



HAL
open science

Amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante

Nicolas Maranzana

► **To cite this version:**

Nicolas Maranzana. Amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante. Sciences de l'ingénieur [physics]. Université de Strasbourg; INSA de Strasbourg, 2009. Français. NNT: . tel-00464861

HAL Id: tel-00464861

<https://theses.hal.science/tel-00464861v1>

Submitted on 18 Mar 2010

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 Mathématiques, Sciences de
l'Information et de l'Ingénieur

UDS – INSA – ENGEES

THÈSE

présentée pour obtenir le grade de

Docteur de l'Université de Strasbourg
Discipline : Mécanique

par

Nicolas Maranzana

**Amélioration de la performance en conception par
l'apprentissage en réseau de la conception innovante**

Soutenue publiquement le 2 décembre 2009

Membres du jury

Directeur de thèse

M. Emmanuel Caillaud, Professeur, Université de Strasbourg

Rapporteurs externes

M. Alain Bernard, Professeur, Ecole Centrale de Nantes

M. Philippe Girard, Professeur, Université Montesquieu, Bordeaux IV

Examineurs

M. Améziane Aoussat, Professeur, Arts et Métiers ParisTech, Paris

M. Patrick Burlat, Professeur, Ecole Nationale Supérieure des Mines, Saint-Etienne

Mme Nathalie Gartiser, Maître de Conférences, co-encadrante, INSA de Strasbourg

Membre invité

M. Pierre Huss, Coordinateur R&D, Alstom Transport, Reichshoffen

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur Emmanuel Caillaud, Professeur à l'Université de Strasbourg, pour m'avoir transmis sa passion de la recherche et m'avoir encouragé à faire une thèse. Merci pour vos conseils qui m'ont guidé tout au long de ce travail de thèse. Je n'oublierai pas votre bonne humeur communicative et votre rire légendaire qui n'ont cessé d'égayer ces années passées au sein du laboratoire.

Je tiens ensuite à remercier Madame Nathalie Gartiser, Maître de Conférences à l'INSA de Strasbourg, d'avoir accepté de poursuivre à me guider après mon DEA, dans la découverte et l'apprentissage de la Recherche, en co-encadrant cette thèse. Merci pour ta présence jour après jour, ton aide structurante et rassurante quand j'étais dans le flou ainsi que ta patience infinie durant ces années partagées dans le bureau E216. En espérant que ce travail de thèse ne soit qu'une étape de notre collaboration.

Je souhaite exprimer toute ma reconnaissance à Monsieur Améziane Aoussat, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers de Paris, pour m'avoir fait l'honneur de présider mon jury de thèse.

Je remercie Monsieur Alain Bernard, Professeur à l'Ecole Centrale de Nantes et Monsieur Philippe Girard, Professeur à l'Université Montesquieu de Bordeaux d'avoir accepté d'être rapporteurs de mon mémoire de thèse. L'intérêt qu'ils ont porté à mes travaux, leurs conseils pertinents ainsi que leurs remarques constructives ont assuré un aboutissement des meilleurs à ce travail.

Je remercie par ailleurs Monsieur Patrick Burlat, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, pour le temps consacré à la lecture de mes travaux et l'enrichissement qu'il a su leur donner par le biais de ses questions et remarques.

Je tiens à remercier Monsieur Roger Hubert, Monsieur Gérard Griffay, Monsieur Thibault Leclerc, Monsieur Christian Trinquier ainsi que l'ensemble des partenaires du Consortium

TRIZ pour la richesse des échanges ainsi que pour leurs disponibilités. Mes remerciements vont également à Monsieur Pierre Huss, Coordinateur R&D à Alstom Transport Reichshoffen, pour avoir accepté de faire parti de mon jury de thèse.

Merci aux membres du Laboratoire de Génie de la Conception (LGECO), et plus particulièrement de l'équipe LICIA, avec lesquels j'ai eu l'occasion d'apprendre et d'échanger durant ces années passées au laboratoire.

Merci à tous pour l'ambiance générale, les chaleureuses pauses café, ainsi que les traditionnels « gâteaux du vendredi » ayant favorisé les échanges de culture gastronomique et nous ayant permis de découvrir les qualités culinaires de chacun d'entre nous. Je n'oublierai pas les différents moments conviviaux tels : barbecues de fin d'année, fondues savoyarde ou raclettes de Noël, ou encore les spécialités plus régionale : knacks-bière ou *flammekueche* partagés entre collègues au laboratoire.

Merci particulièrement à une certaine « *dream team* » des doctorants du laboratoire, moteurs à plus d'un titre de son bon fonctionnement, à savoir : Anne-Sophie, Elena, Joël, Sébastien et Thomas.

Pour finir, je tiens à adresser un grand MERCI à mes parents pour m'avoir toujours soutenu et encouragé durant toutes ces années.

Table des matières

| | |
|--|-----------|
| REMERCIEMENTS..... | 3 |
| TABLE DES MATIERES | 5 |
| TABLE DES ILLUSTRATIONS..... | 9 |
| TABLE DES TABLEAUX | 11 |
| INTRODUCTION GENERALE..... | 13 |
| CHAPITRE I. DE L'ACTIVITE DE CONCEPTION A LA CONCEPTION EN GROUPE | 19 |
| I.1. CONTEXTE DE LA CONCEPTION | 22 |
| I.1.1. <i>Découverte, invention, innovation.....</i> | 22 |
| I.1.2. <i>La conception et le processus de conception.....</i> | 35 |
| I.1.3. <i>Nécessité de mener des activités de conception.....</i> | 42 |
| I.2. LA CONCEPTION EN GROUPE | 43 |
| I.2.1. <i>La conception séquentielle, la conception intégrée.....</i> | 44 |
| I.2.2. <i>Communication, coordination, coopération, collaboration.....</i> | 46 |
| I.2.3. <i>La conception distribuée.....</i> | 48 |
| I.2.4. <i>La conception collaborative ou co-conception.....</i> | 50 |
| I.2.5. <i>Conclusion sur la conception intégrée</i> | 51 |
| I.3. CONCLUSION | 52 |
| CHAPITRE II. PROPOSITION D'UN MODELE D'EVALUATION DE LA PERFORMANCE ORGANISATIONNELLE EN CONCEPTION | 55 |
| II.1. EVALUATION DE LA PERFORMANCE EN CONCEPTION..... | 55 |
| II.1.1. <i>Définition de la performance</i> | 56 |
| II.1.2. <i>Evaluation de la performance.....</i> | 58 |
| II.1.3. <i>Définition de la performance en conception.....</i> | 63 |
| II.1.4. <i>Conclusion sur l'évaluation de la performance en conception</i> | 65 |
| II.2. PERFORMANCE ORGANISATIONNELLE EN CONCEPTION : LE MODELE PROCESSUS/PRACTIQUES EN CONCEPTION..... | 66 |

| | | |
|---|---|------------|
| II.2.1. | <i>Méthodologie de construction du modèle</i> | 67 |
| II.2.2. | <i>La dimension « formalisation »</i> | 67 |
| II.2.3. | <i>La dimension « pratiques »</i> | 79 |
| II.2.4. | <i>Présentation du modèle d'intégration des processus d'innovation dans les pratiques des concepteurs</i> | 81 |
| II.3. | CONCLUSION | 83 |
| CHAPITRE III. APPRENTISSAGE EN RESEAU | | 85 |
| III.1. | DE L'APPRENTISSAGE A L'ORGANISATION APPRENANTE : TROIS NIVEAUX | |
| | D'APPRENTISSAGE | 86 |
| III.1.1. | <i>L'apprentissage individuel et collectif</i> | 87 |
| III.1.2. | <i>L'apprentissage organisationnel</i> | 88 |
| III.1.3. | <i>L'organisation apprenante</i> | 89 |
| III.1.4. | <i>Nécessité de créer des situations d'apprentissage spécifiques aux entreprises en matière de conception innovante</i> | 91 |
| III.2. | DES PROCESSUS D'APPRENTISSAGE AU RESEAU D'APPRENTISSAGE | 92 |
| III.2.1. | <i>Processus d'apprentissage</i> | 92 |
| III.2.2. | <i>Différents modes d'organisation de type « réseau » : un état de l'art</i> | 95 |
| III.2.3. | <i>Réseau d'apprentissage</i> | 110 |
| III.3. | CONCLUSION | 111 |
| CHAPITRE IV. CARACTERISATION DU RESEAU D'APPRENTISSAGE COLLABORATIF POUR LA CONCEPTION INNOVANTE | | 113 |
| IV.1. | CARACTERISATION DU « RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE » | 114 |
| IV.1.1. | <i>Méthode de construction de la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante</i> | 114 |
| IV.1.2. | <i>Mise en évidence des liens entre les caractéristiques de chacune des trois dimensions</i> | 116 |
| IV.1.3. | <i>Affectation des critères aux catégories prédéfinies</i> | 117 |
| IV.1.4. | <i>Identification des valeurs possibles de chaque critère</i> | 118 |
| IV.1.5. | <i>Elimination des valeurs non pertinentes</i> | 125 |
| IV.1.6. | <i>Caractéristiques d'un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »</i> | 133 |
| IV.1.7. | <i>Conclusion sur la caractérisation du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »</i> | 136 |
| IV.2. | L'APPRENTISSAGE COLLABORATIF DE LA CONCEPTION INNOVANTE | 137 |
| IV.2.1. | <i>Positionnement de la conception intégrée par rapport au réseau d'apprentissage pour la conception innovante</i> | 138 |
| IV.2.2. | <i>Liens entre la conception collaborative et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante</i> | 140 |

| | |
|--|------------|
| IV.2.3. <i>Vers l'apprentissage collaboratif de la conception innovante</i> | 145 |
| IV.3. CONCLUSION | 146 |
| CHAPITRE V. VALIDATION DU RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE. LE CONSORTIUM TRIZ ET L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE EN CONCEPTION D'ARCELORMITTAL : LE CAS DU TRANSPORT DE BANDE DANS UNE LIGNE DE RECUIT CONTINU..... | 149 |
| V.1. LE CONSORTIUM TRIZ | 150 |
| V.1.1. <i>La TRIZ : théorie de résolution des problèmes inventifs</i> | 150 |
| V.1.2. <i>Présentation du consortium TRIZ</i> | 153 |
| V.2. METHODOLOGIE DE COLLECTE DES INFORMATIONS | 162 |
| V.3. VALIDATION DES CRITERES DU RESEAU D'APPRENTISSAGE DE LA CONCEPTION INNOVANTE PAR LE CAS D'ETUDE « CONSORTIUM TRIZ »..... | 164 |
| V.3.1. <i>Illustration des critères se rapportant à la cohérence structurelle</i> | 165 |
| V.3.2. <i>Illustration des critères se rapportant aux cohérences interne et externe</i> | 167 |
| V.3.3. <i>Illustration des critères se rapportant à la cohérence du système de valeurs</i> | 168 |
| V.3.4. <i>Conclusion sur l'illustration des critères</i> | 171 |
| V.4. VALIDATION DU MODELE D'INTEGRATION DES PROCESSUS D'INNOVATION PAR RAPPORT AUX PRATIQUES DES CONCEPTEURS : LA CAS ARCELORMITTAL..... | 173 |
| V.4.1. <i>Collecte des informations concernant ArcelorMittal</i> | 173 |
| V.4.2. <i>Positionnement d'ArcelorMittal dans la représentation matricielle</i> | 174 |
| V.4.3. <i>Analyse de l'articulation processus-pratiques par rapport à un projet particulier de conception dans le cas d'ArcelorMittal</i> | 175 |
| V.4.4. <i>Conclusion sur l'illustration du modèle et préconisations dans une logique d'action</i> | 181 |
| V.5. CONCLUSION | 182 |
| CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES..... | 185 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 193 |
| ANNEXES | 203 |

Table des illustrations

| | |
|---|-----|
| FIGURE I-1 : EVOLUTION DE LA RELATION ENTRE L'OFFRE ET LA DEMANDE (BONNEFOUS AND COURTOIS, 2001) | 20 |
| FIGURE I-2 : HISTORIQUE DU CONTEXTE INDUSTRIEL | 21 |
| FIGURE I-3 : COURBE EN S INSPIRE DE (FOSTER, 1986) | 26 |
| FIGURE I-4 : INNOVATION INCREMENTALE, INNOVATION DE RUPTURE (AÏT-EL-HADI, 1989) | 28 |
| FIGURE I-5 : MODELE LINEAIRE DU PROCESSUS D'INNOVATION (FELDMAN AND PAGE, 1984) | 32 |
| FIGURE I-6 : LE MODELE « SCIENCE-PUSH » OU « TECHNOLOGY-PUSH » | 32 |
| FIGURE I-7 : LE MODELE « MARKET-PULL » | 32 |
| FIGURE I-8 : LE MODELE « CHAIN-LINKED » (KLINE AND ROSENBERG, 1986) | 33 |
| FIGURE I-9 : CONCEPTION SEQUENTIELLE, CONCEPTION INTEGREE (INSPIRE DE (LONCHAMPT, 2004)) | 45 |
| FIGURE I-10 : SCHEMATISATION DE LA CONCEPTION DISTRIBUEE (MARANZANA, GARTISER ET AL., 2007; 2008) | 49 |
| FIGURE I-11 : SCHEMATISATION DE LA CONCEPTION COLLABORATIVE (MARANZANA, GARTISER ET AL., 2007; 2008) | 50 |
| FIGURE II-1 : TRIANGLE DE LA PERFORMANCE (GIBERT, 1980) | 57 |
| FIGURE II-2 : POLITIQUE GENERALE DE L'ENTREPRISE (GARTISER, LERCH ET AL., 2004) | 58 |
| FIGURE II-3 : LES VECTEURS/INDUCTEURS DE PERFORMANCE DU SYSTEME DE CONCEPTION (ROBIN, 2005) | 64 |
| FIGURE II-4 : LA REPRESENTATION CONTINUE | 72 |
| FIGURE II-5 : LA REPRESENTATION ETAGEE | 72 |
| FIGURE II-6 : EXEMPLE RASSEMBLANT LES DIFFERENTS COMPOSANTS DU CMMI (CAS DU NIVEAU 5) | 74 |
| FIGURE II-7 : REPRESENTATION MATRICIELLE DU MODELE CARACTERISANT L'INTEGRATION DES PROCESSUS DE CONCEPTION DANS LES PRATIQUES DES CONCEPTEURS | 82 |
| FIGURE III-1 : CRIC A MANIVELLE DE LEONARD DE VINCI EXTRAIT DU CODEX ATLANTICUS (POPHAM, 1952) | 86 |
| FIGURE III-2 : « LE CARRE MAGIQUE » (PROBST AND BÜCHEL, 1997) | 92 |
| FIGURE III-3. LES QUATRE MODES D'ORGANISATION (JOSSEMAND, 1997) | 94 |
| FIGURE III-4 : ACTIVITY LINKS (HAKANSSON AND SNEHOTA, 1995) | 96 |
| FIGURE III-5 : RESOURCE TIES (HAKANSSON AND SNEHOTA, 1995) | 96 |
| FIGURE III-6 : ACTOR BONDS (HAKANSSON AND SNEHOTA, 1995) | 96 |
| FIGURE III-7 : STRUCTURE D'UN RESEAU D'APRES (HAKANSSON AND JOHANSON, 2001) | 96 |
| FIGURE III-8 : CLASSIFICATION DES DIFFERENTS MODES D'ORGANISATION DE TYPE « RESEAU » | 108 |
| FIGURE IV-1 : METHODE NOUS AYANT PERMIS D'ABOUTIR A LA CARACTERISATION DU RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE | 115 |
| FIGURE IV-2 : LIENS TISSES ENTRE LES DIMENSIONS RESEAU, APPRENTISSAGE ET CONCEPTION INNOVANTE | 116 |
| FIGURE IV-3 : SCHEMA RECAPITULATIF DE L'ORGANISATION DU RESEAU ET DE SON INFLUENCE SUR L'APPRENTISSAGE ET L'INNOVATION | 136 |
| FIGURE IV-4 : METHODOLOGIE POUR AMELIORER LA PERFORMANCE | 140 |

| | |
|--|-----|
| FIGURE IV-5 : CARACTERISTIQUES DE LA CONCEPTION COLLABORATIVE ET DU RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE (MARANZANA, GARTISER ET AL., 2007) | 141 |
| FIGURE IV-6 : CONCEPTION COLLABORATIVE ET APPRENTISSAGE COLLABORATIF (MARANZANA, GARTISER ET AL., 2007)..... | 145 |
| FIGURE V-1 : APPROCHE GENERALE DE LA TRIZ (DUBOIS, 2004) | 152 |
| FIGURE V-2 : ORGANISATION DES WP DU CONSORTIUM TRIZ | 157 |
| FIGURE V-3 : REPRESENTATION DE L'ORGANISATION REELLE DU CONSORTIUM TRIZ | 159 |
| FIGURE V-4 : DIFFERENTS TYPES DE CONVENTIONS | 161 |
| FIGURE V-5 : POSITIONNEMENT D'ARCELORMITTAL DANS LA MATRICE DU MODELE | 175 |
| FIGURE V-6 : SCHEMA D'UNE BANDE D'ACIER PLAT CARBONE..... | 176 |
| FIGURE V-7 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE LIGNE DE RECUI CONTINU INSPIRE DE (JACQUES, ELIAS ET AL., 2007) | 177 |
| FIGURE V-8 : PLAN DE FACE D'UN FOUR DE CHAUFFE D'UNE LIGNE DE RECUI CONTINU D'ARCELORMITTAL .. | 177 |
| FIGURE V-9 : DEPLACEMENT DE LA BANDE VIA DES ROULEAUX | 178 |
| FIGURE V-10 : SCHEMATISATION DU PHENOMENE DE RADIATION (ELIAS AND PETIT, 2005) | 178 |
| FIGURE VI-1 : SCHEMA RECAPITULATIF DU POSITIONNEMENT DU CONSORTIUM TRIZ DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DES ACTIVITES DE CONCEPTION INNOVANTE | 187 |

Table des tableaux

| | |
|--|-----|
| TABLEAU I-1 : EXEMPLES DE « DELAIS » ENTRE L'INVENTION ET SA « TRANSFORMATION » EN INNOVATION (MENSCH, 1979)..... | 29 |
| TABLEAU I-2 : CONCEPTION INTEGREE, CONCEPTION DISTRIBUEE ET CONCEPTION COLLABORATIVE (MARANZANA, GARTISER ET AL., 2007; 2008)..... | 51 |
| TABLEAU IV-1 : TABLEAU RECAPITULATIF DES MODALITES POSSIBLES DU « RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE » | 125 |
| TABLEAU IV-2 : CARACTERISTIQUES SOUHAITEES DU « RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE » | 134 |
| TABLEAU IV-3 : POSITIONNEMENT DES 19 CRITERES PAR RAPPORT A LA CONCEPTION DISTRIBUEE ET LA CONCEPTION COLLABORATIVE | 139 |
| TABLEAU IV-4 : CARACTERISTIQUES COMMUNES A LA CONCEPTION COLLABORATIVE ET AU RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE..... | 142 |
| TABLEAU IV-5 : CARACTERISTIQUES SPECIFIQUES A LA CONCEPTION COLLABORATIVE | 142 |
| TABLEAU IV-6 : CARACTERISTIQUES SPECIFIQUES AU RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE | 143 |
| TABLEAU V-1 : CARACTERISTIQUES SOUHAITEES POUR UN RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE ET CARACTERISTIQUES REELLES DU CONSORTIUM TRIZ | 172 |
| TABLEAU VI-1 : CARACTERISTIQUES SOUHAITEES DU « RESEAU D'APPRENTISSAGE POUR LA CONCEPTION INNOVANTE » | 189 |

Introduction générale

Depuis les années 1970, l'évolution des mentalités individuelles et des comportements sociaux, croisée avec le contexte environnemental instable et propice aux ruptures (crises pétrolière, financières, incertitudes politiques, ...) et ajoutée aux ruptures technologiques, place les entreprises dans un environnement turbulent, caractérisé par l'incertitude et la complexité (Laban, Giovanelli et al. 1995; Tarondeau 1998; Moreau 2003).

La concurrence devenant internationale en particulier avec l'ouverture du marché commun et étant maintenant beaucoup plus importante, le prix, la qualité et le délai ne sont plus des avantages concurrentiels puisque tous les concurrents sérieux sont performants sur ces trois dimensions (Balantzián 1997). L'objectif de nombre d'entreprises aujourd'hui est de développer leur capacité à innover et plus particulièrement leur capacité à innover rapidement (Loilier and Tellier 1999). En effet, ceci devient l'une des clés de la compétitivité des entreprises.

Pour atteindre ce but, l'entreprise doit être agile et développer son intelligence. Ceci passe par une meilleure gestion de son processus d'innovation et en particulier un accroissement de l'efficacité de ses activités de conception. Cet accroissement pourra se faire via deux alternatives non exclusives. D'une part, cela nécessitera une maîtrise de plus en plus étendue de connaissances scientifiques diverses, en raison d'une complexification croissante des systèmes techniques. D'autre part, il faudra générer une montée en compétence des agents sur des méthodologies de conception efficaces, c'est-à-dire conduisant à de réelles modifications des systèmes existants, voire à des systèmes totalement nouveaux : c'est ce que nous appellerons la conception innovante. Les processus d'innovation peuvent être modélisés, organisés et pilotés grâce aux méthodes de conception (Perrin 1999; 2001). Nombre de travaux s'accordent à reconnaître que les entreprises doivent principalement faire face à un problème de ressources, en homme, en temps ou encore en argent (Divry and Trouvé 2004). Ceci les empêche donc bien souvent d'être aussi performantes qu'elles le souhaiteraient en matière d'innovation. Pourtant, l'innovation qu'elle soit incrémentale ou de rupture, est le seul moyen qu'ont les entreprises françaises de se développer, voire même de survivre face à une concurrence mondiale offensive.

L'innovation nécessite des processus plus collectifs, systématiques et instrumentés. Les frontières explosent en interne comme en externe. En effet, en interne, l'organisation taylorienne et les traditionnelles fonctions verticales de Fayol (1970) sont « remplacées » par des groupes projet, qui conduisent les personnes à travailler ensemble indépendamment des localisations organisationnelles, hiérarchiques, géographiques et temporelles. En externe, les frontières de l'organisation s'éloignent de plus en plus ; diverses formes d'échanges inter-entreprises se développent. On arrive de plus en plus à des modes de management plus transversaux qui favorisent les échanges horizontaux d'informations.

Ainsi, un enjeu majeur consiste à dégager des ressources nécessaires à l'innovation dans les entreprises. Une voie de solution qui semble émerger est de réussir à « *solliciter de nouvelles compétences à l'extérieur, en s'alliant pour créer des complémentarités et inventer des combinaisons multiples afin d'élargir sans cesse son intelligence* » (Moreau 2003). Il s'agira de créer un mode de travail qui fera émerger l'innovation utile par la confrontation et l'enrichissement des idées. Différents cas sont envisageables pour les entreprises désirant innover. Elles peuvent chercher à innover par elles-mêmes, se regrouper en réseau d'entreprises pour innover ensemble ou se regrouper en réseau pour apprendre pour innover.

De nombreux travaux portent sur les réseaux d'entreprises, ils se concentrent principalement sur la mise en réseau pour produire ou concevoir ensemble un produit (Burlat 2002). Ces réseaux, souvent hiérarchiques, conduisent, le plus souvent, à la conception de systèmes techniques complexes (navette spatiale, A380 par exemple). Peu de travaux en revanche se sont intéressés à la construction de réseaux de partenaires qui n'ont comme seul lien que le partage d'un intérêt commun pour apprendre et améliorer ensemble la performance d'une activité comme l'innovation.

Le réseau semble ainsi être un lieu privilégié, faisant coopérer des entreprises aux logiques différentes autour d'un projet unificateur. A partir de là, nous changeons de paradigme ; en effet, ce n'est plus en termes de compétition et de méfiance que les entreprises doivent réfléchir (comme dans une logique de marché), mais bien en termes de collaboration et confiance entre partenaires ayant des objectifs et des intérêts communs.

L'enjeu majeur des années à venir est bien d'aider les entreprises à développer leurs capacités à innover, et plus particulièrement à apprendre pour innover. C'est pourquoi cette thèse porte bien plus sur le développement de la capacité d'apprentissage des entreprises pour innover

que sur leur processus d'innovation. Notre postulat de départ est que pour permettre aux entreprises d'innover, il est tout d'abord nécessaire de développer leurs connaissances et leurs compétences en matière de conception et plus précisément de conception innovante (Gero and Maher 1993).

Au regard des limites de ressources des entreprises, il devient évident que leur montée en compétences dans le domaine de la conception innovante doit se faire grâce à des moyens particuliers et spécifiquement adaptés à leurs caractéristiques. Par ailleurs, cette réflexion et cet accompagnement ne peuvent se faire pour chacune des entreprises indépendamment des autres. Dans un souci d'efficacité, il paraît plus judicieux de regrouper des entreprises de mutualiser certaines ressources, de supporter à plusieurs les coûts générés, de façon à bénéficier non seulement d'un effet-taille mais également d'une complémentarité en matière de savoir-faire, à même de développer les capacités de chacune des entreprises.

La problématique de cette thèse repose sur l'amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante. L'objectif consiste à définir et caractériser un mode d'organisation permettant de réunir des entreprises souhaitant monter en compétence sur de nouvelles méthodologies de conception. Afin de limiter les ressources, nous proposons de mutualiser ces apprentissages en permettant aux entreprises d'apprendre ensemble à mieux concevoir.

Le chapitre I présente l'activité de conception et les concepts s'y rattachant. Nous définirons dans un premier temps l'activité de conception, qui va permettre de conduire l'entreprise à des innovations effectives. Dans un second temps, nous verrons que pour répondre à la complexification technologique des systèmes ainsi qu'aux challenges des clients, en termes de coût, délai et de qualité, les entreprises doivent se recentrer sur leur cœur de métier et ainsi tisser des relations avec des partenaires. Ainsi, les activités de conception se réalisent de plus en plus en groupe intra et même inter entreprises. Ce premier chapitre a pour objectif de définir les différents termes se rapportant à l'activité de conception. La conception intégrée, qui permet de réaliser une tâche complexe grâce à une équipe multidisciplinaire, comporte deux types : la conception distribuée et la conception collaborative. Une proposition de classification de ces concepts liés à la conception intégrée sera proposée.

Le chapitre II s'intéresse aux problématiques d'évaluation de la performance en conception. Pour être pérenne et survivre les entreprises se doivent d'être performantes dans leurs différentes activités ; nous définirons, dans une première partie, les notions liés à la performance et plus particulièrement à la performance de l'activité de conception. La seconde partie du chapitre, s'intéresse plus spécifiquement à la performance organisationnelle car cette dimension est fondamentale pour assurer l'atteinte des objectifs, et à l'outiller pour la mesurer. Pour cela, nous proposerons un modèle permettant de situer le processus de conception par rapport aux pratiques de ses concepteurs.

Afin d'avoir de nouvelles idées et acquérir les méthodologies pour pouvoir développer des innovations, les entreprises, doivent, en plus de disposer de processus performants de conception, accroître leur capacité d'apprentissage, afin d'augmenter leur base de connaissances et de compétences dans le domaine. Le chapitre III s'attache à décrire les différents modes d'organisation en réseau permettant aux entreprises d'apprendre, d'échanger ou de partager. Dans une première partie nous développerons les différentes possibilités d'apprentissages permettant d'acquérir et d'augmenter les connaissances et compétences nécessaires à l'innovation, puis nous aborderons, dans une seconde partie, le mode d'organisation que ces entreprises, une fois regroupées, pourraient adopter, à savoir le réseau.

Après avoir présenté dans les chapitres précédents trois dimensions, à savoir : la conception innovante, l'apprentissage et le réseau, nous avons fait l'hypothèse qu'il est possible de créer un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante ». Dans le chapitre IV, nous détaillerons tout d'abord la méthode nous ayant permis d'aboutir à la caractérisation de ce réseau ; les critères seront détaillés par la suite. Une fois cette caractérisation effectuée, nous la positionnerons par rapport à la caractérisation de la conception intégrée et en extrairons les caractéristiques communes et spécifiques ; cela nous permettra de présenter l'apprentissage collaboratif de la conception.

Enfin, le chapitre V va nous permettre de faire le lien entre les aspects théoriques, développés dans les quatre premiers chapitres, et notre problématique de départ, à savoir l'amélioration de la performance en conception innovante par l'apprentissage en réseau. Pour ce faire nous allons nous appuyer sur un terrain d'expérimentation : le Consortium TRIZ. Nous présenterons dans une première partie la théorie de résolution des problèmes inventifs (TRIZ) et le Consortium TRIZ. Dans une seconde partie, la méthodologie de collecte des informations sur le terrain sera présentée. Pour finir, une troisième partie va nous permettre de

proposer une première validation des caractéristiques du réseau d'apprentissage pour la conception innovante que nous avons développées.

CHAPITRE I. De l'activité de conception à la conception en groupe

En mars 2000, le Conseil européen de Lisbonne, composé de 15 Etats membres de l'Union européenne, a décidé de la « *stratégie de Lisbonne* » qui désigne l'axe majeur de politique économique et de développement de l'Union européenne. L'objectif de cette stratégie est de faire de l'Union européenne « *l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde d'ici à 2010, capable d'une croissance économique durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale* » (Drucker 1999; 2000). La stratégie globale proposée doit permettre de rendre l'Europe plus attrayante pour les investisseurs et les travailleurs, en veillant à ce que la connaissance et l'innovation deviennent les moteurs de la croissance européenne. L'économie de l'Europe serait ainsi innovante et dynamique.

La compréhension de l'évolution de l'activité de conception est liée au contexte industriel récent ; celui-ci est en général décrit suivant trois périodes (Figure I-1), à savoir (Giard 2003) :

- 1945-1973 : la demande est supérieure à l'offre

Cette période d'une trentaine d'années, aussi appelé « Trente Glorieuses », terme que l'on doit à l'économiste français Jean Fourastié (1979), s'étend de la fin de la Seconde Guerre Mondiale au choc pétrolier de 1973. Elle se caractérise par le plein emploi ainsi que par une forte croissance industrielle afin de reconstruire et moderniser les pays dévastés. Aidées financièrement par le plan Marshall pour répondre à la demande, les entreprises misent sur une gamme réduite de produits, fabriqués en grand nombre et ayant une durée de vie élevée ; c'est l'ère de la production en masse.

- 1973-1990 : l'offre s'équilibre par rapport à la demande

Les marchés s'ouvrant à la concurrence, les entreprises doivent pouvoir proposer une large gamme de produits afin d'être aptes à satisfaire un maximum de clients. Les clients sont quant à eux en mesure de réclamer des produits conformes à leurs attentes à des prix négociés. En

effet, l'offre s'équilibrant, le client peut mettre en concurrence ses fournisseurs et ainsi exiger des baisses de prix. Les entreprises doivent donc augmenter leur productivité pour baisser leur coût de revient et ainsi être les plus compétitives. C'est l'ère de la diversification et de la réduction des coûts.

