». Ces améliorations sont moins fortes entre l'XP3 et les XP1 et 2 qu'entre les XP1 et 2 et l'état initial. Ceci s'explique par le fait que les progrès dans chacun des modules sont très rapides pour les premiers niveaux, mais demandent plus d'effort pour la suite de la progression. Cependant, nous considérons également que l'effort d'appropriation de la TRIZ et la BOS continuera de porter ses fruits avec les utilisations successives et la diffusion au sein de l'organisation (en particulier pour la culture d'innovation). De plus, ces actions sont combinées à d'autres, cette fois non issues de la thèse, augmentant, comme nous le verrons dans l'XP4, les retombées de ces expérimentations.

Lorsque l'on s'intéresse à l'évaluation des modules liés à la stratégie d'innovation, on remarque que ceux-ci ne semblent pas marquer de progrès entre la fin de l'expérimentation 2 et la fin de l'expérimentation 3. Ceci est dû à trois points bloquant chacun des modules :

- La vision n'est pas encore communiquée en externe comme un élément motivant et enthousiasmant.
- Les changements technologiques majeurs à long terme ne sont pas encore clairement identifiés et les champs d'innovation technologique n'en découlent pas pour le moment.
- L'étude du marché, sa segmentation, les stratégies et les instruments de marketing ne sont pas entièrement formalisés.

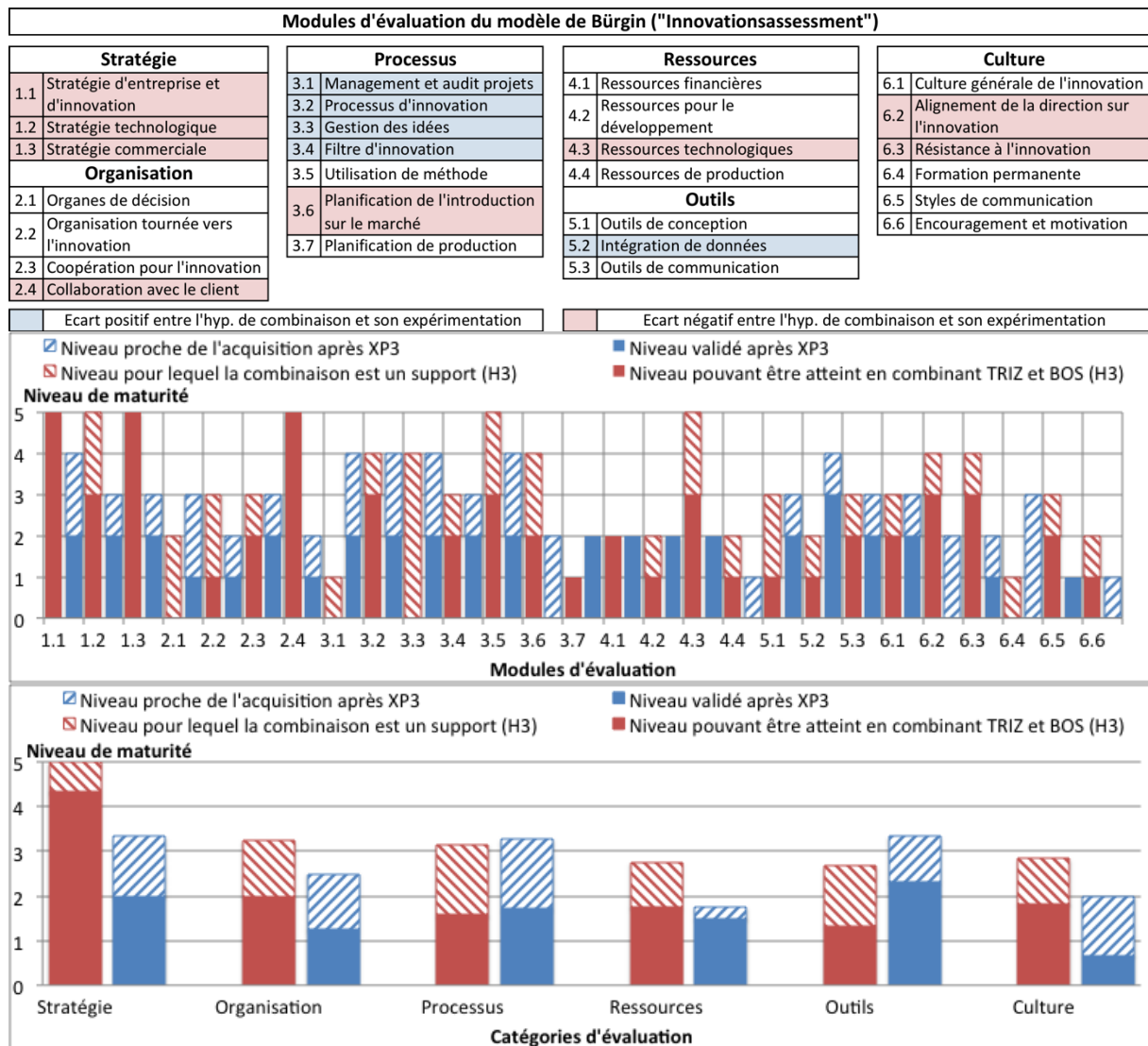
De même, au niveau culturel des éléments clés empêchent la progression :

- Les changements structureaux nécessaires à l'amélioration spécifique de la culture ne sont pas encore élaborés.
- Le rôle que les cadres de l'entreprise et leur comportement jouent dans la culture d'entreprise n'est pas encore compris.
- Les avantages et les inconvénients des résistances à l'égard de l'innovation ne sont pas compris. On ne comprend pas l'intérêt de soutenir et d'être également critique constructif.
- La pertinence de la formation continue vis-à-vis de la capacité d'innovation n'est pas encore comprise dans l'entreprise. Ce levier n'est pas utilisé pour le moment.
- Il n'existe pas de lignes générales pour une communication d'entreprise utile à l'innovation.
- L'influence positive des éléments de motivation sur la capacité d'innovation n'est pas encore comprise.

A ce point de nos expérimentations, il serait important d'entreprendre une action visant à apporter les éléments manquants à la culture d'innovation, tels qu'énumérés précédemment.

#### **Pertinence des hypothèses**

Dans un premier temps, nous allons analyser l'adéquation des résultats obtenus avec la partie macroscopique de l'hypothèse de combinaison de la TRIZ et de la BOS (H3). Les figures ci-dessous présentent l'état de la capacité d'innovation à l'issue de l'expérimentation et le comparent à l'hypothèse 3.



**Figure 82 : Synthèse de la validation expérimentale XP3 de l'hypothèse H3**

Des écarts sont observés. Dans le module d'évaluation 1.3 concernant la « Stratégie commerciale », les niveaux les plus hauts ne sont pas atteints car l'élaboration de la stratégie commerciale n'est pas devenue une partie suffisamment importante et routinière du management de l'innovation sur le site de Drancy. Les responsabilités, les étapes de ce processus et les voies de communications ne sont pas non plus explicites. La BOS continue cependant de constituer un atout pour la stratégie commerciale et l'écart observé semble lié à des défauts de jeunesse de la démarche instaurée.

La « Collaboration avec le client » (module d'évaluation 2.4) obtient également un score décevant comparativement à ce que la BOS pouvait laisser espérer. Cette différence s'explique par le fait que, si des représentants des clients (le chef produit) sont bel et bien intégrés dans le processus d'innovation depuis peu, le client lui-même ne prend jamais part au développement de produits innovants (possible via une intégration de Lead Users par exemple). Des pistes de cette intégration sont présentées dans l'approche de la BOS, mais n'ont pas pu être explorées dans le cadre des expérimentations. Elles demeurent un axe d'investigation très intéressant pour l'amélioration de la capacité d'innovation.



De même, des progrès conséquents étaient attendus sur la « Planification d'introduction sur le marché ». Ceux-ci ne se sont pas fait ressentir pour différentes raisons. Tout d'abord, aucune des expérimentations réalisées n'a permis de fournir un cas concret suffisamment avancé pour traiter de la planification de son introduction sur le marché, mais aussi la structure même de notre lieu d'expérimentation semble être une difficulté. En effet, le site industriel est divisé en deux entités aux interfaces réduites : le site de production et l'organisation commerciale. Comme nous l'avons vu, il est fondamental de pouvoir résorber cette dichotomie pour concilier les aspects techniques et commerciaux de l'innovation. Cette difficulté semble cependant se résorber quelque peu, par la mise en commun de ressources issues de ces deux parties dans des travaux communs, mais continue néanmoins de constituer un axe de travail majeur.

Une analyse similaire peut être faite de la différence observée par le potentiel de la TRIZ et de l'amélioration effective de la « Planification de production ». L'intégration de spécialistes de la production en amont du processus d'innovation est en effet encore bien trop faible pour justifier de progrès conséquents dans ce domaine. Des actions additionnelles ont été entreprises (comme l'appropriation de la méthode DFMA par la formation d'une personne du bureau d'études ainsi que la mise en œuvre d'un projet pilote). Plus largement, l'intégration, dans les sessions de travail telles que celles qui ont eu lieu dans le cas des expérimentation, d'experts en production est nécessaire (tout comme celle des clients moyennant l'encadrement et la gestion de la propriété industrielle) pour garantir une plus grande capacité d'innovation par le décloisonnement de l'activité d'innovation (aujourd'hui centrée sur le département développement).

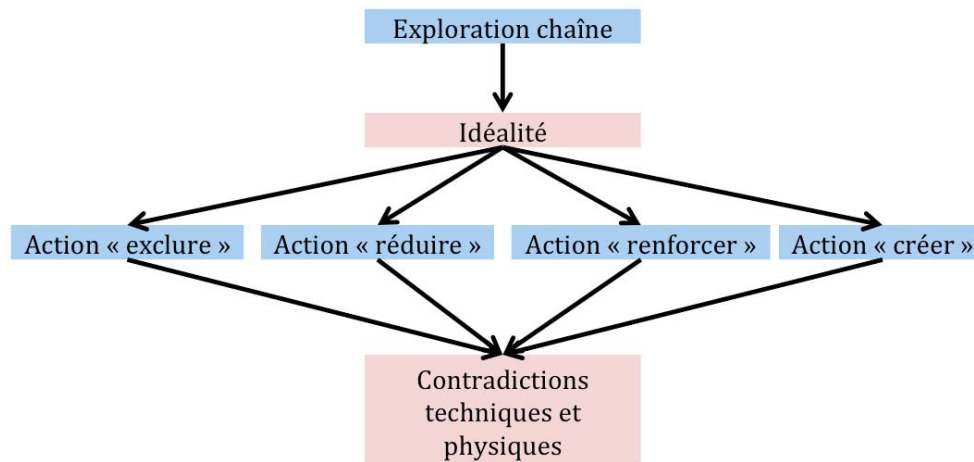
Les résultats attendus au-niveau des « Ressources technologiques » (module d'évaluation 4.3) sont plus faibles que prévu. La connaissance précise des ressources technologiques existantes et disponibles en interne, leur planification et le travail avec des ressources additionnelles en externe ne sont pas encore entièrement satisfaisants (du moins pour la partie innovation des activités de développement). Cependant, ce point est traité, dans le cadre d'une ouverture du site récente (postérieure aux expérimentation) à d'autres entreprises et universités dans le cadre de partenariat visant aux développement d'innovation produit et service. Un projet en consortium a d'ores et déjà été labellisé par des pôles de compétitivité, ce qui semble être une très bonne nouvelle pour l'amélioration de cet aspect.

Enfin, le développement des aspects culturels liés à l'innovation ne semble pas avoir été à la hauteur des attentes suscitées par la BOS. Comme expliqué précédemment, nous pensons que ceci s'explique partiellement par l'inertie liée à l'organisation pour s'approprier de nouvelles approches et les intégrer dans sa culture d'entreprise. Cette inertie, ne semble pas spécifique au site retenu pour les expérimentations. Nous pensons que quelque soit le terrain, les changements induits par l'introduction de nouvelles notions, outils et démarches sont susceptibles de créer des résistances qui peuvent expliquer l'impact plus faible sur la culture d'innovation. Nous pensons que ces aspects seraient certainement influencés positivement par un succès en matière d'innovation. L'aspect limité de la diffusion de ces approches dans le cadre des expérimentations a également contribué à restreindre l'impact culturel des actions décrites. Les aspects culturels de l'innovation sont supportés dans leur développement par la mise en œuvre d'une démarche d'appropriation, par les employés, des thématiques liées à l'innovation.

Une partie du travail d'expérimentation a d'ailleurs été réalisée dans ce cadre. Nous reviendrons sur les bénéfices de cette initiative dans la dernière évaluation de la capacité d'innovation.

Cependant, la bonne progression observée sur les modules d'évaluation de la catégorie « Processus » semble indiquer que la combinaison de la TRIZ et de la BOS a bel et bien apporté un bénéfice supplémentaire. Le niveau obtenu à l'issue de l'expérimentation semble conforme à celui anticipé dans le cadre de l'hypothèse H3.

Vérifions maintenant l'adéquation des résultats obtenus lors de cette expérimentation avec les éléments méthodologiques de l'hypothèse H3. Celle-ci comprenait la mise en relief de liens entre la TRIZ et la BOS qui semblaient constituer d'une part des approches similaires et d'autre part présentant des complémentarités pouvant constituer de « mini-processus », nous comprenons un enchaînement d'outils qui permet de valoriser des résultats d'un outil ou d'une démarche par l'utilisation de ceux-ci comme données d'entrée dans un autre outil ou une autre démarche.



**Figure 83 : Représentation d'un mini-processus issu de l'association d'outils de la TRIZ et de la BOS**

Nous rappelons dans la figure suivante, l'ensemble des similitudes que nous avons identifiées dans l'élaboration de l'hypothèse H3. Celles-ci sont commentées ensuite.

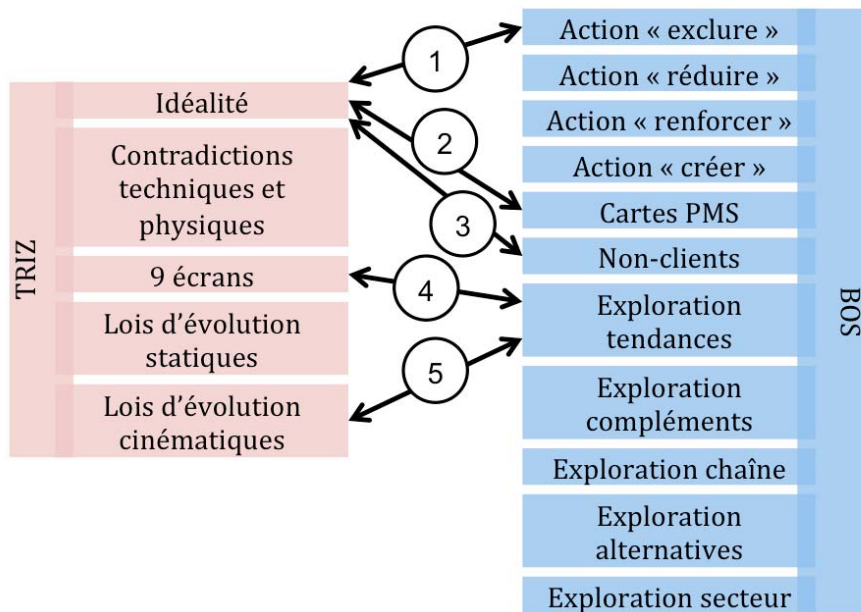


Figure 84 : Equivalences supposées entre les outils de la TRIZ et la BOS

(1) Nous n'avons pas identifié de critère susceptible d'être exclu du produit actuel. Nous expliquons ceci par le fait que notre système, qui est encore aujourd'hui nouveau, est en train de se complexifier pour atteindre un niveau de performance satisfaisant. Lorsque nous considérons son positionnement sur une courbe d'évolution, il paraît normal de ne pas trouver pour le moment d'éléments à exclure de ce système.

Poids, Volume, Consommation énergétique

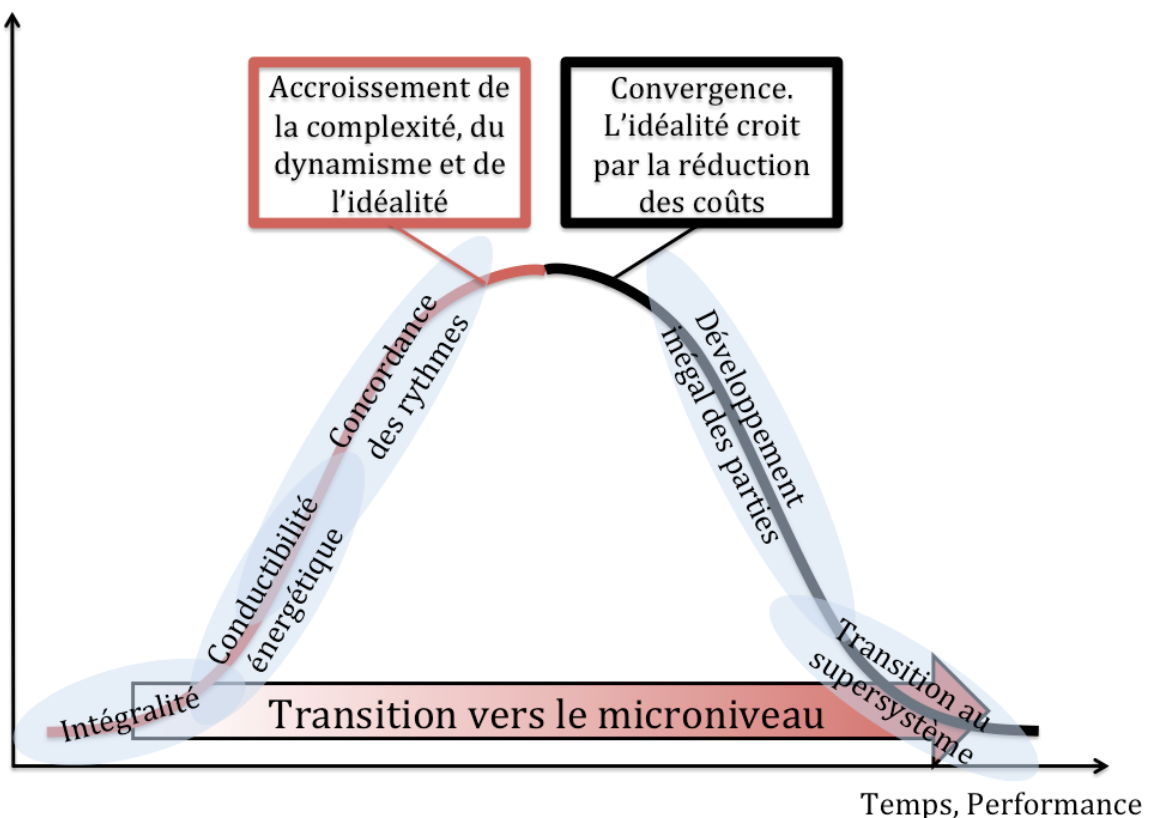


Figure 85 : Schéma de coordination des lois (Denis Cavallucci 2003) (Salamatov 1991)

(2) Nous ne disposions pas au début de l'expérience de connaissances marché suffisantes pour construire une carte PMS. La similitude supposée n'a donc pas pu être testée.

(3) La considération de l'idéalité et la prise en compte des non-clients ne sont pas des approches équivalentes, mais leur utilisation conjointe est importante. L'idéalité permet d'établir le portrait robot du système idéal et les niveaux de non-clients permettent d'analyser les raisons d'un rejet du produit et nourrir la construction de l'idéalité. Il s'agit donc plutôt d'un mini-processus {Cercles de non clients -> Idéalité} que d'une similitude.

(4) Ces approches sont, sur le principe, tout à fait comparables. Notons cependant que l'outil des 9 écrans est beaucoup plus structurant et précis que la piste 6.

(5) Dans notre étude, les seules lois d'évolution utilisées étaient les lois statiques (1<sup>ère</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> lois), car comme nous l'avons évoqué plus haut, le système technique est au début de son évolution. Nous ne pouvons que continuer à supposer que l'usage de ces outils présenterait bien des similitudes.

La figure suivante présente la synthèse de l'expérimentation des similitudes.

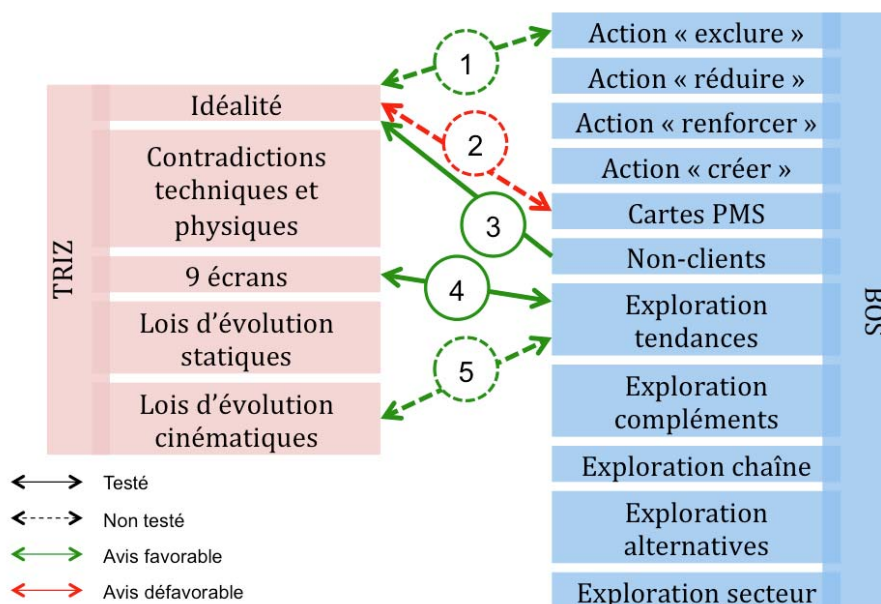


Figure 86 : Expérimentation des équivalences entre les outils de la TRIZ et la BOS

Voyons ensuite les associations susceptibles de constituer des « mini-processus ». La figure suivante en fait une synthèse.

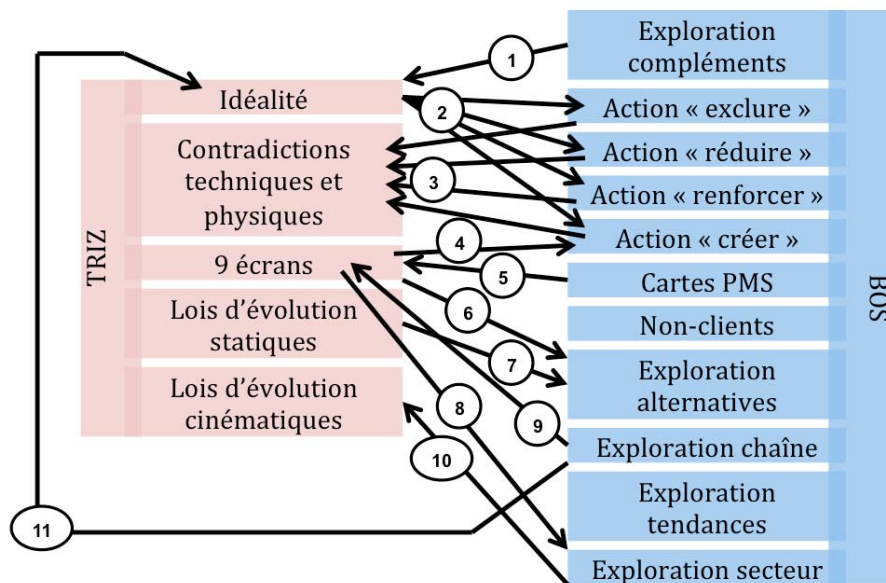


Figure 87 : Associations supposées d'outils de la TRIZ et la BOS

(1) Cette interaction était tout à fait pertinente dans notre cas, s'agissant d'une application au développement d'un système hybride. De plus, la prise en compte de l'environnement physique du produit (accessoires, régulation, ...) ainsi que celle des habitudes de ses installateurs constituent bien un moyen d'enrichir la description de l'idéauté.

(2) Cet enchaînement fournit en effet un moyen de construire une nouvelle courbe de valeur. Il ne permet cependant pas de construire la totalité de la nouvelle courbe (de nombreux aspects n'étant pas pris en compte du fait du centrage sur le système technique et non pas sur le client par exemple).

(3) Cet enchaînement a été particulièrement efficace pour cibler les contradictions les plus fortes sur le système technique. Les critères représentés et les niveaux, représentés sous la forme de différents canevas (objet actuel et objectif de l'étude), permettent d'identifier l'importance pour les clients des paramètres d'évaluations de contradictions techniques. Ceci permettant de prioriser la phase de résolution lors d'un cas d'étude.

(4) Cet enchaînement est une façon très rationnelle de détecter les critères à créer. Cette systématique n'est pas proposée à l'origine par la BOS.

(5) Nous ne disposons pas au début de l'expérience de connaissances marché suffisantes pour construire une carte PMS. L'interaction supposée n'a donc pas pu être testée.

(6) Au cours de l'utilisation des 9-écrans, nous avons fait émerger clairement que différents systèmes (que nous avons pu identifier comme des systèmes alternatifs) ont fusionné dans le cadre de l'évolution de notre objet technique. Cette interaction a donc pu se vérifier dans notre cas, mais nous supposons que ceci est essentiellement dû à la nature « hybride » du système technique considéré. Nous ne pouvons pas garantir la généralisation de ce lien.

(7) Cette application particulière des lois d'évolution n'a pas pu être testée dans notre expérimentation. Sa mise en œuvre ne nous a pas paru réellement pertinente et cette interaction ne nous semble pas réellement valorisable.

(8) Nous n'avons pas identifié de séquençement adapté permettant de connecter les 9-écrans à la piste d'exploration des groupes stratégiques du secteur. Cependant, la notion d'analogie entre des domaines d'activités différents suggérée par la piste est au cœur des outils de résolution de la TRIZ (incarnée dans la construction des principes de résolution notamment).

(9) Cette interaction n'a pas pu être testée dans nos expérimentations. Les apports de la piste d'exploration de la chaîne d'achat ont été très faibles dans notre cas d'étude.

(10) Dans notre étude, les seules lois d'évolution utilisées étaient les lois statiques (1<sup>ère</sup>, 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> lois), car comme nous l'avons décrit plus haut, elles étaient les plus pertinentes pour l'analyse de ce système naissant.

(11) Cette interaction n'a pas pu être testée dans nos expérimentations. Les apports de la piste d'exploration de la chaîne d'achat ont été très faibles dans notre cas d'étude.

La figure suivante présente la synthèse de l'expérimentation des « micro-processus ».

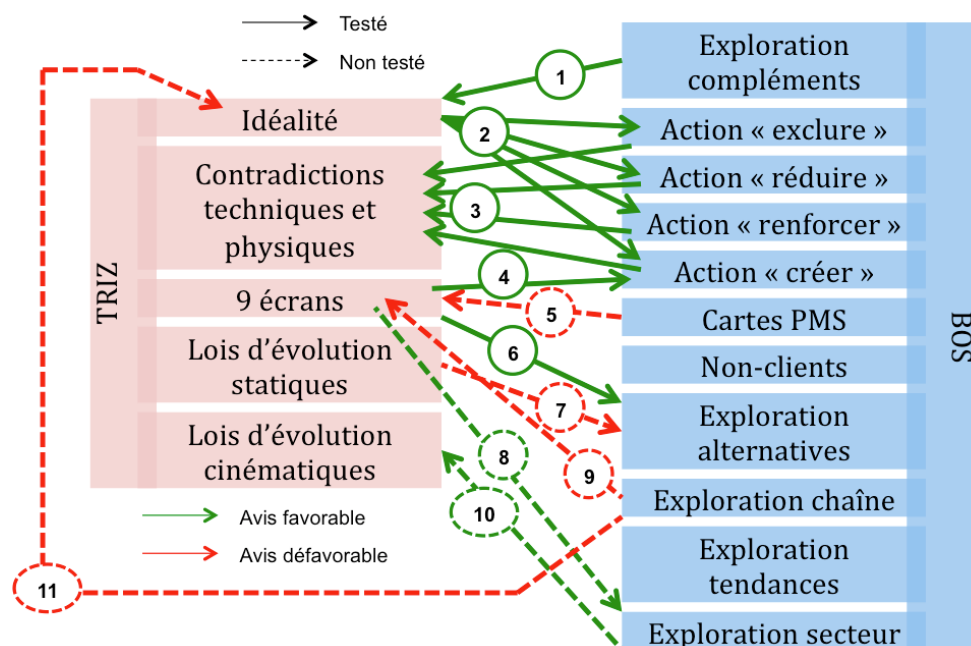


Figure 88 : Expérimentations d'associations d'outils de la TRIZ et la BOS

#### 5.5.4 Conclusions et limites

A l'issue de cet emploi conjoint de la TRIZ et de la BOS dans une expérimentation industrielle, nous sommes en mesure de confirmer que la capacité d'innovation de l'organisation a progressé considérablement. Cette évolution a globalement suivi la tendance pressentie lors de la rédaction des hypothèses.

Cependant, ces travaux mettent également en relief les difficultés restantes de l'organisation en termes de capacité d'innovation, en particulier dans le domaine de la collaboration avec le client et dans l'intégration de la production. Enfin, les résultats obtenus au niveau de la culture d'innovation sont en dessous des attentes (y compris relativement à la nouveauté de l'approche).

Ceci nous pousse donc à étudier d'autres approches susceptibles de pouvoir compléter ces aspects critiques pour la consolidation de la capacité d'innovation du site industriel.

Des liens entre les deux approches ont été établis et testés sur le terrain, ils montrent que l'emploi de la TRIZ et de la BOS ne se résume pas à la simple combinaison de leurs effets sur la capacité d'innovation mais que leur utilisation conjointe peut en constituer une source de plus-value.

## **5.6 Evaluation finale de la capacité d'innovation**

### **5.6.1 Objectifs**

Après les expérimentations de la thèse, nous avons jugé important de réaliser une nouvelle évaluation de la capacité d'innovation pour pouvoir qualifier les résultats obtenus par d'autres actions que celles mises en œuvre ici. Cette dernière évaluation permet de conclure sur l'état de la capacité d'innovation à l'issue de la thèse ainsi que sur les pistes d'actions complémentaires à mettre en œuvre pour continuer le travail d'amélioration entrepris.

### **5.6.2 Démarche**

Cette évaluation finale est réalisée dans le cadre d'un groupe de travail constitué de cadres du site. Le temps d'évaluation est pris sur du temps aménagé spécifiquement pour des thématiques traitant de l'innovation. En effet, depuis peu, une initiative très intéressante a été lancée, pensée et promue par le responsable achats-logistique du site, visant à dégager ce temps (1/2 journée par semaine). L'objectif est de pouvoir traiter des sujets innovants, soumis par l'ensemble des cadres concernés par cette initiative, en constituant des groupes de travail sur mesure et en faisant des restitutions régulières à l'ensemble des cadres. Nous sommes actuellement dans une phase pilote où nous testons les caractéristiques du dispositif.

Il est évident que l'attitude montrée par cette initiative ainsi que ses résultats hypothétiques sont très importants pour la création et le maintien d'une culture d'innovation.

Cette initiative fournit également le temps et le lieux pour le partage, la restitution et la validation des évaluation de la capacité d'innovation avec les cadre de l'entreprise impliqués, les groupes de travail des expérimentations ainsi qu'avec le comité de direction du site.

Cette approche est susceptible d'avoir les retombées nécessaires sur la culture d'innovation pour permettre le franchissement des barrières énumérées à la fin de l'expérimentation 3.



### 5.6.3 Résultats

Dans cette partie, nous observons les résultats obtenus suite à des actions manifestement postérieures aux expérimentations de la TRIZ et de la BOS. Nous analysons leurs impacts sur la capacité d'innovation, ce qui nous permet d'extraire des résultats à l'issue de la thèse, la part véritable due aux expérimentations des hypothèses de recherche de la thèse.

La capacité d'innovation a, une fois encore, progressé et l'on distingue 3 influences majeures.

Tout d'abord, concernant le « Management et l'audit de projets d'innovation » (module d'évaluation 3.1), les « Ressources financières » (module d'évaluation 4.1), les « Ressources pour le développement » (module d'évaluation 4.2) et les « Ressources technologiques (module d'évaluation 4.3), nous considérons que leur évolution positive est liée à la préparation et à la labellisation par des pôles de compétitivité de deux projets d'innovation multipartenaires (dont l'un correspond aux développements à venir de la chaudière hybride de seconde génération). Ces projets collaboratifs ont, en effet, augmenté les exigences internes en termes de planification et d'organisation des tâches de recherche entre industriels et universitaires. Cette nouvelle approche donne également une visibilité plus grande des enjeux techniques et financiers liés à l'innovation sur le site et favorise la création de réseaux collaboratifs pour promouvoir l'innovation.