- 1990 à aujourd'hui : l'offre est supérieure à la demande

Pour faire face à un marché très concurrentiel et saturé par l'offre, les entreprises ont tout d'abord dû mettre en place des procédures afin de garantir la qualité de leurs produits. De plus, pour conserver la clientèle et conquérir de nouvelles parts de marché, les entreprises doivent savoir répondre rapidement et précisément à la demande du client. Il s'agit donc pour l'entreprise de répondre au cahier des charges du client, dans des délais de plus en plus courts, avec un coût et une qualité acceptable. C'est l'ère de la qualité, de la réduction des délais et de la diversification.

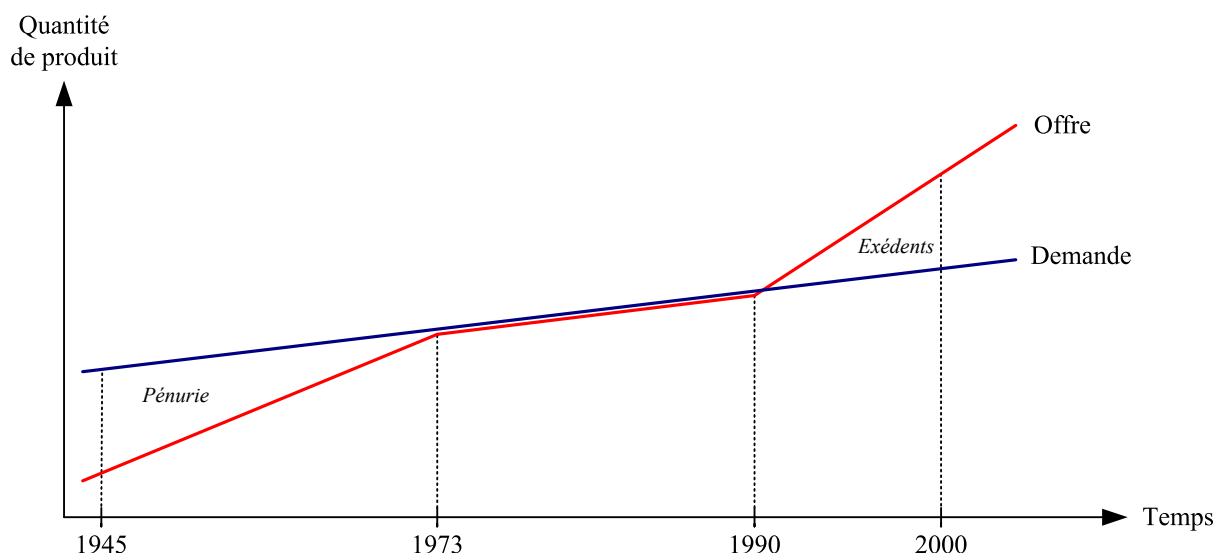


Figure I-1 : Evolution de la relation entre l'offre et la demande (Bonnefous and Courtois 2001)

On remarque dans la Figure I-2 qu'au fur et à mesure de l'histoire, les entreprises ont dû apprendre à se diversifier et agir sur différents paramètres afin de survivre et de garder une longueur d'avance sur la concurrence. Après avoir agi sur la capacité de production, sur la diversification des produits et la réduction des délais, sur l'amélioration de la qualité tout en donnant une réponse précise et rapide par rapport aux attentes des clients, il semble que nous soyons arrivés à la fin de l'ère actuel. Aujourd'hui, la maxime : « *le client veut tout (prix et qualité) tout de suite (délai)* » (Bonnefous and Courtois 2001) semble déjà acquise pour le client. Ainsi, pour se différencier par rapport à la concurrence, les entreprises doivent

dorénavant anticiper les besoins des clients et leurs proposer des produits nouveaux avant même que ceux-ci n'y aient pensé. Notre économie évoluerait ainsi vers une économie de la connaissance comme le souhaite le Traité de Lisbonne. Serait-ce le début d'une quatrième ère, celle de l'innovation et de l'anticipation ?

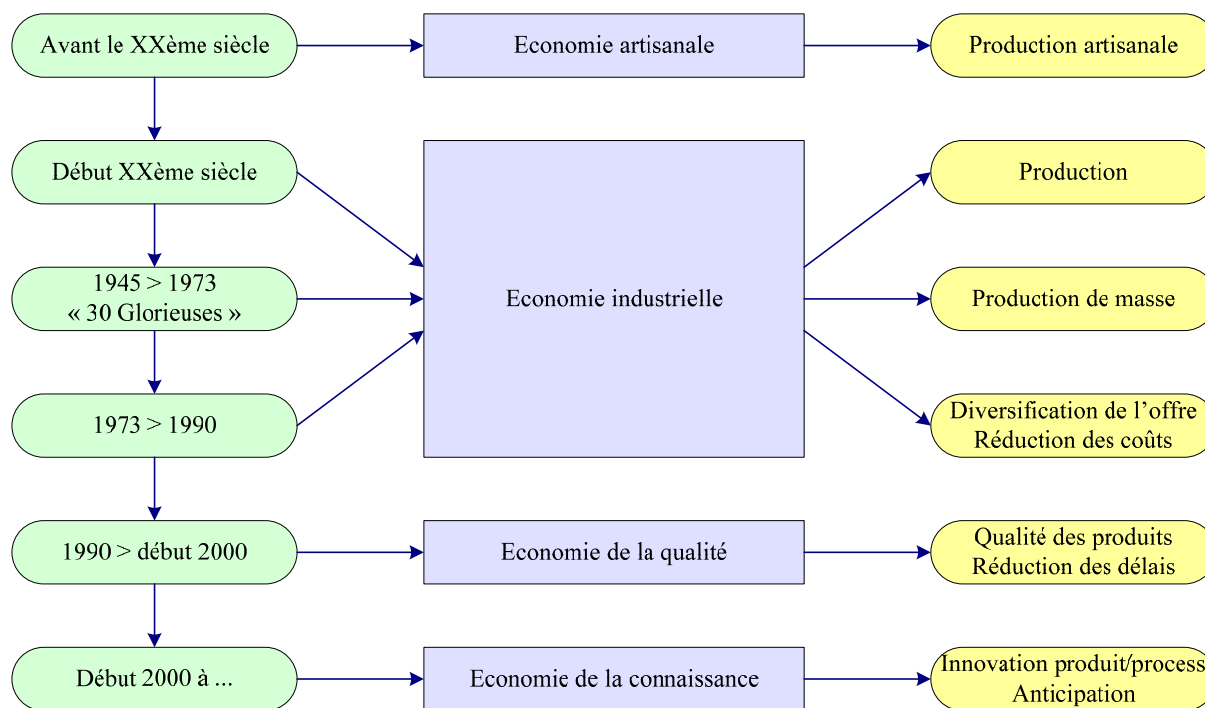


Figure I-2 : Historique du contexte industriel

Dans ce premier chapitre nous nous attacherons tout d'abord à définir les concepts qui vont servir de levier d'action pour transformer l'économie actuelle en économie de la connaissance ; il s'agit des activités de conception qui vont permettre de conduire l'entreprise à des innovations effectives. Dans un second temps, nous verrons que l'environnement concurrentiel actuel demande sans cesse aux entreprises d'innover, dans des délais toujours plus courts, de nouveaux produits de qualité satisfaisant les besoins grandissant des clients, à des coûts toujours plus faibles. Pour répondre à ces challenges les entreprises doivent se recentrer sur leur cœur de métier et tissent des relations avec des partenaires pour faire face à la complexification technologique des systèmes ; nous verrons que pour cela les activités de conception se réalisent de plus en plus en groupe intra et même inter-entreprises.

I.1. Contexte de la conception

Nous allons dans un premier temps développer la notion de conception et les termes s'y rapportant. En effet, c'est l'activité de conception qui va permettre de développer une invention en lui conférant les éléments indispensables pour qu'elle devienne une innovation. Pour Kline et Rosenberg (1986), « *c'est l'activité de conception qui permet de transformer une invention en innovation* ».

Il semble par ailleurs intéressant de préciser, au préalable, les fonctions et frontières de la conception, en définissant précisément certains termes tels que découverte, invention et innovation. Nous aborderons également les quatre catégories de conception qui émergent de la littérature, à savoir, la conception routinière, la re-conception, la conception inventive et la conception innovante, sans oublier le processus qui conduit à la conception effective. Nous concluons sur la nécessité, pour les entreprises, de mener des activités de conception et plus particulièrement de conception dite innovante.

I.1.1. Découverte, invention, innovation

Cette partie va s'attacher à définir les termes découverte, invention et innovation qui vont nous permettre par la suite de définir la conception. Les différents modèles du processus d'innovation seront également présentés car la conception se révèle être une activité à même de conduire et de réaliser tout ou partie du processus d'innovation.

I.1.1.1. Découverte

Reprenons tout d'abord quelques définitions de base de la découverte :

Découverte : « *1. Action de trouver ce qui était inconnu, ignoré ou caché ; ce qui est découvert* » (Larousse 2003)

Découvrir : « *2. Laisser voir ; révéler ce qui était caché ; 3. Trouver ce qui était caché, inconnu, ignoré* » (Larousse 2003)

On observe ainsi une caractéristique fondamentale de la découverte : on ne découvre que quelque chose qui est préexistant. Il n'y a dans ce cas aucune activité d'invention ou de création de quelque chose.

Notons que la découverte peut être due au hasard (par exemple, la gravité universelle découverte par Isaac Newton en 1665 en recevant une pomme sur la tête) ou le fruit d'un processus de recherche ayant pour objectif de trouver quelque chose de caché, mais que l'on sait exister (c'est le cas pour la tombe de Toutankhamon dont on connaissait l'existence mais non la localisation effective).

I.1.1.2. Invention

Quelques définitions de base de l'invention vont nous permettre de mieux comprendre ce terme :

Invention : « 1. Action d'inventer, de créer quelque chose de nouveau ; 2. Chose inventée, imaginée ». (Larousse 2003)

Inventer : « 1. Créer en premier, en faisant preuve d'ingéniosité, ce qui n'existait pas encore et dont personne n'avait eu l'idée ; 2. Imaginer à des fins déterminées ; 3. Créer de toutes pièces, tirer de son imagination ce que l'on fait passer pour réel ou vrai ». (Larousse 2003)

Johannes Gutenberg est l'inventeur de l'imprimerie typographique en Europe (vers 1450) pour avoir eu l'idée d'utiliser des caractères métalliques mobiles.

L'invention est ainsi considérée comme un nouveau principe technique, permettant de résoudre un problème ou d'effectuer une fonction donnée, en utilisant son imagination, pour construire un objet matériel ou immatériel. La condition de nouveauté par rapport à l'état de la technique apparaît comme essentielle dans la définition d'une invention ; c'est celle-ci qui permet de breveter une invention pour la protéger. Les inventeurs utilisent les connaissances scientifiques et techniques (issues des découvertes antérieures), disponibles à un instant t, pour réaliser leur nouvelle idée (Perrin 2001).

L'artefact définit parfaitement le terme d'invention. En effet, un artefact « désigne une entité conçue par l'Homme en vue de satisfaire des besoins » (Micaëlli and Forest 2003; Simon 2004).

En opposant l'invention à la découverte, on arrive encore mieux à comprendre et à caractériser le terme d'invention. En effet, la principale différence réside dans la signification des verbes « trouver » et « inventer ». Trouver c'est dévoiler, c'est-à-dire que l'objet de la découverte existe déjà (exemple, la découverte de la tombe de Toutankhamon), tandis qu'inventer, au contraire, c'est produire quelque chose qui n'existe pas (exemple, un brevet avant son exploitation industrielle). « La découverte scientifique est le résultat d'une démarche de recherche tandis que l'invention est le résultat d'une démarche de conception ; il ne peut pas y avoir d'invention sans conception » (Perrin 2001).

I.1.1.3. Innovation

Reprenons préalablement quelques définitions de base de l'innovation avant de caractériser plus précisément ce concept :

Innovation : « 1. Action d'innover, de créer quelque chose de nouveau ; 2. Ce qui est nouveau » (Larousse 2003)

Innover : « Introduire quelque chose de nouveau dans un domaine particulier » (Larousse 2003)

L'imprimerie à grande échelle permettant d'imprimer livres, journaux, magazines, ... est un exemple d'innovation.

Les prochaines sous-parties vont nous permettre d'approfondir notre compréhension du concept d'innovation. Nous aborderons la genèse de ce terme et caractériserons les deux principaux types d'innovation avant d'aboutir à une définition consensuelle. Le processus permettant d'aboutir à une innovation sera par ailleurs décrit et différents modèles de ce processus seront présentés.

I.1.1.3.1. Genèse du terme d'innovation

Pour la première fois, le terme « innovation » apparaît dans les travaux de Joseph Schumpeter (1935), grand économiste autrichien, lorsqu'il parle de « *l'exécution de nouvelles combinaisons* ». Cinq types d'innovation sont distingués par l'auteur, à savoir :

- La *fabrication d'un bien nouveau*, c'est-à-dire un bien n'existant pas sur le marché ou encore un bien de qualité supérieure à l'existant.
- L'*introduction d'une méthode de production nouvelle*, c'est-à-dire une méthode inconnue dans le secteur d'activité de l'entreprise. Cette méthode ne doit pas forcément reposer sur une découverte scientifique, elle peut aussi, par exemple résider dans de nouveaux procédés commerciaux.
- L'*ouverture d'un débouché nouveau*, c'est-à-dire un marché où le produit industriel concerné ne s'est jamais introduit, peu importe si celui-ci existait avant ou non.
- La *conquête d'une nouvelle source de matières premières ou de produits semi-ouvrés*, que la source existe depuis longtemps mais était jusqu'à présent inaccessible ou non prise en considération, ou qu'il faille la créer.
- La *réalisation d'une nouvelle organisation*, par exemple la création ou encore la disparition d'une situation de monopole.

Ces cinq types d'innovation impliquent inévitablement des changements dans la firme dans le but de dégager des profits et de constituer un avantage concurrentiel. Pour Schumpeter le succès de cette recherche de nouvelles combinaisons repose sur les hommes qu'il nomme « *entrepreneurs* ». L'auteur les décrit comme « *des agents économiques dont la fonction est d'exécuter de nouvelles combinaisons et qui en sont l'élément actif* » (Schumpeter 1935).

Le Manuel d'Oslo (OCDE 2005), rédigé dans le cadre de l'Organisation de Coopération et de Développement Economique (OCDE), est la source internationale des principes directeurs en matière de collecte et d'utilisation d'informations sur les activités d'innovation dans l'industrie. Il définit l'innovation comme : « *l'ensemble des démarches scientifiques, technologiques, organisationnelles, financières et commerciales qui aboutissent, ou sont censées aboutir à la réalisation de produits ou procédés technologiquement nouveaux ou améliorés* ».

Innover consiste ainsi à mettre sur le marché un nouveau produit, introduire un nouveau processus de valorisation ou de fabrication ou un nouveau modèle d'organisation dans l'entreprise. L'innovation est une réponse efficace et originale à un besoin réel, qui désigne à la fois un processus et son résultat. En effet, l'innovation inclut la dimension économique et la nécessaire sanction de la nouveauté (par le marché par exemple dans le cas d'une innovation de produit). Ainsi, il n'y a innovation que si l'utilisateur final adopte l'innovation (produit,

procédé, organisation), sinon cette nouveauté reste une invention (Bellon 1994; Deneux 2002).

Dans le cadre de cette thèse nous allons nous intéresser exclusivement à l'innovation dite « technologique ».

I.1.1.3.2. Types d'innovation par rapport au cycle de vie

D'après l'analogie biologique introduite par Vernon (1966), les produits se comportent comme des êtres vivants et ont un cycle de vie en quatre phases ; à savoir : genèse, croissance, maturité et déclin. Une courbe en forme de S fait le lien entre ces phases (Figure I-3). Cette courbe, utilisée dans différents domaines (biologie, gestion de projet, ...), permet de représenter le cycle de vie d'un produit ou encore d'une technologie et de le situer par rapport à ces différentes phases. Cet outil permet ainsi aux décideurs d'anticiper et de répondre à différentes questions d'ordre stratégique ; par exemple : faut-il investir dans l'optimisation de la technologie existante ou plutôt changer de technologie.

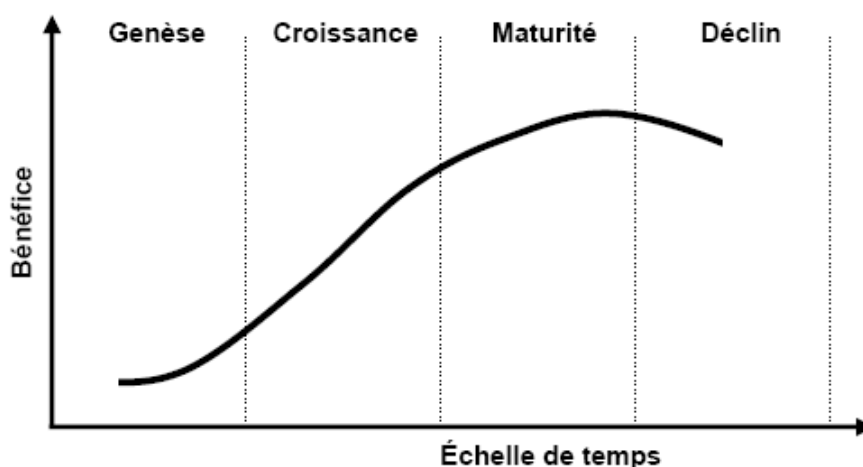


Figure I-3 : Courbe en S inspiré de (Foster 1986)

Du point de vue du degré d'intensité technologique, deux types d'innovation apparaissent dans la littérature (Aït-El-Hadj 1989; Foray 2000; Christofol, Richir et al. 2004; Devalan 2006), à savoir :

- l'innovation incrémentale ou continue, concerne un changement apporté à quelque chose d'existant. En effet, elle permet d'améliorer ou d'adjoindre des fonctions complémentaires à un objet, un processus, ou encore un service, le faisant ainsi

évoluer légèrement. Elle permet à l'entreprise de conserver son avance technologique sur ses concurrents.

L'envoi de photos à partir d'un téléphone portable ou encore l'ajout de roulettes aux valises sont deux exemples permettant d'illustrer ce type d'innovation.

- l'innovation radicale ou de rupture qui consiste quant à elle à créer un produit, un processus ou encore un service très différent de celui qui préexistait. En effet, elle modifie profondément les conditions d'utilisation des clients et peut même constituer une véritable révolution technologique.

Ce type de changement radical et périodique devient un impératif pour toutes les entreprises quels que soient leur taille ou leur secteur d'activité ; c'est la clé de la compétitivité future. Ce type d'innovation est bien sur plus rare car plus complexe, d'un point de vue technique (changement de technologie) et d'un point de vue d'acceptation de l'environnement (acceptation de la nouveauté par le client).

Le passage du moteur à vapeur au moteur à explosion dans les années 1900 ou encore le passage de la cassette VHS au DVD sont deux exemples illustrant ce type d'innovation.

En utilisant la représentation par la courbe en S, il est possible d'illustrer la différence entre ces deux types d'innovation ; la courbe nous montre l'évolution de la performance de l'innovation en fonction du temps (cycle de vie de l'innovation). L'innovation incrémentale et l'innovation de rupture peuvent être représentés de la façon suivante (Figure I-4) :

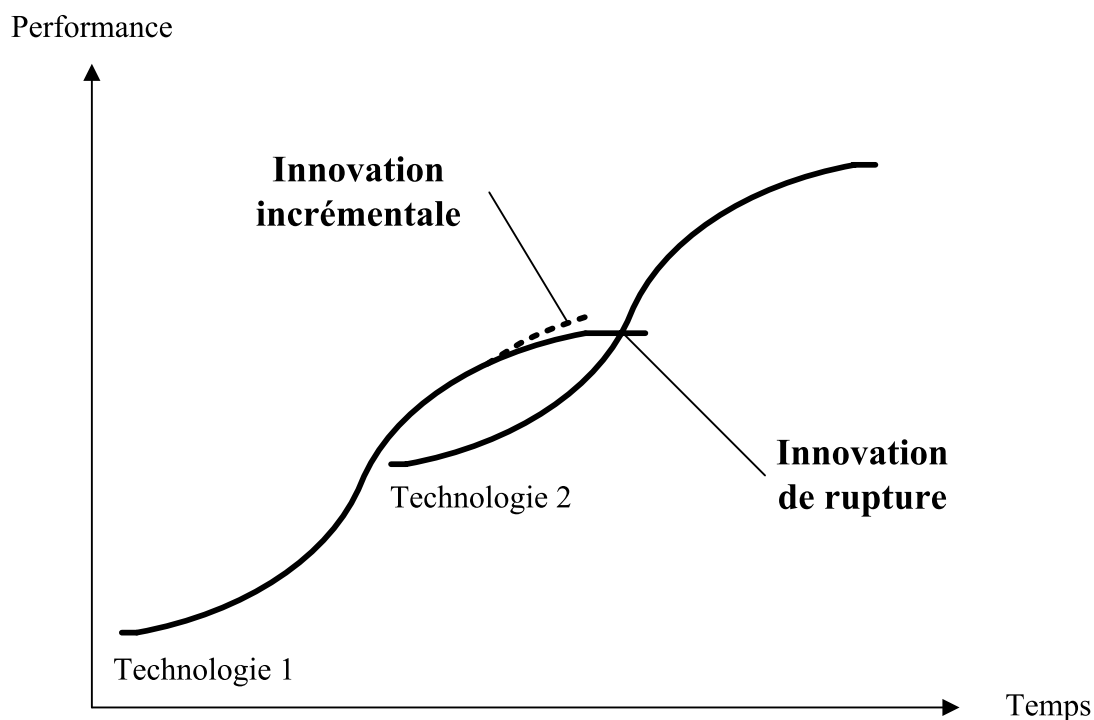


Figure I-4 : Innovation incrémentale, innovation de rupture (Aït-El-Hadj 1989)

D'après l'étude faite par Pierre Devalan dans l'ouvrage *Innovation, management des processus et création de valeur* (Aït-El-Hadj and Brette 2006), ces deux types d'innovations sont réparties de la façon suivante :

- plus de 90% d'innovations incrémentales,
- moins de 10% d'innovations de rupture.

Une certaine contradiction apparaît en utilisant le terme d'innovation. En effet, dans tous les cas, elle introduit obligatoirement une rupture, ou tout au moins une discontinuité dans la vie de l'entreprise, qui lui permet de s'engager dans une nouvelle voie de croissance. Mais par ailleurs, il existe une certaine continuité dans le processus d'innovation, qui permet à l'entreprise de survivre et d'assurer une certaine longévité face à l'obsolescence de ses produits (Bellon 2002).

Ainsi, pour Perrin (2001), innover consiste à « *faire correspondre un besoin réel ou potentiel, un marché et des solutions réalisables* ».

I.1.1.3.3. Définition de l'innovation

Dans son ouvrage *Stalemate in technology: innovations overcome the depression*, Mensch (1979) présente au travers d'une série de tableaux le délai observé entre la mise au point d'un nouveau concept (invention) et la sortie ou l'exploitation commerciale de celui-ci (innovation) (Tableau I-1). Son étude a porté sur la période de la première moitié du XIX^{ème} siècle à la première moitié du XX^{ème} siècle.

| Nouveau concept | Invention (date) | Innovation (date) | Délai (années) |
|--------------------------|---------------------|----------------------|-------------------|
| Production d'électricité | 1708 | 1800 | 92 |
| Photographie | 1727 | 1838 | 111 |
| Locomotive | 1769 | 1824 | 55 |
| Télégraphe | 1793 | 1833 | 40 |
| Turbine à eau | 1824 | 1880 | 56 |
| Aluminium | 1827 | 1887 | 60 |
| Moteur gasoil | 1860 | 1886 | 26 |
| Plexiglass | 1877 | 1935 | 58 |
| Radio | 1887 | 1922 | 35 |
| Hélicoptère | 1904 | 1936 | 32 |
| Télévision | 1907 | 1936 | 29 |

Tableau I-1 : Exemples de « délais » entre l'invention et sa « transformation » en innovation (Mensch 1979)

En s'appuyant sur ses études, Mensch définit l'innovation de la manière suivante : « [...] un événement technique est une innovation technologique quand la matière nouvellement découverte ou la technique nouvellement développée sont mis dans la production régulière pour la première fois, ou quand un marché organisé est créé pour le nouveau produit » (Mensch 1979).

Dans le prolongement de cette réflexion, Mueser (1985), en s'appuyant sur l'analyse et la compilation d'une quarantaine de définitions de l'innovation, définit l'innovation comme : « une idée **nouvelle**, un événement technologique **discontinu**, qui, après un certain temps, est développé jusqu'à un niveau qui permette une application **réussie** ».

En nous basant sur les définitions précédemment citées, ainsi que sur les travaux de Gartiser (1999) nous identifions les trois caractéristiques fondamentales de l'innovation.

- La nouveauté, qui peut être plus ou moins importante, de nature technologique ou autre. Genrich Altshuller, créateur de la TRIZ¹ à partir de 1946, propose une classification de ce concept en cinq niveaux.
- L'irrégularité, car l'innovation est le résultat non régulier d'un processus comportant des risques (humains, commerciaux, technologiques, ...). Une entreprise ne peut pas décider de la mise sur le marché d'une innovation à des périodes régulières.
- L'utilité, car une nouveauté non utilisable reste au stade d'invention ; pour devenir innovation elle doit se révéler utile et alors être un véritable succès commercial.

La définition proposée par l'OCDE (2005) semble tenir compte de ces trois caractéristiques fondamentales. Nous avons donc décidé de l'utiliser en tant que définition de référence dans cette thèse : « *Les innovations technologiques de produit et de procédé (TPP) couvrent les produits et procédés technologiquement nouveaux ainsi que les améliorations technologiques importantes de produits et de procédés qui ont été accomplis. Une innovation TPP a été accomplie dès lors qu'elle a été introduite sur le marché (innovation de produit) ou utilisée dans un procédé de production (innovation de procédé)* ».

Dans le paragraphe suivant, nous nous intéressons au processus permettant d'aboutir à l'innovation : le processus d'innovation.

I.1.1.3.4. Le(s) processus d'innovation

Afin de limiter les risques, gérer la complexité croissante des nouvelles technologies et d'organiser au mieux les activités d'innovation, les entreprises choisissent d'organiser cette activité sous forme de processus.

La norme ISO 9000 (version 2000) définit un processus comme : « *un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie* » (AFNOR 2000). Les processus permettent ainsi de structurer et d'organiser une succession d'activités ; ils utilisent des entrants et les transforment dans le temps en sortants en ayant comme objectif de satisfaire ses clients (internes ou externes) ou encore de remplir ses buts.

Nombres d'auteurs s'accordent à dire que le processus d'innovation est composé d'une succession de phases ou d'activités borné dans le temps (Loilier and Tellier 1999; Perrin

¹ « *Teorija Reshenija Izobretateliskih Zadatch* » ou théorie de résolution des problèmes inventifs

2001; Le Masson, Weil et al. 2006). Le début correspond à l'idée d'un nouveau produit, processus ou service ; c'est le début de sa conception. Gartiser (1999) identifie quatre origines différentes du point de départ du processus menant à une innovation technologique : une découverte, une impulsion scientifique, une opportunité (due à l'identification d'un besoin du marché) et un choc (c'est-à-dire une nécessité d'innover pour la survie de l'entreprise). La fin du processus correspond quant à elle à l'introduction de cette nouveauté sur le marché, c'est-à-dire à l'innovation proprement dite.

Les processus d'innovation peuvent ainsi être définis de la façon suivante : « *Il s'agit de phases techniques, industrielles et commerciales qui conduisent à la vente de nouveaux produits manufacturés et à l'utilisation commerciale de nouveaux procédés ou équipements technologiques* » (Freeman 1973).

Les processus d'innovation peuvent être abordés à différents niveaux d'étude, à savoir : l'objet, le projet, l'entreprise, les hommes, ... (Aït-El-Hadj and Brette 2006). Afin de les décrire différents modèles ont été construits. Dans sa thèse Koriajnova (2009), après un état de l'art sur les modèles du processus d'innovation, a analysé les cinq principaux modèles utilisés. Dans le paragraphe suivant, nous allons détailler deux de ces modèles : le modèle linéaire et le modèle de liaisons en chaîne.

Notre choix a été guidé par le fait que le modèle linéaire est incontournable, étant inhérent à la plupart d'autres modèles du processus d'innovation (Koriajnova 2009). Quant au modèle de liaison en chaîne, il apporte une attention particulière au travail en groupe lors du processus d'innovation et constitue donc une source très intéressante d'informations et de réflexions dans le cadre de nos travaux de thèse.

1.1.1.3.5. Deux modèles du processus d'innovation

Le premier modèle de l'innovation comme processus linéaire, conceptualisé par Schumpeter et d'autres, décrit les processus d'innovation comme une séquence logique de phases allant de l'émergence de l'idée jusqu'à sa commercialisation (de biens ou services nouveaux) en passant par son développement technique et ses essais.

Ce modèle du processus d'innovation que nous allons présenter est le modèle linéaire qui a été conceptualisé par Booz, Allen et Hamilton (1968). La Figure I-5 présente cette première formalisation du processus d'innovation comme une succession des six phases principales qui

le composant : l'exploration d'idées, la sélection d'idées, l'analyse, le développement, le test et la commercialisation (Feldman and Page 1984).

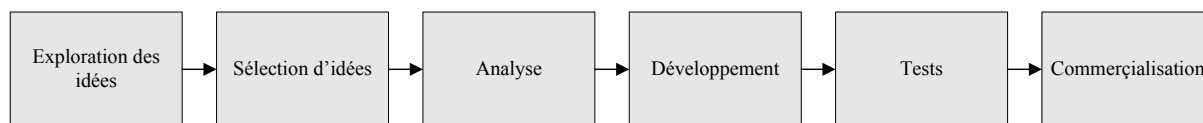


Figure I-5 : Modèle linéaire du processus d'innovation (Feldman and Page 1984)

La mise en place du processus d'innovation selon ce modèle peut être influencée, entre autres, par la force d'attraction de la science et du marché. Apparaissent alors deux déclinaisons du modèle linéaire.

Lorsque le processus d'innovation est impulsé par la science, il se déroule de l'amont vers l'aval et le modèle est appelé « *Science-Push* », ou encore « *Technology-Push* », comme poussé par la technologie (Figure I-6).

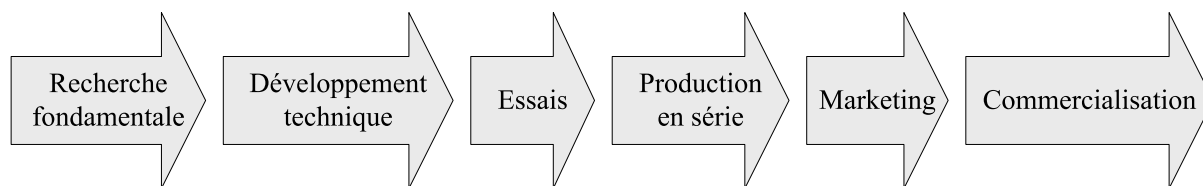


Figure I-6 : Le modèle « Science-Push » ou « Technology-Push »

De nos jours, il semble surprenant que toutes les innovations découlent d'un processus ayant comme source la science ou la technologie. En effet, avec le modèle économique actuel, certains processus d'innovations peuvent être impulsés directement par le marché. Cette relation est abordée par le modèle « *Market-Pull* » (Figure I-7) ; ici le processus d'innovation est déclenché à la demande exprimée par le marché qui « tire » le nouveau produit (de l'aval vers l'amont).