La deuxième influence majeure concerne le D2IP (Drancy Innovation Initiative by People). Cette initiative, inspirée par les approches les plus avant-gardistes en matière d'organisation, est pour le moment à l'état de test mais porte déjà ses fruits au niveau de l'orientation de l'organisation vers l'innovation (module d'évaluation 2.2), de la « Culture générale d'innovation » (module d'évaluation 6.1), de « L'alignement de la direction sur l'innovation » (module d'évaluation 6.2) ainsi que sur les « Styles de communication » (module d'évaluation 6.5). Notons également que cette initiative, et l'engouement qu'elle a eu, ont permis de dégager le temps et ont garanti la motivation nécessaire aux groupes de travail des expérimentations de la thèse ; les sujets abordés dans la thèse ayant constitué des thèmes du D2IP.

Enfin, une légère influence, par la mise en œuvre d'actions autour de la DFMA dans un projet pilote innovant favorise quelque peu la prise en compte de la production dans les phases amont du processus d'innovation. L'aspect « Ressources de production » (module d'évaluation 4.4) s'en ressent légèrement. Cette dernière influence est cependant à nuancer devant celles des deux premières qui sont beaucoup plus importantes.

Les résultats de cette dernière évaluation sont représentés dans les figures suivantes.

Modules d'évaluation du modèle de Bürgin ("Innovationsassessment")							
<b>Stratégie</b>		<b>Processus</b>		<b>Ressources</b>		<b>Culture</b>	
1.1	Stratégie d'entreprise et d'innovation	3.1	Management et audit projets	4.1	Ressources financières	6.1	Culture générale de l'innovation
1.2	Stratégie technologique	3.2	Processus d'innovation	4.2	Ressources pour le développement	6.2	Alignement de la direction sur l'innovation
1.3	Stratégie commerciale	3.3	Gestion des idées	4.3	Ressources technologiques	6.3	Résistance à l'innovation
<b>Organisation</b>		3.4	Filtre d'innovation	4.4	Ressources de production	6.4	Formation permanente
2.1	Organes de décision	3.5	Utilisation de méthode	<b>Outils</b>		6.5	Styles de communication
2.2	Organisation tournée vers l'innovation	3.6	Planification de l'introduction sur le marché	5.1	Outils de conception	6.6	Encouragement et motivation
2.3	Coopération pour l'innovation	3.7	Planification de production	5.2	Intégration de données		
2.4	Collaboration avec le client			5.3	Outils de communication		
Apport supplémentaire observable en 2012 non attribué aux expérimentations							

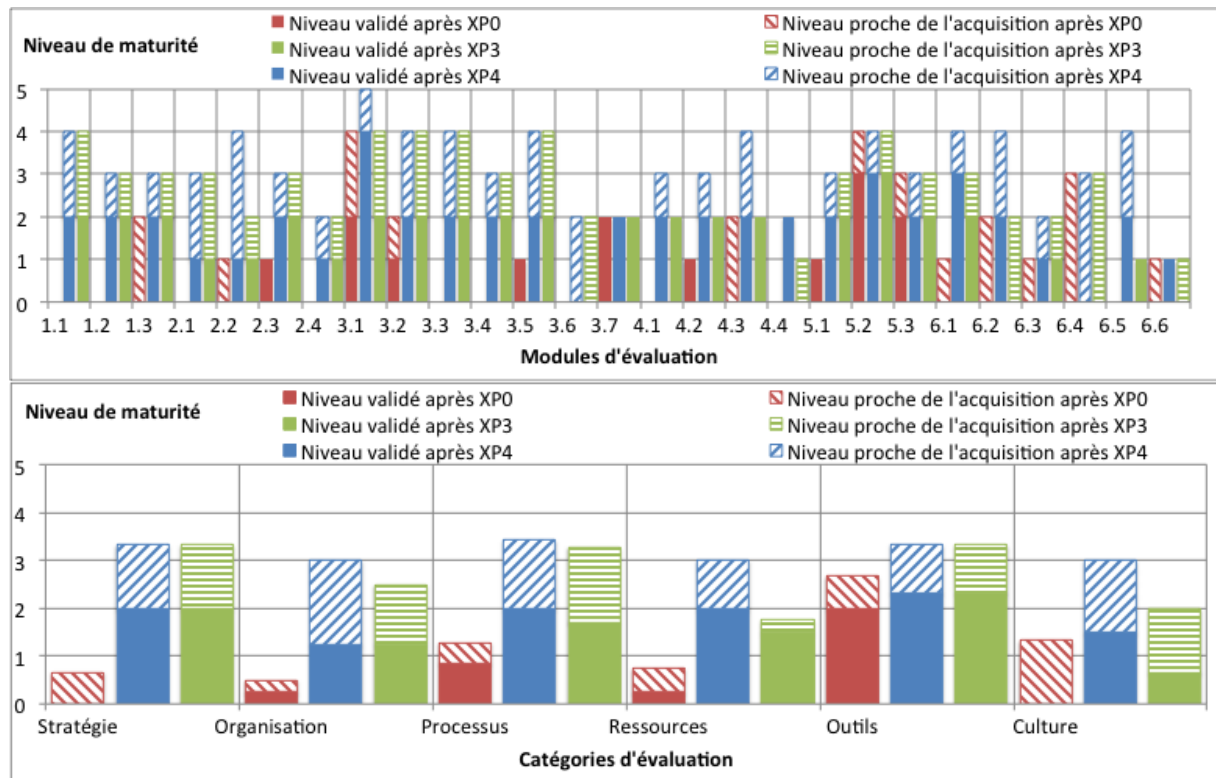


Figure 89 : Synthèse des apports des expérimentations parallèles au travail de recherche

Cette dernière évaluation, validée lors d'une séance d'exposition des résultats liés aux initiatives concernant l'innovation (D2IP) a également permis de travailler sur les axes d'amélioration restants pour dégager de nouvelles actions concrètes à mettre en œuvre. Il est à noter que ces actions ont maintenant une portée plus large et touchent plus de collaborateur que par le passé. Ces nouvelles approches reposent principalement sur les aspects liés à :

- l'amélioration de la prise en compte du marché pour préparer la commercialisation de produits et de services innovants,
- l'anticipation des besoins en production (et pas uniquement en fabrication, mais également dans la chaîne d'achat et en logistique par exemple) pour l'industrialisation de ces nouveautés,
- la compréhension et l'amélioration des liens à la motivation et à l'initiative personnelle des collaborateurs ainsi qu'à leur reconnaissance et à leur valorisation par la hiérarchie.

#### 5.6.4 Conclusions et limites

Cette dernière évaluation de la capacité d'innovation montre l'étendue des progrès réalisés entre le début et la fin de cette thèse. Elle permet également de décomposer les influences des différentes actions d'amélioration entreprises.

Mis à part les précédentes expérimentations de la thèse, qui ont participé à la part la plus importante de cette amélioration, deux éléments importants sont identifiés par le potentiel qu'ils ont dégagé. Il s'agit du lancement de deux projets d'innovation multipartenaires d'envergure et d'une initiative (D2IP) qui a eu pour effet d'insuffler une culture d'innovation collaborative.

Deux autres aspects importants, déjà identifiés précédemment, restent en retrait. Il s'agit de l'intégration du client et celle de la production en amont et tout au long du processus d'innovation.

Des travaux devront donc être entrepris pour y remédier. Concernant l'aspect marché, l'extension des activités proposées par la BOS et leur appropriation progressive par les différents acteurs pourrait constituer une piste. Pour l'intégration de la production, une démarche DFMA a été initiée et sa mise en œuvre devra être suivie pour assurer sa réussite.

Notons également que les acquis établis à l'issue de la thèse devront être entretenus (notamment les projets collaboratifs, les groupes de travail pluridisciplinaires, et les actions encadrées par les D2IP) pour ne pas disparaître, ce qui aurait pour effet de faire retomber le potentiel d'innovation du site. Ceci ne semble pas être un risque, étant donné que le site s'est doté en 2012 d'un département pré-développement, rattaché au service R&D et qui aura pour objet, outre la conduite de projets de produits et de services nouveaux, la consolidation de la capacité d'innovation du site.

A l'issue de la thèse, une nouvelle évaluation de l'IIP (Indice d'Innovation Potentielle) a eu lieu et nous fournit une note pondérée de 0,61 (sur un maximum de 1), ce qui correspond, dans la catégorisation utilisée, à une organisation légèrement proactive vis-à-vis de l'innovation.

Ce résultat est donc particulièrement encourageant, quand on se souvient qu'à l'origine de la thèse, selon les mêmes critères d'évaluation, nous aboutissions à une note de 0,27.

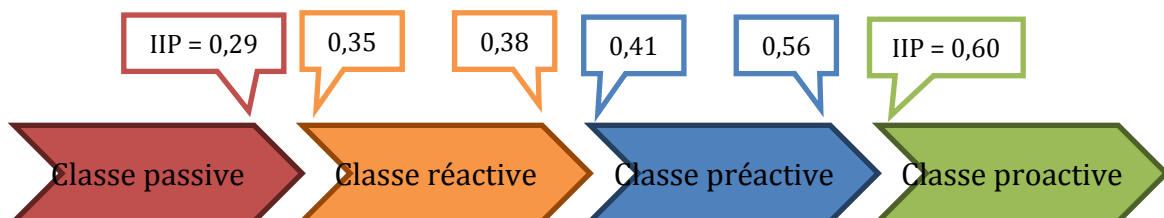


Figure 90 : Catégorisation des entreprises en fonction de l'index IIP pondéré (Ben Rejeb et al. 2008)

Les deux axes d'amélioration majeure restant, conformément à cette évaluation, concernent « l'apprentissage collectif » et « la capitalisation des savoir-faire et des connaissances ».

## 5.7 Synthèse des expérimentations

Au fil des expérimentations, nous avons vu que la TRIZ et la BOS constituaient bel et bien des moyens de développement de la capacité d'innovation d'une entreprise. Après chaque expérimentation, l'apport de ces approches a pu être mesuré pour ensuite être comparé aux attentes suscitées dans le cadre de l'émission des hypothèses. Nous noterons de cette comparaison que les résultats obtenus avec la TRIZ étaient plus proches de nos attentes que celles de la BOS. Nous attribuons ceci à un excès d'optimisme quand à l'utilisation de la BOS.

Nous pouvons représenter l'apport des expérimentations de la thèse selon deux axes : leur profondeur et leur étendue. En effet, si la BOS aura eu l'avantage de toucher une bonne partie de l'organisation relativement facilement, la TRIZ aura quant à elle permise l'analyse en profondeur et la résolution de certaines problématiques techniques. Nous pensons qu'une approche combinant ces deux composantes augmente les possibilités d'amélioration de la capacité d'innovation de l'entreprise

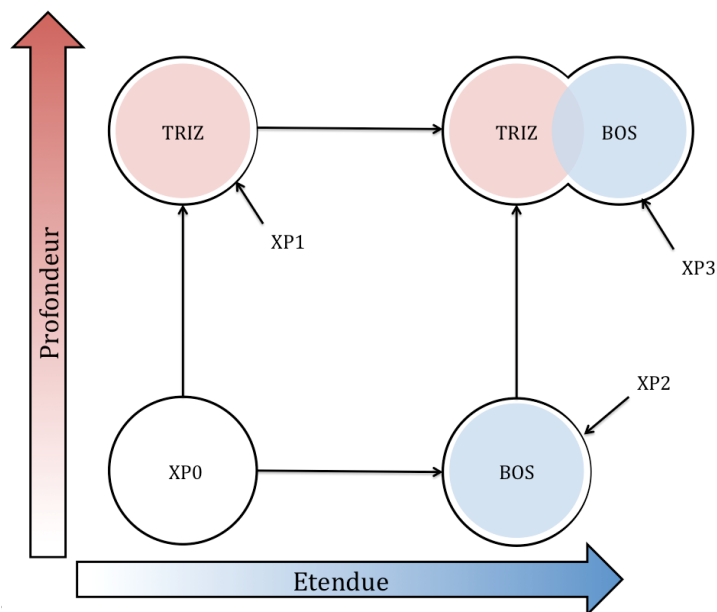


Figure 91 : Illustration de l'apport des expérimentation

## 6 Originalité, Apports et Perspectives

Cette partie fait la synthèse des apports scientifiques de la thèse. Ceux-ci répondent à la problématique de la thèse : **Comment choisir une théorie ou une méthodologie dans le but d'accroître la capacité d'innovation d'une entreprise ?** Ils concernent les différents aspects (méthodologiques, de modélisation et industriels) qui constituent l'originalité de cette thèse. Ces travaux sont en particuliers :

- la comparaison des modèles d'évaluation de la capacité d'innovation aujourd'hui disponibles et leur combinaison dans le but d'apprécier finement la performance de l'innovation,
- leur utilisation afin d'établir, en le caractérisant, le potentiel innovant d'une méthode, d'un outil ou d'une théorie,
- la recherche (non exhaustive) de solutions susceptible d'accroître la capacité d'innovation,
- l'analyse de deux approches (la TRIZ et la BOS) qui permet d'observer avec objectivité leur potentiel innovant, ainsi que d'en augmenter le rayonnement par une mise en pratique dans un contexte industriel.
- l'analyse des interactions possible entre la TRIZ et la BOS et des propositions d'extensions correspondantes,
- les analyses successives de l'évolution de la capacité d'innovation pour la décomposition des apports issus de diverses actions,
- la commercialisation en Octobre 2011 de la première génération d'appareils Mégalis Condens Hybride,
- le lancement de 2 nouveaux projets multipartenaires et la poursuite des travaux de recherche par 3 thèses de doctorat.

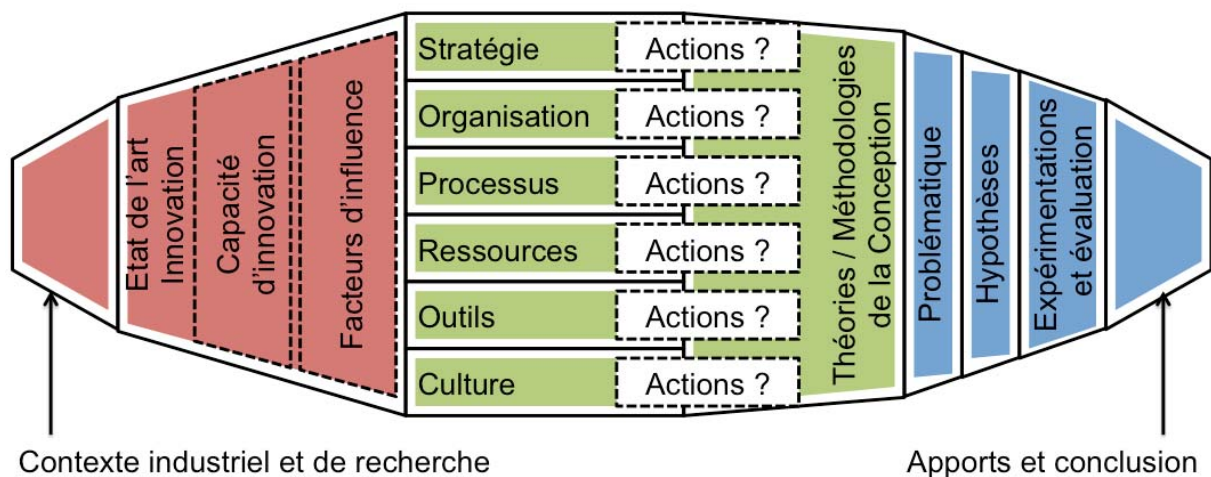


Figure 92 : Plan du mémoire

### 6.1 A1 : Comparaison des modèles d'évaluation de la capacité d'innovation

#### 6.1.1 Avancée vis-à-vis de la performance d'innovation

Ces travaux présentent un état de l'art structuré des systèmes d'évaluation de la performance dans le domaine de l'innovation. Ces systèmes n'évaluent pas l'innovation elle-même, uniquement vérifiable a posteriori (car elle nécessite un succès commercial

et donc doit attendre l'introduction de l'invention dans son domaine pour être constatée), et vont au-delà des indicateurs les plus répandus que sont les publications de brevets et les investissements en recherche et développement.

Ceux-ci s'intéressent à la capacité que peut avoir une entreprise à mettre avec succès une offre innovante sur son marché. Les différents modèles d'évaluation recensés observent donc avec plus ou moins de précision, un champ plus ou moins étendu de compétences et de conditions à réunir pour innover. Certains de ces modèles présentent l'avantage de détailler cette évaluation au point de clarifier les pistes d'intervention pour l'amélioration de la capacité d'innovation.

Deux modèles complémentaires ont retenu notre attention. Il s'agit du modèle de Bürgin, dont nous offrons une traduction intégrale des modules d'évaluation en annexe ainsi que des exemples d'évaluation tout au long de ce mémoire, et de l'IIP (Indice d'Innovation Potentielle). Le modèle de Bürgin, le plus largement utilisé dans cette thèse, présente les avantages d'être le plus descriptif et le plus fin dans son analyse du système d'innovation. Il élabore des indicateurs à mesurer, fournit les facteurs d'influences qui permettent d'adapter l'évaluation à la typologie d'entreprise. C'est ce modèle qui permet le mieux d'approcher la notion d'efficacité (d'atteinte des résultats) du triptyque de la performance (efficacité-efficience-pertinence) (Gibert 1980). Le modèle IIP présente également des avantages remarquables. Il permet notamment d'appréhender les difficultés liées à l'apprentissage et au perfectionnement dans les domaines liés à la capacité d'innovation. Une prise en compte judicieuse de ces aspects permet d'accroître les résultats obtenus pour un même investissement de ressource (et donc augmenter l'efficacité). Ses auteurs fournissent également des systèmes de pondération de ces différents indicateurs qui permettent à l'entreprise de planifier son amélioration de la capacité d'innovation en fonction de ses avancées déjà réalisées, de ses points faibles et d'un indicateur global permettant de la situer objectivement. Ces éléments contribuent fortement à aider l'organisation à allouer les ressources adéquates à l'objectif global qu'elle se donne (et donc la pertinence de son approche).

Notons cependant que la méthode d'évaluation optimale serait une combinaison du modèle de Bürgin avec une pondération des différents modules évalués, sur le modèle de ce qu'on a réalisé Ben Rejeb et al. dans leur travail d'amélioration de l'Index d'Innovation Potentielle (IIP). Le poids de chaque module pourrait dépendre d'évaluations d'experts ou d'une analyse empirique permettant de pondérer les modules en fonction de l'avancée de l'entreprise sur le chemin de la capacité d'innovation (passive, réactive, préactive ou proactive). Ce cadre d'évaluation idéal pourrait également tenir compte de l'aspect dynamique lié à l'apprentissage en caractérisant l'évolution dans chaque module, non plus comme une correspondance linéaire, mais comme une évolution de type courbe en S ou charge de condensateur comme Rejeb et al. L'ont caractérisé avec l'IIP. On pourrait enfin préconiser des stratégies d'actions basées sur le contexte de l'entreprise (son état initial et sa position vis à vis de la capacité d'innovation), l'aspect dynamique lié à la facilité/difficulté de progression dans chaque module, et les synergies existantes entre les modules.

### **6.1.2 Proposition de combinaison optimale**

L'approche la plus intéressante de l'évaluation de la capacité d'innovation serait issue de la combinaison de ces deux modèles. Il s'agirait de mettre en œuvre un modèle dont le



champ d'évaluation serait similaire à celui du modèle de Bürgin, en conservant une cotation sur plusieurs niveaux et qui prendrait en compte les phénomènes liés à l'apprentissage de chacun des aspects, leur pondération relative à l'entreprise pour les agglomérer en un indicateur global permettant de situer l'organisation vis-à-vis d'autres exemples et capable de proposer des approches tirant profit des synergies existantes entre les différents aspects de la capacité d'innovation. Une fois un tel modèle établi, il pourrait être considérablement enrichi par la prise en compte d'un grand nombre de données terrain permettant de l'étalonner correctement. Le modèle utilisé a fait ses preuves dans le cadre de la thèse et même dans une utilisation particulière visant l'évaluation de méthodologies, nous détaillons ce point dans le paragraphe suivant. Cependant, comme nous l'expliquons ici, un tel modèle dispose encore de perspectives d'amélioration.

## **6.2 A2 : Utilisation de l'évaluation de la capacité d'innovation pour caractériser le potentiel d'une approche, pour générer des idées d'amélioration et suivre leur impact**

L'utilisation du modèle de Bürgin pour la caractérisation du potentiel d'amélioration hypothétique d'une action et sa vérification dans le cadre d'expérimentations constitue une originalité de ces travaux. Elle permet d'analyser en détail les leviers sur lesquels repose telle ou telle approche, de les représenter et de combiner efficacement les pistes d'action ainsi étudiées. A titre scientifique, on pourrait imaginer utiliser une telle démarche pour positionner les différentes approches revendiquant un bénéfice pour la capacité d'innovation. Il serait ainsi possible d'indiquer celles qui ont un champ d'action large ou restreint et quelle profondeur elles peuvent prétendre avoir (en fonction du degré de maturité qu'elles permettent d'atteindre). Avec un tel « paysage d'actions d'amélioration » disponible, une entreprise qui cherche à consolider sa capacité d'innovation et qui a déjà réalisé une évaluation préliminaire de celle-ci à l'aide du modèle, serait capable d'identifier les pistes les plus pertinentes pour elle.

Ces travaux présentent également un ensemble d'actions capables d'augmenter la capacité d'innovation d'une entreprise. La présentation de ces éléments n'est pas exhaustive, mais nous avons montré que la combinaison permet de faire progresser la capacité d'innovation, non pas sur un mais sur la totalité des axes qui la définissent. Elle constitue donc une source d'inspiration pour la recherche de solutions d'amélioration. Une des continuités de ces travaux consisterait à appliquer ce type d'évaluation à chaque méthode, démarche ou outil, de façon à enrichir un guide de sélection ou une base de données existante. On pourrait par exemple partir des travaux réalisés par N. Lahonde (Lahonde 2010).

## **6.3 A3 : Analyse du potentiel de la TRIZ et la BOS**

### **6.3.1 Objectivité et cas pratique**

Dans le cadre de nos travaux, nous avons identifié deux approches (la TRIZ et la BOS) qui constituent des pistes d'action d'amélioration de la capacité d'innovation. Outre les caractéristiques intrinsèques de chacune d'elles et les attributs ayant amené à leur combinaison, nous considérons que l'approche entreprise ici constitue une opportunité de véhiculer une analyse objective de leurs effets potentiels sur la capacité d'innovation



puis de les vérifier (au moins partiellement) dans le cadre d'expérimentation. Nous avons montré que chacune permettait d'améliorer la capacité d'innovation et qu'elles se combinaient en une méthode globale.

### 6.3.2 Interactions et extensions

Nous estimons que la combinaison de ces deux théories présente un avantage particulier. En effet, leur origine est quelque peu similaire, dans le sens où chacune d'entre elle est née de l'observation et de l'analyse des meilleures pratiques pour modéliser d'un côté la systématique dans l'apparition d'une idée inventive (TRIZ) et de l'autre, la systématique dans la réussite commerciale d'une offre différenciée (BOS). Elles matérialisent à elles deux les deux pieds sur lesquels repose l'innovation : l'idée inventive et son succès commercial.

Nous pensions donc naturellement pouvoir établir des passerelles entre ces approches, ce que nous avons fait dans le cadre des hypothèses de recherche. Une partie de celles-ci ont été évaluées dans le cadre de l'expérimentation combinant les deux approches. Ces interactions et extensions nous paraissent être un sujet de recherche pertinent pour de futurs développements. Une des perspectives de ces travaux consisterait à continuer à enrichir ces interactions.

## 6.4 A4 : Retombées industrielles

### 6.4.1 Système hybride de 1<sup>ère</sup> génération

Peu avant la fin de la thèse a eu lieu la commercialisation de la première génération d'appareils de chauffage Mégalis Condens Hybride sous la marque ELM Leblanc. Ce produit a constitué le terrain d'expérimentation de cette thèse et a été le point de départ de la construction d'une organisation centrée autour de l'innovation. Nous noterons en particulier la création d'une cellule de pré-développement qui a depuis lors pour mission de structurer et de gérer les activités d'innovation telles que les projets de recherche collaboratifs (en consortium avec académiques, PME et grands groupes).

Fait amusant, l'idée initiale de combiner une chaudière à gaz et une pompe à chaleur électrique dans une enveloppe compacte, le principe même de l'hybride, bien qu'existante à l'origine de la thèse aurait très bien pu nous apparaître elle-même au cours de nos expérimentations. En effet, une partie des développements de la TRIZ s'est intéressée à la formulation de « contradictions alternatives » (Gerasimov & Shaw 2010) et à un algorithme de résolution (Gerasimov 2010) qui nous aurait invité par exemple à nous intéresser à « un système (la pompe à chaleur), différent de notre système initial (la chaudière à gaz), développé dans le même objectif et n'ayant pas les défauts de notre système de base ».

### 6.4.2 Lancement de projets multipartenaires

La validation par la pratique des recommandations émises dans le cadre de la thèse a permis de trouver les pistes de réalisation d'une seconde génération d'appareil hybride et de lancer un projet multipartenaire financé par la DGCIS, d'obtenir un grand nombre d'idées et de préparer au dépôt de brevets. L'objet de ce projet est, plus particulièrement, de lever les verrous technologiques relatifs aux questions d'encombrement restreint,

d'atteinte d'une haute efficacité énergétique et d'amélioration de la qualité sonore du système hybride ayant servi de terrain expérimental dans cette thèse. Ce projet devra également ouvrir cette technologie de produit aux services via une passerelle de communication et une plateforme multi-services et multi-clients.

Ces projets en partenariat avec des entreprises et des universités correspondent au changement organisationnel majeur de cette fin de thèse. En effet, si ceux-ci vont donner lieu au lancement de 3 nouvelles thèses en convention CIFRE (cette thèse était la première à être réalisée sur le site de Drancy), c'est bien cette nouvelle approche de l'innovation ouverte, structurée autour de partenariats industriels et académiques, qui constitue la plus grande nouveauté. A titre de comparaison, le développement de la première génération avait été exclusivement interne, avec une phase de réalisation de prototypes, et quelques éléments de sous-traitance. Cette transition, qui constitue un véritable investissement de toute l'organisation du site, représente l'évolution naturelle de la structure dans l'accroissement de sa capacité d'innovation. Nous noterons également l'engouement suscité et partagé en interne par de nombreux collaborateurs qui nous incite à penser que cette dynamique n'est pas prête de s'essouffler.

### **6.4.3 Poursuite du processus d'apprentissage et d'appropriation**

Nous pouvons enfin noter que les activités d'innovation et plus précisément les approches de résolutions de problèmes et le développement de nouvelles idées ne se sont pas essouffés à l'issue de la thèse. La consolidation des acquis et la diffusion des méthodologies, ce qui est particulièrement vrai pour la TRIZ, se poursuit maintenant au travers de son informatisation, pour améliorer la documentation et la traçabilité tout en étendant l'usage de la TRIZ aux graphes de problèmes et aux poly contradictions (ce qui sera présenté dans le cadre de l'exposition d'un cas pratique à la TRIZ Future Conference 2013), et dans le cadre du traitement de problématiques techniques diverses (comme l'automatisation dans la détection de poly-contradictions qui fera également l'objet d'une communication à la TRIZ Future Conference 2013).

## **Conclusion de la thèse**

Ce travail avait pour objectif de détailler les bénéfices que peut avoir une méthodologie sur les performances innovation, au-delà de la génération de solutions techniques pour un problème inventif donné. Nous pouvons dégager de nouvelles perspectives sur la base du travail de recherche présenté dans ce mémoire. Tout d'abord, les référentiels d'évaluation utilisés, en particulier « l'innovationsassessment » (Bürgin 2007) et l'IIP (Ben Rejeb et al. 2008), pourront être employées, dans d'autres contextes, qu'il s'agisse par exemple d'une aide au diagnostic de la capacité d'innovation, d'un moyen de formalisation de retour d'expérience, ou encore de la caractérisation de nouvelles méthodologies.

Concernant l'association de la TRIZ et de la BOS, il est envisageable de formaliser les liens établis à travers des propositions intégrables dans l'algorithme de la TRIZ (ARIZ), ainsi que dans les outils informatiques qui en découlent. Il serait particulièrement intéressant d'utiliser les courbes de valeur sur les canevas stratégiques pour aider à la formulation de contradictions techniques.

L'objet de ce travail de recherche était de déterminer comment choisir une théorie ou une méthodologie dans le but d'accroître la capacité d'innovation de l'entreprise. Nous avons, pour ce faire, choisi d'employer une approche particulière combinant la TRIZ et la BOS. Après une caractérisation détaillée au travers des hypothèses de recherche, celle-ci fut expérimentée dans le cadre d'un développement de produits. Nous tirons de l'analyse des résultats obtenus que cette démarche a bel et bien permis d'améliorer significativement la capacité d'innovation de l'entreprise choisie comme terrain expérimental. Tous les résultats ne sont pas entièrement conformes avec les caractéristiques des hypothèses initiales, et l'expérimentation conduite a révélé que la TRIZ et la BOS ne sont pas des baguettes magiques, puisqu'elles ne garantissent pas instantanément une performance d'innovation maximale, mais les résultats tant macroscopiques (au niveau de la capacité d'innovation), que méthodologiques (au niveau des passerelles établies entre la TRIZ et la BOS) sont conséquents. Nous gagnerons également à répéter et ancrer cette démarche dans les habitudes de l'organisation. Cette phase, qui démarre à la fin de la thèse, voit naître en particulier une mise en œuvre de la TRIZ et de la BOS plus étendue et mieux adaptée aux projets de développement, par le biais l'augmentation du nombre de personnes sensibilisées et par son informatisation.

Enfin, cette association nous apparaît toujours comme pertinente, car elle représente l'intégrité de l'action d'innover : amener une solution technique nouvelle à un problème inventif sur le marché tout en s'assurant de sa pertinence et de sa différenciation.

Au niveau industriel, les retombées de ce travail de recherche auront permis de poursuivre le développement d'un système technique prometteur (la Mégalis Condens Hybride) au travers d'un programme de recherche collaboratif, d'ancrer la TRIZ dans le déroulement de plusieurs autres projets de développement et de formaliser des objectifs et leur suivi en matière de performance innovation, qui est devenue depuis l'un des trois axes stratégiques officiels du site de Drancy.

## Bibliographie

- Acs, Z.A., 1988. Innovation in large and small firms: an empirical analysis. *American Economic Review* 78 (4), 678–690.
- Altshuller, G.S., 1984. *Creativity As an Exact Science: The Theory of the Solution of Inventive Problems* Taylor & Francis Ltd, ed., New York, New York, USA: Gordon and Breach Science Publishing.
- Amabile, 1982. Social psychology of creativity: A consensual assessment technique. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, pp.997–1013.
- Amabile, T.M., 1996. Creativity and Innovation in Organizations. *Harvard Business School*.
- Aoussat, A., 1990. *La pertinence en innovation : nécessité d'une approche plurielle*. Thèse de doctorat. ENSAM Paris.
- Azar, O.H., 2008. Book Review, W. Chan Kim and Renée Mauborgne, Blue Ocean Strategy. *Long Range Planning*, 41(2), pp.226–228.
- Barreyre, P.-Y., 1980. Typologie des innovations. *Revue française de gestion*, (janvier/février), pp.9–15.
- Baskerville, R.L., 1999. Investigating information systems with action research. *Communications of the AIS*, 2(October).
- Bellon, B., 1999. *Innover ou disparaître* Economica., Paris.
- Bensafi, A., Richard, L. & Durier, F., 2005. *PRESSAT : un outil simplifié pour l'évaluation du profil environnemental d'appareils de chauffage, ventilation et climatisation*,
- Berggren, E. & Nacher, T., 2001. Introducing new products can be hazardous to your company: use the right new-solutions delivery tools. *Academy of Management Executive* 15 (3), 92–101.
- Bersano, G., 2010. *Créer le futur avec les techniques d'innovation systématique*,
- Bharadwaj, S., 2000. Making innovation happen in organizations: individual creativity mechanisms, organizational creativity mechanisms or both? *Journal of Product Innovation Management*, 17(6), pp.424–434.
- Block, Z.M., 1993. *Corporate Venturing*, Cambridge, MA: Harvard Business Press.
- Blum, F., 1955. Action research--A scientific approach? *Philosophy of Science*, 22(1), pp.1–7.
- Boly, Vincent, 2000. *Processus d'innovation : contribution à la modélisation et approches méthodologiques*. Mémoire HDR. Institut National Polytechnique de Lorraine.
- De Bono, E., 2004. *La boîte à outils de la créativité* Editions d.,
- Borgianni, Y. et al., 2011. Systematizing new value proposition through a TRIZ-based classification of functional features. *Procedia Engineering*, 9, pp.103–118.
- Broustail, J. & Frery, F., 1993. *Le management stratégique de l'innovation*, Paris.
- Bürgin, C., 2006. Integrated innovation capability. *Design*, pp.455–462.
- Bürgin, C., 2007. *Reifegradmodell zur Kontrolle des Innovationssystemen von Unternehmen*. Thèse de doctorat. ETH Zürich.
- Cavallucci, Denis, 2012. Capturer l'ensemble des contradictions sous-jacentes à l'évolution d'un système technique. In *Journée d'échange de l'association TRIZ France*.
- Cavallucci, Denis, 1999a. *Contribution à la conception de nouveaux systèmes mécaniques par intégration méthodologique*. Thèse de doctorat. Université Louis Pasteur.