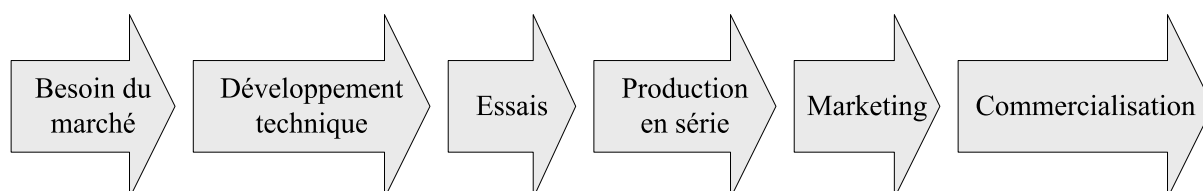
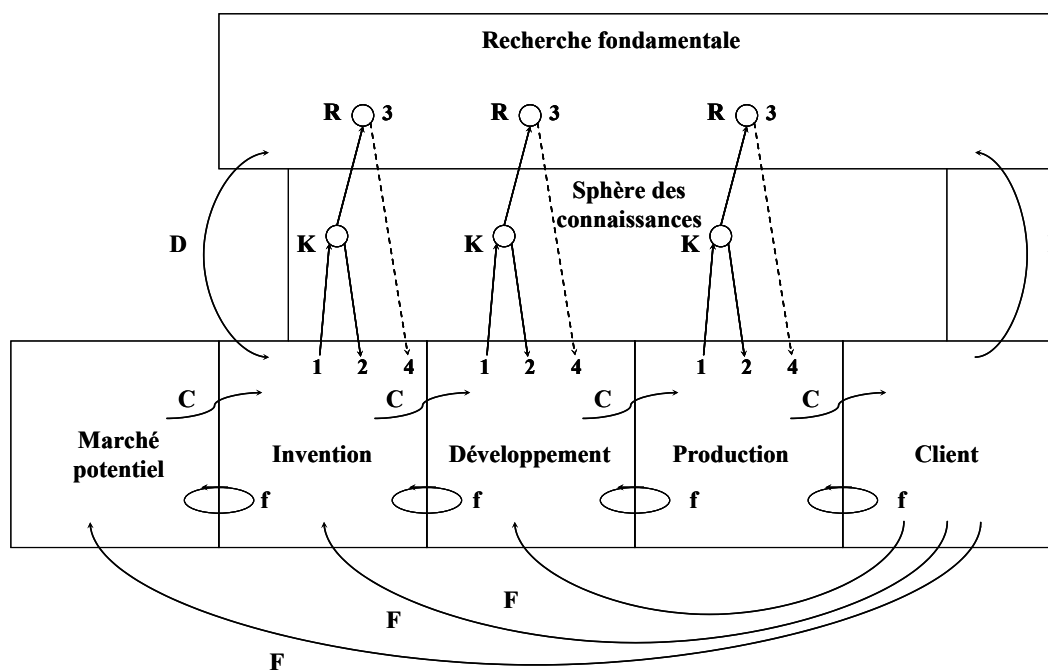


Figure I-7 : Le modèle « Market-Pull »

Ces deux déclinaisons du modèle linéaire montrent l'importance réciproque de la technologie et du marché pour mener à bien le processus d'innovation. Cependant le modèle linéaire ne précise pas comment les mettre en cohérence d'une manière efficace. Le modèle de liaison en chaîne semble apporter des éléments de réponse à ce questionnement.

Ce second modèle a été proposé par Kline et Rosenberg (1986) qui l'a nommé « *chain-linked model* », c'est-à-dire le modèle de liaison en chaîne (Figure I-8). Ce modèle s'attache à intégrer les nombreuses interactions internes (entre départements ou services de l'organisation) et externes (vis-à-vis des clients, des normes ou de la législation par exemple) pendant le développement du produit nouveau. Il intègre la technique (avoir un bon niveau technologique) et le marché (être à l'écoute du client ou consommateur).



C : chaîne centrale de l'innovation
 f : boucles courtes
 S : gestion de la recherche scientifique
 K-R : lien connaissances-recherche : si le problème est résolu au niveau K, ce lien n'est pas motivé
 D : lien direct entre recherche et invention
 F : boucles longues

Figure I-8 : Le modèle « chain-linked » (Kline and Rosenberg 1986)

Cinq types de relation permettent de décrire le modèle de Kline et Rosenberg (Gartiser 1999), à savoir :

- La chaîne centrale de l'innovation (C) : invention, développement, production, client ;

- Deux sortes de boucles de rétroactions :
 - Les boucles de retour courtes (f) qui font le lien entre une phase de la chaîne centrale et celle qui la précède, et,
 - Les boucles de retour longues (F), qui font le lien entre les besoins perçus sur le marché et l'utilisation des produits aux différentes phases amont ;
- Le lien entre recherche scientifique et invention (D) permet qu'une nouvelle connaissance scientifique puisse engendrer une innovation radicale ;
- Le lien entre recherche scientifique et innovation (S) : permettant aux résultats de l'innovation l'émergence de nouvelles recherches scientifiques : il permet la gestion de la recherche scientifique ;
- Le lien entre connaissances et recherche (K-R) nécessite l'existence d'un stock de connaissances préalables mais induit aussi des activités de développement contribuant à accroître ce stock.

Ce second modèle, composé de phases successives reliées entre elles par des boucles rétroactions nous semble mieux correspondre aux attentes des entreprises désirant manager le processus d'innovation.

I.1.1.4. Conclusion sur découverte, invention, innovation et processus d'innovation : la conception

Pour rester compétitives et ne pas risquer d'être un jour rattrapée par les progrès réalisés par un concurrent, les entreprises ne doivent pas seulement améliorer leur niveau d'innovation, mais bien atteindre et maintenir, voire développer leur capacité à innover. Pour Szeto, la capacité d'innovation fait référence à une amélioration continue de l'ensemble de la capacité à générer de l'innovation dans le but de développer des nouveaux produits qui répondent aux besoins des clients (Szeto 2000).

Pour le sociologue Nobert Alter (2002) : « *seul un processus social particulier assure le passage d'une découverte, d'une idée ou d'un produit nouveau (invention) à des pratiques sociales nouvelles permettant d'intégrer la nouveauté dans le tissu socioéconomique, de l'utiliser largement (innovation)* ».

Ainsi, l'entreprise désirant développer ses capacités d'innovation devra prêter une attention particulière à ses activités de conception, et plus particulièrement, à ses activités de conception dite innovante ; c'est celle-ci qu'il convient d'organiser et de gérer (Le Masson, Weil et al. 2006).

I.1.2. La conception et le processus de conception

Après avoir défini la conception, son activité et son processus, nous détaillerons quatre catégories de conception. Nous aborderons par ailleurs les trois familles de modèles du processus de conception (basés sur les activités, les phases et les domaines).

I.1.2.1. La conception : différents point de vue

Pour Le Masson et al., les principales traditions de la conception ont été constituées par trois figures historiques majeures, à savoir : l'architecte, l'artiste et l'ingénieur. L'architecte qui doit respecter l'ordonnance, la disposition, les proportions, la convenance et la distribution. L'artiste, dont le travail consiste à chercher à créer des mondes uniques et faire émerger l'inattendu ; son travail ne peut par ailleurs prétendre être achevé. L'ingénieur se distingue quant à lui, par son rapport à la connaissance obtenue grâce à l'observation, l'expérience, le calcul et la modélisation ; la systématisation (de manière abstraite et universelle) du raisonnement qui définit les étapes à suivre le caractérise également (Le Masson, Weil et al. 2006).

Ces trois figures historiques se retrouvent dans les trois points de vue de la conception proposés par Pahl et Beitz (1996), à savoir :

- Le point de vue organisationnel : la conception est une étape essentielle du cycle de vie du produit. Elle doit être organisée afin de faire coopérer différents acteurs spécialisés dans différents domaines et métiers dans le but de concevoir.
- Le point de vue psychologique : la conception est vue comme une activité créative nécessitant de solides connaissances techniques mais aussi humaines.

- Le point de vue systémique : chaque conception est faite dans une situation particulière qui est détaillée dans le cahier des charges du projet (prise en compte des contraintes internes et externes)

Dans la suite de cette partie, nous définirons dans un premier temps, la conception et l'activité de conception, puis, dans un second temps, nous identifierons les différents types de conception, avant de nous intéresser aux différentes activités qui composent le processus de conception.

I.1.2.2. Définition de la conception et l'activité de conception

La norme AFNOR NF X 50-127 de 1988 définit la conception comme une : « *Activité créatrice qui, partant des besoins exprimés et des connaissances existantes, aboutit à la définition d'un produit satisfaisant ces besoins et industriellement réalisable* » (AFNOR 1988). Cette norme a évolué en 2002 (AFNOR 2002), la définition suivante de la conception est alors proposée : « *un ensemble de processus qui transforment des exigences en caractéristiques spécifiques ou en spécification d'un produit, d'un processus ou d'un système* ».

L'activité de conception dispose d'une variété de conditions (contraintes de fabrication, critères fonctionnels, ...) et revêt un caractère social, car elle fait intervenir de nombreux acteurs, ayant des langages, des règles, des objectifs et des contraintes différentes. « *C'est une activité humaine naturelle mais complexe, dont il est difficile de décrire ou comprendre le processus qui en fait émerger le résultat* » (Deneux 2002).

L'ouvrage *The Science of Artificial* publié en 1969 par Herbert Simon, Professeur à l'Université américaine Carnegie-Mellon, traduit en français par Jean-Louis Le Moigne en 1991, constitue l'ouvrage de référence sur la conception (Simon 1991). Il jette les bases d'une nouvelle science : les sciences de l'artificiel qu'il oppose aux sciences naturelles. Pour lui, les sciences de la nature ont pour objectif de rendre compte de ce que les choses sont, tandis que les sciences de l'artificiel (faits par l'homme) ont un projet pratique et s'intéressent à la façon dont les choses doivent être afin qu'elles atteignent les objectifs fixés. Ces phénomènes sont appelés artificiels parce qu'ils sont conçus et construits par l'homme en fonction de ses environnements. La structure interne d'un système artificiel est, quant à elle, conçue en fonction des objectifs du système en vue de s'adapter à son environnement extérieur (Micaëlli

and Forest 2003). L'artefact est un objet matériel ou immatériel, une organisation ou un service faisant l'interface entre un environnement interne et un environnement externe. Si l'environnement interne est bien conçu, l'artefact s'adaptera à son environnement externe. L'activité de conception joue un rôle fondamental dans les sciences de l'artificiel, c'est elle qui permet de concevoir la structure interne du système artificiel, afin qu'il s'adapte à son environnement externe (Perrin 2001).

Dans leur contribution *An Overview of Innovation*, Kline et Rosenberg affirment que les activités de conception sont à l'origine de l'innovation et qu'elles jouent un rôle central dans le succès ou l'échec du processus d'innovation. Ainsi, « *le processus central de l'innovation n'est pas la science mais la conception* » (Kline and Rosenberg 1986). Le Masson et al. rajoutent « *la conception est l'activité sous-jacente à toute innovation* » (Le Masson, Weil et al. 2006).

C'est en effet l'activité de conception qui va permettre de développer une invention en lui conférant les éléments indispensables pour qu'elle devienne une innovation.

I.1.2.3. Quatre catégories de conception

Quatre catégories de conception émergent de la littérature (Deneux 2002; Micaëlli and Forest 2003), à savoir :

- La conception routinière : la conception est dite routinière lorsque le concept technologique existe déjà. Il s'agit de le dimensionner et de l'intégrer dans un environnement différent selon de nouvelles exigences et de nouvelles contraintes d'intégration. Il s'agit de concevoir un nouvel artefact qui propose des variantes autour d'un artefact standard.
- La re-conception : nous parlons de re-conception lorsqu'une conception existante est modifiée pour satisfaire de nouvelles exigences. Il s'agit de modifier un artefact existant pour satisfaire de nouveaux besoins ou d'augmenter les performances de celui-ci.
- La conception créative ou inventive : elle consiste à définir et valider un nouveau concept sans prendre en compte toutes les contraintes ; c'est une transformation de l'inconscient en conscient.

- La conception innovante : l'objectif de la conception innovante est de réaliser une nouvelle solution qui modifiera le système d'artefacts en place, soit en entrant en compétition avec lui, soit en le complétant efficacement. Lorsque l'on est en phase de conception innovante, l'objectif est de tout mettre en œuvre pour favoriser et assurer, dès cette phase conception, l'adoption dans le futur, par le marché, du produit, du procédé ou de l'organisation innovants. C'est toute la difficulté de ce type de conception.

I.1.2.4. La conception comme une séquence d'activités : le processus de conception

Afin de comprendre les différentes activités propres à la démarche de conception, dans le but d'augmenter son efficacité et contrôler son déroulement, il faut considérer la conception comme une séquence d'activités et donc en tant que processus de conception (Dubois 2004).

La version 2002 de la norme AFNOR (NF X 50-170), décrit le processus de conception de la manière suivante : « *Le processus de conception définit pas à pas le produit qui doit répondre aux besoins et aux attentes, par des choix successifs portant sur des points de plus en plus détaillés* ». Il est donc décrit comme un ensemble d'activités par lesquels des concepteurs développent ou choisissent des moyens pour répondre à un ensemble d'objectifs soumis à des contraintes. Le processus de conception permet ainsi de transformer une situation initiale dite d'insatisfaction en une situation dans laquelle l'insatisfaction est résolue par la définition du produit, processus ou service.

On voit apparaître que la conception est une activité faisant intervenir de multiples acteurs, aux connaissances et métiers différents, qui agissent sur le même projet.

I.1.2.5. Les différents modèles du processus de conception

Malgré la difficulté à modéliser l'activité de conception de part sa dimension cognitive (Gero and Mac Neill 1998), plusieurs auteurs ont proposés des modèles permettant de comprendre, d'appréhender et d'agir sur le processus de conception (Love 2000). Différentes classifications de ces modèles sont proposées dans la littérature (Perrin 2001) ; Lonchamp explique cette multiplication de modèles par l'aspect multidimensionnel du processus de conception ainsi que par la diversité des modes de représentation possibles (Lonchamp

2004). Il propose une classification des modèles de conception en fonction de trois approches ; ces approches sont basées sur la notion de phases, d'activités ou encore de domaines.

I.1.2.5.1. Les modèles basés sur les phases

Les modèles basés sur les phases, appelés aussi modèles algorithmiques, représentent le processus de conception comme une succession séquentielle et hiérarchique de phases allant de la description du problème (que les concepteurs devront résoudre) à la définition complète de la meilleure solution à laquelle le modèle a permis de converger. Ces modèles sont des modèles séquentiels ; ainsi, une phase commence quand la précédente est achevée et le résultat d'une phase correspond au point de départ de la phase suivante.

La littérature regorge de modèles du processus de conception basés sur la notion de phases ; en effet, les travaux de Pahl and Beitz (1996), d'Ulrich et Eppinger (2000) ou d'Ullman (2002), l'Analyse de la Valeur (AFNOR 2007), ou encore le *Total design* de Pugh (1990) décrivent ainsi le processus de conception comme la succession de plusieurs phases (de 4 à 7 suivant les modèles) permettant de converger vers la définition détaillée de la solution.

Toutes ces approches se basent sur un découpage des phases très proche du découpage proposé par le modèle de Pahl and Beitz qui décrit le processus de conception selon la dimension temporelle (Pahl and Beitz 1996). Les différents modèles se distinguent de celui-ci plus par leur terminologie que par leur logique ; c'est pourquoi nous avons choisi de présenter les phases de l'approche classique de Pahl and Beitz. Le processus de conception est décrit comme la succession de quatre phases, à savoir :

- La phase de planification et clarification de la tâche (*clarification of the task*), qui consiste à décrire le produit à réaliser en terme de fonctions, de coûts et de requis préliminaires ; cela correspond à l'établissement du cahier des charges (spécifications techniques et économiques à atteindre).
- La phase de conception conceptuelle (*conceptual design*), permet aux concepteurs de formuler un concept de solution en se basant sur l'analyse fonctionnelle ainsi que sur l'étude des alternatives techniques disponibles.

- La phase de conception structurelle (*embodiment design*), permet aux concepteurs d'élaborer une description technique complète de la solution en terme de formes et de dimensions.
- La phase de conception détaillée (*detail design*), permet d'établir les documents nécessaires à l'achat et la mise en fabrication des composants de la solution retenue (schémas et plans détaillés, matériaux, coûts, description du processus d'industrialisation., ...).

A ces quatre phases linéaires s'ajoute, par ailleurs, un ensemble de réitérations possibles et souvent nécessaires.

Ces différents modèles basés sur les phases semblent mal adaptés pour modéliser la dynamique réelle qui s'opère durant le processus de conception. En effet, la notion de phases semble trop grossière pour permettre la compréhension des interactions qui ont lieu entre les activités au sein des phases ; cette compréhension étant indispensable en vue de piloter le processus.

I.1.2.5.2. Les modèles basés sur les activités

Les modèles basés sur les activités s'attachent à décrire le processus de conception de manière plus fine qu'en utilisant la notion de phases ; ils permettent ainsi de rendre compte de l'accomplissement des tâches que les acteurs du processus se fixent.

De nombreux auteurs se sont attachés à identifier les activités menées par les acteurs de la conception dans le but d'en déduire la structure réelle du processus de conception ; ces études ont abouti à la création de différents modèles. Purcell (1994), Girod (2000) ou encore Ahmed (2002) proposent différentes classifications des activités menés par les acteurs de la conception. Dans ces modèles, les différentes activités sont regroupées dans des catégories d'activités génériques, c'est-à-dire nécessairement menées par les concepteurs ; ces catégories offrent ainsi un découpage de l'axe temporel très différent de celui effectué dans les modèles basés sur les phases. La dynamique du processus de conception est alors modélisée comme le déroulement successif d'un ensemble d'activité.

Le modèle de Purcell (1994) propose une décomposition des activités en quatre catégories, à savoir :

- analyser le problème (*analysing problem*),
- proposer une solution (*proposing solution*),
- analyser la solution (*analysing solution*), et
- expliciter les stratégies (*explicit strategies*)

Chacune de ces catégories compte un certain nombre d'activités à réaliser ; par exemple pour la catégorie « analyser le problème », les activités qui s'y rattachent sont : analyser le problème, s'informer sur le problème, évaluer le problème et reporter le problème. Cet exemple nous permet de remarquer qu'aucune planification du processus, de manière descriptive ou prescriptive, n'est proposée pour ces activités.

Ces différents modèles se différencient par le nombre de catégories qui décomposent l'axe temporel du déroulement des activités. Les activités sont cependant réalisées indépendamment de toute planification par les acteurs de la conception. Certains auteurs mettent en avant qu'une ou plusieurs autres dimensions sont parcourues pendant la réalisation et peuvent compléter, de manière non parallèle, la représentation de l'axe temporel : les domaines.

I.1.2.5.3. Les modèles basés sur les domaines

Les modèles basés sur les domaines, appelés aussi modèles axiomatiques, s'opposent aux modèles basés sur une décomposition hiérarchique et structurelle et complètent les modèles basés sur les activités en décrivant le processus de conception par un ensemble de domaines. Dans ces modèles, le processus de conception décrit l'évolution du produit en fonction du temps (axe temporel) et des domaines (axes non parallèles à l'axe temporel) où à lieu l'évolution ; cela permet de décrire le processus de conception de manière multidimensionnelle. Ces modèles offrent une vision dynamique du processus de conception car ils permettent de décrire, à tout instant, les domaines impactés par le processus.

Un état de l'art des modèles basés sur la notion de domaines fait état de plusieurs travaux, à savoir : l'*axiomatic design* de Suh (1990; 2001), le modèle FBS (*Function Behavior Structure*) (Gero 1990) ou encore ce que Lonchamp (2004) appelle « *les approches d'Europe du Nord* » (Hubka and Eder 1988; 1992).

L'*axiomatic design*, proposé par Suh, décrit la conception comme un processus permettant de passer à travers quatre domaines ; chaque domaine représentant un point de vue.

- Le domaine client (*customer domain*) est caractérisé par les besoins que le client souhaite voir se réaliser (c'est-à-dire les besoins auxquels la conception doit répondre),
- Le domaine fonctionnel (*functional domain*) traduit les besoins clients en fonction que le système aura à satisfaire,
- Le domaine physique (*physical domain*) permet d'identifier les paramètres physiques qui permettent la réalisation des fonctions,
- Le domaine des procédés (*process domain*) exprime les variables du processus de conception qui réalisent les paramètres physiques.

Les concepteurs traversent les différents domaines, via des relations définies dans *l'axiomatic design*, et réalisent ainsi le processus de conception. Ce modèle établit les principes fondamentaux et les méthodes qui guident la prise de décision durant le processus de conception.

Les différents modèles se différencient par les divers découpages des axes décrivant les dimensions non parallèles à l'axe des temps.

I.1.2.5.4. Conclusion sur les différents modèles du processus de conception

La littérature regorge de modèles décrivant les processus de conception. Ceux-ci peuvent être classés suivant trois approches, à savoir : les modèles basés sur les phases, les d'activités et les domaines. Nous avons vu que suivant la notion sur laquelle se base le modèle, celui-ci ne décrit pas le même aspect du processus de conception. En effet, chaque type de modèle n'est apte à décrire que certaines dimensions du processus de conception qui se situe dans un espace multidimensionnel.

I.1.3. Nécessité de mener des activités de conception

L'environnement concurrentiel actuel demande sans cesse aux entreprises d'innover en concevant, dans des délais toujours plus courts, de nouveaux produits de qualité satisfaisant les besoins grandissant des clients, à des coûts toujours plus faibles. Nous avons vu que pour survivre et être performante, l'entreprise doit développer ses capacités d'innovation. Pour cela, elle doit être capable de proposer un produit, un processus ou un service, se démarquant

de la concurrence tout en répondant aux attentes des clients. Nous avons vu qu'une entreprise désirent développer ses capacités d'innovation devra prêter une attention particulière à ses activités de conception. Ce sont plus précisément les activités de conception innovante qui vont permettre de transformer, le plus rapidement possible, les inventions en innovations, qui vont être intéressantes ; en effet, si l'invention n'est pas transformée en innovation, l'entreprise perd du temps et de l'argent, et n'est donc pas performante. Il s'agit donc bien de tout mettre en œuvre pour encourager et favoriser la conception innovante, en organisant et gérant son processus, pour déboucher sur de réelles performances économiques, et non sur de la conception inventive. Il semblait primordial dans cette première partie de définir la conception et les concepts qui s'y rattachent, à savoir : invention et innovation.

Les technologies mises en œuvre, dans la réalisation des « innovations techniques », étant de disciplines multiples et demandant un haut niveau de compétences dans chaque domaine, les entreprises arrivent aux limites de leur expertise interne et ne peuvent plus innover de manière autonome. Pour innover, cela les oblige à trouver et travailler avec des partenaires couvrant les autres activités nécessaires à la conception : c'est ce qu'on appelle la conception en groupe. La seconde partie de ce chapitre va définir ce terme.

I.2. La conception en groupe

La littérature traitant des thématiques de travail en groupe abonde ; les termes s'y rapportant sont cependant définis de manière floue, voire contradictoire suivant les auteurs. Nous utilisons volontairement le terme de conception en groupe, très générique, afin d'être clair et d'englober tous les termes rattachés à l'action de travailler ensemble.

Dans cette seconde partie nous allons dans un premier temps distinguer deux façons d'organiser la conception, à savoir : la conception séquentielle et la conception intégrée. Dans un second temps nous éclaircirons les termes communication, coordination, coopération et collaboration en vue de proposer une description et une caractérisation, dans un troisième temps, des deux principaux types de conception intégrée, à savoir : la conception distribuée et la conception collaborative ou co-conception.

I.2.1. La conception séquentielle, la conception intégrée

L'environnement concurrentiel actuel demande sans cesse aux entreprises d'innover en concevant, dans des délais toujours plus courts, de nouveaux produits de qualité satisfaisant les besoins grandissant des clients, à des coûts toujours plus faibles. Les technologies mises en œuvre étant de disciplines multiples et demandant un haut niveau de compétences dans chaque domaine, les entreprises ne peuvent plus innover de manière autonome. Cela les oblige à travailler de plus en plus en réseau en trouvant des partenaires couvrant les autres activités nécessaires à la conception, fabrication ou distribution du nouveau produit ou service (Voisin, Sihem et al. 2004). Ces réseaux permettent de tisser des relations de sous-traitance, d'externalisation ou encore de conception en groupe. Une tendance naturelle des entreprises est donc de se recentrer sur leur cœur de métier afin d'optimiser leur performance sur ce qu'elles savent faire le mieux. Les constructeurs automobiles intègrent par exemple les équipementiers et les sous-traitants sur les plateaux de conception ; ne possédant pas ou plus tous les savoirs technologiques, ils attendent de leurs partenaires qu'ils contribuent à un gain de productivité, voire même à des solutions inventives.

Cette démarche peut être conduite soit entre services, en interne dans une entreprise, c'est-à-dire dans une dimension intra-entreprise, ou via des relations tissées entre différentes entreprises complémentaires, c'est-à-dire en inter-entreprises (Galasso, François et al. 2005). Elle peut agir aussi bien sûr le produit au sens strict que plus largement sur le produit étendu. Ce concept, allant au-delà du produit matériel, tient compte des services additionnels qui s'y rapportent, l'emballage, la garantie mais également l'image dont il bénéficie (Lehu 2004; Hunt, Wall et al. 2005).

Deux manières d'organiser la conception se distinguent (Darses 1997) : la conception séquentielle, qui consiste à réaliser les tâches les unes après les autres, et la conception intégrée, appelée aussi *Concurrent Engineering* (Prasad 1996) qui a été utilisée pour la première fois aux Etats-Unis en 1989 (Figure I-9). La conception intégrée conduit à une diminution des délais et du coût de conception en réalisant les tâches en parallèle ; cela permet par ailleurs d'augmenter la qualité (Sohlenius 1992).

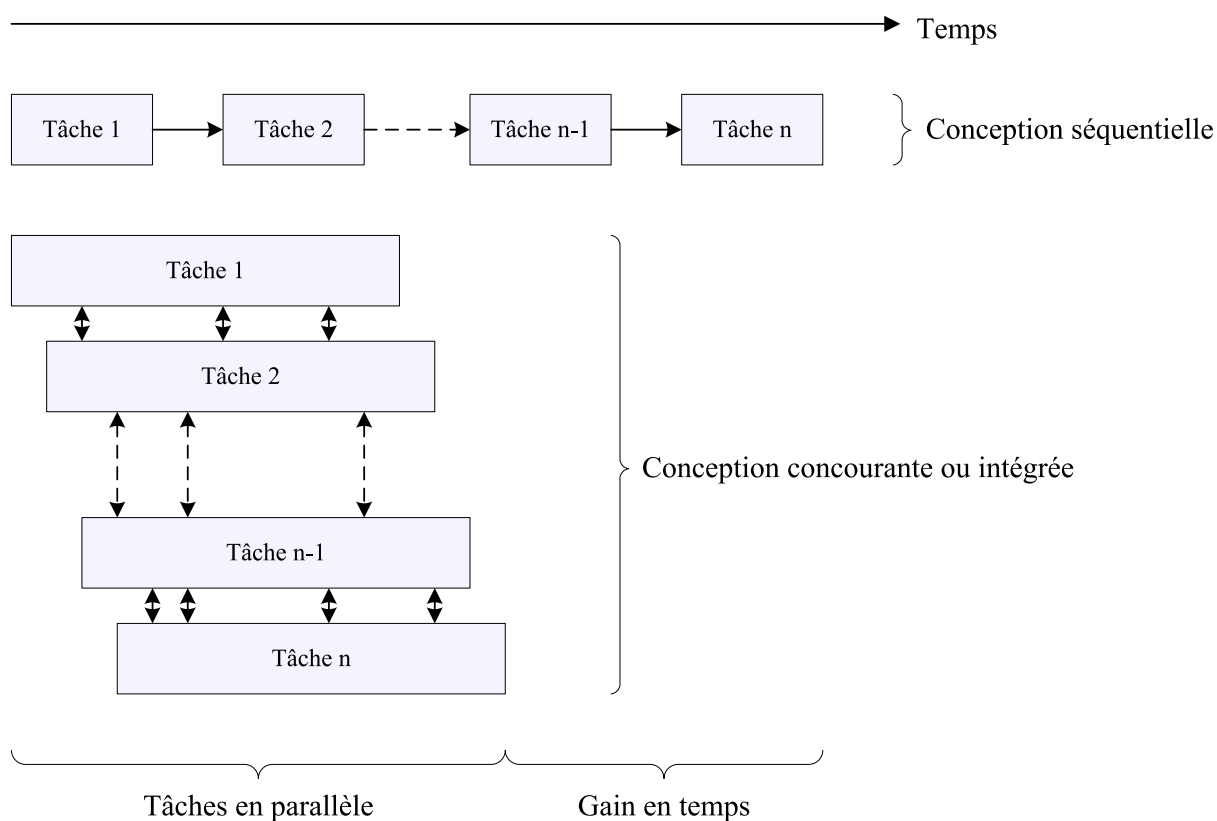


Figure I-9 : Conception séquentielle, conception intégrée (inspiré de (Lonchamp 2004))

Dans le cadre de cette thèse, nous proposons une première approche de concepts liés à la conception intégrée ; dans la suite, nous allons restreindre notre étude aux regroupements inter-entreprises concevant ensemble un même produit.

Les personnes travaillant sur la pratique de la conception en groupe se retrouvent vite confrontées à un foisonnement de termes peu ou mal définis dans la littérature ; les termes de communication, coordination, coopération et collaboration apparaissent en effet difficiles à associer clairement à un autre ensemble de termes : conception intégrée, conception distribuée, conception collaborative et co-conception. Notre objectif dans les paragraphes suivants est ainsi, après avoir défini clairement la première famille de termes, de les utiliser afin de caractériser clairement les termes liés à la conception intégrée.

Nous aborderons tout d'abord les concepts rattachés à l'activité en commun, à savoir : la communication, la coordination, la coopération et la collaboration. Nous nous focaliserons ensuite plus particulièrement sur l'activité de conception en groupe et caractériserons les deux types de conception intégrée, à savoir la conception distribuée et la conception collaborative ou co-conception.

I.2.2. Communication, coordination, coopération, collaboration

Les termes communication, coordination, coopération et collaboration sont largement abordés dans la littérature ; il n'existe cependant pas de définition, ni d'approbation unanime de ces concepts (Soubie, Buratto et al. 1996; Robin 2005). Nous allons tenter de les clarifier dans les paragraphes qui suivent.

I.2.2.1. Communication

Tout travail en groupe suppose une interaction entre les personnes concernées ; la communication permet tout d'abord et principalement l'interaction entre des acteurs. Ceci permet d'échanger des idées, de les enrichir, de combiner des points de vue. En ce sens, la communication permet non seulement l'acquisition de nouvelles connaissances mais également la génération de connaissances nouvelles. Cet échange limite par ailleurs l'incertitude inhérente au projet de conception (Bouzon 2003). La communication peut prendre des formes très diverses suivant la situation : paroles, écrits, dessins, gestes, postures, ..., qui sont combinés pour exprimer sans ambiguïté le propos à expliquer aux autres (Soubie, Buratto et al. 1996; Eckert and Stacey 2001).

La communication est ainsi incontournable dans tout travail en groupe, y compris les activités de conception. Mais cette dimension ne nous permettra pas de caractériser la conception distribuée et la conception collaborative. Par ailleurs, l'acte de communiquer peut se faire indépendamment d'un objectif commun entre les entités en communication : c'est la principale différence avec les autres termes (David 2004).

I.2.2.2. Coordination

La coordination est un ensemble de règles et de procédures permettant à un groupe de fonctionner de manière efficace et harmonieuse. La coordination relève donc d'une réelle gestion des tâches. Elle définit un ordre, une structure statique, permettant de maximiser le travail en groupe (Dameron 2003).

Nous voyons d'ores et déjà apparaître deux dimensions dans le concept de coordination :

- une dimension liée à la gestion des tâches, relevant d'une logique forte d'organisation du travail (que nous qualifierons plus loin de coordination organisationnelle), et,
- une dimension liée au fonctionnement du groupe, qui fait davantage appel à des compétences managériales basée sur une bonne connaissance des compétences disponibles au sein du groupe et une capacité à les associer au mieux pour atteindre l'objectif commun (qualifiée plus loin de coordination cognitive).

I.2.2.3. Coopération

A l'inverse de la coordination, la coopération se situe dans le domaine de l'action. On parle de processus coopératif.

Partons de deux approches très évidentes. Tout d'abord, l'origine étymologique donnant naissance au terme coopération vient de l'association de la racine *operare* avec le préfixe *co*, signifiant travailler ensemble (Dameron 2000). Ensuite le Petit Robert nous apprend que la coopération consiste à « *participer à une œuvre commune* ». Ceci nous permet d'élaborer une première définition de la coopération, faisant référence à un travail conjoint visant à contribuer à une œuvre commune. Ce processus d'action permet de dépasser les limites du travail individuel en agissant ensemble.

Dans le sens le plus général, la coopération est « *l'action collective par laquelle des sujets contribuent au même résultat* » (De Terssac and Maggi 1996). La coopération se caractérise par la mise en commun, par au moins deux entreprises (dans une vision inter-entreprises), d'une fraction de leurs ressources (partage d'actifs matériels ou immatériels) pour la poursuite d'objectifs conjoints dans un espace donné et par l'obtention d'avantages réciproques. S'il en résulte une interdépendance sur un champ d'action donné, les partenaires restent autonomes en dehors de ce périmètre de coopération (Huet 2004). Les entreprises s'engagent volontairement dans une action de coopération (Froehlicher 2000).

I.2.2.4. Collaboration

Là encore, prenons comme point de départ deux approches simples. Les racines étymologiques du terme collaboration, *col* et *laborare*, signifient action de travailler avec les

autres. Par ailleurs, Le Petit Robert définit la collaboration comme un « *travail en commun* ». Ces approches se concentrent sur le processus de travail en commun en lui-même (Kvan 2000; Rose 2004). Ainsi, la collaboration requiert un engagement fort à un esprit de groupe, ainsi qu'une adhésion maximum aux buts et aux résultats communs. Ceci requiert de ce fait une confiance accrue entre partenaires (Kvan 2000). Dans le but de répondre au mieux et au plus vite aux problèmes posés, les partenaires disposent d'un espace commun pour stocker et partager des informations ; cet espace regroupe les connaissances et compétences (formalisées, structurées, rangées, ...) de façon à être disponibles facilement pour tous les acteurs (Hadj-Hamou and Caillaud 2004).

I.2.2.5. Conclusion sur la définition des termes communication, coordination, coopération et collaboration

Ainsi, on aboutit à la conclusion que ces quatre termes, communication, coordination, coopération et collaboration, contribuent différemment à la caractérisation du travail en groupe. En effet, les termes communication et coordination renvoient à des moyens favorisant le travail en groupe :

- la communication est un outil indispensable aux échanges au sein du groupe ;
- la coordination est un moyen d'organiser le travail en groupe ;

alors que la coopération et la collaboration renvoient au processus de travail en groupe :

- la coopération se focalise sur la participation à une œuvre commune ;
- la collaboration se focalise sur le travail en commun.

Voyons dans les paragraphes suivants, de quelle manière ces termes nous permettent de caractériser les activités de conception intégrée. Deux types de conception intégrée, à savoir, la conception distribuée et la conception collaborative vont être présentés.

I.2.3. La conception distribuée

En conception distribuée (Figure I-10), le chef de projet identifie le travail à effectuer pour répondre aux spécifications du client, le décompose en différentes sous-tâches indépendantes et les répartit, suivant les connaissances et compétences des membres du groupe projet, entre

les différents concepteurs géographiquement distants. Ces tâches sont organisées pour former un tout : le produit final qui est aussi le but commun (Darses and Falzon 1996). Les concepteurs travaillent ensuite « *simultanément, non conjointement, mais en parallèle sur leur tâche. Chacun a ses propres sous buts, tout en connaissant le but commun final* » (Visser 2001). Chaque personne ou groupe étant responsable d'une partie du problème à résoudre. Les résultats recueillis sont ensuite coordonnés et assemblés pour former le résultat commun (Dillenbourg, Baker et al. 1996). La difficulté dans ce type de conception réside dans la définition abstraite du problème et le manque de connaissances sur le projet de conception en phase amont (Darses and Falzon 1996). Chaque concepteur participe à une œuvre commune en réalisant une tâche bien précise qui lui a été allouée.

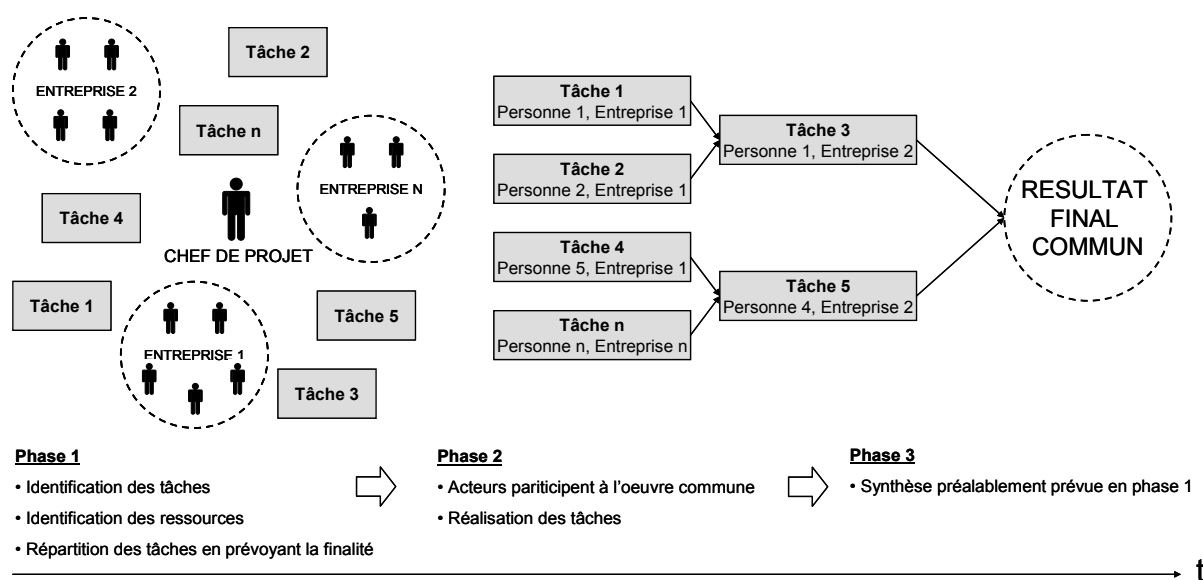


Figure I-10 : Schématisation de la conception distribuée (Maranzana, Gartiser et al. 2007; 2008)

Ainsi, en utilisant les termes définis plus haut, nous pouvons conclure que deux types de mécanismes interviennent pour caractériser la conception distribuée :

- la coordination : qui est faite en amont du projet par le chef de projet. Elle consiste d'une part à décomposer la conception en tâches, ensuite à répartir les tâches entre les différents concepteurs, enfin à assurer la cohérence globale du projet lors de la fusion/addition des différents travaux, mais également l'articulation des actions à engager et la gestion temporelle des tâches. Nous avons qualifié cette coordination de coordination organisationnelle, car elle est principalement basée sur une organisation forte du projet en amont.

- la coopération : entre les acteurs car ils participent ensemble à une œuvre commune.

I.2.4. La conception collaborative ou co-conception

En conception collaborative (Figure I-11), ce sont les concepteurs de l'ensemble du groupe qui travaillent ensemble pour concevoir le produit suivant les spécifications du client. Le chef de projet ainsi que le groupe projet (ensemble de concepteurs d'entreprises différentes, ayant des connaissances et compétences dans divers domaines) cherchent ainsi à construire et à maintenir une vision partagée du problème et à le résoudre ensemble (Dillenbourg, Baker et al. 1996). Chacun contribue selon ses connaissances spécifiques (Kvan 2000). Des jalons peuvent être programmés pour faire une mise en commun sur les travaux, pour obtenir l'aval de la hiérarchie, et pour définir les tâches suivantes à effectuer, mais les buts ou sous buts ne sont pas définis préalablement (Darses and Falzon 1996). Des concepteurs de différents domaines se regroupent pour échanger des informations, des expertises, des idées, des ressources afin de résoudre ensemble le problème posé ; dans ce contexte, la communication entre membres, en plus de la coordination, apparaît comme vitale (Sun, Bakis et al. 2003). L'activité collaborative est synchronisée et coordonnée tout au long du processus de collaboration de façon à construire et maintenir une conception partagée d'un problème ou d'une situation entre tous les acteurs, afin de résoudre ensemble le problème posé (Dillenbourg, Baker et al. 1996). Cela n'est toutefois pas suffisant, il ne faut pas négliger les aspects sociaux et organisationnels nécessaires à la conception collaborative (Detienne 2006).

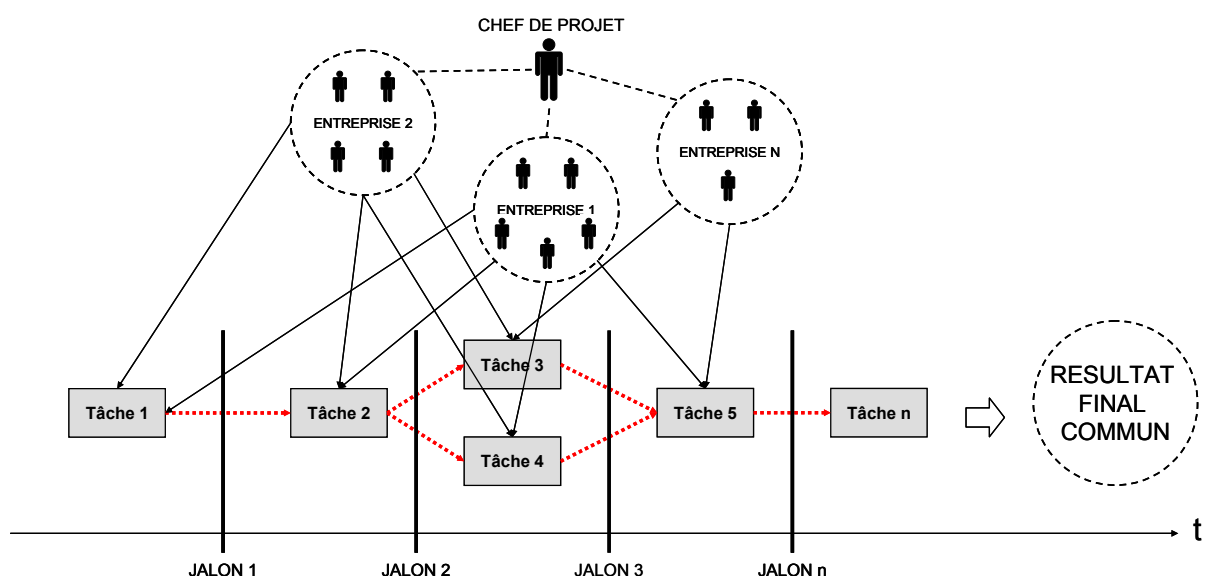


Figure I-11 : Schématisation de la conception collaborative (Maranzana, Gartiser et al. 2007; 2008)

Là encore, en utilisant les termes définis plus haut, nous pouvons conclure qu'en conception collaborative, deux mécanismes interviennent :

- la coordination de l'ensemble des connaissances des différents concepteurs qui doit permettre de créer un référentiel de connaissances partagées afin qu'en les imbriquant cela permette de résoudre le problème. Il y a ici effectivement nécessité de coordination, mais elle est différente de celle caractérisant la conception distribuée car elle est davantage basée sur le management de connaissances pour contribuer ensemble à l'objectif commun. C'est pourquoi nous l'avons qualifiée de coordination cognitive.
- la collaboration entre les acteurs, c'est-à-dire le travail en commun pour arriver à une œuvre commune.

I.2.5. Conclusion sur la conception intégrée

La conception intégrée est un concept important dans l'environnement actuel ; il permet de réaliser une tâche complexe grâce à une équipe de conception multidisciplinaire (Li, Fuh et al. 2004). Toutefois, les acteurs de la conception ne participent pas tous au processus de conception de la même manière. En effet, Robin et al. font référence à ce qu'ils appellent l'environnement de conception qu'ils définissent comme « *le contexte dans lequel on souhaite placer les acteurs de la conception dans le but d'atteindre les objectifs fixés* » (Robin, Girard et al. 2004). Afin de caractériser ces différentes approches, nous avons proposé l'articulation suivante (Tableau I-2) des termes de conception intégrée, de conception distribuée et de conception collaborative :

| | | |
|---|--------------------------------|---------------------------------|
| | Conception intégrée | |
| | Conception distribuée | Conception collaborative |
| Mode d'organisation du travail en groupe | Coordination organisationnelle | Coordination cognitive |
| Processus de travail en groupe | Coopération | Collaboration |

Tableau I-2 : Conception intégrée, conception distribuée et conception collaborative (Maranzana, Gartiser et al. 2007; 2008)

Certains participent à des activités de conception distribuée alors que d'autres travaillent en conception collaborative. Dans les deux cas, ils bénéficient des connaissances spécifiques à chacun pour avancer dans le projet commun dont ils partagent le but et d'un environnement

commun pour partager et échanger les connaissances produites au cours du processus de conception (Povada 2001).

I.3. Conclusion

Pour se distinguer, dans le contexte économique actuel où l'offre est supérieure à la demande, les entreprises se doivent, en plus de maîtriser leurs coûts, leurs délais ainsi que la qualité de leurs produits ou services, de se différencier de la concurrence en innovant.

La première partie de la thèse s'est focalisée sur l'activité de conception. Après nous être attachés à définir l'ensemble des termes reliés à l'activité de conception, à savoir : la découverte, l'invention, l'innovation, nous avons pu définir, dans un premier temps, l'activité de conception comme une « *activité créatrice qui, partant des besoins exprimés et des connaissances existantes, aboutit à la définition d'un produit satisfaisant ces besoins et industriellement réalisable* » (AFNOR 1988). Ce sont ces activités de conception qui jouent un rôle central dans le succès ou l'échec du processus d'innovation. En effet c'est l'activité de conception qui va permettre de développer une invention en lui conférant les éléments indispensables pour qu'elle devienne une innovation. Dans le but d'augmenter l'efficacité de l'activité de conception et de contrôler son déroulement, nous avons pu observer qu'il semble judicieux de considérer la conception comme une séquence d'activités et donc en tant que processus de conception. Celui-ci est composé d'un ensemble d'activités ayant pour rôle de définir pas à pas le produit en répondant aux besoins et attentes. Ce sont les concepteurs qui développent ou choisissent des moyens pour répondre à un ensemble d'objectifs soumis à des contraintes dans le but de définir un produit, un processus ou encore un service.

Les technologies mises en œuvre dans les activités de définition du produit sont issues de disciplines multiples et demandent un haut niveau de compétences dans chaque domaine. Il est donc de plus en plus difficile pour les entreprises d'innover de manière autonome. Cela les oblige à trouver des partenaires couvrant les autres activités nécessaires à la conception du nouveau produit, processus ou service. C'est pourquoi, nous nous sommes attachés à explorer les différents modes de travail en groupe en conception ; en effet, cette activité peut être menée de manière autonome ou en groupe comme de manière séquentielle ou intégrée. Il a été nécessaire de définir différents termes, à savoir : la communication, la coordination, la

coopération et la collaboration. Ce travail nous a permis de décrire deux types de conception intégrée, à savoir :

- la conception distribuée, qui consiste à répartir les tâches entre les différents acteurs du projet avant de les regrouper pour former « l'œuvre commune » c'est-à-dire l'objet de conception. Chaque personne ou groupe est responsable d'une partie du problème à résoudre. Nous avons qualifié ce type de conception en groupe par deux mécanismes : d'une part une organisation du travail en groupe de type « coordination organisationnelle », d'autre part un processus de travail entre acteurs de type « coopération ».
- la conception collaborative, qui consiste quant à elle à faire travailler ensemble les concepteurs en maintenant une vision partagée du problème. Nous avons caractérisé ce type de conception via deux mécanismes : d'une part une organisation du travail en groupe de type « coordination cognitive », d'autre part un processus de travail en groupe de type « collaboration ».

Ainsi, la conception est une activité faisant intervenir de multiples acteurs, aux connaissances et métiers différents, qui agissent sur le même projet. Une tendance naturelle des entreprises est donc de se recentrer sur leur cœur de métier. Pour être pérenne et survivre les entreprises se doivent d'être performantes dans leurs activités ; dans le second chapitre, nous définirons les notions liées à la performance et plus particulièrement à la performance de l'activité de conception.

CHAPITRE II. Proposition d'un modèle d'évaluation de la performance organisationnelle en conception

Le premier chapitre nous a montré, que dans le contexte économique actuel, les entreprises doivent se différencier de la concurrence en innovant. Pour cela, les entreprises se doivent de développer leurs activités de conception car ce sont elles qui jouent un rôle central dans le succès du processus d'innovation.

Dans ce second chapitre, nous allons nous intéresser aux problématiques d'évaluation de la performance. En effet, pour être pérenne et survivre les entreprises se doivent d'être performantes dans leurs différentes activités ; nous définirons, dans une première partie, les notions liées à la performance et plus particulièrement à la performance de l'activité de conception. Différents inducteurs de performance seront ainsi identifiés, tant d'un point de vue global que local. Dans la seconde partie du chapitre, nous nous intéresserons à détailler un de ces inducteurs, à savoir l'organisation mise en place pour assurer l'atteinte des objectifs, et à l'outiller pour le mesurer. Pour cela, nous proposerons un modèle permettant de situer les processus de conception de l'entreprise par rapport aux pratiques de ses concepteurs.

II.1. Évaluation de la performance en conception

La performance est la motivation essentielle de toute entreprise. Pour la garantir, elle doit se définir des objectifs et piloter son système pour les atteindre. Dans cette partie, nous allons nous attacher à définir : ce qu'est que la performance en général et plus particulièrement la performance en conception, la façon dont on la mesure, ainsi que les différents termes qui se rapprochent de ces notions dans la littérature.

II.1.1. Définition de la performance

Trois sens du terme « performance » peuvent être retenus de la définition du Larousse, à savoir : « 1. Résultat obtenu par un athlète, par un cheval de course, etc., dans une épreuve ; chiffre qui mesure ce résultat ; 2. Réussite remarquable ; exploit ; 3. Résultat obtenu dans l'exécution d'une tâche » (Larousse 2003)

Etymologiquement « performance » vient du verbe anglais « to perform » issu du vieux français « parformer » qui signifie accomplir.

Les gestionnaires, à l'instar de Philippe Lorino, qualifient la performance comme « *tout ce qui dans l'entreprise contribue à atteindre les objectifs stratégiques* » (Lorino, Demeestere et al. 1997). L'entreprise étant une institution à finalités essentiellement économiques, on peut croire que sa performance pourrait être essentiellement financière. Cependant d'autres considérations sont à prendre en compte pour calculer sa performance globale ; telles que : ses finalités, l'écologie, le social, la juridiction, Il y a ainsi non seulement un objectif de performance à satisfaire pour être performant mais bien plusieurs. De la même manière il n'existe donc pas une seule performance, mais bien plusieurs performances (Bronet 2006). Cette définition fait apparaître le caractère multidimensionnel de la performance d'une entreprise (Bonnefous and Courtois 2001). Pour Tomala, la performance est également multi-acteurs, car influencée par le domaine de décision maîtrisé par chaque acteur ; la perception de la performance varie également d'un acteur à l'autre. Par ailleurs, il qualifie la performance comme multi-périodes ; en effet, elle doit être prise en compte sur l'ensemble du cycle de vie du produit ou service (Tomala 2002).

Gibert (1980) positionne la performance au centre du triangle regroupant les notions d'efficacité, d'efficacités et de pertinence (Figure II-1). Ces notions pouvant se définir dans le triptyque : objectifs, moyens, résultats.

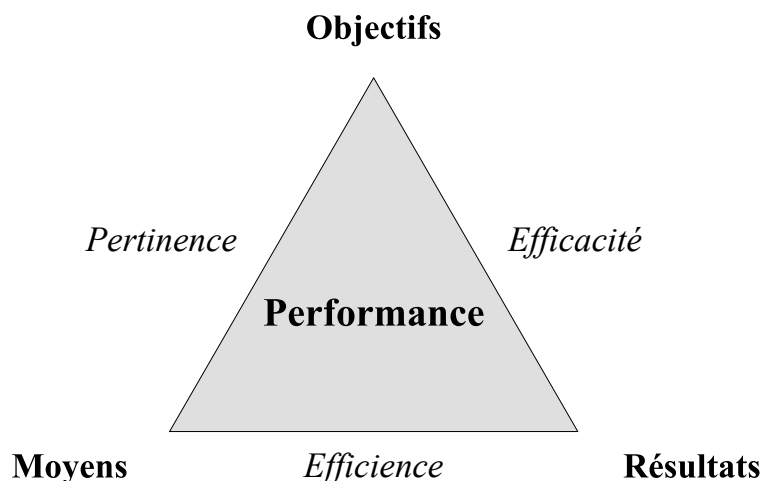


Figure II-1 : Triangle de la performance (Gibert 1980)

- 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.

L'entreprise regroupant différentes activités, il est ainsi nécessaire de toutes les évaluer afin d'obtenir la performance globale du système. Gartiser et al. (2004) proposent d'élargir le triangle de Gibert à l'ensemble des activités de l'organisation s'inscrivant dans une cohérence globale (triptyque : finalités, culture, structure) (Figure II-2).

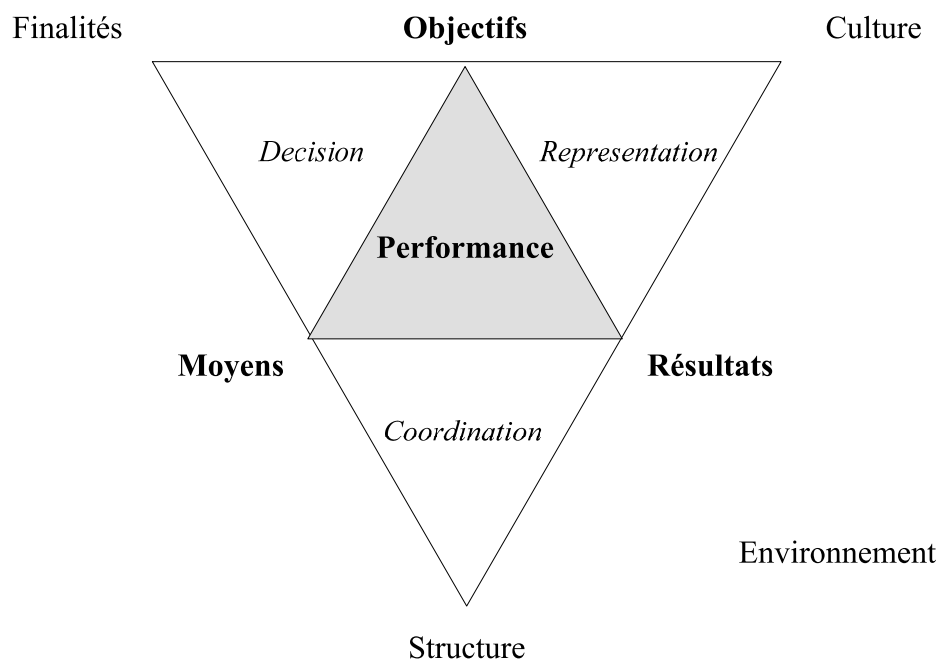


Figure II-2 : Politique générale de l'entreprise (Gartiser, Lerch et al. 2004)

En effet,

- les objectifs et les résultats dépendent de l'ensemble des valeurs partagées (culture d'entreprise)
- la répartition des moyens et les résultats des activités dépendent de la structure de l'organisation
- les objectifs et les moyens doivent être décidés en cohérence avec les finalités

Ainsi, toutes les activités de l'entreprise évoluent dans un tel système.

II.1.2. Evaluation de la performance

La partie précédente nous a permis d'identifier le caractère multidimensionnel de la performance d'une entreprise ; il est intéressant pour les entreprises de mesurer la performance à différents niveaux ; tout d'abord au niveau des activités de l'entreprise, puis bien sûr, au niveau global. Quelle que soit la vision de la performance que l'on veut analyser, des unités de mesure pour bien définir, suivre et évaluer la performance sont nécessaires.

Différents moyens ou méthodes existent et sont pratiqués dans les entreprises pour évaluer ces différentes performances (ECOSIP 1999) :

- Point de vue global (ou de l'entreprise) : une évaluation économique via la comptabilité d'activité (chiffres d'affaires, rapports financiers, ...),
- Point de vue des activités : une évaluation physique via des indicateurs de performance ; quelques exemples :
 - activités de production : Taux de Rendement Synthétique (TRS), taux de rebus, rendement, qualité, ...
 - activités marketing ou commerciales : part de marché, ratio de bilan, besoins en fond de roulement, capacités d'autofinancement, ...
 - activités service après-vente : nombre de retour, nombre de réclamations clients, ...
 - activités de conception : coût, délai, qualité

Ayant comme objectif de mesurer la performance en conception, nous allons plus particulièrement nous pencher sur ce deuxième type d'évaluation. Les parties suivantes vont nous permettre de définir l'ensemble des composants (indicateurs de performance, inducteurs de performance et tableaux de bord) permettant de construire un système d'indicateurs de performance.

II.1.2.1. Les indicateurs de performance

Mathé considère la performance comme une variable latente (Mathé and Chagué 1999). Au sens de Valette-Florence (1988), « *une variable latente est une variable qui n'est pas directement observable mais déduite d'une ou plusieurs variables (indicateurs) appartenant au champ d'investigation empirique* ». Il paraît donc indispensable de définir ces variables de mesure permettant de caractériser la performance : les indicateurs de performance.

Un indicateur de performance est selon Fortuin « *a variable indicating the effectiveness and/or the efficiency of a part or whole of the process or system against a given norm/target or plan* » (Fortuin 1988; Lohman, Fortuin et al. 2004). Il doit être mesurable, observable ou contrôlable tout en étant simple, clairement défini et facile à comprendre. L'indicateur de performance est ainsi une mesure concrète résultant d'un calcul ou d'un constat qui donne une

expression plus élaborée que la mesure retournée par un capteur. Il repose sur un triplet (objectif, variable, performance) (Bitton 1990) qui permet d'exprimer la performance en fonction de l'atteinte d'un objectif fixé, par sa comparaison à la mesure. « *Performance indicators provide management with a tool to compare actual results with a preset target, and to measure the extent of any deviation* » (Fortuin 1988).

Le groupe de recherche ECOSIP (ECONomie des Systèmes Intégrés de Production), dans son ouvrage « *Dialogues autour de la performance en entreprise : les enjeux* » (ECOSIP 1999), distingue par ailleurs trois sortes d'indicateurs de performance :

- Les indicateurs de performance qui mesurent les effets des actions propres à nos responsabilités ; un délai de fabrication pour un atelier par exemple.
- Les indicateurs de contrainte qui mesurent les effets des actions extérieures à nos responsabilités ; un délai de livraison pour un service logistique par exemple.
- Les indicateurs de ressources qui mesurent la quantité de ressources consommées pour atteindre nos performances ou surmonter des contraintes ; le coût d'une activité de planification d'une fabrication par exemple.

Pour Bonnefous, un indicateur de performance est « *une information devant aider un acteur, individuel ou plus généralement collectif à conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif ou devant lui permettre d'en évaluer le résultat* » (Bonnefous and Courtois 2001).

Cette définition fait ainsi apparaître deux aspects des indicateurs de performance, à savoir :

- Les indicateurs de processus ou de pilotage, qui servent à conduire l'action en cours,
- Les indicateurs de résultat, qui permettent d'évaluer le résultat d'une action achevée.

Avant de vouloir construire un indicateur de performance il faut s'attacher aux différents éléments ayant un impact sur la performance du système à évaluer ; il s'agit des inducteurs de performance.

II.1.2.2. Les inducteurs de performance

La littérature sur les inducteurs de performance est nettement moins fournie que celle sur les indicateurs de performance. Pourtant indicateurs et inducteurs fonctionnent par paire. En effet à chaque indicateur de performance est associé un inducteur de performance et

réciroquement. « *L'inducteur de performance est le facteur qui influe sur la performance d'une activité ou de tout un processus* » (Addouche, Dafaoui et al. 2005). Il est considéré comme une « variable d'action » sur laquelle on peut agir pour faire évoluer le processus dans le but d'atteindre au mieux l'objectif.

Afin d'organiser et guider les actions à mener, l'ensemble des informations concernant l'évaluation doit être regroupé dans le but de conduire l'action.

II.1.2.3. Les tableaux de bord

Pour une entité de l'entreprise donnée (atelier, service, ...) ou pour l'entreprise (dans toute sa globalité), les indicateurs de performance adéquats sont regroupés, sous forme d'une liste, dans un tableau de bord. Cette liste d'indicateurs est « *destinée à étayer un jugement sur le fonctionnement d'un centre de responsabilité* » (Giard 2003). Différents tableaux de bord sont présents dans les entreprises et sont constitués d'indicateurs mesurant la performance suivant de multiples critères (coût, délai, qualité, ...) pour différentes entités (ateliers, services, entreprise globale, ...). Ils donnent une photographie de chaque entité à un instant *t* et permettent de guider les actions à prendre ; les tableaux de bord servent d'aide à la décision. Le système d'indicateurs, ainsi affiché sous forme de tableau de bord, est utilisé pour générer, choisir, mettre en œuvre ou clôturer un plan d'action.

L'AFNOR définit un tableau de bord comme un « *outil de pilotage et d'aide à la décision regroupant une sélection d'indicateurs* » (AFNOR 2000). Son but est de mettre en évidence les actions qui s'imposent pour atteindre les objectifs et améliorer les processus.