- Cavallucci, Denis, 2003. Introduction aux lois d'évolution des systèmes techniques. In *Journée d'échange de l'association TRIZ France*.
- Cavallucci, Denis, 1999b. TRIZ : l'approche altshullerienne de la créativité. *Techniques de l'Ingénieur*, pp.1-18.
- Chambon, T. et al., 2009.
- Chanal, V., 1995. *Le management de l'innovation de produit industriel: mise en oeuvre d'une démarche de diagnostic pour améliorer notre compréhension du processus*.
- Chen, Y.-S., Lin, M.-J.J. & Chang, C.-H., 2009. The positive effects of relationship learning and absorptive capacity on innovation performance and competitive advantage in industrial markets. *Industrial Marketing Management*, 38(2), pp.152-158.
- Chesbrough, H, 2003. The era of open innovation. *MIT Sloan Manage. Rev*, 44, 35-41.
- Chesbrough, Henry, 2003. *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting From Technology* H.B. Press., Boston, MA.
- Chesbrough, Henry, Vanhaverbeke, W. & West, J., 2006. *Open Innovation: Researching a New Paradigm* H. W. Chesbrough, W. Vanhaverbeke, & J. West, eds., Oxford University Press.
- Choffray, J.-M. & Dorey, F., 1983. *Développement et gestion des produits nouveaux, concepts, méthodes et applications* Mac Graw H., Paris.
- Cohen, W.M. & Levinthal, D.A., 1990. Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation W. H. Starbuck & P. S. Whalen, eds. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), pp.128-152.
- Cormican, K. & O'sullivan, D., 2004. Auditing best practice for effective product innovation management. *Technovation*, 24(10), pp.819-829.
- Crawford, C., 1987. New product failure rates — facts and fallacies. *Research Management* 22 (5), 9-13.
- Damanpour, F., 1991. Organizational innovation: a meta-analysis of effects of determinants and moderators. *Academy of Management Journal* 34 (3), 555-590.
- Davidsson, P., 2004. *Researching Entrepreneurship* B. M. Spri.,
- Debernardi, C. et al., 2010. *Création et innovation technologiques. Enseignement d'exploration*,
- Dégrange, M., 2000. Créativité industrielle : pratique, théorie et technique. , pp.31550-31550.
- Diehl, M. & Stroebe, W., 1991. Productivity loss in idea-generating groups: tracking down the blocking effect. *Journal of Personality and Social Psychology* , 61 (3), 392-403.
- Dollinger, M., 2006. Books on the horizon. *Business Horizons*, 49(2), pp.171-174.
- Dubois, S., 2004. Contribution à la Formulation des Problèmes en Conception de Systèmes Techniques Etude basée sur la TRIZ , rapport de thèse. In *Sciences Pour l'Ingénieur, Université Louis Pasteur, Strasbourg*.
- Dupont, G. et al., 2002. TRIZ ou comment stimuler l'innovation en R&D. In *Société des Ingénieurs de l'Automobile*.
- Durand, J., 2007. *Développement de passerelles entre des méthodes de conception et la démarche d' invention TRIZ*. Mémoire de DRT. UTBM - Laboratoire d'Automatique de Besançon.
- Edler, J., Meyer-Krahmer, F. & Reger, G., 2002. Changes in the strategic management of technology: Results of a global benchmarking study. (Vol. 32). *R&D Manage.*
- Eisenhardt, K. & Martin, J., 2000. Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal* 21 (10/11), 1105-1121.

- Fernex-Walch, S., Gidel, T. & Romon, F., 2004. Le management de portefeuilles de projets d'innovation. Etude comparative des pratiques et facteurs clés d'une mise en oeuvre effective. *Gestion 2000*, (numéro spécial janvier-février), pp.137–150.
- Fernex-Walch, S. & Romon, F., 2006. *Management de l'innovation - De la stratégie aux projets* Gestion Vu.,
- Finger, S. & Dixon, J., 1989. A Review of Research in Mechanical Engineering Design. *Research in Engineering Design*, 1(1), pp.51–67.
- Forest, J. & Micaelli, J.-P., 2006. Indicateurs de conception. In *Indicateurs et tableaux de bord*. Paris: AFNOR.
- Gerasimov, V., 2010. Algorithm of Combining of Alternative Systems. *Герасимов В. Алгоритм объединения альтернативных систем [Рукопись]*, (№ 3290).
- Gerasimov, V. & Shaw, G.B., 2010. How to Formulate Crazy Problems.
- Getz, I., 2008. Savoir progresser et innover grâce au management des idées de ses collaborateurs.
- Gibert, P., 1980. *Le contrôle de gestion dans les organisations publiques* Editions d., Paris.
- Groff, A., 2010. *Optimisation de l'innovation par l'élaboration d'un processus de créativité industrielle : cas de l'industrie automobile*. Thèse de doctorat. ENSAM Paris.
- Hatchuel, A. & Weil, B., 2002. De la R&D à la R-I-D ou comment organiser l'innovation répétée. *Industrie et Technologies*, (841).
- Hoegl, M. & Gemuenden, H., 2001. Teamwork quality and the success of innovative projects: a theoretical concept and empirical evidence. *Organization Science*, 12 (4), 435-449.
- Hoegl, M. & Parboteeah, K., 2007. Creativity in innovative projects: How teamwork matters. *Journal of Engineering and Technology Management*, 24(1-2), pp.148–166.
- Jackson, S.E., 2007. Gaining the edge in new business development. *Journal of Business Strategy*, 25(3), pp.29–31.
- Kemna, R. et al., 2007. *Eco-design of CH-Boilers*, Delft.
- Kim, H.J., 2003. How to Apply TRIZ at Samsung. *Samsung Advanced Institute of Technology (SAIT)*.
- Kim, W.C. & Mauborgne, R., 2005. *Blue Ocean Strategy* H. B. S. Press, ed., Boston, MA.
- Van Kleef, E., Van Trijp, H.C.M. & Luning, P., 2005. Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques. *Food Quality and Preference*, 16(3), pp.181–201.
- Knight, F., 1921. *Risk, Uncertainty and Profit* Houghton-Mifflin, ed., New York, NY.
- Kobe, C., Harland, P.E. & Meier, Markus, 2008. Towards an innovation capability assessment taking into account the type of innovation.
- Lahonde, N., 2010. *Optimisation du processus de conception : Proposition d'un modèle de sélection des méthodes pour l'aide à la décision*. Thèse de doctorat. ENSAM Paris.
- Laursen, K. & Salter, A., 2006. Open for innovation: The role of openness in explaining.
- Lichtenthaler, U., 2008. b. Open innovation in practice: an analysis of strategic approaches to technology transactions. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 55, pp.148–157.
- Lichtenthaler, U. & Lichtenthaler, E., 2004. Organization of international external technology acquisition projects. *Int. J. Technol. Transfer Commercialisation*, 3, 291-307.
- Loilier, T. & Tellier, A., 1999. *Gestion de l'innovation* Editions M., Colombelles.
- Maranzana, N., 2009. *Amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante*. Thèse de doctorat. Université de Strasbourg.

- Mavrillac, S. & Siesfeld, A., 1999. Mesurer l'immatériel : une entreprise délicate. *Problèmes Economiques*, (2629), pp.4-9.
- Meier, M. & Fadel, G., 2004. *The Impact Model for Innovation Success and its Assessment*, Zürich.
- Midler, C., 2002. Project management for intensive innovation based strategies: new challenges for the XXIth century. In *Innovation based competition and systems dynamics*. Project Management Institute.
- Mira, S., 1993. *Elaboration d'une méthode de gestion des risques de développement pour maîtriser le temps de l'innovation technologique et renforcer la compétitivité de l'entreprise*.
- Mougenot, C., 2010. *Modélisation de la phase exploratoire du processus de conception de produits pour une créativité augmentée*. Thèse de doctorat. ENSAM Paris.
- Narayana, M.G.P.L., 2005. A framework approach to measure innovation maturity. *Proceedings. 2005 IEEE International Engineering Management Conference, 2005.*, pp.765-769.
- Nieto, M. & Quevedo, P., 2005. Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort. *Technovation*, 25(10), pp.1141-1157.
- Nooteboom, B., 1994. Innovation and diffusion in small firms: theory and evidence. *Small Business Economics* 6 (5), 327-347.
- O'Gorman, P., 2008. Wii : Creating a Blue Ocean The Nintendo Way. *Palermo Business Review*, 2, pp.97-108.
- Pleschak, F. & Sabisch, H., 1996. *Innovationsmanagement* Schäffer-P., Stuttgart.
- Ramón, J. et al., 2003. Métrologie et systèmes d'innovation. , pp.183-189.
- Ben Rejeb, H. et al., 2008. Measuring innovation best practices: Improvement of an innovation index integrating threshold and synergy effects. *Technovation*, 28(12), pp.838-854.
- Rosenbusch, N., Brinckmann, J. & Bausch, A., 2010. Is innovation always beneficial? A meta-analysis of the relationship between innovation and performance in SMEs. *Journal of Business Venturing*.
- Roulet, N., 2010. *Modélisation du processus d'innovation technologique en PME - PMI*. Thèse de doctorat. ENSAM Paris.
- Royer, I., 2002. Les procédures décisionnelles et le développement de nouveaux produits. *Revue française de gestion*, (139), pp.7-25.
- Salamatov, Y.P., 1991. *System of evolution of Technique Laws* Chance for., Petrozavodsk, Karelia.
- Sarkees, M. & Hulland, J., 2009. Innovation and efficiency: It is possible to have it all. *Business Horizons*, 52(1), pp.45-55.
- Savransky, S.D., 2000. *Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving* CRC Press.,
- Schumpeter, J., 1934. *The Theory of Economic Development: an Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*, Piscataway, NJ: Transaction Publishers.
- Segonds, F., 2011. *Contribution à l'intégration d'un environnement collaboratif en conception amont de produits*. Thèse de doctorat. ENSAM Paris.
- Sérédinski, A. & Hatté, F., 2011. Triz : les notions de base. , pp.40-44.
- SESSI, 1997. *L'innovation technologique*,
- Thiebaud, F., De Guio, R. & Cavallucci, D, 2001.
- Thompson, L., 2003. Improving the creativity of organizational work groups. *Academy of Management Executive* , 17 (1), 96-109.



- Tomiyama, T., 2006. A Classification of Design Theories and Methodologies. In *ASME IDETC*.
- Tomiyama, T., 1997. A Note on Research Directions of Design Studies. In *ICED'97, 11th International Conference on Engineering Design*. Tampere, Finland.
- Tomiyama, T. et al., 2009. Design methodologies: Industrial and educational applications. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 58(2), pp.543-565.
- Trela, M., Gay, A. & Bimont, C., 2010. Installation de chauffage et/ou de fourniture d'eau chaude sanitaire.
- Tschirky, H. & Koruna, S., 1998. *Technologie-Management* Verlag Ind., Zürich.
- Van de Ven, A., 1986. Central problems in the management of innovation. *Management Science* 32 (5), 590-607.
- Vossen, R., 1998. Relative strengths and weaknesses of small firms in innovation. *International Small Business Journal* 16 (3), 88-94.
- Yannou, B. et al., 2008. *La Conception Industrielle de Produits: Ingénierie de l'Evaluation et de la Décision*, Paris: Lavoisier.
- Yannou, B., 2001. *Préconception de Produits*. Institut National Polytechnique de Grenoble.

## **Annexes**

### **Annexe 1 : Modules de l'évaluation de la maturité**

## 1.1.Stratégie d'entreprise et d'innovation

	<p>La vision est le premier objectif de l'entreprise. Tous les efforts sont alignés sur la vision. La vision permet de définir et de communiquer les buts rationnels. La vision est consistante avec les buts d'entreprise. Cependant, la vision est une orientation long terme abstraite. En détaillant la vision, un idéal d'entreprise peut être produit. Pour cela, les valeurs, les buts et les tâches sont définies précisément dans les activités de l'entreprise et ces idées générales pour produire sont matérialisées par des innovations. La stratégie d'entreprise découle des buts d'entreprise. Une partie importante de la stratégie d'entreprise est la stratégie d'innovation. Elle contient toutes les décisions stratégiques pour le développement et la commercialisation de nouveaux produits et processus, pour la mise en valeur de nouveaux marchés, pour l'introduction de nouvelles structures d'organisation et de relations sociales à l'entreprise.</p>										
INTRODUCTION	nouvelles structures d'organisation et de relations sociales à l'entreprise.										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE			
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.			
COMPREHENSION	x	(x)	x	x	x	x	x	La pertinence de la vision, de la stratégie d'entreprise et de la stratégie d'innovation pour l'entreprise sont compris.			
	x						x	Des perspectives d'avenir sont élaborées dans la vision qui traduit la stratégie d'entreprise et la stratégie d'innovation.			
ELABORATION	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	La stratégie d'entreprise est déclinée à partir de la vision.			
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x	La stratégie d'innovation est régie sur la stratégie d'entreprise.			
	(x)					(x)	x	La vision est communiquée en interne et en externe, comme un élément motivant et enthousiasmant.			
	x		x	x	x	(x)	x	La stratégie d'innovation et la stratégie d'entreprise sont communiquées aux collaborateurs.			
INSTITUTIONALISATION	x					(x)	x	La stratégie d'entreprise et d'innovation sont traduits en buts partiels et sont véhiculés ainsi à l'entreprise.			
							x	La vision, la stratégie d'entreprise et la stratégie d'innovation sont révisées régulièrement et systématiquement.			
AMELIORATION							x	La formulation de la stratégie d'innovation à partir de la stratégie d'entreprise est améliorée continuellement.			
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :											
Buts d'INNOVATION	L'importance de l'activité d'innovation dans la vision et dans l'idéal d'entreprise (par exemple valeurs, buts) doit être prise en compte de façon rationnelle.										
INDICES	Taux d'innovation, quantité de nouveaux produits dans l'année, part de marché, quantité de nouveaux clients										
	(Pleschak & Sabisch 1996), 5.58; (Tschirky & Koruna 1998); (Montoya-Weiss & Calantone 1994)										
LITTERATURE	EMPIRIE DEMARCHE (Saubert 2004)										

1.2.Stratégie technologique									
INTRODUCTION	Les décisions stratégiques liées à l'utilisation des technologies sont une partie intégrante de la stratégie d'innovation (et donc de la stratégie d'entreprise). Les différents domaines technologiques, l'applications de différentes technologies et le développement de la stratégie technologique permettent la constitution d'un portefeuille technologique optimal.								
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE	
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.	
COMPREHENSION	x	x	x	x	x	x	x	La pertinence de la stratégie technologique pour les entreprises à composante technologique forte est reconnue.	
	(x)	(x)			(x)		x	Les changements technologiques majeurs à long terme sont découvertes et dérivent des champs d'innovation (top-down).	
								Les prochaines étapes possibles sont extrapolés en partant de l'affaire du jour sous la forme d'une planification de technologie (bottom-up).	
ELABORATION	x	x	x	x	x	x	x	Des méthodes spécifiques sont employées pour l'élaboration des stratégies technologiques.	
	x	x	x	x	x	x	x	Le management technologique est bien ancré et vécu dans l'entreprise.	
INSTITUTIONALISATION							(x)	L'entreprise dirige un management technologique orienté processus. Les responsabilités, les étapes du processus et les voies de communication sont fixées.	
AMELIORATION							(x)	L'élaboration de la stratégie technologique aboutit systématiquement et est améliorée continuellement.	
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :									
Degré d'INNOVATION	La construction stratégique des compétences technologiques représente une condition importante dans la production d'innovations radicales.								
INDICES	Les dépenses de RD, le nombre de technologies prometteuses à venir.								
LITTERATURE	EMPIRIE DEMARCHE (Pleschak & Sabisch 1996), S.105ff.; (Tschirky & Koruna 1998), S.293								