II.1.2.4. Le système d'indicateurs de performance

Dans le début des années 90, sont apparus les *Performance Measurement Systems* (PMS) ou Système d'Indicateurs de Performance (SIP) permettant d'avoir une vision globale des indicateurs en les regroupant sous forme de système (Clivillé and Berrah 2007) ; cela donne par ailleurs un cadre global à l'expression de la performance. L'ensemble des indicateurs est défini en suivant de multiples critères, à de multiples niveaux et présentant des interactions entre eux. Les indicateurs de pilotage jalonnent les actions dont les résultats sont mesurés par les indicateurs de résultat (Bonnefous and Courtois 2001).

Le développement d'un système d'indicateurs de performance peut être conceptuellement séparé en trois phases : conception, mise en œuvre et utilisation (Lohman, Fortuin et al. 2004). La mise en place d'un tel système n'est pas un effort unique ; il faut par ailleurs installer des processus qui assurent la revue continue du système.

La littérature regorge de propositions de système d'indicateurs de performance. (Clivillé 2004) recense une dizaine de proposition dans sa thèse : la méthode ECOGRAI (Bitton 1990), le PPMS (*Process Performance Measurement System*), l'IDPMS (*Integrated Dynamic Performance Measurement System*), l'approche ENAPS (*European Network for Advanced Performance Studies*) ou encore le système de management de la qualité de la norme ISO 9000 (2000) par exemple.

La séquence de Tyler (1966) qui pose les fondements des systèmes d'évaluation. Trois étapes successives décrivent le système d'évaluation, à savoir : fixer un objectif de référence, mettre en œuvre des moyens adaptés aux objectifs et mesurer les effets de cette mise en œuvre.

Depuis, différentes méthodes de conception de systèmes d'indicateurs de performance, comme celles de Lohman (2004) ou Bonnefous (2001) proposent un certain nombre d'étapes pour développer un système d'indicateurs de performance. En analysant ces différents modèles cinq étapes importantes semblent émerger :

- Définir la stratégie et les objectifs visés
- Définir les inducteurs de performance
- Définir les indicateurs de performance sous la forme (objectif, variable, performance)
- Synthétiser les indicateurs dans un tableau de bord
- Ré-évaluer périodiquement le système d'indicateurs

II.1.2.5. Conclusion sur la performance

Les indicateurs de performance peuvent avoir deux rôles : conduire le cours d'une action vers l'atteinte d'un objectif (pilotage), ou permettre d'en évaluer le résultat (mesure). Par ailleurs, le triangle de Gibert nous a montré que pour être performant il faut être efficace, efficient et pertinent. On remarque que certaines activités disposent de référentiels d'évaluation avancés

permettant de piloter et mesurer l'activité sous toutes ses formes (exemple : les activités de production), tandis que beaucoup moins dans d'autres (exemple : les activités de conception).

Dans la partie suivante nous allons nous focaliser sur la performance de l'activité de conception.

II.1.3. Définition de la performance en conception

Pour évaluer l'activité de conception, il semble indispensable pour O'Donnell et Duffy (1999) d'identifier tous les éléments du système de conception ainsi que leurs relations. Robin (2005) identifie dans sa thèse les vecteurs/inducteurs de performance globaux et locaux agissant sur la performance de la conception ; il liste :

- les vecteurs/inducteurs globaux de performance qui concernent le contexte du système de conception, les acteurs du système ainsi que les connaissances et compétences :
 - les environnements interne et externe
 - les acteurs
 - le savoir scientifique et technologique.

Ces vecteurs/inducteurs globaux de performance permettent de positionner l'entreprise suivant trois dimensions qui permettent de décrire l'espace dans lequel elle évolue.

- les vecteurs/inducteurs locaux de performance sont quant à eux relatifs au produit conçu dans le système de conception, au processus qui conduit la définition du produit et à l'organisation mise en place pour assurer l'atteinte des objectifs :
 - le produit
 - le processus
 - l'organisation.

Ces vecteurs/inducteurs locaux de performance décrivent le système de conception ainsi que les projets qui ont lieu au sein du système ; chaque projet est composé d'une combinaison de ces trois modèles. Les vecteurs de performance locaux permettent de représenter la performance du système de conception.

Ainsi, Robin (2005) montre que la performance en conception est dépendante de vecteurs de performance globaux et locaux qui positionnent l'entreprise et le système de conception dans l'espace dans lequel ils évoluent (Figure II-3).

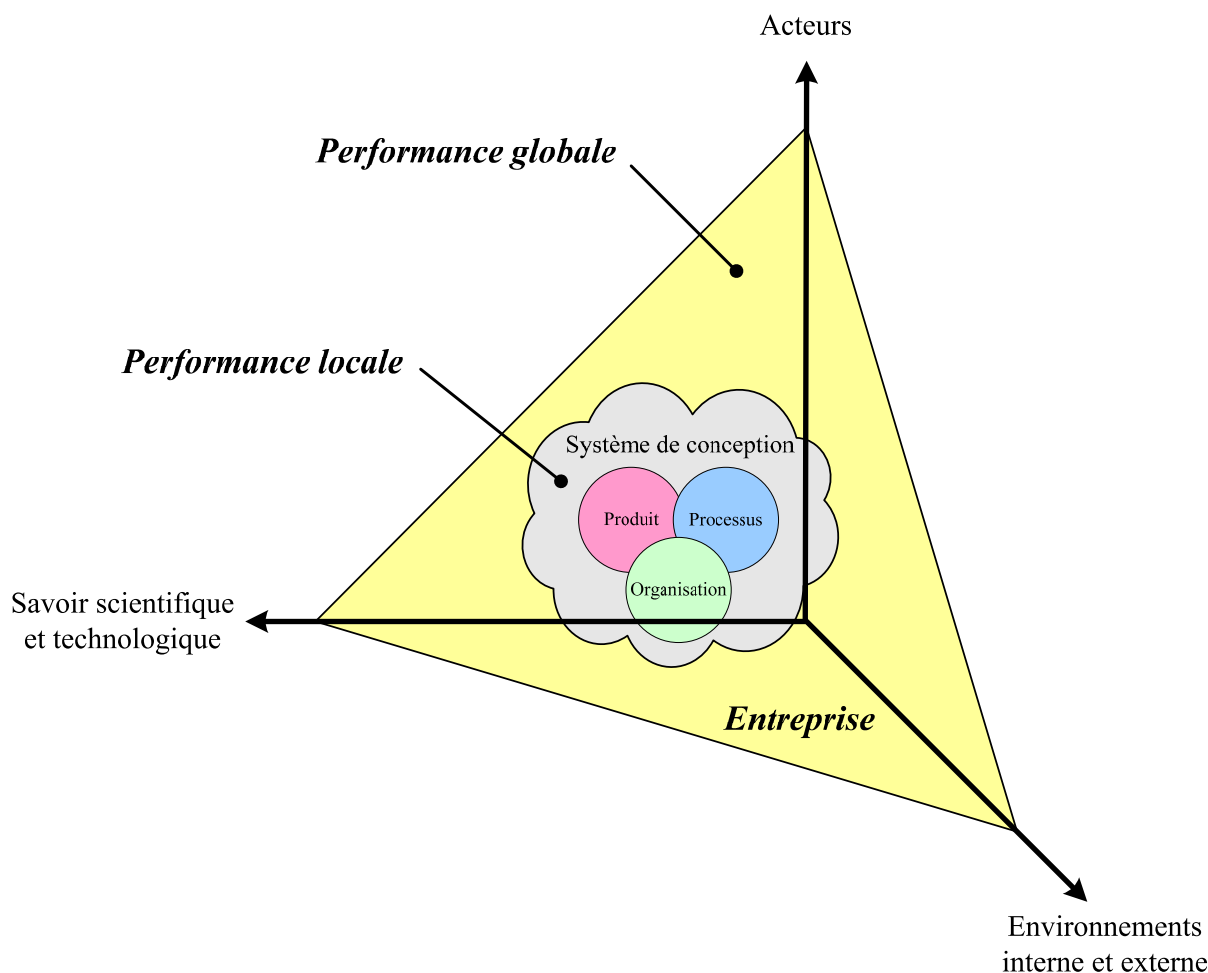


Figure II-3 : Les vecteurs/inducteurs de performance du système de conception (Robin 2005)

Ne pouvant agir sur les vecteurs/inducteurs globaux de performance, attachons nous à présent à mieux définir les vecteurs/inducteurs locaux de performance, à savoir : la performance du produit, la performance du processus de conception et la performance organisationnelle.

II.1.3.1. La performance du produit et du processus de conception

En conception, l'évaluation est l'action d'apprécier l'adéquation entre les solutions proposées et le problème auquel elles sont censées répondre (Lonchamp 2004). Tout comme il existe deux dimensions en conception (I.1.2), deux axes de performance en conception apparaissent (Lupan, Delamarre et al. 2005), à savoir :

- la performance du produit : lié à la valeur du produit (cf. chaîne de la valeur de Porter qui vise à l'identification des activités apportant de la valeur au produit en fonction des attentes du client) (Porter 1998)
- la performance du processus de conception : classiquement basé sur le triptyque cout, délai, qualité (Lorino 2003)

II.1.3.2. La performance organisationnelle

C'est l'organisation qui va permettre aux acteurs d'évoluer dans un environnement propice à la conception et plus largement permettant de stimuler l'innovation.

Les aspects tels, le rôle et les responsabilités de chacun des membres, la mise en place de processus de conception, la mise en place de stimulants organisationnels (système de reconnaissance par exemple) sont autant de tâches qui incombent à l'organisation.

Ainsi, la performance organisationnelle apparaît comme un facteur primordial de l'activité de conception.

II.1.4. Conclusion sur l'évaluation de la performance en conception

Dans l'environnement concurrentiel actuel, il apparaît que pour être performant, l'entreprise doit non seulement rester « efficace » en respectant au plus près la trilogie coût-délai-qualité, mais doit également tendre à devenir de plus en plus « efficiente » par une forte intégration des différents acteurs (clients, fournisseurs, experts, équipes, ...) dès le démarrage du projet (de type conception concurrente) assurant ainsi une transversalité plus grande entre organisations, le tout en étant « pertinente » dans la réponse apportée aux clients par rapport à leurs attentes (Hazebroucq 1995). Cela permet de franchir le gap entre l'économie de masse et l'économie basée sur les connaissances (CHAPITRE I).

L'évaluation de la performance a de grands intérêts pour les entreprises souhaitant augmenter leur compétitivité. Il peut y avoir plusieurs façons d'évaluer la performance, généralement au niveau de l'entreprise (performance globale), ou individuellement pour chacun des processus de l'entreprise (performance locale).

La littérature regorge de méthodes et outils pour évaluer les produits ou processus ; en revanche, peu de travaux s'intéressent à l'organisation à mettre en œuvre afin de manager les concepteurs et plus particulièrement l'évaluation de l'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs.

II.2. Performance organisationnelle en conception : le modèle Processus/Pratiques en conception

De nos jours, l'ensemble des entreprises travaille avec une organisation en projets. Ces multiples projets peuvent être de tous types : développement de nouveaux produits (New Product Development), amélioration de la qualité, recherche de nouvelles technologies, ... ; le challenge des décideurs est alors de réussir à partager les ressources et à donner les bonnes priorités. Les entreprises se penchent actuellement de plus en plus sur de nouveaux outils et modèles pour les aider à mieux piloter leurs projets. Ils doivent leur permettre d'augmenter la probabilité de succès des projets (performance locale) ainsi que la performance globale de l'entreprise.

En nous recentrant sur notre problématique propre aux processus d'innovation, nous avons pu observer, dans la pratique, deux dimensions fortement liées :

- le processus d'innovation lui-même, qui sous entend l'activité de conception et qui est propre à chaque entreprise. En effet, certaines entreprises innovent suite à une « idée de génie » d'un ingénieur, tandis que d'autres mettent en place des processus qui mènent à l'innovation.
- les comportements en conception des acteurs par rapport à ces processus. L'entreprise est un lieu vivant où s'échangent des connaissances, collaborent des personnes, ..., en vue de faire naître un produit, de l'industrialiser, le produire, pour finalement le vendre et dégager des bénéfices. Ces activités fonctionnent grâce à l'homme.

A partir de ce constat, nous avons fait l'hypothèse qu'il est possible de construire un modèle ayant pour but de décrire les différents niveaux de formalisme des processus de conception

mise en place dans l'entreprise pour déboucher sur une innovation en fonction de l'intégration de ceux-ci dans les pratiques des concepteurs.

Dans les parties suivantes, nous allons présenter la construction théorique. Dans une première partie nous exposerons la méthodologie de construction du modèle, puis nous détaillerons les deux axes du modèle, à savoir, la dimension « formalisation », puis la dimension « pratiques », la quatrième partie sera consacrée à la définition générale de notre « modèle d'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs ».

II.2.1. Méthodologie de construction du modèle

Le but de ce modèle est de décrire les différents niveaux de formalisation des processus de conception et de les lier à l'intégration de ceux-ci dans les pratiques des concepteurs.

Le modèle proposé se base sur deux dimensions : d'un côté sur les niveaux de formalisation des processus de conception (dimension « formalisation »), d'un autre côté sur l'intégration de ces processus dans les pratiques des concepteurs (dimension « pratiques »).

II.2.2. La dimension « formalisation »

Ayant comme objectif d'analyser le niveau de formalisation des processus de conception, il semble nécessaire d'avoir un outil permettant la mesure de cette formalisation. Une proposition est d'utiliser le concept de maturité ; en effet, des auteurs montrent que l'accomplissement des objectifs est lié au niveau de maturité acquis par le projet (Andersen and Jessen 2003).

II.2.2.1. Qu'est ce que la maturité ?

Le Petit Larousse définit la maturité comme : « 2. Période de la vie caractérisée par le plein développement physique, affectif et intellectuel ; 3. Etat de l'intelligence, d'une faculté qui a atteint son plein développement » (Petit Larousse, 2003). L'encyclopédie en ligne, quant à elle, voit la maturité comme « l'étape dans laquelle se trouve un organisme qui a atteint son plein développement » (Wikipédia, 2008).

Andersen et Jessen (2003) définissent la maturité comme la qualité ou l'état de devenir mûr. D'après Andersen et al., la maturité peut être définie comme la somme des actions (capacité d'agir et de décider), des attitudes (volonté de participer), et des connaissances (compréhension de l'impact entre la volonté et l'action) ; ces trois différentes dimensions de la maturité forment un triangle basé sur le comportement des consommateurs.

La maturité peut donc être considérée comme un état où l'entreprise, un projet, un processus, est en situation parfaite pour atteindre ses objectifs. On remarque que la quête de la maturité revient à identifier les leviers d'amélioration de la performance.

Après une revue de la littérature sur le sujet, on remarque que le concept de maturité est utilisé de différentes façons ; en effet, le point fort du concept de maturité réside dans sa généralité et son adaptabilité (Strutt, Sharp et al. 2006). On parle de maturité d'entreprises ou d'organisations (Andersen and Jessen 2003; Strutt, Sharp et al. 2006), de maturité de projets (Gonzalez, Marle et al. 2007), de maturité d'ingénierie collaborative (Santanen, Kolfshoten et al. 2006), de maturité de produits (coût, délai, qualité) ou même de NPD (Capaldo Amaral and Rozenfeld 2007; Paetzold 2008).

Ainsi, plus spécifiquement, « *un projet est dit mature si l'ensemble des processus qui le compose est maîtrisé ; cette maîtrise se contrôle au fur et à mesure de l'avancement du projet* » (Gonzalez, Marle et al. 2007; 2007). La mesure de la maturité permet de montrer l'état atteint du projet par rapport à l'état dans lequel le projet devrait être (Cooke-Davies and Arzymanow 2003).

II.2.2.2. La maturité d'un processus de conception

« *La maturité permet de réaliser un processus de conception linéaire, chaque étape étant réalisée séquentiellement, sans aucun retour en arrière. Le résultat de la non maturité est un processus orbital, une répétition de séquence, le temps total nécessaire étant plusieurs fois supérieur à celui du processus linéaire* » (Willitt 1985).

« *Une conception est mature quand elle est assez complète pour permettre la réalisation d'activités avals, tout en sachant que la poursuite de l'activité courante n'impliquera de re-conception dans aucune des activités avals* » (O'Brien and Smith 1995).

Après avoir pris connaissance de ces deux définitions, on remarque que lorsqu'un projet de conception est mature cela permet de réduire les risques, les délais (plus de retour en arrière) et donc les coûts ; ceci, tout en augmentant la qualité, la performance du projet de conception et donc la satisfaction du client. Pour Saint-Marc, Deschamps et al. (2005), un problème subsiste dans la définition de la maturité du processus de conception : le caractère multicritère de la performance mesurée (décomposition d'une donnée en plusieurs caractéristiques).

II.2.2.3. Les modèles de maturité

Tout comme les processus de conception ou d'innovation disposent de différents modèles permettant de comprendre, d'appréhender et d'agir sur le processus, le concept de maturité dispose des siens.

Un modèle de maturité est une structure de collecte d'éléments qui décrivent les caractéristiques de l'efficacité des processus. La mesure de la maturité permet de montrer l'état atteint par rapport à l'état dans lequel l'organisation, le projet ou le processus devrait être (Cooke-Davies and Arzymanow 2003). Un modèle *« permet de faire évoluer/standardiser les processus sur la base de « best practices » dans un objectif d'optimisation de l'efficacité des méthodes et techniques mises en œuvre pour piloter les projets »* (Gonzalez, Marle et al. 2007).

Dans la littérature sur les systèmes d'information, le terme de modèle de maturité a été utilisé pour la première fois par Richard L. Nolan de Harvard Business School (Gibson and Nolan 1974). A l'origine, le modèle était basé sur quatre phases : ouverture, expansion, formalisation, maturité avant d'être transformé par l'ajout de 2 phases en 1979 ; entre la formalisation et la maturité se glissent l'intégration et l'administration des données. Nous verrons par la suite que Watts S. Humphrey de l'université Carnegie Mellon (Wettstein and Kueng 2002; SEI 2007; 2009) va s'inspirer de ces travaux précurseurs pour développer un autre modèle.

Actuellement, un grand nombre de modèles de maturité apparaît dans la littérature ; Gonzalez, Marle et al. (2007) ont listé plus de 30 modèles principaux.

Dans le monde réel, aucune entreprise n'atteint le maximum de la maturité d'un seul coup ; il paraît intéressant de qualifier la maturité par le biais d'une échelle et d'ainsi parler de degré

de maturité (Andersen and Jessen 2003). De manière générale, la maturité est mesurée à travers le passage de niveaux de maturité (allant de 1 à 5) définis préalablement. Les modèles se décomposent généralement en deux parties (Strutt, Sharp et al. 2006) : une partie comme outils d'évaluation, et une seconde comme outils et mise en place d'un plan d'amélioration.

II.2.2.4. Le Capability Maturity Model Integration (CMMI)

Dans la constellation des modèles de maturité, notre choix s'est porté vers le Capability Maturity Model Integration (CMMI). En effet, ce modèle est orienté vers l'amélioration de processus pour le développement des produits et des services et se concentre sur le management, les hommes et leur organisation (Strutt, Sharp et al. 2006). Le CMMI n'est pas un processus mais décrit les caractéristiques de processus effectifs (SEI 2007; 2009).

Le CMMI, particulièrement orienté management de projet, connu et partagé par plusieurs entreprises et praticiens, semble ainsi parfaitement adapté à notre volonté d'évaluer la formalisation des processus d'innovation dans les entreprises.

II.2.2.4.1. Naissance du modèle

Dans les années 1980 le *Department of Defense* américain a décidé de créer un institut : le *Software Engineering Institute* (SEI 2009). C'est l'université de Carnegie Mellon à Pittsburgh (déjà connue pour son département informatique) qui va héberger le SEI. En 1984, Watts Humphrey qui soutient l'idée que le développement logiciel doit s'appuyer sur des processus matures accepte de diriger une l'équipe qui va créer le CMM, modèle précurseur du CMMI.

Dans un premier temps, un questionnaire pour auditer les sous-traitants informatiques fut élaboré ; son but était de déterminer « le bon, la brute et le truand ». Ce questionnaire avait cependant deux défauts : un problème de taille pour assurer la répétitivité des résultats ainsi qu'un problème d'interprétation des questions. Dans un second temps, l'équipe de Watts, après avoir résolu les défauts précédents, présente en 1991 la première version du « *Capability Maturity Model for Software* » (SW-CMM).

Le succès dans l'industrie de ce premier modèle ainsi que la demande pour traiter des aspects autres que logiciel dans des produits complexes pousse le SEI à développer des CMM dans d'autres secteurs. Ainsi vont naître d'autres modèles : SE-CMM pour *System Engineering*, SA-CMM pour *Software Application*, P-CMM pour *People* (gestion du personnel). Ces

modèles ont adopté comme modèle, le modèle des modèles : le SW-CMM ; cependant le développement de chacun d'entre eux se fait de manière indépendante.

Un fort désir d'intégration de ces différents modèles apparaît chez les industriels. Cette intégration permettrait de : faire de économies d'échelles, résoudre des plus gros projets de développement (multidisciplinaires) en leur faisant parler le même langage commun de base ainsi que des processus communs à haut niveau. C'est en 1998 que le SEI décide de commencer à travailler sur une version intégrant les autres modèles ; elle permettrait non plus de se limiter au développement de logiciel mais de s'élargir au développement de système. La première version du « *Capability Maturity Model Integration* » ou CMMI est publiée en 2000. Il permet de regrouper dans un seul modèle les pratiques communes à plusieurs disciplines. La dernière version (1.2) a été publiée le 25 août 2006 et intègre les modifications demandées par les utilisateurs ainsi que quelques simplifications.

Aucune méthode particulière de développement, aucun outil particulier, aucune technique ou technologie ne sont imposés par le CMMI ; il s'adapte aux environnements technologiques et méthodologiques dans des organisations de tailles variables avec des applications de tous horizons.

II.2.2.4.2. Définition et utilisation du CMMI

Pour Richard Basque, « *le CMMI constitue un compendium de bonnes pratiques à appliquer dans tout projet qui veut livrer un produit à temps, dans les budgets, à la satisfaction du client et avec une rentabilité intéressante pour le développeur* » (Basque 2006).

II.2.2.4.3. Deux types de représentation

Le modèle comprend différents domaines de processus, chacun des domaines ayant des objectifs à remplir, ceux-ci étant rattachés à des pratiques nécessaires. La dernière version du CMMI est décomposée en deux types de représentations :

- la représentation continue (*continuous*) est axée sur chacun des domaines de processus pris individuellement (Figure II-4) ; cela permet d'améliorer la *capacité* ou *l'aptitude* d'un processus. L'aptitude étant définie comme une : « *1. Disposition naturelle ou acquise de quelqu'un à faire quelque chose ; 2. Capacité, habilitation* » (Petit Larousse, 2003). Le modèle propose une échelle allant de 0 à 5. Cette

représentation permet ainsi de représenter le progrès d'une organisation dans chacun des secteurs de processus.

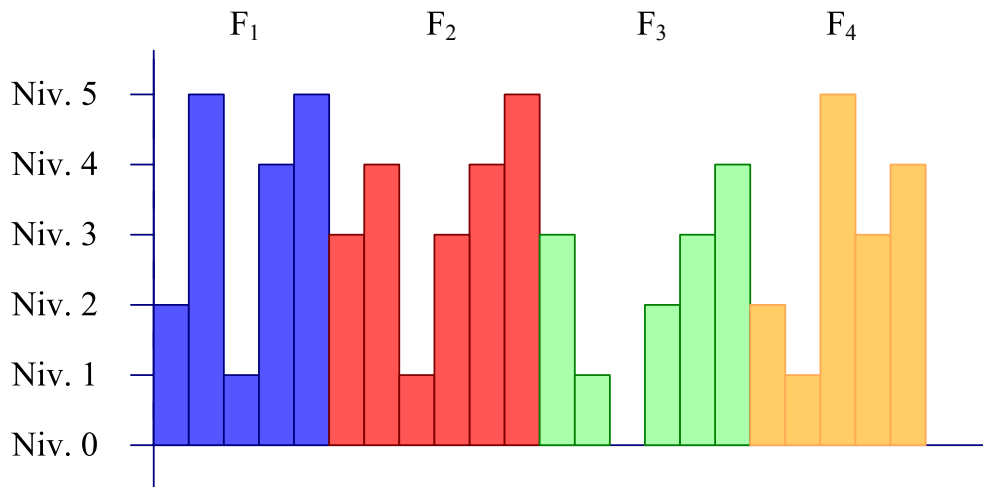


Figure II-4 : La représentation continue

- la représentation étagée (*staged*) est centrée sur un ensemble de domaines de processus qu'on améliore de façon collective dans toute l'organisation (Figure II-5). L'organisation représente le périmètre à l'intérieur duquel on déploie une action d'amélioration de processus (entreprise entière, division, ...). Le modèle propose une amélioration progressive de la *maturité* organisationnelle en cinq niveaux (de 1 à 5) ; à chaque niveau il faut satisfaire un certain nombre de domaines de processus. Pour qu'une organisation monte d'un niveau il est nécessaire que l'ensemble des domaines de processus associés au niveau de maturité soit maîtrisé.

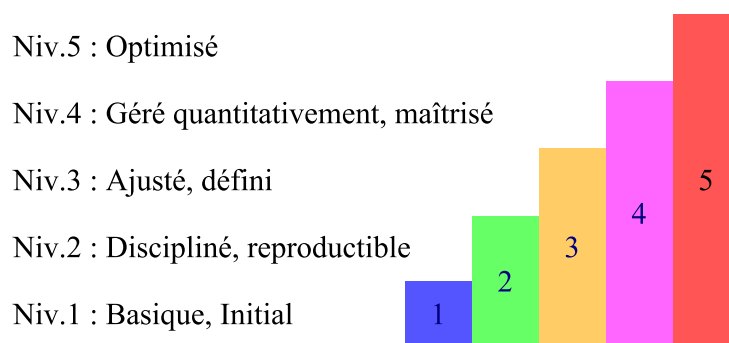


Figure II-5 : La représentation étagée

Ces deux représentations permettent d'aborder, sous deux angles différents, le problème de l'amélioration des processus au sein d'une organisation. Chacune des représentations présente des avantages et des inconvénients.

La représentation étagée a l'avantage de représenter, par une valeur unique, le niveau de maturité globale de l'organisation. Cette valeur peut être communiquée facilement et comparée à d'autres organisations de même nature. Ce chiffre unique est cependant un inconvénient, car il manque de précision et peut masquer des irrégularités de performance entre domaines de processus.

A l'inverse, la représentation continue permet d'identifier de manière précise les processus défaillants et performants.

II.2.2.4.4. Organisation du modèle

Le CMMI est une construction hiérarchisée qui utilise différents composants (Basque 2006) ; les domaines de processus, les objectifs génériques et spécifiques et les pratiques génériques et spécifiques en sont les principaux. Les représentations du CMMI ne sont pas organisées de la même manière. En effet, dans la représentation étagée, chacun des domaines de processus appartient à un niveau de maturité spécifique, tandis que dans la représentation continue, les domaines de processus sont pris de manière indépendante et forme le composant le plus en amont.

La version 1.2. compte vingt deux domaines de processus ; c'est le composant fondamental du modèle. Pour montrer la place centrale des domaines de processus Basque fait la métaphore suivante : « *Si le CMMI est un livre, alors les domaines de processus en sont les chapitres* » (Basque 2006). En effet, la structure des domaines de processus est toujours la même, cela facilite l'apprentissage et la navigation à travers le modèle. Leurs fonctions est d'initier un travail de réflexion et d'actions sur les processus organisationnels d'un service ou d'une entreprise.

Les domaines de processus sont répartis différemment suivant le mode de représentation choisi :

- en quatre familles en représentation continue : Management de processus, Management de projet, Ingénierie, Support (Annexe 1) ;
- en cinq niveaux de maturité en représentation étagée : Initial, Discipliné, Ajusté, Géré quantitativement, Optimisé (Annexe 2).

Chaque domaine de processus comporte un certain nombre d'objectifs à satisfaire ; deux types d'objectifs apparaissent :

- Les objectifs génériques, identiques ou communs d'un domaine de processus à l'autre ;
- Les objectifs spécifiques, propres à chaque domaine de processus.

Les objectifs représentent les critères pour juger de la satisfaction, par l'organisation, des exigences du modèle au regard du domaine de processus. Ces objectifs, exposés comme des phrases courtes, sont fondamentaux. En effet, il est nécessaire que tous les objectifs soient maîtrisés pour que le domaine de processus soit validé.

Les pratiques, qui représentent les composants de base de chaque domaine de processus décrivent un comportement attendu de la part d'une organisation ou d'un projet. Deux types de pratiques se distinguent dans le CMMI : les pratiques génériques qui sont rattachées aux objectifs génériques, et les pratiques spécifiques rattachées aux objectifs spécifiques. Une pratique exprime une action normalement effectuée dans le cadre d'un processus de développement qui respecterait les enseignements du CMMI.

La Figure II-6, présente les différents composants du CMMI au travers l'exemple du niveau 5 de la représentation étagée :

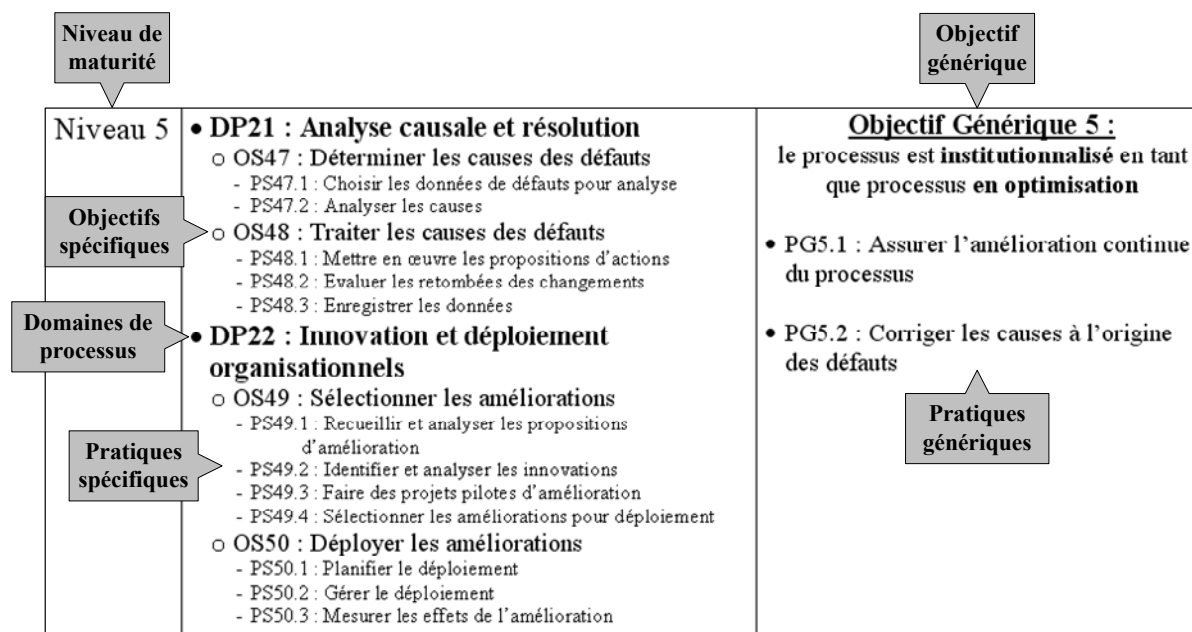


Figure II-6 : Exemple rassemblant les différents composants du CMMI (cas du niveau 5)

Dans chaque domaine de processus du CMMI, chaque objectif est associé à quelques pratiques. L'ensemble des domaines de processus, objectifs génériques et pratiques ainsi que les pratiques génériques et pratiques sont détaillés, dans l'Annexe 1 pour la représentation continue, et dans l'Annexe 2 pour la représentation étagée. L'Annexe 3 propose par ailleurs de définir les liens entre les niveaux d'aptitude ou de maturité et les pratiques génériques.