1.3.Stratégie commerciale										
<p>Les innovations ont besoin d'un succès commercial. Ainsi, elles doivent être influencées - de l'apparition d'une idée jusqu'à l'arrivée sur le marché - par les besoins des clients et les caractéristiques du marché et affermir ainsi la capacité concurrentielle de l'entreprise sur le marché. En conséquence l'orientation marché est une tâche centrale du management d'innovation. Pour les produits existants et nouveaux et, d'autre part, pour de nouvelles technologies. L'orientation vers les mécanismes du marché comprend :</p> <p>- Les études de marché à la recherche des besoins des clients comme point de départ des innovations, ainsi que l'analyse et le pronostic du marché et de ses composantes</p> <p>- La segmentation du marché et le choix des marchés visés pour l'implantation de l'innovation</p> <p>- La formulation et l'implémentation des stratégies de marketing</p> <p>- L'utilisation des instruments de marketing lors de la préparation du marché et de l'introduction sur le marché</p>										
INTRODUCTION										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE		
ETAT PRINCIPAL	(x)	x	(x)	x	x		x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.		
COMPREHENSION	(x)	x	(x)	x	x		x	L'importance de l'orientation marché pour l'innovation est reconnue dans l'entreprise.		
		x		x	x		x	L'étude de marché, sa segmentation, des stratégies de marketing et des instruments de marketing sont élaborées.		
		x		x	x		x	Des sources d'observation des tendances du marché sont définies (par exemple des clients, foires, Lead Users).		
ELABORATION		x		x	x		x	Des méthodes spécifiques sont employées pour élaborer des stratégies commerciales.		
							x	L'élaboration de la stratégie commerciale est une partie importante du management d'innovation à l'entreprise et est bien vécue.		
INSTITUTIONALISATION								Les responsabilités, les étapes du processus et les voies de la communication pour l'élaboration de la stratégie commerciale sont ancrées dans l'entreprise.		
AMELIORATION							x	La stratégie commerciale est alignée sur la stratégie d'innovation et la stratégie d'entreprise.		
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :							x	L'élaboration de la stratégie commerciale aboutit systématiquement et est améliorée continuellement.		
FACTEUR D'INFLUENCE										
INDICES										Taux d'innovation, chiffres d'affaire estimatifs dans des Business Cases
LITTERATURE										EMPIRIE
										DEMARCHE
										(Pleschak & Sabisch 1996), S.68ff.; (Kuss & Tomczak 2001), S.228

## 2.1. Organes de décision

Dans l'entreprise, les décisions pour le long terme sont imprtantes, mais également ceux qui décident. La portée des décisions concernant l'activité d'innovation demande des connaissances étendues (de base mais aussi liées au étapes du processus). Pour les décideurs proches de la direction des entreprises à fort contenu innovant, une composition est à choisir en unissant les connaissances stratégiques de marché et de technologie.										
INTRODUCTION										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	x	?	
COMPREHENSION	x	(x)	(x)							
ELABORATION	(x)						(x)			
INSTITUTIONALISATION										
AMELIORATION										
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :										
FACTEUR D'INFLUENCE										
INDICES										
LITTERATURE	EMPIRIE (Tschirky & Koruna 1998), S.280 DEMARCHÉ (Tschirky & Koruna 1998), S.280									

## 2.2. Organisation tournée vers l'innovation

L'orientation de l'organisation vers les objectifs d'innovation se détermine après avoir défini le degré d'innovation à atteindre. Les mécanismes de coordination organiques, décentralisés et participatif de développement de produit l'influencent positivement - mais seulement à un haut degré d'innovation. Pour des innovations incrémentales, de telles formes d'organisation montrent un rendement plus faible face à des structures classiques. Cette situation s'explique par le fait que les structures informelles, plus complexes et nécessitant des investissements plus lourds pénalisent les innovations incrémentales.										
INTRODUCTION										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
ETAT PRINCIPAL	(x)	x	(x)	x	x	x	x	x	x	x
COMPREHENSION	(x)	(x)	(x)				(x)	(x)		
ELABORATION	(x)								(x)	
INSTITUTIONALISATION	(x)									
AMELIORATION										
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :										
DEgré d'INNOVATION	Dans les projets d'innovation radicale, une isolation de l'organisation et de certains projets peut être rationnelle. - A un haut degré d'innovation, une collaboration intensive et précoce est à promouvoir entre R&D et marketing. - Dans les innovations radicales, une collaboration intensive est souhaitable entre R&D et production pour les étapes finales du développement de produit. - Dans les innovations radicales, les mécanismes de coordination organiques, décentralisés et participatifs influencent positivement l'exécution de développement de produit. Les structures mécaniques sont adaptées aux innovations incrémentales car ils sont plus efficaces.									
INDICES										
LITTERATURE	EMPIRIE (Hauschildt 2004), S.103ff.; (Sethi, Smith et al. 2003) DEMARCHÉ (Hauschildt 2004), S.103ff.; (Olson, Walker Jr. et al. 1995), S.74ff.									



### 2.3.Coopération pour l'innovation

Parallèlement à l'appropriation du savoir-faire extérieur par une entreprise, plusieurs entreprises peuvent devenir partenaires. Une organisation des lots de travail et un but commun deviennent nécessaires. Les formes de coopération différentes, comme par exemple la recherche commune, les alliances stratégiques ou les joint-venture montrent les différentes intensités de liaison. Dans tous les cas, les lacunes d'innovation existantes doivent être comblées, que ce soit sur le plan matériel (par exemple les ressources financières) ou le niveau immatériel (par exemple des connaissances). Au cas où un haut degré d'innovation est visé, un partenaire particulièrement efficace doit être trouvé qui soit en mesure de combler les lacunes.									
INTRODUCTION									
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE	
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.	
COMPREHENSION		x			x	x	x	L'importance de la collaboration avec différents partenaires, comme les groupes d'expert, universitaires pour compenser les faiblesses de l'entreprise est reconnue.	
		(x)			(x)	(x)		A l'entreprise, une stratégie de coopération est élaborée.	
		(x)				x		La capacité de coopération de l'entreprise, comme par exemple la compétence nécessaire, la disposition du management et des collaborateurs est établie.	
		(x)				x	x	Un profil de partenaire requis est produit (analyse faiblesse / forces, buts de coopération, conditions de coopération)	
		(x)				x	x	Les partenaires potentiels sont découverts, sont estimés et sont choisis.	
ELABORATION		(x)				(x)		La forme de coopération appropriée (par exemple les alliances stratégiques, la collaboration R&D) est élaborée.	
INSTITUTIONALISATION		x						Des contrats avec des partenaires de coopération sont conclus.	
AMELIORATION								Des coopérations d'innovation sont bien organisées, sont réglées et sont contrôlées. Des réseaux sont déjà établis.	
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :								Des résultats de coopération sont analysés pour l'apprentissage. La coopération avec les partenaires extérieurs est améliorée continuellement.	
Degré d'INNOVATION	Pour les innovations radicales, un partenaire de coopération particulièrement efficace doit être trouvé qui soit capable de fournir les renseignements manquants.								
INDICES									
LITTERATURE				EMPIRIE					(Hauschildt & Salomo 2004), S.255ff.
				DEMARCHE					(Pleschak & Sabisch 1996), S.264ff., (Vahs & Burmester 1999), S.299



## 2.4. Collaboration avec le client

<p>La pratique montre que peu d'échecs de lancements produits sont à chercher dans des problèmes de réalisation technique ou de faible réceptivité des clients. La majorité des flops apparaît dans le mépris des demandes de marché et des règles du jeu. Le profit de client comme évaluation du développement n'est pas souvent intégré ou trop tard. La pratique indique que des entreprises nouvelles sont concernées par cette mauvaise vue du marché et des clients. Par l'intégration précoce des clients dans le processus de développement, il sera possible de contrôler une innovation et son profit pour le client avant son lancement définitif. Pour les innovations radicales, les futurs clients ne sont pas souvent connus. Ainsi cet aspect est d'autant plus important dans les innovations incrémentales.</p>											
INTRODUCTION	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE
DEGRE DE MATURITE	x		x		x		x		x		L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
ETAT PRINCIPAL											A l'entreprise on comprend que la prise en compte du client est importante dans le processus d'innovation.
COMPREHENSION	x		x		x			(x)	x		Le processus et les méthodes (par exemple l'analyse conjointe, Lead User) pour l'intégration du client sont définis.
ELABORATION										x	L'intégration du client est identifiée dans une étape du processus.
INSTITUTIONALISATION										x	L'intégration du client permet une meilleure acceptation des produits.
AMELIORATION										x	Des expériences mènent vers une amélioration de la collaboration avec le client.
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :											
Degré d'INNOVATION	Pour les innovations radicales, de futurs clients ne sont pas souvent connus. Cet aspect est donc plus pertinent dans le cadre d'innovations incrémentales.										
INDICES											
LITTERATURE	EMPIRIE										(Kreuz & Förster 2003), S.50ff.
	DEMARCHE										(Kreuz & Förster 2003)

3.1. Management de projets et audit de projets									
<p>Le chef de projet doit atteindre les buts des projets d'innovation dans le temps, les coûts et la qualité impartis. Il existe différentes méthodes et structures de gestion de projet. Le type de réalisation des projets dépendra par exemple de sa taille, du nombre de personnes intégrées et du secteur correspondant. Les formes d'organisation connues sont l'organisation linéaire, l'organisation matricielle et l'organisation orientée projet. Plus le degré d'innovation est important, est plus il sera rationnel d'aller vers une organisation permettant d'émanciper la gestion de projet sous une forme de matrice de projets.</p> <p>Les méthodes et outils pour le soutien du management de projets vont de simples ToDo lists jusqu'aux organisations complexes avec un logiciel de gestion de projets.</p>									
INTRODUCTION	Les méthodes et outils pour le soutien du management de projets vont de simples ToDo lists jusqu'aux organisations complexes avec un logiciel de gestion de projets.								
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE	
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.	
COMPREHENSION	x	x	x	x	x	(x)	(x)	L'entreprise comprend la pertinence du management et audit de projets vis-à-vis du bon déroulement des projets.	
ELABORATION	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	L'entreprise élabore les plannings des projets. Des phases comme la définition, la planification, la réalisation et la conclusion sont distinguées.	
	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	Des règles pour la communication interne et externe dans le projet d'innovation sont fixées.	
	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	Le planning projet est accepté avec succès dans l'entreprise.	
	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	x	Au début d'un projet, une analyse du projet et de ses buts a lieu.	
INSTITUTIONALISATION	x	x	x	x	x	(x)	(x)	En phase de planification, l'équipe est organisée. Tâches, déroulement, délai, frais, plan qualité et risques sont fixés.	
	x	x	x	x	x	(x)	(x)	Dans la phase de planification, des interbutts sont définis sous forme de jalons.	
	x	x	x	x	x	(x)	(x)	Dans la phase de réalisation, le progrès du projet est contrôlé. Des déviations mènent vers des mesures correctives.	
AMELIORATION	x	x	x	x	x	(x)	(x)	Dans la phase finale, le projet est présenté et les phases sont révisées.	
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	Les "Lessons learnt" sont remises à jour et le management et audit de projets sont améliorés en continuellement.	
DEPENDANCES IMPORTANTES	Des problèmes dans le projet (ex. de communication) sont suivis et le management de projets se perfectionne.								
Stratégie d'innovation	Lors du déroulement parallèle de plusieurs projets d'innovation, un outil de management multiprojets est rationnel.								
INDICES	Time to Market, délais à l'atteinte de jalons, dépassements des coûts projet								
LITTERATURE	EMPIRIE								
	DEMARCHE								
	(Hauschildt 2004), S.125ff.; (Pleschak & Sabisch 1996), S.268								
	(Kerzner 2003); (Duncan 1996); (Hauschildt 2004), S.122ff.; (Züst 1998), S.52								

3.2.Processus d'innovation						
<p>Le processus d'innovation constitue le fil rouge du développement du produit innovant. Le processus organise en phases toutes les activités qui sont nécessaires pour arriver d'une idée à sa réalisation. Des méthodes et des documents peuvent être apparaître dans les étapes de ce processus que permettent de le soutenir et de le systématiser. La définition d'un processus permet de distinguer clairement si une idée de produit se trouve encore dans le processus de gestion d'idée (et seulement de petits moyens sont employés pour accélérer l'idée) ou si déjà une commande de développement avec les budgets correspondants ont été donnés. Le processus de réalisation d'innovations incrémentales contient généralement les étapes de génération d'idées, une estimation du prix en fonction du marché et une évaluation technologique, une étude de marché et de technologie détaillée, l'élaboration du business plan et l'élaboration de la stratégie marketing.</p>						
INTRODUCTION						
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ BOS
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x
COMPREHENSION	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)
ELABORATION	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
INSTITUTIONALISATION						
AMELIORATION						
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :						
Degré d'INNOVATION	Pour les innovations radicales, le potentiel marché correspondant est chargé le plus souvent d'incertitudes. En effet, les clients interrogés ne peuvent se présenter que de façon limitée les usages possibles. Ces circonstances doivent être prises en considération dans le déroulement du processus.					
INDICES	Time to Market, Time to Break Even, acquisition ou fréquence des innovations radicales					
LITTERATURE	EMPIRIE					
	DEMARCHE					
	(Meier 2005); (Vahs & Burmester 1999), S.82ff.; (Bircher 2005); (Veryzer Jr. 1998), S.314; (Leifer 2000)					

3.3. Gestion des idées (entonnoir)										
L'entonnoir d'innovation représente la phase initiale du processus d'innovation. Le but de l'entonnoir d'innovation est la collecte prise et l'évaluation des impulsions d'innovation. Les idées peuvent par exemple être collectées sous la forme de "banques de données d'idées" dans l'entonnoir d'innovation. Idéalement un formulaire est à la disposition du collaborateur pour la description d'idée. Les incitations (financières ou non) et les récompenses peuvent contribuer, par exemple, à encourager l'initiative individuelle des collaborateurs.										
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE									
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	(x)	x	x	x	x	x
COMPREHENSION	x	x	x	x	(x)	x	x	(x)	(x)	x
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
ELABORATION	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
INSTITUTIONALISATION										
AMELIORATION										
INDICES	Quantité de produits ("star") très prometteurs dans l'entonnoir, quantité d'entrées d'idée des collaborateurs, la quantité des projets d'innovation interrompus, quantité de Business Cases évalués, quantité de fournisseurs d'idées.									
LITTERATURE	EMPIRE DEMARCHÉ (Meier 2005); (Bircher 2005)									



### 3.4. Filtre d'innovation

		Des idées et des projets concrets sont estimés par les filtres d'innovation. Par exemple, les filtres d'innovation lient deux étapes du processus. Les idées passent les filtres dans le processus et prennent une forme plus concrète d'étape en étape. Selon Ehrlenspiel, les processus d'évaluation réels sont fréquemment précipités, très intuitifs et sont influencés par des personnes. Pour garantir une évaluation objective et accessible, elle doit être exécutée systématiquement et de façon structurée. Les filtres dans les phases amont du processus d'innovation contiennent souvent quelques critères pour permettre un filtrage rapide d'un grand nombre d'idées. En phase aval, les projets d'innovation sont estimés (en partie en raison de l'intensité des ressources qui augmente) de façon détaillée (par exemple plus de critères ou business le plan).			
INTRODUCTION					
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	BOS	TRIZ
ETAT PRINCIPAL	x	(x)	x	x	x
COMPREHENSION	x	(x)	x	(x)	(x)
	(x)	(x)	(x)	(x)	x
	(x)	(x)	(x)	x	x
ELABORATION				x	x
INSTITUTIONALISATION					
AMELIORATION					
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :	Les buts d'innovation fournissent des critères pour l'évaluation des idées d'innovation.				
INDICES	Quantité de projets dans l'entonnoir d'innovation, la quantité de projets incrémentaux/radicaux, les horizons temporaires des projets, le potentiel financier				
LITTERATURE	EMPIRIE (Meier 2005); DEMARCHE (Bircher 2005)				
		Des méthodes sont disponibles dans les différentes étapes du processus d'innovation. Les méthodes ont des prérequis et des livrables attendus et aident à exécuter les processus de façon efficace. Dans la littérature, des méthodes pour le développement de la stratégie, l'identification d'impulsions, l'encouragement de la créativité, la prise de décision, le développement, les recherches et l'audit d'innovation sont décrites.			
INTRODUCTION					
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	BOS	TRIZ
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x
COMPREHENSION	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x
	x	x	(x)	x	x
ELABORATION	x	(x)	x	x	x
INSTITUTIONALISATION	x	(x)	x	x	x
AMELIORATION	x	x	x	x	x
LITTERATURE	EMPIRIE (Backerra, Malorny et al. 2002), DEMARCHE (Bircher 2005)				