II.2.2.4.5. Détail des niveaux de maturité ou d'aptitude

Idéalement un projet est supposé monter de niveau au fur et à mesure du temps. Plus le niveau est grand, moins il y a de risques et meilleure est la performance du projet.

Le délai de passage d'un niveau à un autre est mesuré statistiquement par le SEI (uniquement pour la représentation étagée). Il faut compter 18 à 30 mois pour passer du niveau 1 à 2 puis deux ans par niveau supplémentaire.

- Niveau d'aptitude 0

Le concept d'aptitude ne s'utilise que dans la représentation continue et ne s'applique que sur un seul domaine de processus. Le niveau d'aptitude zéro signifie que l'ensemble des pratiques spécifiques du domaine n'a pas encore été institutionnalisé. Un processus naît au niveau 0.

- Niveau de maturité ou d'aptitude 1 : basique, initial (*non institutionnalisation*)

En représentation continue, pour passer au niveau d'aptitude 1 il faut satisfaire toutes les pratiques spécifiques du domaine de processus.

Concernant la représentation étagée, le niveau planché est le niveau de maturité 1 (le 0 n'existant pas dans cette représentation). Une organisation située au niveau de maturité 1 est une organisation n'ayant pas satisfait l'ensemble des 7 domaines de processus associés au niveau de maturité 2 ; il n'y a donc aucun objectif à satisfaire pour être déclaré au niveau de maturité 1, l'organisation naît à ce niveau.

- Niveau de maturité ou d'aptitude 2 : discipliné, reproductible (*d'une approche immature à une discipline de développement*)

Pour l'objectif générique 2, « *le processus est institutionnalisé en tant que processus discipliné* ». Dix pratiques génériques soutiennent l'objectif générique n°2.

Dans une organisation de niveau 2, les projets réussissent à respecter leurs délais et budgets ; ceci en ayant institutionnalisé une bonne discipline basée sur des processus documentés, planifiés et pratiqués.

- Niveau de maturité ou d'aptitude 3 : ajusté, défini (*D'une discipline de développement à la capitalisation des connaissances : mettre en place une organisation apprenante tout en évitant le piège de la bureaucratie*)

L'objectif générique 3 est : « *le processus est institutionnalisé en tant que processus ajusté (ou personnalisé)* ». Deux pratiques génériques soutiennent l'objectif générique n°3.

Dans une organisation de niveau 3, le savoir est partagé (collectivement). Une base de données historique contient alors des statistiques collectées dans des projets dont le processus commun permet une véritable comparaison et une projection des performances. L'efficacité de chacun des processus est vérifiée et les meilleures pratiques sont mises en avant. Le processus est bien défini et raisonnablement compris.

- Niveau de maturité ou d'aptitude 4 : géré quantitativement, maîtrisé (*De la capitalisation et l'ajustement à une approche quantitative des projets et des processus : appliquer des approches statistiques pour mettre quelques processus de développement sous contrôle statistique*)

L'objectif générique 4 est : « *le processus est institutionnalisé en tant que processus géré quantitativement* ». Deux pratiques génériques soutiennent l'objectif générique n°4.

Dans une organisation de niveau 4 les projets réussissent à stabiliser par gestion quantitative un certain nombre de processus déterminés. La collecte ainsi que l'analyse des données sont systématiques sur les processus. Ces processus sont bien compris, quantifiés, mesurés et raisonnablement maîtrisés.

- Niveau de maturité ou d'aptitude 5 : optimisé (*D'une approche quantitative des projets et de processus à l'optimisation continue : toujours s'améliorer et prévenir*)

L'objectif générique 5 est : « *le processus est institutionnalisé en tant que processus en optimisation* ». Deux pratiques génériques soutiennent l'objectif générique n°5.

Dans une organisation de niveau 5 les données sont utilisées pour améliorer itérativement les processus et capitaliser de l'expérience. Tous les processus sont optimisés et toutes les évolutions sont appréhendées.

II.2.2.4.6. Utilisations possibles et compatibilité du CMMI avec d'autres référentiels

Différentes utilisations du modèle CMMI sont possibles. En effet, il peut être utilisé en amélioration de processus comme (SEI 2007; 2009) :

- guide de bonnes pratiques ;
- source de gabarits pour définir des processus à améliorer ou à définir ;
- source d'inspiration pour une approche d'amélioration continue et progressive ;
- support pour la coordination d'activités multidisciplinaires qui peuvent être nécessaires pour construire avec succès un produit ;
- référentiel pour s'auto-évaluer ;
- référentiel pour évaluer des tiers.

Le CMMI n'est pas une norme (Basque 2006; SEI 2009). En effet, il n'est pas le fruit d'un projet dont le résultat est approuvé, par le biais d'un certificat attestant que l'organisation audité répond bien aux exigences de la norme, et délivré par un organisme de normalisation (type AFNOR en France). En pratique, l'évaluation CMMI, qui dure plus longtemps et va plus en profondeur qu'un audit ISO, apporte une liste de forces et faiblesses destinée à entamer une démarche d'amélioration.

Le CMMI est cependant parfaitement compatible et complémentaire à l'ISO 9001 ; en effet, ils se basent tous les deux sur une approche processus ainsi qu'une amélioration continue (Gonzalez, Marle et al. 2007; 2007). Il existe par ailleurs une correspondance entre la plupart des thèmes abordés dans le CMMI et la norme ISO 9001.

Le CMMI est un modèle remportant un large succès à travers le monde ; la version 1.2, sortie en août 2006, montre bien que le modèle est en sans cesse évolution. Différentes communautés se rassemblent régulièrement pour contribuer à ce modèle ; en voici deux exemples.

L'association Française d'Ingénierie Système (AFIS), créée en 1999 par 13 entreprises et organismes français², a pour but de créer un lieu de rencontre et d'échanges avec leurs pairs. L'AFIS compte aujourd'hui 23 membres et plus de 500 adhérents individuels.

Des groupes de travail donnent la possibilité aux adhérents de se réunir et d'œuvrer en réseau afin d'enrichir leurs connaissances et dialoguer avec leurs pairs dans leur spécialité. Parmi ces 13 groupes, le groupe « Modèle de Maturité et Indicateurs » (AFIS 2008) a pour objectif de promouvoir les pratiques de mesure et d'amélioration des processus d'Ingénierie Système. Les participants au groupe souhaitent ainsi mettre en œuvre des modèles de maturité en vue d'évaluer et d'améliorer les processus d'Ingénierie Système. Différentes étapes (initialiser, mesurer, planifier, agir, confirmer, transférer) auxquelles des actions ont été rattachées forment le guide des travaux du groupe de travail. Le groupe produit des fiches pour répondre de manière pratique à la mise en place d'un modèle de maturité dans une entreprise. (Exemples de fiches : « *fiche n°2 : comment convaincre d'adopter une démarche de progrès* », « *fiche n°10 : comparaison CMMI – ISO 9001* », ...)

II.2.2.5. Conclusion sur la dimension « formalisation »

Dans le contexte de notre analyse, nous voulons être en mesure de faire un positionnement de la formalisation des processus liés aux activités de conception ; c'est pourquoi il semble plus pertinent d'utiliser la « représentation étagée » du CMMI.

Nous proposons ainsi d'utiliser la nomenclature en cinq niveaux proposée par la représentation étagée du CMMI pour caractériser la dimension « formalisation » de notre modèle. Nous avons noté les cinq niveaux de F1 à F5, à savoir :

- (F1)-basique
- (F2)-reproductible
- (F3)-ajustée
- (F4)-gérée quantitativement
- (F5)-optimisée

² Alcatel Space, Alstom, Dassault Aviation, EADS Airbus, EADS Matra Systèmes et Information, EDF, France Telecom, Giat Industries (Nexter), PSA Peugeot Citroën, RATP, Snecma, Technicatome (Areva), Thalès.

II.2.3. La dimension « pratiques »

Dans la littérature, très peu de travaux traitent de l'intégration des processus dans les pratiques des concepteurs. L'approche en clinique de l'activité développée par Clot et al. (Clot, Faïta et al. 2000) va cependant nous permettre d'analyser et décrire la dimension « pratiques ».

II.2.3.1. Qu'est ce que la pratique ?

Le Petit Larousse définit notamment la pratique comme : « *1a. Application, mise en œuvre des règles, des principes d'une science, d'une technique ; 1b. Connaissance acquise par l'expérience, par une habitude approfondie de quelque chose ; 2. Comportement habituel, façon d'agir* » (Petit Larousse, 2003).

Une approche intéressante de clinique de l'activité peut cependant nous aider à analyser les dimensions pratiques ; en effet, Clot et al. (2000) analysent la dynamique d'action des sujets. Une intéressante distinction est faite entre la tâche, qui relève de la prescription (« *ce qui doit être fait* »), l'activité ou l'activité réalisée (« *ce qui est fait* »), et le réel de l'activité (« *ce qui ne se fait pas, ce que l'on cherche à faire sans y parvenir, ce que l'on aurait voulu ou pu faire, ce que l'on pense pouvoir faire ailleurs et ce que l'on fait pour ne pas faire ce qui est à faire* »). Pour Clot et al., il y a une continuité entre la prescription sociale et l'activité réelle : entre l'organisation du travail et l'acteur, il y a un travail d'interprétation et de réorganisation de la tâche par les collectifs professionnels. Cette action est appelée par les auteurs : « *le genre professionnel* ». Il est lié à ce que les individus parviennent à mettre en œuvre, même s'ils ne veulent pas le faire, et parfois parce qu'ils ne peuvent pas éviter de le faire, pour pouvoir faire leur travail ; c'est une sorte de mémoire mobilisée par l'action. Clot et al. définissent par ailleurs le style de l'action comme un travail d'ajustement du genre pour en faire un instrument de l'action.

II.2.3.2. Définition des niveaux de pratiques

Nous proposons une typologie en quatre catégories. Trois catégories émergent directement de nos observations (Pb à Pd) ; la quatrième (Pa), quant à elle, provient de l'analyse du modèle de maturité : en effet, si la dimension de maturité observée est de niveau (F1), ce qui correspondant au niveau « initial » (pas de processus), alors d'un point de vue théorique, dans

la dimension pratique nous avons un niveau (Pa) correspondant à une approche individuelle de gestion de projets. La dimension « pratiques » peut ainsi s'articuler autour de quatre niveaux que nous avons noté de Pa à Pd.

Les quatre niveaux sont les suivants :

- (Pa)-individuel : chaque personne a sa propre approche du management de projets.

Le genre professionnel se concentre sur des activités individuelles ; il n'existe pas de véritable construction collective.

- (Pb)-structurée : les processus sont des éléments structurant les pratiques.

Les concepteurs font explicitement référence aux processus lorsqu'ils décrivent leurs pratiques. Les processus sont bien connus. Les concepteurs utilisent un langage commun pour décrire leurs activités ainsi que dans leurs relations. Ce langage est parfaitement compatible avec la description formelle des processus. Le genre professionnel est très influencé par l'organisation formelle. Les processus semblent être un moyen pour structurer et harmoniser les pratiques des concepteurs.

- (Pc)-théorique : les pratiques sont fondées sur le partage des connaissances théoriques basées sur les processus.

Les concepteurs décrivent leurs pratiques en utilisant des étapes définies de manière théorique. En les comparant avec les processus « officiels » de l'entreprise, il en ressort que les étapes existent effectivement, mais ne sont pas forcément définies de cette manière. Les étapes sont cependant compatibles avec la description théorique des processus d'innovation de l'entreprise. C'est la connaissance théorique partagée qui impacte le genre professionnel, plus que l'organisation officielle.

- (Pd)-intégrée : les processus sont totalement intégrés aux pratiques.

Les concepteurs ne font pas de références explicites à des processus lorsqu'ils décrivent leurs pratiques. Les processus semblent être complètement intégrés dans les pratiques. Les processus sont néanmoins connus par les concepteurs, et ceux-ci sont en mesure de s'y référer clairement pour décrire leurs pratiques si cela leur est demandé. Le genre professionnel est basé sur l'organisation officielle liée à des processus, mais aussi sur les dimensions

individuelles et collectives fondées sur les pratiques et la culture. Ce niveau semble permettre aux groupes collectifs de transformer le genre en style.

II.2.3.3. Conclusion sur la dimension « pratiques »

La dimension « pratiques » du modèle développé va ainsi être caractérisée par quatre niveaux, à savoir :

- (Pa)-individuelle
- (Pb)-structurée
- (Pc)-théorique
- (Pd)-intégrée

II.2.4. Présentation du modèle d'intégration des processus d'innovation dans les pratiques des concepteurs

Dans les parties II.2.2 et II.2.3 nous nous sommes attachés à définir, de manière théorique, les différents niveaux des dimensions « formalisation » et « pratiques ». La dimension « formalisation » s'attache à la définition des processus de conception, tandis que la dimension « pratiques » s'intéresse au déroulement des projets (fonctionnement, pratiques, utilisation des méthodes).

La dimension « formalisation » avec ses cinq niveaux :

- (F1)-basique
- (F2)-reproductible
- (F3)-ajustée
- (F4)-gérée quantitativement
- (F5)-optimisée

La dimension « pratiques » qui va servir à évaluer les pratiques peut être synthétisée en quatre niveaux :

- (Pa)-individuelle
- (Pb)-structurée
- (Pc)-théorique
- (Pd)-intégrée

Les dimensions « formalisation » et « pratiques » permettent de construire un modèle pour caractériser l'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs. Une représentation matricielle du modèle, est proposée (Figure II-7). Elle permet de situer l'entreprise et d'identifier les marges de progression.

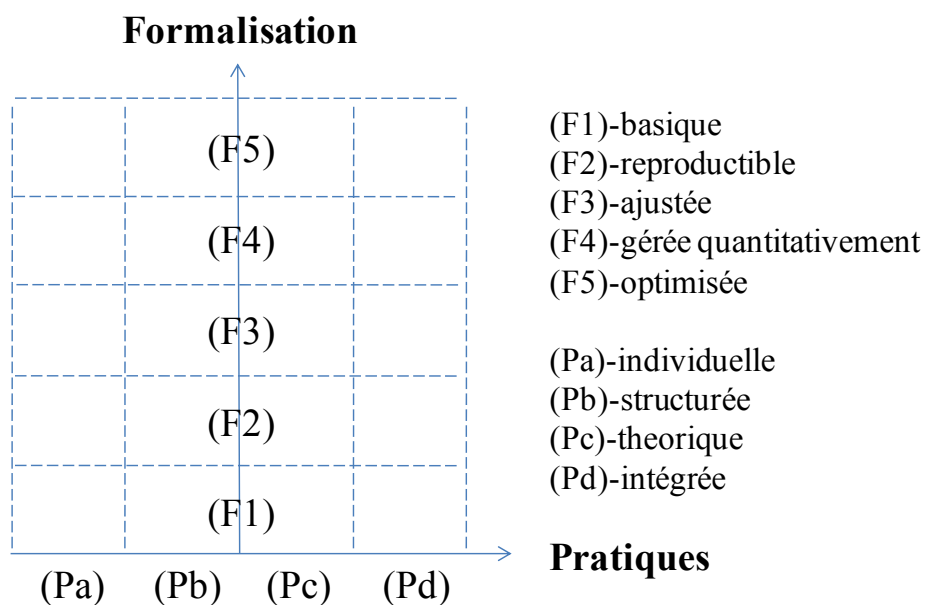


Figure II-7 : Représentation matricielle du modèle caractérisant l'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs

Après avoir défini et construit ce modèle caractérisant l'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs, il va s'agir de l'utiliser dans des situations réelles et de le valider.

Dans le chapitre V, nous identifierons ainsi dans un premier temps comment ce modèle peut être utilisé pour analyser la situation d'une entreprise. Dans un second temps, il s'agira de

valider notre modèle théorique en le confrontant à la pratique d'un projet de conception d'une équipe R&D.

II.3. Conclusion

La seconde partie de la thèse s'est focalisée sur la performance de l'activité de conception. Dans un premier temps, il semblait indispensable de définir la performance en conception qui consiste en l'appréciation de l'adéquation entre les solutions proposées et le problème auquel elles sont censées répondre. Dans l'environnement concurrentiel actuel, il apparaît que pour être performante, l'entreprise doit :

- non seulement rester « efficace » en respectant au plus près la trilogie coût-délai-qualité,
- tenter de devenir de plus en plus « efficiente », en optimisant les ressources utilisées, par une forte intégration des différents acteurs (clients, fournisseurs, experts, équipes, ...) dès le démarrage du projet (de type conception concourante),
- le tout en étant « pertinente » dans la réponse apportée aux clients par rapport à leurs attentes.

Différents inducteurs de performance ont par ailleurs été identifiés, à savoir :

- les inducteurs globaux qui concernent le contexte, les acteurs ainsi que les connaissances et compétences, décrivent l'entreprise, tandis que,
- les inducteurs locaux, qui sont quant à eux relatifs au produit, au processus et à l'organisation, vont permettre de décrire le système de conception ainsi que les projets ayant lieu au sein de celui-ci.

Ainsi, nous avons pu conclure que la performance en conception est dépendante des inducteurs de performance globaux et locaux. Ils permettent de positionner l'entreprise et le système de conception dans l'espace dans lequel ils évoluent.

Dans un second temps, nous nous sommes attachés à développer un modèle permettant d'analyser et d'évaluer l'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs. Deux dimensions ont émergé, à savoir :

- une dimension « formalisation », relevant plus de l'organisation, qui définit le niveau de formalisation des processus de conception ; ces processus sont gérés au niveau de l'organisation et évoluent plus que les stricts besoins des concepteurs sur un projet, et,
- une dimension « pratiques », qui relève davantage du projet, maîtrisée par les acteurs, c'est-à-dire les concepteurs, mais qui n'intègre qu'une partie de ce qui se passe dans l'entreprise.

Dans le chapitre suivant, toujours dans une optique d'amélioration de la performance, nous allons nous attacher à décrire les différents modes d'organisation permettant à des acteurs d'apprendre, de travailler et d'échanger sur leurs activités de conception.

CHAPITRE III. Apprentissage en réseau

Après avoir défini dans le second chapitre de la thèse, la performance de l'activité de conception, nous allons, dans ce chapitre III, toujours dans une optique d'amélioration de la performance, nous attacher à décrire les différents modes d'organisation permettant à des acteurs d'apprendre, de travailler et d'échanger sur leurs activités de conception.

Afin d'avoir de nouvelles idées et acquérir les méthodologies pour pouvoir développer des innovations, les entreprises, doivent, en plus de disposer de processus performants de conception, accroître leur capacité d'apprentissage, afin d'augmenter leur base de connaissances et de compétences dans le domaine.

L'entreprise commence à prendre conscience qu'elle ne dispose plus du temps et des ressources financières propres à lui assurer une maîtrise de l'ensemble des composantes de sa chaîne de valeur. Elle doit donc recentrer ses efforts sur les activités et compétences clés où elle se distingue du marché. Pour les parties constitutives de sa prestation globale, elle doit entretenir des relations étroites avec d'autres firmes, sous peine de ne pas pouvoir exploiter pleinement ses fonctions d'excellence (Laban, Giovanelli et al. 1995; Grima 1998; Moreau 2003). Du fait de leurs ressources réduites et de la complexification des systèmes, elles ne peuvent pas/plus le faire de manière autonome ; elles doivent se regrouper. En effet, « *on ne peut plus gagner seul, l'entreprise doit solliciter de nouvelles compétences à l'extérieur, s'allier pour créer des complémentarités, construire des coopérations, inventer des solutions multiples et élargir sans cesse son intelligence* » (Moreau 2003).

Le cric de Léonard de Vinci (système constitué d'une manivelle, d'engrenages de réduction et d'une barre métallique dentée mobile) représente un symbole du concept d'apprentissage en réseau (Figure III-1). La manivelle donne le sens de la stratégie d'élévation du véhicule, la première roue prend appui sur une seconde roue, partenaire indispensable qui permet à la barre métallique de s'élever et de soulever avec elle la lourde charge d'un véhicule. Le cric de Léonard de Vinci apparaît comme la voie tracée pour répondre à la complexité du monde actuel, c'est la clé de nos nouveaux modèles organisationnels où chacun a besoin de l'autre, pour acquérir un avantage concurrentiel (Balantzián 1997).

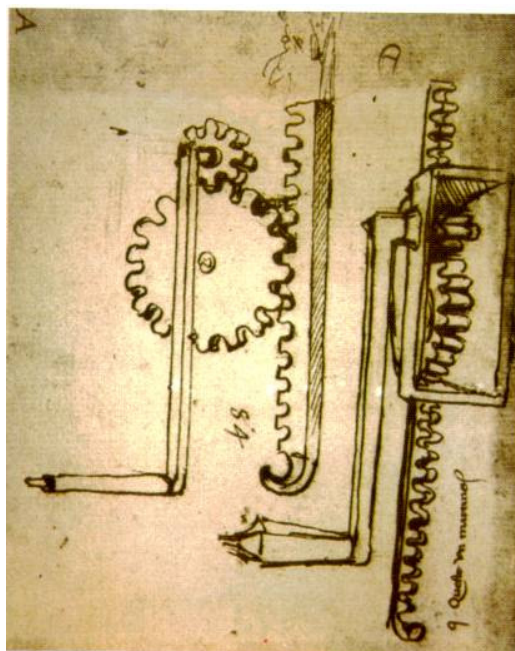


Figure III-1 : Cric à manivelle de Léonard de Vinci extrait du Codex Atlanticus (Popham 1952)

Dans ce chapitre, nous développerons donc, tout d’abord, les différentes possibilités d’apprentissages permettant d’acquérir et d’augmenter les connaissances et compétences nécessaires à l’innovation, puis nous aborderons le mode d’organisation que ces entreprises, une fois regroupées, pourraient adopter, à savoir le réseau. En effet, le réseau facilitant l’apprentissage, et l’apprentissage favorisant une montée en connaissances et en compétences des personnes sont deux dimensions essentielles à la conception innovante menant elle-même à l’innovation.

III.1. De l’apprentissage à l’organisation apprenante : trois niveaux d’apprentissage

L’apprentissage est une des voies les plus efficaces qu’a l’entreprise pour progresser et survivre dans le monde actuel. Il est lié à l’individu qui est, le plus souvent, le seul élément qui permet de faire une différence avec la concurrence. Afin de concevoir un produit qui se transforme en innovation (conception innovante) il semble nécessaire de développer les apprentissages entre acteurs au niveau individuel et collectif ; cela va par ailleurs conduire à développer les principes de l’apprentissage organisationnel.

Après une revue de la littérature sur la thématique de l’apprentissage, trois niveaux émergent : l’apprentissage individuel, collectif et organisationnel. Ces trois niveaux vont nous servir à

décrire le concept d'organisation apprenante ou processus d'apprenance (Anciaux 1994; Josserand and Grima 2000).

III.1.1. L'apprentissage individuel et collectif

L'apprentissage individuel est basé sur les spécificités, les expériences passées ainsi que sur l'évolution future des besoins et motivations de chaque individu ainsi que leurs intérêts. Ce sont les individus avec leurs capacités mentales, leurs valeurs et leurs normes qui sont les vecteurs de ce type d'apprentissage (Probst and Büchel 1997). L'apprentissage individuel rend chaque personne responsable de son propre apprentissage professionnel. Pour le développer, les directions d'entreprises mettent l'accent sur des plans et parcours de développement professionnel personnalisés (Belet 2003). L'acteur mobilise ainsi un ensemble de savoirs disparates ; dans le cadre d'une activité de conception, la mise en relation entre un savoir pertinent et une situation problématique constitue une étape clé du processus d'innovation (Legardeur 2001).

Dans le cas d'un apprentissage collectif, ce ne sont pas seulement les membres pris individuellement qui progressent dans la compréhension d'un problème, mais aussi l'ensemble qu'ils forment. Lorsqu'un individu partage ce qu'il connaît (connaissances, compétences ou expériences) avec le collectif (groupe, équipe, ...), c'est l'ensemble du groupe qui apprend et progresse. Ainsi, la somme des apprentissages est supérieure aux connaissances de chaque membre pris individuellement.

La maîtrise des processus de nature sociale et la communication humaine, en plus des aspects professionnels et techniques, semblent être des caractéristiques spécifiques de ce mode d'apprentissage. Ces caractéristiques apparaissent comme importantes pour faciliter et accélérer l'apprentissage collectif des individus (Belet 2003). En effet, la communication permet la mise en commun des savoirs, savoir-faire et expériences individuelles par le biais du dialogue (Anciaux 1994). Dans le cadre d'une activité de conception, la dynamique des interactions entre acteurs est essentielle car elle établit le lien entre les apprentissages individuels et collectifs (Legardeur 2001). De nombreux apprentissages croisés se produisent entre acteurs et génèrent des savoirs d'interface ou des connaissances communes (Hatchuel 1994).

III.1.2. L'apprentissage organisationnel

Le concept d'apprentissage organisationnel est né à la fin des années 70 lors de la publication de *Organizational learning : a theory of action perspective* par Chris Argyris et Donald A. Schön (1978).

Argyris et Schön utilisent le terme de « théories de l'action » en référence aux stocks de connaissances organisationnelles. Ces théories sont à la base des projets d'entreprise, des stratégies, des objectifs, de la culture, des structures et forment le cadre de référence de l'organisation dans une perspective de continuité. Deux formes de théories de l'action peuvent être distinguées : les théories officielles et les théories usuelles (Argyris and Schön 1996). Les théories officielles créent le cadre général de l'organisation, elles sont partagées par ses membres et déterminent l'image que se font les différents individus de l'entreprise et à laquelle ils s'identifient. C'est souvent le projet d'entreprise qui permet aux membres de l'entreprise de se reconnaître dans certaines formes d'actions et comportements caractéristiques à l'organisation. Les théories usuelles, quant à elles, peuvent être directement concrétisées en actions spécifiques et sont le résultat spontané des différentes expériences individuelles et collectives qui ont lieu à l'intérieur de l'organisation. Les processus d'apprentissage organisationnels sont déclenchés lorsque les écarts entre les théories officielles et les théories usuelles sont mises à jour et discutées (Argyris and Schön 1996; Grima 1998). En effet, les processus d'apprentissage organisationnels sont reconnaissables aux transformations des connaissances partagées, à l'augmentation des capacités matérielles et intellectuelles ainsi qu'aux changements des constructions sociales (Probst and Büchel 1997). Il y a apprentissage organisationnel lorsque l'entreprise ou l'organisation rentre dans un processus d'acquisition de connaissances ou compétences collectives reconnues utiles pour l'organisation. Quatre processus sont à la base de cet apprentissage : l'acquisition de la connaissance, le partage de l'information au sein de l'organisation, l'analyse de l'information et la mémoire organisationnelle (Thibault, Raymond et al. 1998).

L'apprentissage organisationnel est plus complexe que l'apprentissage individuel ou collectif car il met en œuvre plus de dimensions (Anciaux 1994). En effet, il englobe différents phénomènes et caractéristiques concernant l'ensemble de l'organisation ou de l'entreprise : le mode d'organisation (hiérarchique ou non), le style de management, les procédures et pratiques de gestion des ressources humaines, la notion de vision partagée des objectifs de

l'entreprise (communication d'informations par la direction, compréhension et approbation de cette vision par tous les membres), l'existence d'une forte culture d'entreprise (souvent liée à l'histoire de l'entreprise et à certains aspects marquants de sa mémoire). Tous ces facteurs vont favoriser ou freiner les processus d'apprentissage organisationnels selon les valeurs qu'ils prendront (Belet 2003). L'apprentissage organisationnel ne consiste cependant pas à produire un savoir attribuable à l'organisation ; ce sont les acteurs qui apprennent dans leurs interactions avec l'objet, les outils et surtout entre eux.

L'apprentissage organisationnel peut ainsi être défini comme « *l'élargissement et le changement du système de valeurs et de connaissances, l'amélioration des capacités de résolution de problèmes et d'actions ainsi que le changement du cadre commun de référence des individus à l'intérieur d'une organisation* » (Probst and Büchel 1997). Il est aujourd'hui un enjeu stratégique majeur et est une clé de la dynamique de changement et de renouvellement de l'ensemble de l'organisation pour répondre aux défis changeants de son environnement (Belet 2003).

III.1.3. L'organisation apprenante

Le concept d'organisation apprenante, né à la fin des années 80, apparaît non seulement comme une nouvelle philosophie managériale, mais comme un véritable paradigme de management des hommes et des organisations : il représente une véritable alternative aux modes de management traditionnels (Anciaux 1994).

Avant toute chose, il semble intéressant de définir clairement le terme « d'apprenance », souvent mal compris, mal interprété et peu courant dans notre vocabulaire. Ce mot, traduit de l'anglo-saxon « learning », pour lequel il n'existe pas en français de mot bien établi (apprentissage, formation, éducation renvoyant, en effet, à d'autres sens (Belet 2003)). L'apprenance désigne l'accroissement volontaire de la capacité individuelle et collective à apprendre, par un engagement tout entier, qui transforme les individus dans leurs comportements et leurs croyances ; comme nous allons le voir, en plus des personnes et des groupes, ce concept s'applique aussi à l'organisation (SOL 2000; Collignon 2004)

Après avoir défini ce terme, nous pouvons caractériser le processus d'apprenance comme un « *apprentissage continu des membres d'une organisation, dans le cadre d'une vision globale,*

qui relie les apprentissages individuels et collectifs dans le but d'en améliorer les performances économiques, sociales et humaines » (Belet 2003).

L'organisation apprenante combine, en effet, les apprentissages individuel, collectif et organisationnel. Ces trois niveaux sont intégrés car il existe de fortes synergies entre eux. Ce concept s'efforce d'utiliser et d'impliquer au maximum le potentiel d'apprentissage de tous les individus et de toutes les équipes pour répondre aux objectifs de l'organisation (Josserand and Grima 2000; Belet 2003). L'organisation apprenante consiste essentiellement en la création, le maintien et le développement d'une culture d'entreprise et des contextes de travail, visant à encourager tous ses membres à apprendre en permanence, afin de les rendre plus efficaces individuellement et en groupe. Ils seront ainsi plus performants dans leurs tâches respectives et « *pourront créer de la valeur pour l'entreprise par leur imagination, leur intelligence, leurs compétences et leur énergie* » (Belet 2003). Par le biais de tels processus d'apprentissage continus de ses membres et de ses équipes, l'organisation développe, par ailleurs, sa capacité de renouvellement et d'auto-transformation afin de répondre aux défis changeants de son environnement (Probst and Büchel 1997).

Le levier d'action du processus d'apprenance se situe au niveau des hommes, qui doivent tout d'abord acquérir une vision claire de leurs rôles et leurs responsabilités, mais il faut aussi, pour que l'ensemble de l'organisation devienne apprenante, qu'ils veuillent apprendre et partager leurs connaissances et compétences (Thibault, Raymond et al. 1998; Josserand and Grima 2000). Par ailleurs, la formation et le développement professionnel et personnel des individus ne sont plus considérés comme des activités spécifiques et ponctuelles, elles deviennent partie intégrante de l'organisation générale du travail et des tâches quotidiennes.

Ce concept d'organisation apprenante se distingue des modèles classiques d'organisation, car il n'est ni une technique de gestion, ni une configuration organisationnelle qu'il conviendrait d'adopter. Il se caractérise par « *un ensemble de processus continus de développement managérial, organisationnel et stratégique qui crée une nouvelle dynamique de développement de l'entreprise* » (Belet 2003).

On remarque rapidement que le concept d'organisation apprenante, riche, multidimensionnel et complexe fait référence et englobe différents thèmes tels que l'apprentissage, le changement, l'innovation, la gestion des connaissances, l'évolution des attitudes et des comportements managériaux, le travail collectif, dans le but d'accroître les performances

globales de l'organisation et de favoriser l'émergence de processus de travail innovants dans une dynamique permanente de progrès.

Cette démarche d'apprenance va permettre de générer des avantages concurrentiels basés sur les capacités de créativité et d'innovation des hommes, de créer un meilleur climat de travail favorisant l'apprentissage, de mobiliser les énergies et de donner une meilleure image interne et externe de l'organisation. Ces facteurs permettront à l'entreprise d'être compétitive et d'améliorer ses performances, que ce soit au niveau qualitatif ou quantitatif.

III.1.4. Nécessité de créer des situations d'apprentissage spécifiques aux entreprises en matière de conception innovante

Il apparaît que les processus d'apprentissages, et plus particulièrement d'apprentissages collectifs, sont situés au cœur des activités de conception et plus largement d'innovation. Il était intéressant, dans cette première partie, de présenter les trois niveaux d'apprentissage contribuant à l'entreprise apprenante. Ce concept, créant une culture d'entreprise (visant à encourager tous ses membres à apprendre en permanence) et des contextes de travail permettant aux individus de s'épanouir, semble tout à fait intéressant. En effet, cela permet d'encourager les personnes à apprendre en permanence et favorise, de plus, l'émergence de processus visant à développer l'innovation et la création au sein de l'entreprise.

Dans le cadre de ce travail, il faut pousser le concept d'organisation apprenante au delà d'une unique entreprise. En effet, nous cherchons à élargir à plusieurs, afin de solliciter de nouvelles connaissances et compétences à l'extérieur, dans le but d'accroître la capacité d'apprentissage pour innover de chacune d'entre elles. Malgré la baisse des ressources en homme, en temps et en argent, les entreprises se doivent pour exister et se différencier de garder l'avantage de la flexibilité et leurs capacités d'adaptation et de créativité qui leurs permettent d'innover et de diversifier rapidement leurs activités. Mais pour être performantes, elles doivent apprendre à apprendre afin de pouvoir développer leurs activités de conception innovante.

Plusieurs questions apparaissent : comment enclencher les processus d'apprentissage entre plusieurs entreprises, clients, fournisseurs, concurrentes ou non ? Quelle forme ou structure organisationnelle est la mieux adaptée pour les réunir ? Comment peut-on caractériser cette structure ?

III.2. Des processus d'apprentissage au réseau d'apprentissage

Après avoir vu les différents types d'apprentissage formant l'organisation apprenante, nous allons voir, dans cette seconde partie, les différents aspects nécessaires pour enclencher ces processus d'apprentissage entre plusieurs entreprises. Ils seront développés à l'aide d'un schéma directeur adapté au développement de l'apprentissage, « *le carré magique* » de Probst et Büchel (1997) représenté Figure III-2. Ce schéma comporte en effet, les quatre dimensions principales se trouvant au centre d'une organisation apprenante, à savoir : la stratégie de l'entreprise, la structure de l'organisation, la culture et le personnel de l'entreprise.

Dans une seconde partie, nous aborderons le mode d'organisation en réseau, et plus particulièrement le réseau d'apprentissage, que nous caractériserons.

III.2.1. Processus d'apprentissage

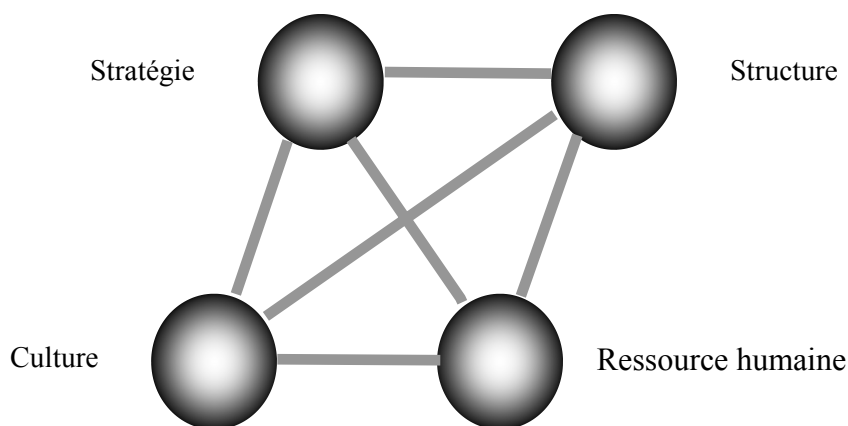


Figure III-2 : « *Le carré magique* » (Probst and Büchel 1997)

« Chaque dimension de ce carré magique (Figure III-2) a une influence sur les autres dimensions et agit directement ou indirectement sur l'apprentissage » (Probst and Büchel 1997). On remarque qu'il n'y aura pas une configuration unique car chaque élément de ce carré a une influence sur l'apprentissage, et donc, sur la configuration de l'organisation. Ce qui nous intéresse ici est d'établir les critères, englobant les quatre dimensions de ce carré, qui permettront de caractériser et de constituer une étape vers la démarche d'apprenance. En effet,

chaque entreprise qui entreprend une démarche d'apprenance n'effectuera pas le même parcours et n'empruntera pas le même chemin (Belet 2003). Nous allons maintenant développer plus particulièrement les dimensions liées à la stratégie et la structure en nous focalisant, non plus sur une entreprise, mais sur un ensemble d'entreprises désirent développer leurs capacités d'apprentissage à innover en partageant leurs savoirs et savoir-faire. Les deux autres dimensions seront détaillées dans le chapitre IV.

III.2.1.1. La stratégie de l'entreprise

Dans le contexte actuel toujours plus complexe et incertain, les entreprises sont dans l'obligation d'orienter leurs activités quotidiennes vers les besoins de demain (Laban, Giovanelli et al. 1995). Les PME, particulièrement sensibles à ces changements à cause de leurs ressources nettement plus faibles que celles des grandes entreprises sont particulièrement touchées. Les dirigeants s'aperçoivent que les structures traditionnelles ne permettent plus de répondre à ces problèmes.

Pour répondre à ces contraintes et accroître ou préserver leur compétitivité, les entreprises doivent s'appuyer, dans un souci d'efficacité, sur des ressources qui complètent et dépassent leurs attributs internes ; cela les amène à reconsidérer leurs frontières et à travailler, à coopérer ou encore à collaborer entre elles.

Les formes d'organisation inter-entreprises, tels que les réseaux, qui apparaissent comme des instruments stratégiques pour les entreprises (Josserand 1996; Jolly 2001; Moreau 2003). En effet, ces formes sont différentes des logiques de marché et de bureaucratie (Weil and Durieux 2000), et peuvent servir de levier pour l'enclenchement de processus d'apprentissages collectifs pour ainsi inscrire les entreprises dans des dynamiques d'innovation difficilement conductibles de manière autonome.

Cet apprentissage collectif, qui regroupe des entreprises, leur permet de mutualiser certaines ressources et de supporter à plusieurs les coûts et les risques générés, de façon à bénéficier non seulement d'un effet-taille mais également d'une complémentarité en matière de savoir-faire, à même de développer les capacités de chacune des entreprises. Cela devient un lieu de production et d'accès à des connaissances et à des compétences inédites, non disponibles en interne. C'est une voie privilégiée et différente qui permet de démultiplier les bénéfices tirés dans le but d'initier des projets innovants (Huet 2004). Ces interactions inter-entreprises

couvrent un large spectre de formes d'organisations qui s'étend des relations clients-fournisseurs de longue durée (partenariats) à la création d'entités juridiques indépendantes (joint-ventures, par exemple). Nous détaillerons et définirons, dans le III.2.2, les différents modes d'organisation de type « réseau ».

III.2.1.2. La structure : différents modes d'organisation possibles

Après une revue de la littérature, quatre modes d'organisation de l'entreprise émergent ; en effet, Jarillo (1988) élargit les notions de marché, de bureaucratie et de clan, introduites par Ouchi (1979; 1980), à celle de réseau. Ces notions peuvent être caractérisées en référence à la relation (coopération, ou non) d'une part, et à la présence, ou non, de liens hiérarchiques d'autre part (Jarillo 1988).

La figure III-3 illustre et caractérise ces modes d'organisation.

| | Non coopération | Coopération |
|--------------------------------------|-----------------|-------------|
| Mode d'organisation non hiérarchique | Marché | Réseau |
| Mode d'organisation hiérarchique | Bureaucratie | Clan |

Figure III-3. Les quatre modes d'organisation (Josserand 1997)

Dans le cadre de ce travail, le marché et la bureaucratie, modes d'organisation non coopératifs, ne sont pas adaptés à notre volonté de coopération des membres de différentes entreprises. Le marché fonctionne grâce à l'existence d'un système de prix, c'est le prix qui contient toute l'information nécessaire à l'équité de la transaction. La bureaucratie, quant à elle, implique la reconnaissance d'une autorité légitime qui influence les orientations stratégiques de l'entreprise. Par ailleurs, l'exercice du pouvoir de commandement par la hiérarchie, comme dans le cas de la bureaucratie ou du clan, est un « *puissant inhibiteur des processus d'apprentissage et freine le changement* » (Jolly 2001; Belet 2003). En effet, il stérilise la créativité, la réflexion, l'initiative, les motivations et joue de façon négativement générale sur la performance des individus (Serieyx and Azoulay 1996). Ces trois modes d'organisation (le marché, la bureaucratie et le clan) ne sont donc pas adaptés à notre volonté de favoriser l'apprentissage au sein d'une relation coopérative.

En revanche, le réseau, caractérisé comme « *un système coordonné d'acteurs hétérogènes, développant des transactions fondées sur des relations de coopération, afin de poursuivre collectivement un objectif partagé* » (Voisin, Sihem et al. 2004), semble ainsi être le mode d'organisation privilégié, faisant coopérer des entreprises aux logiques différentes, au sein d'une structure non hiérarchique, autour d'un projet unificateur. Il est, par ailleurs, considéré comme une forme d'organisation intermédiaire : conciliation entre coopération et compétition (Koenig and Van Wijk 1992; Rolland 2000). En effet, les partenaires sur certains projets peuvent en même temps rester concurrents sur d'autres marchés (Vieillot 1998).

III.2.2. Différents modes d'organisation de type « réseau » : un état de l'art

La structure d'un réseau de partenaires, composée par les acteurs, les activités et les ressources, est définie dans le modèle proposé par Hakan Hankansson et Ivan Snehota (1995; 2001).

Les acteurs, situés à différents niveaux hiérarchiques, peuvent être des individus, des groupes d'individus, des groupes dans l'entreprise, des entreprises ou encore des regroupements d'entreprises. Cinq caractéristiques sont identifiées pour décrire les acteurs, à savoir : exécuter et contrôler les activités, échanger avec d'autres acteurs, baser leurs activités sur les ressources (directe ou indirecte via les relations inter-acteurs), avoir un objectif orienté, disposer des connaissances différentes par rapport aux autres (acteurs, activités et ressources) (Hakansson and Johanson 2001).

Les activités ont lieu quand un ou plusieurs acteurs développe, échange, ou crée des ressources en utilisant d'autres ressources. Deux principaux types d'activités sont identifiés, à savoir : les activités de transformation, qui sont la plupart du temps contrôlées par un acteur, consistent à modifier une ressource d'une certaine façon ; les activités de transfert, quant à elles, permettent de transférer une ressource, sans la modifier, d'un acteur à un autre (Hakansson and Johanson 2001).

Les ressources sont hétérogènes et détenues par un ou plusieurs acteurs ; elles peuvent être caractérisées par trois attributs, à savoir : les acteurs qui contrôlent la ressource, l'utilisation

des ressources dans les activités et par la polyvalence des ressources (Hakansson and Johanson 2001).

On remarque que ce modèle se base sur les relations entre les acteurs interconnectés ; trois types de liens sont identifiés, à savoir : les liens entre les activités (*activity links*) (Figure III-4), les liens entre les ressources (*resource ties*) (Figure III-5) et les liens entre les acteurs (*actor bonds*) (Figure III-6).

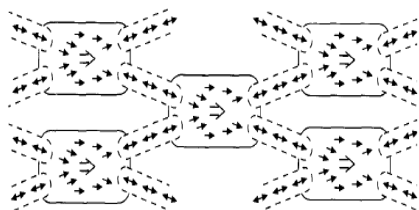


Figure III-4 : Activity links
(Hakansson and Snehota 1995)

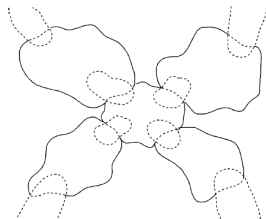


Figure III-5 : Resource ties
(Hakansson and Snehota 1995)

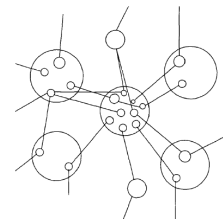


Figure III-6 : Actor bonds
(Hakansson and Snehota 1995)

Ces liens vont permettre de décrire l'ensemble de la structure des relations entre les acteurs et les entreprises (Figure III-7).

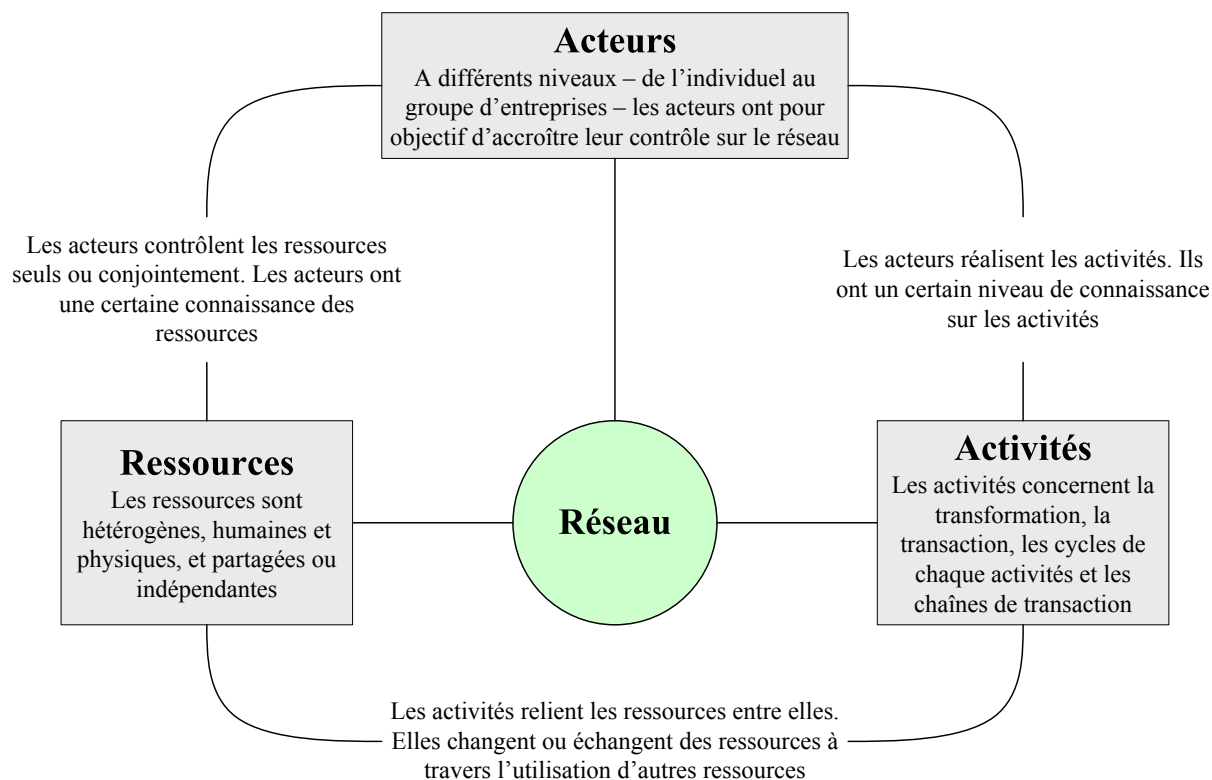


Figure III-7 : Structure d'un réseau d'après (Hakansson and Johanson 2001)

Après avoir identifié les caractéristiques générales du mode d'organisation en réseau, nous allons détailler les différents modes d'organisation de type « réseau » présents dans la littérature scientifique.

III.2.2.1. L'association

Le Petit Larousse définit l'association comme : « *un groupement de personnes réunies dans un dessein commun, non lucratif* » (Larousse 2003).

L'association est un contrat de droit privé, défini par des statuts, comportant obligatoirement : le siège social, le but ou objet de l'association ainsi que les moyens mis en œuvre pour atteindre ce but. Par ailleurs, l'article premier de la loi du 1^{er} juillet 1901, définit l'association comme : « *la convention par laquelle deux ou plusieurs personnes mettent en commun d'une façon permanente leurs connaissances ou leurs activités dans un but autre que de partager les bénéfices. Elle est régie, quant à sa validité, par les principes généraux du droit applicables aux contrats et obligations* ».

Exemple : l'Association Française de Mécanique³ (AFM), créée en 1997 par l'union de 17 sociétés savantes et d'industriels couvrant les disciplines de la mécanique. C'est une instance d'information, d'échange et de réflexion pour la communauté mécanicienne : cadres de l'industrie et des structures de transfert, enseignants et chercheurs ; elle permet à chacun d'être le meilleur. L'association regroupe des mécaniciens désireux de s'enrichir de leurs compétences complémentaires.

III.2.2.2. Le partenariat

Les partenariats offrent aux firmes un accès à des connaissances distinctes des leurs, issues de constructions inscrites dans des trajectoires singulières. C'est la distance cognitive entre les partenaires qui caractérise les partenariats et détermine les opportunités d'apprentissage pouvant émerger lors de la coopération. Plus la proximité cognitive est avérée (plus les bases de connaissances se chevauchent), moins les perspectives d'apprentissage et d'accès à des connaissances originales pour les partenaires sont prononcées (Balantzián 1997; Huet 2004).

³ <http://www.afm.asso.fr/>

Le partenariat désigne généralement une démarche destinée à coordonner les actions, flux de biens et de services le long d'une chaîne de valeur, d'organisations juridiquement autonomes développées entre un client et son fournisseur (Voisin, Sihem et al. 2004). Les entreprises ne sont donc pas directement en concurrence les unes avec les autres, comme dans le cas des alliances (que nous verrons dans le III.2.2.3) (Garrette and Dussauge 1996).

Exemple : GDF SUEZ s'est associé avec l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), première organisation environnementale mondiale, dans un grand partenariat⁴ :

- Le Comité français de l'UICN accompagne GDF SUEZ dans la prise en compte de la biodiversité dans la politique et les activités du Groupe (organisation de journées de formation, ...), tandis que,
- GDF SUEZ soutient financièrement les projets du Comité français de l'UICN (mise à jour de la liste des espèces les plus menacées, ...).

Blanche Segrestin identifie dans sa thèse un type particulier de partenariat, à savoir, les partenariats d'exploration (Segrestin 2003). Au travers de cette forme particulière de coopération inter-entreprises « *les acteurs coopèrent pour partir en reconnaissance de nouveaux champs d'action et pour susciter de nouvelles opportunités* » (Segrestin 2006). Pour Segrestin, deux dimensions sont à prendre en compte de manière simultanée pour piloter l'exploration collective ; en effet, il s'agit de gérer simultanément la coordination entre les acteurs, mais aussi la cohésion au sein du collectif d'action, c'est-à-dire les conditions d'adhésion et d'intérêts communs qui permettent d'engager l'action (Segrestin 2003; Le Masson, Weil et al. 2006).

III.2.2.3. L'alliance

L'alliance inter-entreprise, forme d'organisation intermédiaire (entre coopération et compétition), est un lien tissé volontairement entre plusieurs firmes souveraines (centres autonomes de décision stratégique n'appartenant pas à un même groupe) et concurrentes (Garrette and Dussauge 1996; Moreau 2003). Elle se caractérise par la mise en commun, par au moins deux entreprises, d'une fraction de leurs ressources (partage d'actifs matériels ou

⁴ <http://www.gdfsuez.com/fr/accueil/>

immatériels) pour la poursuite d'objectifs conjoints dans un espace donné et l'obtention d'avantages réciproques ; s'il en résulte une interdépendance sur un champ d'action donné, les alliés restent autonomes en dehors de ce périmètre de coopération (Jolly 2001; Huet 2004).

L'alliance se définit comme un accord de coopération avec peu ou pas de contrôle « dur ». Un contrôle est qualifié de « dur » dans la mesure où il met en œuvre des engagements formels. Un contrôle est qualifié de « lâche » quand il correspond à des situations dans lesquelles le respect des termes de l'accord repose sur des mécanismes informels (persuasions, menaces, avertissements) (Koenig and Van Wijk 1992). Cependant, une alliance suppose un contrat (explicite ou tacite, écrit ou non) entre les firmes partenaires. Dans certains cas, pour donner une personnalité morale distincte des entreprises partenaires, les alliés créent une entité juridique spécifique, une filiale commune appelée « *joint venture* » (voir III.2.2.5.) (Garrette and Dussauge 1996).

Lorsque les partenaires mettent en commun une fraction de leurs ressources, la nature de ces apports conditionne le type d'activité conjointe. On distingue deux archétypes d'alliances qui visent à des effets de complémentarité : les endogamies (entreprises présentant des profils voisins) et les exogamies (entreprises présentant des profils contrastés). Dans le premier cas, c'est l'effet de taille (quantitatif) qui est recherché, dans le second, ce sont les effets de complémentarité et de métissage (qualitatif) (Moreau 2003).

Exemple : Conclue en mars 1999, l'alliance entre Renault et Nissan⁵ a permis de constituer un groupe automobile puissant et de développer les synergies, tout en conservant la culture et l'identité de chaque marque. L'alliance entre ces deux constructeurs automobiles ambitionne de se classer parmi les trois premiers constructeurs automobiles généralistes.

Un exemple de bénéfice et résultat de cette alliance est la mutualisation des expertises et le partage de technologies : Nissan pilote le développement de nouveaux moteurs à essence, tandis que Renault s'occupe de celui de moteurs diesel.

III.2.2.4. Entreprise étendue (ou entreprise en réseau)

L'entreprise étendue peut être définie comme « *un ensemble d'agents partenaires partageant des ressources et des compétences complémentaires, similaires ou dissimilaires et coopérant* »

ensemble afin de maximiser des objectifs partagés » (Boughzala 2001). Une entreprise étendue comprend en général deux types d'agents, à savoir :

- des agents partenaires (des sous-traitants, des prestataires, des fournisseurs, des experts, ...) qui travaillent en étroite coopération, au niveau de la conception, de la fabrication ou encore de la distribution, avec des entreprises partenaires ;
- un agent coopérateur, c'est-à-dire une entreprise pilote ou tête de réseau, qui assure la coopération entre les différents agents partenaires (Capraro and Baglin 2003).

L'entreprise étendue repose ainsi sur l'existence d'un agent coopérateur qui assure, via une coopération diagonale, les liaisons entre tous les agents partenaires au sein de l'entreprise étendue (Boughzala 2001).

La plupart du temps cette forme d'organisation vient d'une décision d'externalisation, sur un mode coopératif, par une entreprise initiatrice, d'activités qu'elle n'a pas intérêt à (et/ou la possibilité de), réaliser elle-même ; c'est le cas d'une entreprise souhaitant recentrer ses activités sur le cœur de métier pour rester compétitif. L'entreprise étendue, qui fonctionne essentiellement sur la base d'alliances et de partenariats, permet, par ailleurs, de regrouper des entreprises pour réaliser de grands projets, infaisable de manière autonome.

Exemple : L'implantation de l'usine Micro Compact Car (MCC), filiale de DaimlerChrysler, en charge du développement du véhicule urbain « Smart » à Hambach (57), montre que l'usine a été conçue pour intégrer sur un même site le constructeur et ses partenaires clés.

III.2.2.5. L'entreprise commune, la coentreprise ou joint venture

Les termes entreprise commune, coentreprise ou *joint venture* (expression anglaise également utilisée en français) désignent un projet déterminé commun pour lequel deux entreprises, ou plus, se sont groupées ; les parts détenues sont variables (égales ou non). Afin qu'il y ait création d'entreprise commune, il est indispensable dans le droit français, qu'une nouvelle personnalité juridique soit créée et dotée de capitaux et moyens. Ces structures, ayant souvent une durée de vie limitée, permettent de mettre en commun l'expertise des partenaires

⁵ <http://www.renault.fr/>

(connaissances, technologies, ressources, ...) pour la réalisation d'un projet industriel aux objectifs difficilement réalisables de manière autonome.

Lors de la création d'une entreprise commune il semble indispensable de prévoir dans les statuts de celle-ci les procédures de sortie pour chacune des parties.

Exemple : Thales Alenia Space⁶, leader mondial en termes de commandes et premier constructeur européen dans le domaine des satellites et de l'infrastructure orbitale, est une coentreprise franco-italienne détenue par Thales (France) à 67% et Finmeccanica (Italie) à 33%.

III.2.2.6. Le consortium

Le Petit Larousse définit un consortium comme un « *groupement d'entreprises [...] en vue d'opérations communes* » (Larousse 2003).

Dans le cadre d'un consortium, des acteurs aux horizons et perspectives différentes, mettent en commun leurs compétences et travaillent ensemble sur un même projet ; dans la majeure partie du temps, un projet de recherche. Les membres peuvent être des laboratoires ou organismes de recherche, des entreprises (grands groupes industriels, PME, ...), des établissements d'enseignement supérieur. Le but du consortium est de coordonner et d'animer l'ensemble des apports des partenaires au consortium (spécificités, connaissances, moyens techniques, financiers, humains, perception du projet de recherche) dans l'optique de réaliser un projet de recherche en commun.

En plus de la confiance entre les partenaires, des règles de fonctionnement du consortium doivent être définies au sein d'un « accord de consortium ». Cet accord, qui doit être soigneusement négocié, a pour rôle de clarifier la répartition des rôles, les notions de propriété industrielle, ..., et est passé entre l'ensemble des partenaires au démarrage du projet.

Le consortium constitue ainsi un moyen pour les partenaires : d'atteindre une taille critique, de bénéficier du « *background* » et connaissances des autres partenaires, de s'appuyer sur des compétences externes coûteuses à acquérir seul, d'optimiser les apports de chacun, de s'ouvrir à d'autres approches sur une même problématique et d'explorer des pistes nouvelles.

⁶ <http://www.thalesonline.com/space/>

Exemple : le World Wide Web Consortium⁷ (W3C) est un consortium international, regroupant plus de 400 membres à travers le monde (IBM, Cisco, Nokia, CERN, Université d'Oxford, ...), dont la mission est de développer des standards web. En effet, le W3C est chargé de promouvoir la compatibilité des technologies du World Wide Web telles que HTML, XHTML, XML, ..., en émettant des recommandations à valeur de standards industriels.

III.2.2.7. Les communautés de savoir

Une communauté de savoir peut se définir comme « *un groupe informel (qui doit être bien distingué des entités formelles telles que les groupes fonctionnels ou les équipes projet) de membres caractérisé par les propriétés suivantes :*

- *Le comportement des membres se caractérise par l'engagement volontaire dans la construction, l'échange et le partage d'un répertoire de ressources cognitives communes ;*
- *A travers leurs pratiques et leurs échanges répétés, les membres d'une communauté donnée construisent progressivement une identité commune ;*
- *Le ciment de la communauté de savoir est assuré par le respect de normes sociales propres à la communauté » (Cohendet, Créplet et al. 2006).*

La littérature fait état de différents types de communautés de savoir ; on peut notamment citer :

- Les communautés épistémiques, qui font référence à de petits groupes d'agents partageant un but de création de nouvelles connaissances et un cadre commun permettant l'appréhension collective de cette activité (Cowan, David et al. 2000; Cohendet, Créplet et al. 2003).
- Les communautés de pratique, dont le concept a été introduit en 1991 par Lave et Wenger (1991), correspondent à des groupes d'agents partageant les mêmes pratiques et communiquant régulièrement entre eux sur leurs activités. Le but consiste à accumuler de la connaissance et augmenter les compétences au sujet

⁷ <http://www.w3.org/Consortium>

d'une pratique donnée ; les membres se font par ailleurs circuler les meilleures pratiques entre eux (Cohendet, Créplet et al. 2003; Muller 2004). Ce concept désigne ainsi le processus d'apprentissage social émergeant lorsque des individus, ayant un centre intérêt commun, collaborent mutuellement.

Exemples : les Learning Groups de Hewlett Packard, les Peer Groups de British Petroleum ou encore les *Knowledge Network* d'IBM Global Services sont des groupes informels qui rassemblent des membres de l'organisation autour d'un domaine de connaissance particulier.

III.2.2.8. Les clusters, les grappes technologiques et les districts industriels

L'étude de l'organisation des tissus socio-économiques et des phénomènes d'agglomérations spatiales ont engendré un grand nombre de notions, à savoir : cluster, grappes d'entreprises, districts industriels.

III.2.2.8.1. Les clusters

Les concepts fondateurs du « cluster » ont été développés par l'économiste français François Perroux (1961) dans son ouvrage *L'Economie du XXème siècle* ; il s'agit des « *pôle de croissance* » ou « *pôle de développement* ».

Ces travaux ont été repris par Michael Porter (1998), professeur à l'université de Harvard, qui en s'inspirant de la théorie des avantages comparatifs, propose la notion de « *competitive clusters* » qui rassemblent, sur une même zone géographique et dans une branche d'activité spécifique, une masse critique de ressources et de compétences (des entreprises de tailles diverses, des laboratoires de recherche public ou privé, ...) procurant à cette zone une position-clé dans la compétition économique mondiale.

Il définit ainsi le cluster comme « *un groupe d'entreprises et d'institutions associées dans un champ particulier, géographiquement proches et liées par des attributs communs et des complémentarités* » (Porter 1998).