### 3.5. Utilisation de méthode

		Des méthodes sont disponibles dans les différentes étapes du processus d'innovation. Les méthodes ont des prérequis et des livrables attendus et aident à exécuter les processus de façon efficace. Dans la littérature, des méthodes pour le développement de la stratégie, l'identification d'impulsions, l'encouragement de la créativité, la prise de décision, le développement, les recherches et l'audit d'innovation sont décrites.			
INTRODUCTION					
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	BOS	TRIZ
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x
COMPREHENSION	x	x	x	x	x
	x	x	x	x	x
	x	x	(x)	x	x
ELABORATION	x	(x)	x	x	x
INSTITUTIONALISATION	x	(x)	x	x	x
AMELIORATION	x	x	x	x	x
LITTERATURE	EMPIRIE (Backerra, Malorny et al. 2002), DEMARCHE (Bircher 2005)				

3.6. Plan d'introduction sur le marché										
<p>Le plan d'introduction sur le marché vise à la commercialisation du produit innovant. La planification se divise entre le marketing amont et le marketing client. Le but du marketing amont est de préparer l'acceptation marché du produit. L'un de ses instruments et la collaboration avec les Lead Users. Le marketing de client prend en considération le changement d'un segment de marché et fait ainsi partie d'une stratégie de marketing dynamique. Comme précédemment, les clients orientés vers l'innovation sont acquis. Au-delà de ce segment, l'utilisation des instruments de marketing se concentre sur les groupes suivants. Les différentes dispositions à l'achat peut être analysée par la segmentation du marché. A un haut degré d'innovation, la stratégie de marketing dynamique est rationnelle. La clientèle d'une innovation radicale peut être construite graduellement. Au contraire, la clientèle des innovations incrémentales est déjà disponible et le produit est connu.</p> <p>A côté du marketing d'introduction extérieur, ciblé, il faut aussi un soutien interne au processus de commercialisation. Les capacités R&amp;D doivent être transférées dans d'autres domaines fonctionnels. Une cible importante est la vente. C'est ainsi que des résistances contre les produits nouveaux peuvent être désamorçées. L'efficacité et le rendement du processus d'innovation sont particulièrement élevés quand à un haut degré d'innovation R&amp;D et marketing collaborent prématurément et intensément.</p>										
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE									
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS		
ETAT PRINCIPAL	(x)		(x)		(x)				x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
COMPREHENSION	(x)		(x)		(x)				x	L'entreprise prend conscience de l'importance de l'introduction sur le marché pour le succès d'innovations.
ELABORATION									x	Un plan d'introduction sur marché spécifique au produit est élaboré à l'entreprise.
									x	Le processus d'intégration des spécialistes de vente dans le processus de commercialisation est élaboré.
									x	La planification d'introduction sur marché est un processus étroitement lié avec le processus d'innovation.
									x	Des résultats du développement sont évalués prématurément et permettent d'estimer les résultats marché (marketing amont).
INSTITUTIONALISATION									x	Le marketing client prend en considération une première introduction et aussi le marché / extension de produit.
AMELIORATION									x	Des informations marché sont ramenées continuellement dans le processus de développement.
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :									x	Des expériences mènent vers l'amélioration continue du plan d'introduction sur le marché.
Degré d'INNOVATION	<p>A un haut degré d'innovation, la stratégie de marketing dynamique est rationnelle. La clientèle d'une innovation radicale peut être construite graduellement. Pour les innovations incrémentales, la clientèle est disponible et le produit est déjà connu.</p> <p>(Specht, Beckmann et al. 2002), S.162; (Hauschildt 2004), S.145</p>									
	DEMARCHE									

3.7. Planification de production										
<p>La planification de la production du produit démarre tôt dans le processus d'innovation. Déjà dans les phases d'études préliminaires, par exemple au cours des décisions Make or Buy, on fait appel aux spécialistes de la production. Ensuite en phase projet, ceux-ci s'occupent, en parallèle de la conception du produit, des questions liées à la production en série.</p> <p>Les activités de ce processus sont par exemple les décisions Make or Buy, les conversations et pourparlers avec des fournisseurs, la planification des investissements de production, outils et dispositifs, l'automatisation, et l'assurance de qualité. A un haut degré d'innovation, la collaboration précoce entre la production et le marketing augmente le rendement et l'efficacité du développement de produit.</p>										
INTRODUCTION										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
ETAT PRINCIPAL	x	(x)			x				x	
COMPREHENSION		(x)			(x)				x	
ELABORATION									x	
									x	
									x	
INSTITUTIONALISATION									x	
AMELIORATION									x	
LITTERATURE	EMPIRIE									
	DEMARCHE									



#### 4.1. Ressources financières

<p>Une condition nécessaire pour produire une innovation (son développement et son introduction sur le marché) est la disponibilité de moyens financiers. Le besoin en capital pour la réalisation de l'intention d'innovation est élevé, puisqu'il se rapporte non seulement au développement, mais aussi à l'introduction du produit sur le marché. Le retour sur investissement peut prendre plusieurs années. Ainsi, les entreprises doivent s'assurer un financement sur plusieurs années pour qu'il ne soit pas nécessaire d'opérer des changements stratégiques liés à des goulots d'étranglement. Lors de la planification des ressources financières, il faut prendre en considération que plus les projets sont nombreux et étendus et plus la demande de ressources sera grande. Le financement peut être garanti par capital propre ou capital emprunté.</p>										
INTRODUCTION	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE		
DEGRE DE MATURITE	x	(x)	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.		
ETAT PRINCIPAL	x	(x)	x	x	x	x	x	L'importance de la garantie des ressources financières pour l'innovation est comprise par l'entreprise.		
COMPREHENSION	(x)				(x)	(x)	(x)	Un plan budgétaire (plan de liquidités à court terme et plan d'immobilisation du capital à long terme) pour l'intention d'innovation et pour la recherche est élaboré.		
ELABORATION	(x)				(x)	(x)	(x)	Le plan budgétaire est construit sur la base des buts d'innovation.		
								L'affectation pour les différentes intentions d'innovation et la recherche à long terme est systématiquement décidée.		
INSTITUTIONALISATION					(x)	(x)	(x)	L'utilisation des moyens est efficace.		
AMELIORATION					(x)	(x)	(x)	Les moyens prévus selon le plan budgétaire sont suffisants pour l'atteinte des buts d'innovation établis.		
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :								Lors d'un changement des buts d'innovation, le plan budgétaire est révisé.		
Buts d'INNOVATION	Dans de grands projets d'innovation avec une importance stratégique, plus de ressources doivent être dépensées.									
Degré d'INNOVATION	Si une grande quantité de projets d'innovation sont exécutés en parallèle, les ressources à dépenser sont d'autant plus importantes.									
INDICES	Dans les projets d'innovation radicaux (à long terme), il faut faire attention à ce que les ressources financières ne viennent pas à manquer.									
	Part du Venture-Capital interne rapporté au chiffre d'affaire (Pleschak & Sabisch 1996), S.331ff.; (Vahs & Burmester 1999), S.239									
	DEMARCHE									

## 4.2. Ressources de développement

	<p>Les ressources de développement comprennent les collaborateurs intégrés au développement de produit et l'infrastructure de l'entreprise. Les collaborateurs représentent les ressources de développement en raison de leurs expériences et de leur savoir-faire. L'infrastructure décrit d'une part les locaux disponibles et les installations de test (par exemple les laboratoires d'essais).</p> <p>Les ressources de développement de produit peuvent être estimées d'une part sur la qualité (par exemple des connaissances, capacités, intellect) et la quantité et d'autre part sur le rendement (par exemple l'utilisation temporaire, le résultat). Si des ressources viennent à manquer dans le développement, celles-ci peuvent être remplacées par des ressources extérieures.</p>										
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	
ETAT PRINCIPAL	x	x	x		x		x		x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
COMPREHENSION		x					x		(x)		L'importance de la connaissance sur les ressources de développement et leur planification est comprise par l'entreprise.
ELABORATION		(x)									La qualité, la quantité et le rendement des ressources de développement sont connues.
INSTITUTIONALISATION											Des plans pour l'utilisation des ressources de développement sont élaborés.
AMELIORATION											La qualité et le rendement des ressources de développement de produit sont au plus haut niveau.
INDICES											Des goulots d'étranglement sont soulagés avec des participations extérieures établies.
											Régulièrement la qualité et la quantité des ressources de développement de produit sont contrôlées et des mesures sont initiées pour leur optimisation.
	Time to Market, marge de produit, rapport des coûts prévus aux coûts réels										
	DEMARCHE										
	(Vahs & Burmester 1999), S.239										

### 4.3. Ressources technologiques

		Les technologies sont importantes pour la production d'innovations et pour le renforcement de la capacité concurrentielle de l'entreprise. Les ressources de technologie sont employées pour le développement de nouvelles technologies et contiennent le personnel R&D (savoir-faire) et les laboratoires ainsi que les ressources financières pour le développement de technologie. Le management de technologie doit contrôler les tâches, la quantité et la qualité des ressources à mettre en oeuvre pour atteindre le but de façon efficace et efficiente. L'objectif de la mise en oeuvre des ressources de technologie est de générer de nouvelles technologies ou de perfectionner l'existant, de breveter et de consolider efficacement l'entreprise.									
INTRODUCTION		2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
DEGRE DE MATURITE		(x)	x	x	(x)	x	(x)	x	x	x	x
ETAT PRINCIPAL		(x)	x	x	(x)	x	(x)	x	x	x	x
COMPREHENSION		(x)	x	x	(x)	x	(x)	x	x	x	x
ELABORATION		(x)	(x)								
		(x)	(x)								
		(x)	(x)								
		(x)	(x)								
INSTITUTIONALISATION											
AMELIORATION											
INDICES	Quantité de dépôts de brevet, dépenses R&D, quantité de technologies à fort potentiel, rapport à la marge sur le produit, rapport des coûts planifiés aux coûts réels.										
	DEMARCHE										
	(Tschirky & Koruna 1998), S.310										

4.4. Ressources de production									
Les ressources de production décrivent les équipements productifs existants (par exemple le parc de machine) dans l'entreprise. Les équipements productifs transforment des concepts de produit en produits physiques dans le processus de production. Le processus de production doit être efficace mais admettre aussi une certaine flexibilité. La qualité et la quantité doivent suffir d'une part aux demandes actuelles de la production en série et aux modifications à court terme. D'autre part de futures intentions d'innovation de produit doivent aussi pouvoir être réalisées. Cela exige la planification des ressources de production, c.-à-d. la prise en compte et l'évaluation des idées d'investissement pour des ressources de production.									
INTRODUCTION	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE	
DEGRE DE MATURITE	(x)				(x)	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.	
ETAT PRINCIPAL								La pertinence des ressources de production (par exemple le parc de machine, l'automatisation, le contrôle de Q, la logistique) vis-à-vis de la capacité d'innovation est comprise.	
COMPREHENSION	(x)					(x)	(x)	Un processus pour le l'attribution des ressources de production est élaboré dans l'entreprise.	
ELABORATION								Un processus avec les méthodes adéquates pour l'évaluation du plan d'investissements est élaboré dans l'entreprise.	
								Les plans d'investissements sont examinés systématiquement et sont approuvés.	
								L'attribution pour les moyens de production se produit conformément.	
								Tous les besoins liés au démarrage ou à la production de série mais aussi les utilisations à court terme sont très bien couverts.	
INSTITUTIONALISATION								L'utilisation des moyens est efficace et efficiente (le résultat, la flexibilité).	
AMELIORATION								La qualité et la quantité sont contrôlées continuellement et des investissements ou améliorations sont lancés.	
	Réalisation des idées d'innovation de produit dans l'entonnoir d'innovation, marge sur le produit, rapport des coûts planifiés aux coûts réels, disponibilité des machines, quantité								
INDICES	Plans d'investissements de production								
	DEMARCHE								
	(Tschirky & Koruna 1998), S.310								



## 5.1. Outils de design et d'engineering

<p>Dans les domaines orientés vers la technique entrent en action, habituellement, une multitude de tâches soutenues par ordinateur. Celles-ci contiennent les systèmes xAO et les applications pour la réalisation de tâches spécifiques de R&amp;D. Les dessins techniques sont produits avec des programmes de CAO. Avec les programmes (DAO 3D) plus coûteux, des modèles volumiques sont produits. Des outils de CAO spécifiques sont développés en fonction des domaines d'application. Avec les modèles volumiques, des simulations (par exemple des simulations de charges et d'efforts) peuvent être exécutées à l'aide de logiciels spécifiques. Les modèles volumiques peuvent être employés, par exemple, pour la fabrication CNC ou le prototypage rapide. La CAO permet également d'intégrer la production (CIM).</p> <p>Le prototypage rapide permet une réalisation rapide de composants d'un modèle en partant des premières données de construction. Le processus de prototypage rapide est ainsi la technologie qui ont a pour but de rendre les données de CAO directement disponibles sans altération liées au maquetage. Avec un prototype physique, des réactions peuvent être testées en amont par le client, ce qui permet d'expliquer ses besoins. Les prototypes soutiennent également le développement de produit en interne, car ils permettent de faire "sentir" le design et le rendent accessible de façon tangible à des "non-spécialistes".</p> <p>En outre, au sens de "Fail early to succeed fast" les idées dont le niveau est insuffisant sont vite reconnues avec des prototypes.</p>											
INTRODUCTION	En outre, au sens de "Fail early to succeed fast" les idées dont le niveau est insuffisant sont vite reconnues avec des prototypes.										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
COMPREHENSION		x	x	x	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	La pertinence des outils de design pour le développement de nouveaux produits est reconnue dans l'entreprise.
ELABORATION		(x)									Des outils de design sont maîtrisés et les outils choisis remplissent les demandes spécifiques de l'entreprise.
INSTITUTIONALISATION											Un plan d'introduction avec des projets pilotes et les lignes générales d'application est disponible.
AMELIORATION											Les outils de design sont employés efficacement et de façon efficiente.
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :											La liaison avec d'autres outils xAO mène vers un support efficace et efficace du processus d'innovation.
Degré d'INNOVATION	Pour les innovations radicales, l'utilisation préalable du prototypage rapide a un fort impact sur l'exécution de développement de produit. (Meier 2005), (Specht, Beckmann et al. 2002), S.269										
<b>5.2. Intégration de données</b>											
Le Product Lifecycle Management (PLM) représente un système IT dans lequel toutes les données présentes lors du développement, du stockage et de la distribution sont gérées. Les données générées ou couvertes par tous les domaines de l'entreprise sont ainsi unifiées : de la planification (planification de production, planification des ressources d'entreprise (ERP)), conception (CAO) et fabrication (FAO) jusqu'à l'audit, la distribution et à les résultats des ventes. Les données produites disponibles ou à implémenter et systèmes ERP forment la base pour le système PLM.											
INTRODUCTION	implémenter et systèmes ERP forment la base pour le système PLM.										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
COMPREHENSION	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Les avantages pour l'entreprise d'une intégration de données sont reconnus.
ELABORATION	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Une stratégie PLM spécifique à l'entreprise est élaborée. Les systèmes adéquats sont évalués.
INSTITUTIONALISATION	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Il existe un système IT, avec des données stockées unitairement, gérées et disponibles.
AMELIORATION		(x)									Les données gérées à l'intérieur du PLM sont utilisées directement dans les processus d'entreprise.
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :		(x)									Une extension continue de l'utilisation de données a lieu.
INTEGRATION VERTICALE	Dans les entreprises intégrant verticalement la chaîne de création de richesse (le client, fournisseur), de nombreux domaines et fonctions internes différentes sont employées pour chaque produit. Dans ce cas, une intégration de données de type PLM est souhaitable.										
LITTÉRATURE	DEMARCHE (Arnold, Dettmering et al. 2005); (Saaksvuori & Immonen 2005); (Eisert, K. et al. 2001)										

5.3. Outils de communication											
La communication directe a un bon rendement et une grande importance sociale. Avec la distribution du travail et des équipes ou par manque de temps, le contact direct n'est pas toujours possible. Différentes technologies existent pour maintenir la communication directe ou la compléter. Il est recommandé de définir l'organisateur et aussi le concept de communication technique à installer au début d'un projet de développement. Il faut en particulier déterminer quels renseignements, quand et pour qui ils doivent être mis à disposition. Des outils de communication deviennent des moyens de communication partagés synchrones (par exemple téléphonie, audio-conférence et vidéo-conférence) et asynchrones (par exemple E-Mail).											
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE
ETAT PRINCIPAL	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
COMPREHENSION	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Les avantages des outils de communication sont compris dans l'entreprise.
ELABORATION	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	Les disponibilités des outils de communication sont précisées dans l'entreprise.
		(x)									Un concept d'utilisation des outils de communication est élaboré dans l'entreprise.
		(x)									Les outils de communication les plus modernes sont employés pendant tout le processus de développement efficacement et effectivement.
INSTITUTIONALISATION		(x)									L'utilisation ne présente aucune difficulté.
AMELIORATION		(x)									Le profit des outils de communication est reconnu et est élargi continuellement.
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :											
ETENDUE DU DEVELOPPEMENT	Dans une entreprise avec des départements distants, l'intégration des outils de communication est un soutien important du processus d'innovation.										
PRODUIT	DEMARCHE										
LITTERATURE	(Wenger 1995), (Verkehrstechnik 1999)										
6.1. Culture d'innovation générale											
"L'innovation apparaît seulement dans une culture d'innovation. La volonté de partager les connaissances est décisive." écrit Stern. Une bonne culture d'entreprise a un rapport positif avec le succès d'entreprise. En conséquence, on conçoit que les processus d'innovation sont également influencés positivement par une bonne culture d'entreprise ou culture d'innovation. Les indicateurs d'une culture innovatrice sont la disposition au changement, la motivation, l'orientation vers la formation et la collaboration en équipe. La culture innovatrice augmente le pouvoir de réaction d'une entreprise sur les évolutions dynamiques et sa capacité d'innovation.											
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE										
DEGRE DE MATURITE	EST	DOIT	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE
ETAT PRINCIPAL	(x)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.
COMPREHENSION		x	x	x	x	x	x	x	x	x	La culture est perçue comme un élément utile à l'innovation.
ELABORATION		x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	Des changements structurels pour l'amélioration spécifique de la culture sont élaborés.
INSTITUTIONALISATION		(x)									Une culture d'entreprise optimale résulte de la structure de l'entreprise. La conduite de l'entreprise correspond aux buts fixés.
AMELIORATION											L'amélioration continue de la culture est exécutée activement.
EMPIRE											
DEMARCHE											
LITTERATURE	(Mailik 1996), S.174ff.; (Hatch & Cunliffe 2006), S.184										



6.2. Alignement de la direction sur l'innovation										
La direction doit particulièrement s'attacher à une communication ouverte et une bonne ambiance de travail. Une étude Harvard Business Manager a montré que les groupes dans lesquels le management encourageait des expériences et des aventures produisaient les produits les plus innovants. Dans cette étude, la direction encourage les équipes à s'écarter des solutions de problème traditionnelles et d'expérimenter de nouvelles idées. Egalement, l'observation temporaire d'un groupe de projets par la direction montre leur importance aux membres des projets et de leurs collaborateurs - c'est un grand facteur de motivation qui rend le groupe plus créatif.										
INTRODUCTION	DEGRE DE MATURITE									
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
ETAT PRINCIPAL	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x
COMPREHENSION	(x)	x	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x
ELABORATION	(x)	(x)							x	x
INSTITUTIONALISATION		(x)							x	x
AMELIORATION									x	x
DEPENDANCES IMPORTANTES DE DIFFERENTS FACTEURS D'INFLUENCE :										
Degré d'INNOVATION	Pour les innovations radicales, la présence d'un champion d'innovation et de sponsors est un facteur de succès important. Le fournisseur d'idée (Fachpromotor) et sponsor (Machtpromotor) ne sont pas souvent une seule et même personne. En conséquence, il est important de les réunir.									
INDICES	Part des heures de travail des collaborateurs et des cadres passées pour l'innovation rapportée aux heures de travail totales, à la part des heures de travail pour les innovations radicales.									
LITTERATURE	EMPIRIE (Grimm 2003); (Sethi, Smith et al. 2003) DEMARCHE (Grimm 2003); (Sethi, Smith et al. 2003)									
6.3. Résistances à l'innovation										
Les résistances à l'innovations sont souvent assimilables à des résistances contre le changement et ainsi aussi comme un aspect culturel. Ces résistances peuvent apparaître sous différentes formes. En cela, on distingue la critique destructive de la critique constructive. La critique destructive est masquée. Elle vise l'arrêt de projets, veut tout à fait empêcher l'innovation. En tout cas elle aspire à un retard de projets. La critique constructive est exprimée ouvertement avec le but de modifier l'innovation et d'améliorer. Les critiques constructives sont des adversaires utiles.										
INTRODUCTION	DEGRE DE MATURITE									
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP	TRIZ	XP	BOS	XP	TRIZ+BOS	TRIZ	BOS
ETAT PRINCIPAL	(x)	x	x	(x)	x	x	x	x	x	x
COMPREHENSION	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x	x
ELABORATION								(x)	x	x
INSTITUTIONALISATION									x	x
AMELIORATION									x	x
LITTERATURE	LE rapport avec des résistances est améliorée continuellement dans l'entreprise. (Hauschildt 2004), S.155ff.; (Grimm 2003)									



6.4. Formation continue						
Une entreprise qui souhaite construire des marchés attractifs d'avenir avec des produits innovants de premier plan doit montrer un haut niveau de connaissances. Un bon niveau culturel et la disposition à l'apprentissage continu forment les conditions de cet accomplissement. Des investissements en formation sont ainsi des investissements dans la protection de l'avenir.						
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE					
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ BOS
ETAT PRINCIPAL	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x
COMPREHENSION	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	x
ELABORATION	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
INSTITUTIONALISATION						x
AMELIORATION						(x)
INDICES	Quantité de jours de formation continue par service et par collaborateur par année, part des jours de formation permanente par année					
LITTERATURE	EMPIRIE (Grabowski 1997)					
	DEMARCHE					

6.5. Style de communication						
Pour les entreprises tournées vers l'innovation, les conversations et pourparlers sur les problèmes inventifs ne sont pas relégués à des problèmes procéduriers. Les échanges d'information dépendent le moins possible de règles. Dans une organisation ouverte à l'innovation, on encourage le court-circuitage de la "voie hiérarchique" pour les renseignements innovateurs.						
INTRODUCTION	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE					
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ BOS
ETAT PRINCIPAL	x			x	x	x
COMPREHENSION	(x)					x
ELABORATION	(x)					(x)
INSTITUTIONALISATION	(x)					(x)
AMELIORATION						x
LITTERATURE	DEMARCHE (Hauschildt 2004), S.108					

## 6.6. Encouragement et motivation

<p>Le potentiel créatif et l'engagement pour l'innovation sont activés par la motivation. L'entreprise 3M distribue une série de prix non monétaires pour des réalisations exceptionnelles. Ce prix ("Prix Innovateur 3M") s'adresse aux collaborateurs qui ont produit des innovations produits et commerciales décisives sur leur temps libre. Il existe d'autres mises en oeuvre dans l'industrie relatives aux éléments de motivation comme par exemple l'aménagement de plages temporelles définies, de mesures incitatives, l'autodétermination et la responsabilité, ou des modèles de participation pour la réussite de l'innovation, les concours d'innovation réguliers, les possibilités de formation continue et les opportunités de carrière.</p>										
INTRODUCTION										
DEGRE DE MATURITE	2009	2012	XP TRIZ	XP BOS	XP TRIZ+BOS	TRIZ	BOS	DESCRIPTION DU DEGRE DE MATURITE		
ETAT PRINCIPAL	(x)	x	(x)	(x)	(x)	x	x	L'entreprise prend conscience que le système d'innovation peut être contrôlé par ces activités.		
COMPREHENSION						x	x	L'influence positive des éléments de motivation sur la capacité d'innovation est comprise à l'entreprise.		
ELABORATION							x	Des éléments de motivation sont examinés et sont élaborés.		
INSTITUTIONALISATION							x	L'entreprise sait encourager des innovations par la motivation. Des éléments de motivation sont ancrés dans l'entreprise.		
AMELIORATION							x	Les éléments de motivation sont vérifiés continuellement et sont améliorés.		
LITTERATURE	DEMARCHÉ						x	(Gundling 2000), S.94		

## Annexe 2 : Evaluations de l'IIP suite aux XP0 et XP4

Practice	Sub-practice	Note XP0	Note XP4
Design tasks are planed	Reports on new production processes design tasks	0	0
	Report on new product design tasks	0	1
	Use of CAD	1	1
	Use of functional analysis	0	1
	Structured technological road map	0	0
Follow up of projects is carried out	formalized projects management process	1	1
	Expenditure monitoring	1	1
	Future activities costs monitoring	1	1
	Structured projects reviews	1	1
Integration of strategic decisions	Strategy information given to designers	0	0
	Strategic meetings take place between CEO and project managers	0	1
	Use of decision aid tools to define the company strategy	0	1
	Use of Value management tools	1	1
Projects portfolio management	A manager is allocated to portfolio coordination	0	1
	Portfolio is reviewed by top managers	0	0
	Performance indicators are used	0	1
	Coherence is fulfilled between the projects thanks inter-projects meetings	1	1
Retrospective actions on the innovation process	Meetings are carried out to analyze the development activities	0	1
	Methodological experts attend to internal meetings	0	1
	"Wise" group meets the project managers	0	1
Suitable context and working conditions	Each project has a manager	1	1
	Projects teams are composed of members from different departments	1	1
	Venture groups are encouraged	0	0
Necessary competence allocation to the innovation process	Staff is hired according to skills needed for future projects	0	1
	Training are planned to develop skills relating to innovation for future projects	0	0
	Mobility is encouraged for top managers	1	1
Moral support to innovators	Innovation is stimulated through media (Intranet, Magaziney)	0	1
	Rewards are given to innovators	0	0
	Material resources are allocated to innovators	0	1
Collective learning is ensured	Methodologies for collective learning are used	0	0
	Assessment meetings are held at the end of projects	0	0
	Some managers are in charge of collective learning tasks	0	0
Know-how and knowledge are	Know-how assessment and mapping are organized	0	0
	KM tools are used	0	0
Survey tasks are planed	Data collection methodologies are used	0	0
	Workshops for data analysis are organized	1	1
	Meetings are held to transform collected information into innovation projects	0	1
	Salesman back-up information from customers	0	1
Association with technological networks	The company is member of industrial networks	0	1
	A manager is allocated to networks management	0	1
	The company contracts with engineering subcontractors	1	1
New ideas are gathered during creativity cessions	The company has a R&D department	1	1
	Ideas are gathered from staff, R&D and marketing services	0	0
	Data bases capitalizing ideas, technical data, experimental results, etc. is used	0	0
	The company has a R&D budget for external laboratory cooperation	0	1

## Annexe 3 : Inventaire d'outils et méthodes du processus de conception

N°	Identifiant	Intitulé de la méthode
1	A	Analogie
2	ACB	Analyse Coût Bénéfice
3	AEx	Analyse de l'existant
4	AB	Analyse des brevets
5	AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance de leur Effets et de la Criticité
6	ACV	Analyse du Cycle de Vie
7	AEm	Analyse émotionnelle
8	AFE	Analyse Fonctionnelle Externe
9	AFI	Analyse Fonctionnelle Interne
10	AM	Analyse morphologique
11	APR	Analyse Préliminaire des Risques
12	AS	Analyse sémantique
13	AME	Approche multi-écrans
14	AdD	Arbre de défaillance
15	AdE	Arbre d'évènements
16	AI	Avantages Inconvénients Intérêts
17	BS	Brainstorming
18	BW	Brainwriting
19	CM	Carte mentale
20	C	Catalogues
21	CL	Checklist
22	CCO	Conception à Coûts Objectifs
23	CAO	Conception Assistée par Ordinateur
24	CCV	Coût de Cycle de Vie
25	Cr	Croquis
26	D	Delphi
27	DSM	Design Structure Matrix
28	ESD	Entretien semi-dirigé
29	EM	Etude de marché
30	ESQCV	Etude Simplifiée Qualitative sur le Cycle de Vie
31	EIME	Evaluation de l'Impact de l'Environnement
32	EH	Evaluation heuristique
33	FI	Fiche Idée
34	FG	Focus Group
35	MG	Mapping
36	MQ	Maquettage
37	BCG	Matrice BCG
38	MDS	Matrice de décision
39	MD	Matrice de découverte
40	MC	Matrice des contradictions
41	MK	Matrice McKinsey
42	SWOT	Matrice SWOT
43	O	Observation
44	PT	Planche de tendances
45	PE	Plans d'expérience
46	PR	Prototypage rapide
47	Q	Questionnaire
48	RT	Recueil de traces
49	REX	Retours d'Expérience
50	R	Rough
51	SLI	Soutien Logistique Intégré
52	SB	Storyboard
53	TP	Tests physiques
54	TU	Tests utilisateur
55	UP	Utilisateur pilote
56	VC	Veille concurrentielle
57	VR	Veille réglementaire
58	VS	Veille stylistique
59	VT	Veille technologique
60	VP	Vote pondéré

Figure 93 : Listes des 60 méthodes étudiées dans le cadre de l'aide à la sélection (Lahonde 2010)



## OPTIMISATION DES PERFORMANCES D'INNOVATION : UNE APPROCHE COMBINANT INVENTIVITE TECHNIQUE ET RECHERCHE DU SUCCES COMMERCIAL

**RESUME :** Pour un grand nombre d'entreprises, innover est devenu un élément crucial de leur compétitivité. Cependant, il est toujours complexe de systématiser l'innovation et d'évaluer la performance (efficacité, efficacité et pertinence) de la démarche choisie pour y parvenir. Le but de ce travail de thèse est d'identifier comment peut être caractérisée la capacité d'innovation d'une entreprise et comment une méthodologie d'innovation peut être évaluée lors d'un déploiement industriel. La première partie du document s'intéresse à l'analyse du contexte de cette étude et en particulier au terrain expérimental choisi pour le déploiement, l'entreprise elm leblanc, filiale du groupe Bosch. Ensuite, l'état de l'art permet d'identifier les enjeux de l'évaluation de la performance dans le domaine de l'innovation, de présenter quelques canevas d'évaluation de celle-ci ainsi que de synthétiser les pistes d'actions envisageables pour accroître significativement la capacité d'innovation d'une entreprise. Les deux pistes identifiées comme les plus prometteuses (TRIZ et la Stratégie Océan Bleu) sont ensuite étudiées pour qualifier précisément leur potentiel lors d'une application séparée ou conjointe et leur potentiel combinatoire est détaillé, formant ainsi les hypothèses de recherche. Ces hypothèses sont ensuite vérifiées lors d'une expérimentation en terrain industriel, permettant de valider non seulement l'amélioration des performances d'innovation de l'entreprise mais également l'apport des différentes méthodologies proposées.

**Mots clés :** innovation, performance, capacité d'Innovation, TRIZ, stratégie océan bleu, elm leblanc, Bosch, hybride, méthodologie, conception de produit.

## OPTIMISATION OF INNOVATION PERFORMANCE : AN APPROACH COMBINING TECHNICAL INVENTIVENESS AND THE RESEARCH OF MARKET SUCCESS

**ABSTRACT :** For many companies, innovation became a key element in their competitiveness. However, systematic innovation roll-out remains complex as well as innovation performance assessment (efficiency, efficacy and relevance) and the improvement path chosen. The aim of this thesis work is to identify how could be characterized the innovation capacity of a company and how an innovation methodology could be assessed in an industrial deployment. The first part of the document is focused on this study context analysis and especially the experimentation field chosen for the deployment, elm leblanc company, part of the Bosch group. Then, the state of the art allows identifying the stakes of the innovation performance assessment, introducing some of the assessment canvas as well as a summary of some hints for action for a significant improvement of innovation capacity for the company. The two most promising leads (TRIZ and the Blue Ocean Strategy) are then studied in order to qualify more precisely their potential in a separate and joint application, and their combination potential is detailed, forming the research hypotheses. These hypotheses are then checked in an experimentation field in an industrial context, allowing the validation of innovation performance improvement as well as the benefit of the different methodologies proposed.

**Keywords :** innovation, performance, innovation capacity, TRIZ, blue ocean strategy, elm leblanc, Bosch, hybrid, methodology, product design.