Le terme « *cluster* » peut être traduit en français par « *1. grouper (en grappes), rassembler en groupes ; 2. se former, croître en grappes* » (Harrap's 1980), d'où la désignation française de « *grappe technologique* ».

III.2.2.8.2. Les grappes technologiques

Une grappe technologique est ainsi, tout comme un cluster, un regroupement d'entreprises de tailles diverses, ayant des intérêts communs et développant volontairement des relations de coopération dans un ou plusieurs domaines technologiques. L'objectif de ce regroupement est :

- d'avoir un accès plus facile aux compétences partagées;
- d'accélérer la diffusion des technologies;
- de partager les risques technologiques et les coûts d'actions concertées.

Pour les entreprises participantes il s'agit d'adopter l'état d'esprit du cluster. En effet, il est nécessaire pour les entreprises de s'investir dans les travaux de la grappe, et ce, en communiquant leurs idées, besoins et compétences, tout en sachant être à l'écoute de leurs partenaires. Ainsi, les acteurs doivent pouvoir évoluer dans une ambiance de confiance mutuelle.

III.2.2.8.3. Les districts industriels

La notion de « *district industriel* » a été quant à elle mise en avant pour la première fois en 1890 par l'économiste Alfred Marshall professeur à l'Université de Cambridge (Marshall 1971).

Un district industriel est considéré comme une « *entité socio-territoriale caractérisée par la présence active d'une communauté de personnes et d'une population d'entreprises dans un espace géographique et historique donné* » (Becattini 1987) cité dans (Baroncelli 2007).

La notion de district industriel est communément associée à l'exemple italien avec ses fameux districts industriels italiens (construction mécanique, habillement, chaussures). La réussite de ces districts repose sur trois points essentiels, à savoir :

- une spécialisation de la production dans un secteur signifiant de l'identité du territoire,
- une interrelation entre l'activité économique et la vie culturelle et sociale,
- un tissu productif composé essentiellement de petites entreprises (à noter que les entreprises italiennes de moins de 10 salariés représentent 95 % du total des

entreprises et 47 % des salariés, pour 22 % en France et 27 % en Allemagne) (DATAR 1999).

Ces districts sont un véritable moteur pour l'économie nationale car ils emploient 40% de la main d'œuvre manufacturière italienne (DATAR 1999).

III.2.2.8.4. Conclusion sur les clusters, les grappes technologiques et les districts industriels

On remarque que ces trois termes renvoient vers le même concept, à savoir, un regroupement cohérent d'entreprises, de laboratoires de recherche, dans un domaine particulier, le tout concentré sur une même zone géographique. En III.2.2.9 et III.2.2.10 nous présenterons deux cas particuliers de cluster, grappe ou district industriel, à savoir : les pôles de compétitivité et les systèmes productifs locaux.

III.2.2.9. Les pôles de compétitivité

Le rapport « *Les pôles de compétitivité : faire converger performance et dynamique territoriale* » du Conseil Economique et Social définit les « *pôles de compétitivité* » comme « une combinaison sur un espace géographique donné d'entreprises, de centres de formation et d'unités de recherche publiques ou privées, engagés dans une démarche partenariale, destinée à dégager des synergies autour de projets communs au caractère innovant ». Les trois piliers des pôles de compétitivité, à savoir : la formation, la recherche, et l'entreprise inscrits dans un territoire, se retrouvent au travers de cette définition (CES 2008).

La politique des pôles de compétitivité a été décidée, en France, lors du Comité Interministériel d'Aménagement et de Compétitivité des Territoires (CIACT) de décembre 2002. Ces pôles ont pour objectif de rendre l'économie plus compétitive, tout en luttant contre les délocalisations, de créer des emplois, de rapprocher la recherche privée et publique et de développer certaines zones en difficulté. Pour faciliter et encourager la création et l'activité au sein des pôles, ceux-ci sont dotés de subventions publiques et sont soumis à un régime fiscal particulier. Depuis juillet 2007, 71 pôles de compétitivité, divisés en trois catégories, à

savoir : pôles mondiaux (7), pôles à vocation mondiale (10) et pôles nationaux (54), sont répartis sur le territoire français⁸.

Exemple : En juin 2005, le pôle « *Véhicule du futur* »⁹ (national) a été créé dans l'espace transfrontalier situé entre l'Alsace et la Franche-Comté. Il a pour vocation de devenir une référence de rang mondial pour ses capacités à proposer des solutions pour les véhicules et mobilités du futur ; notamment sur trois thématiques : les véhicules propres, les véhicules et réseaux intelligents, et, l'excellence des entreprises. Le pôle, bénéficiant du soutien des collectivités locales, s'appuie sur :

- une base industrielle composée de 6 constructeurs (PSA Peugeot Citroën, Alstom Transport, Bugatti, ...), 58 équipementiers et 400 fournisseurs ou sous-traitants (environ 90 000 salariés),
- une recherche publique s'adossant sur 4 universités, 7 écoles d'ingénieurs et 54 équipes de recherche publique ; sans oublier la R&D privée du plus grand centre de développement automobile hors Ile-de-France (445M€ consacrés à la R&D privée).
- une offre en terme de formation supérieure de plus de 200 formations liées aux activités du pôle.

III.2.2.10. Les systèmes productifs locaux

Les systèmes productifs locaux (SPL) sont l'application française des travaux sur les districts industriels d'Alfred Marshall (1971). La DATAR¹⁰ définit les systèmes productifs locaux comme : « *une organisation productive particulière localisée sur un territoire correspondant généralement à un bassin d'emploi. Cette organisation fonctionne comme un réseau d'interdépendances constitué d'unités productives ayant des activités similaires ou complémentaires qui se divisent le travail (entreprises de production ou de services, centres de recherche, organismes de formation, centres de transfert et de veille technologique, etc.)* » (DATAR 2002)

⁸ <http://www.competitivite.gouv.fr/>

⁹ <http://www.vehiculedefutur.com/>

¹⁰ Délégation à l'Aménagement du Territoire et à l'Action Régionale

Nous identifions ainsi les éléments suivants préalables à la constitution de systèmes productifs locaux :

- l'existence d'une concentration de PME ;
- l'appartenance des PME à un secteur, ou à un couple produit/marché ;
- l'existence de relations interentreprises fortes ;
- l'accès à un ensemble de services marchands et non-marchands afin que les entreprises acquièrent un avantage à être dans le système ;
- l'idée d'une culture commune.

Nous constatons que bien le cœur des SPL soit bien constitué par les entreprises, qui sont appuyées par des partenaires locaux mobilisant des ressources locales.

Les SPL comptant plusieurs dizaines d'entreprises dans leurs rangs peuvent devenir force de propositions sur le plan national et européen, et ainsi s'attaquer à la possibilité de faire de la Recherche. Cela leur permettraient de rivaliser ou même de devenir un pôle de compétitivité ; en 2009, c'est le cas d'une douzaine de systèmes productifs locaux en France.

Exemple : La « *Mecanic Valley* »¹¹, créée en 1999, est un Système Productif Local (SPL) qui regroupe 125 adhérents : 88 entreprises (6 grandes entreprises et une multitude de PME et TPE) et 37 organismes. Les entreprises membres emploient 11 700 salariés répartis sur trois départements (Aveyron, Corrèze et Lot) et réalisent un chiffre d'affaires global de 1,12 Milliard d'euros. Les entreprises s'efforcent de regrouper leurs activités autour des métiers de l'aéronautique, de l'automobile et de la machine-outil. Trois axes prioritaires ont été définis pour tirer les activités vers le haut, à savoir : former et recruter dans des domaines innovants, échanger des savoir-faire et développer des interactions entre les entreprises, et communiquer et développer une image forte autour du concept de « *Mecanic Valley* ». Parmi les projets en commun déjà mis en place, nous pouvons citer : une centrale d'achats, un site internet commun, des cycles de formation pour les dirigeants.

¹¹ <http://www.mecanicvallee.com/accueil.php>

III.2.2.11. Synthèse sur les différents modes d'organisation de type « réseau »

Après avoir identifié et caractérisé différents modes d'organisation de type « réseau » présents dans la littérature, il paraît intéressant de les classer au travers de critères communs. Trois critères, définis sur deux niveaux, vont pour cela être utilisés :

- Le type d'engagement entre les partenaires : formel ou informel
- Le rapport entre les partenaires : concurrentiel ou non concurrentiel
- Le processus de travail en groupe : coopération ou collaboration

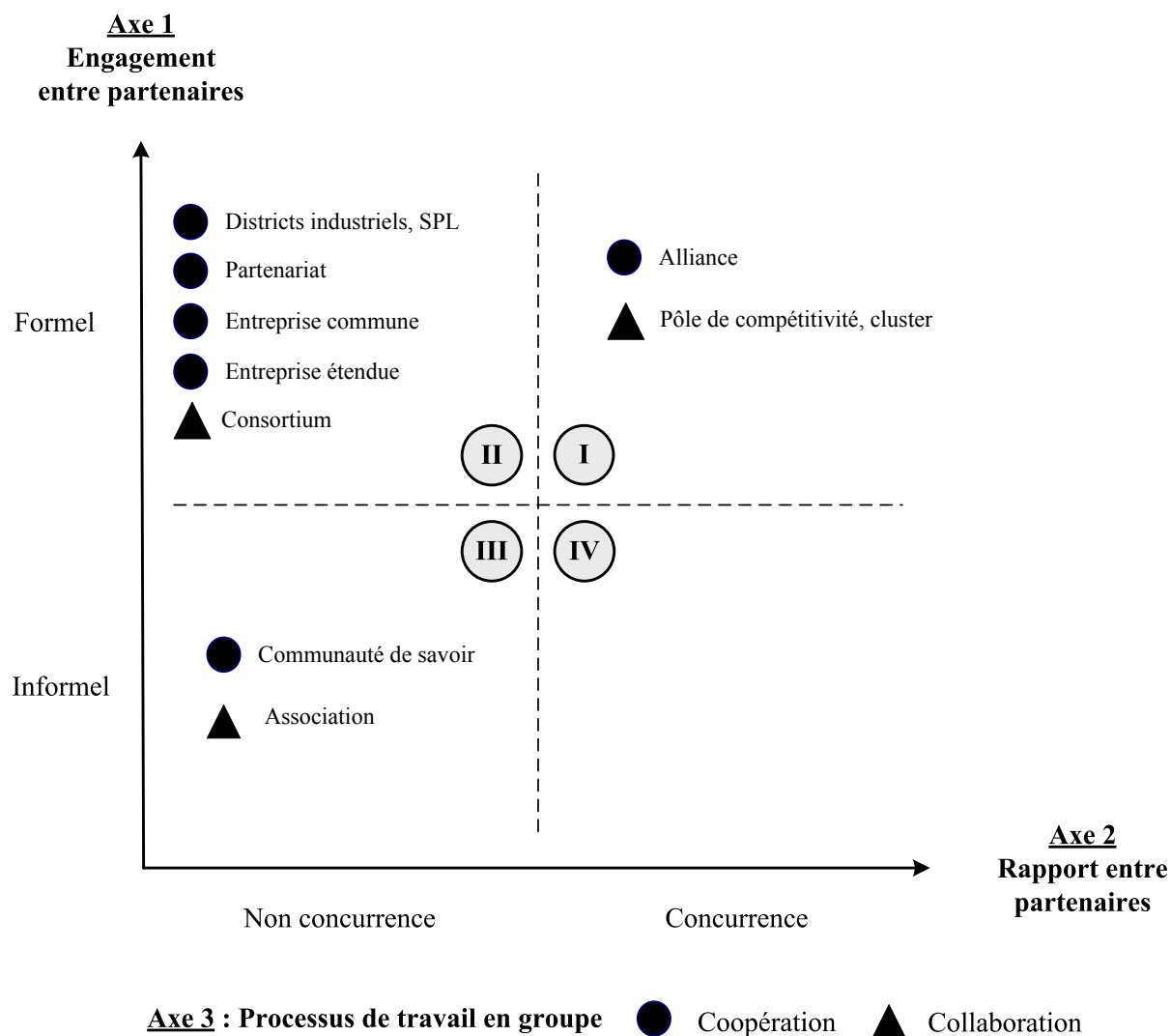


Figure III-8 : Classification des différents modes d'organisation de type « réseau »

Quatre groupes de mode d'organisation de type « réseau » se distinguent après cette classification (Figure III-8) :

Le premier groupe, qui correspond au couple (rapport de concurrence, engagement formel), rassemble les partenaires concurrents, désirant mettre en commun une fraction de leurs ressources (matérielles ou immatérielles) pour bénéficier d'un effet de taille, ou un effet de complémentarité. Pour éviter tout comportement opportuniste, un contrat lie les partenaires. C'est l'occasion de réaliser un projet aux objectifs difficilement atteignable de manière autonome qui stimule les partenaires à se regrouper ; les avantages obtenus sont réciproques. Ces modes d'organisation de type « réseau » permettent ainsi de réaliser un projet où chaque partenaire apporte ses propres ressources pour former un ensemble ; l'apprentissage ou le transfert de technologie n'est pas l'objectif de ces modes d'organisation.

Le second groupe, qui présente les caractéristiques du couple (rapport de non concurrence, engagement formel), regroupe des membres aux horizons et perspectives différentes ayant un ou plusieurs objectifs communs. Le fait d'appartenir à des secteurs d'activités distincts couplés aux accords formels qui les lient leurs permettent d'échanger leurs connaissances et partager leurs expériences sans risque. Ces deux caractéristiques semblent former un lieu particulièrement propice à l'apprentissage entre membres ayant des connaissances, expériences et parcours distincts ; cela les place a priori dans un environnement favorable à l'innovation.

Dans le troisième groupe, qui fait référence au couple (rapport de non concurrence, engagement informel), les membres se réunissent afin de mettre en commun leurs connaissances ou leurs activités sur un sujet partagé. L'absence de relation concurrentielle entre les membres, offre la possibilité de créer ces groupes informels où l'engagement est volontaire. Ces structures ne figurent par ailleurs dans aucun organigramme hiérarchique. L'apprentissage est situé au cœur de ces structures ; cependant le manque d'engagement formel entre partenaires limite les échanges sur les points confidentiels.

Enfin, le quatrième groupe (rapport de concurrence, engagement informel), resté vierge, ne semble pas être, au travers de notre revue de la littérature, une configuration retenue par des partenaires pour se regrouper. N'ayant aucun document formel, de type contrat ou engagement divers, les partenaires d'un côté, tout en restant concurrents de l'autre, prennent des risques élevés en terme de propriété intellectuelle, de stratégie, En effet, aucun

recours juridique ne pourrait être engagé en cas d'utilisation commerciale des ressources dérobées. Dans ce type de relations, les possibilités d'apprentissage sont très réduites par la méfiance entre les partenaires/concurrents.

III.2.3. Réseau d'apprentissage

Différents modes d'organisation de type « réseaux », aux finalités différentes, émergent ainsi de la littérature et de la pratique. On parle aussi de réseau d'information, permettant un échange de connaissances et d'informations ; en rajoutant la gestion de la fonction personnelle et relationnelle, le réseau d'apprentissage, centré sur l'acte d'apprendre, naît ; en lui associant la fonction résultat, il se transforme en réseau de co-production ajoutant une nouvelle finalité aux deux précédents : produire ensemble.

L'apprenance désigne, comme nous l'avons vu dans le paragraphe III.1.3, l'accroissement volontaire de la capacité individuelle et collective à apprendre, par un engagement entier, qui transforme les comportements et les croyances des individus. Le réseau d'apprentissage élargit ainsi la notion d'organisation apprenante en englobant les individus de différentes organisations juridiquement autonomes, afin de créer un contexte organisationnel favorable, stimulant les processus d'apprentissage, la créativité et l'innovation. Ce réseau est centré sur l'acte d'apprendre et donne une place essentielle à l'enrichissement des compétences de ses membres (transmission de connaissances tacites ou explicites, échanges d'expériences, élargissement de la réflexion, ...) (Collignon 2004). Il permet ainsi d'apprendre par la pratique, c'est-à-dire par confrontation d'idées, de connaissances ou d'expériences entre les partenaires. Ce partage de connaissances et la création de nouvelles connaissances collectives, permet alors à chaque membre du réseau d'apprentissage, d'accroître son efficacité dans son propre projet et par conséquent d'accroître la performance globale de son entreprise.

D'après Huet (2004), le mode d'organisation en réseau, est une voie privilégiée pour l'innovation. Loilier et Tellier (1999), quant à eux, précisent que les phénomènes d'apprentissage sont centraux dans le processus d'innovation. La combinaison de ces deux approches, que nous avons décrites, nous conduit à positionner le réseau d'apprentissage, qui semble être un lieu où la capacité à innover peut naître, au cœur de notre travail de recherche. Deux solutions sont envisageables pour les entreprises. Soit, les entreprises partenaires se connaissent et travaillent déjà ensemble et ce réseau leur permettrait de rajouter une

dimension à leurs relations, celle d'apprendre à apprendre ensemble. Soit, la volonté d'apprendre de différentes entreprises va les pousser à créer un réseau dans la forme la plus adaptée.

III.3. Conclusion

Le troisième chapitre de la thèse s'est attaché à explorer les modes d'organisation pour l'apprentissage. Nous avons tout d'abord identifié différents niveaux d'apprentissage possibles : individuel, collectif ou encore organisationnel. Dans un second temps, toujours avec l'objectif d'accroître l'efficacité, il paraît plus judicieux de regrouper des entreprises, de mutualiser certaines ressources, de supporter à plusieurs les coûts générés, de façon à bénéficier non seulement d'un effet-taille mais également d'une complémentarité en matière de savoir-faire, à même de développer les capacités de chacune des entreprises. C'est pourquoi nous nous sommes focalisés sur l'organisation en réseau. En effet, le réseau apparaît comme le mode privilégié et pertinent d'apprentissage de la conception innovante pour les entreprises. La littérature regorge d'une variété de modes d'organisation de type réseau, à savoir : alliance, partenariat, entreprise commune, consortium, cluster, association, communauté de savoir. Il a fallu les définir au travers de paramètres communs afin d'identifier la forme la plus adaptée par rapport à nos objectifs d'apprentissage et d'amélioration de la performance en conception. Ainsi, le réseau qui facilite l'apprentissage, et l'apprentissage qui favorise une montée en connaissances et en compétences des personnes, sont deux dimensions essentielles à la conception innovante et donc au développement de la capacité d'innovation des entreprises.

Proposer le réseau comme une alternative efficace en matière d'apprentissage pour innover ne reste cependant à ce stade de notre travail qu'une hypothèse proposée.

Dans le chapitre IV, après avoir caractérisé ce « réseau d'apprentissage pour la conception innovante », nous allons examiner comment les trois composantes principales identifiées (à savoir : la conception, les apprentissages et le mode d'organisation en réseau), vont nous permettre d'enrichir nos réflexions sur l'apprentissage de la conception en réseau afin de présenter l'apprentissage collaboratif de la conception.

CHAPITRE IV. Caractérisation du réseau d'apprentissage collaboratif pour la conception innovante

« Privilégiant à la fois l'autonomie, l'interdépendance et la complémentarité d'intelligences individuelles et collectives, le réseau, véritable accélérateur de particules, invite à produire de l'intelligence collective tout en garantissant à chacun son identité et sa liberté. Il développe des effets de synergie qui permettent à l'intelligence ajoutée de se manifester » (Serieyx and Azoulay 1996).

Fort de ce point de vue, ce chapitre IV se concentre sur un type particulier de réseau : un réseau permettant d'accroître les connaissances de ses membres. Ainsi, après avoir présenté dans les chapitres précédents, les trois dimensions participant au réseau d'apprentissage pour la conception innovante, à savoir : la conception innovante, les différents types d'apprentissage et le mode d'organisation particulier qu'est le réseau, nous allons nous attacher à caractériser ce type de réseau particulier dans ce chapitre.

Dans une première partie, nous détaillerons la méthode qui nous a permis d'aboutir aux différents critères permettant de caractériser le réseau d'apprentissage pour la conception innovante. L'ensemble des critères seront ensuite détaillés. La seconde partie de ce chapitre s'attache quant à elle, à positionner la caractérisation de ce réseau par rapport à la caractérisation de la conception intégrée. Nous extrairons également les caractéristiques communes entre le réseau d'apprentissage pour la conception innovante et la conception collaborative. Cela nous permettra de présenter l'apprentissage collaboratif de la conception.

IV.1. Caractérisation du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

Afin de réunir toutes les chances d'enclencher un apprentissage collectif, permettant ainsi aux entreprises de développer leurs capacités à innover, il faut s'intéresser à la nature même de ces réseaux. En effet, afin d'être capable de les créer, il faut en connaître les caractéristiques, c'est-à-dire élaborer le cahier des charges de ce que l'on va devoir construire et définir les caractéristiques générales que tout réseau de ce type doit avoir.

Après avoir présenté la méthode qui nous a permis de construire la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante, nous allons détailler étape par étape cette construction.

IV.1.1. Méthode de construction de la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante

Afin de construire la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante, nous avons tout d'abord élaboré une méthode en cinq étapes. La Figure IV-1 présente le schéma général de cette méthode.

La première étape du processus de caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante est appelée « identification des caractéristiques des trois dimensions à partir d'un état de l'art ». Elle se base sur les revues de la littérature effectuées dans les chapitre I et III sur les trois dimensions participant à l'élaboration du réseau d'apprentissage pour la conception innovante, que sont : la conception innovante, l'apprentissage et le réseau. En effet, dans les chapitres I et III nous nous sommes attachés à définir et caractériser ces trois concepts indépendamment les uns des autres. La deuxième étape a pour objectif de lier ces différentes caractéristiques.

Différentes étapes permettant de caractériser le réseau d'apprentissage pour la conception innovante

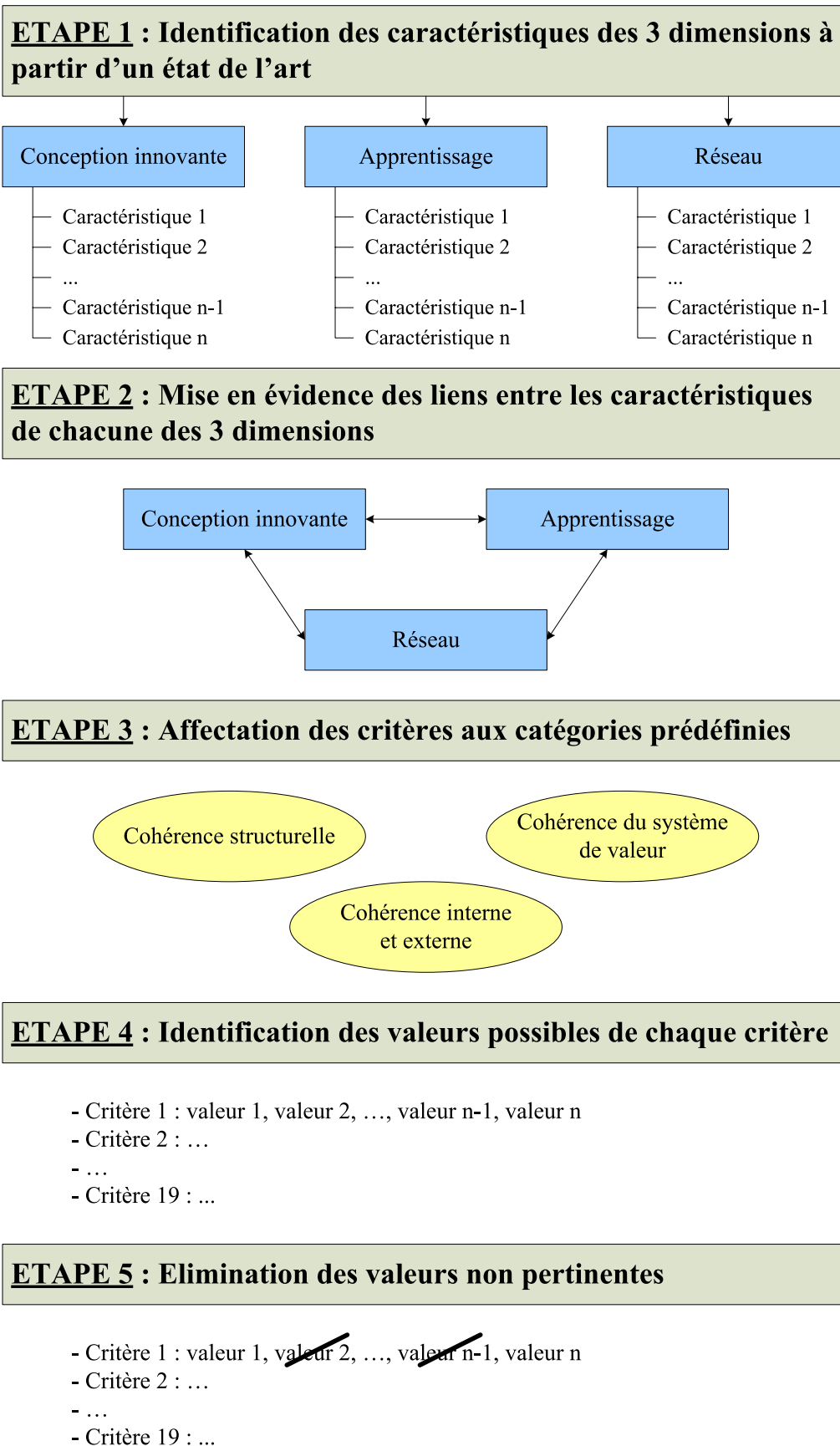


Figure IV-1 : Méthode nous ayant permis d'aboutir à la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante

En effet, dans la seconde étape de ce processus, nous allons nous attacher à mettre en évidence les liens entre les caractéristiques de chacune de ces trois dimensions. La troisième étape va quant à elle s'intéresser à l'affectation des critères dans des catégories prédéfinies par la littérature. Dans une quatrième étape, nous allons identifier les valeurs possibles de chacun des critères. Pour finir, la cinquième étape va nous permettre d'éliminer les valeurs non pertinentes des critères pour élaborer un réseau d'apprentissage pour la conception.

Les étapes de 2 à 5 de notre méthode vont maintenant être détaillées dans les paragraphes suivants.

IV.1.2. Mise en évidence des liens entre les caractéristiques de chacune des trois dimensions

La seconde étape de la méthode consiste en la « mise en évidence des liens entre les caractéristiques de chacune des trois dimensions ». En nous basant sur la revue de la littérature précédemment effectuée, nous avons identifié les liens entre ces différentes dimensions afin de caractériser le réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

La Figure IV-2 illustre la manière dont nous avons fait émerger les dimensions récurrentes et qui nous ont paru fondamentales pour caractériser le réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

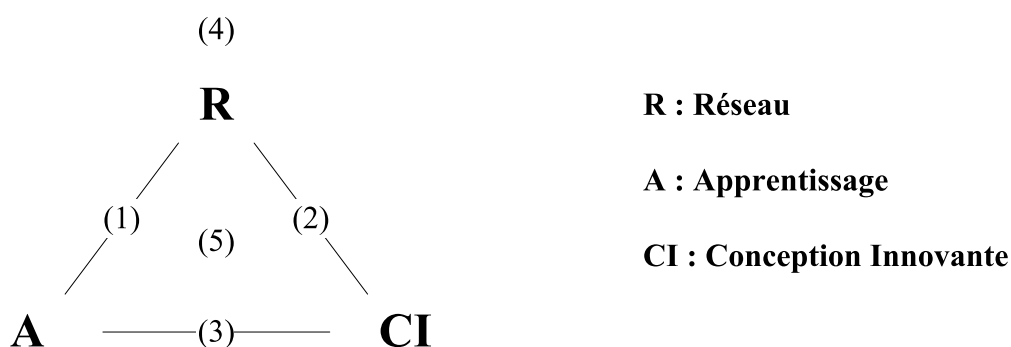


Figure IV-2 : Liens tissés entre les dimensions réseau, apprentissage et conception innovante

Les différentes caractéristiques de chacune des dimensions étant reliées les unes aux autres cela implique un impact de chaque caractéristique sur le réseau que nous cherchons à

caractériser. Grâce à notre étude de la littérature, définissons à présent les cinq liens tissés (Figure IV-2) entre ces trois dimensions :

- (1) Réseau-Apprentissage : La communication entre les partenaires, l'intensité de leurs échanges, la nécessité d'un acteur intermédiaire pour animer les échanges, la culture et contexte de la relation forment les critères qui permettent de définir le lien entre l'organisation de type réseau et l'apprentissage des partenaires.
- (2) Réseau-Conception innovante : le secteur d'activité des partenaires, leur nombre ainsi que leur statut juridique forment les critères caractérisant le lien entre le réseau et l'activité de conception innovante.
- (3) Apprentissage-Conception innovante : le lien entre la dimension « apprentissage » et la dimension « conception innovante » s'effectue via la proximité des partenaires ainsi que les connaissances, compétences et expériences échangées entre les partenaires.
- (4) Réseau : la littérature fait état de caractéristiques que tout réseau de partenaires doit disposer, à savoir : les accords entre les partenaires, le recours à des « otages » ou encore les actifs générés par la mise en réseau des partenaires.
- (5) Réseau d'apprentissage pour la conception innovante : la confiance et la réciprocité des échanges entre les partenaires apparaissent comme deux éléments centraux entre ces trois dimensions.

Ce travail nous a permis d'identifier les liens et impacts qu'ont les caractéristiques du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (Annexe 4). Dans la partie suivante, nous allons regrouper nos critères en différentes catégories prédéfinies.

IV.1.3. Affectation des critères aux catégories prédéfinies

La troisième étape de la méthode consiste à « l'affectation des critères aux catégories prédéfinies ». Partant des caractéristiques obtenues préalablement, il a été ensuite nécessaire de les organiser afin de faire émerger une certaine cohérence, nécessaire en vue de la conception de tels réseaux. L'approche proposée par Voisin (2004), basée sur la cohérence, a été privilégiée. En effet, la cohérence rejoint la définition des structures en réseau : « *c'est une*

liaison étroite, logique et harmonieuse entre divers éléments d'un groupe » (Petit Larousse, 2003). Quatre types de cohérence caractérisent le réseau, à savoir :

- La cohérence structurelle, qui renvoie à l'architecture de l'organisation,
- La cohérence externe, qui concerne la coordination des activités entre les entreprises partenaires,
- La cohérence interne, qui se réfère à l'indépendance et à l'organisation de chaque entreprise afin que toutes soient compatibles entre elles,
- Pour finir, la cohérence du système de valeur, qui permet d'unir les entreprises en renforçant les relations entre individus.

A partir de l'approche proposée par Voisin (2004) et de l'analyse de la littérature, un ensemble de dix-neuf indicateurs, observables ou mesurables, a pu être identifié. Ces dix-neuf indicateurs vont être présentés et détaillés dans la partie suivante.

IV.1.4. Identification des valeurs possibles de chaque critère

La quatrième étape de la méthode consiste à « l'identification des valeurs possibles de chaque critère ». Dans un premier temps, les neuf premiers indicateurs, se rapportant aux caractéristiques structurelles du réseau d'apprentissage seront présentés. Puis, dans un second temps, les quatre critères qui renvoient simultanément à la cohérence interne et à la cohérence externe du réseau seront définis. Enfin, dans une troisième partie, les six derniers critères concernant la cohérence du système de valeur seront détaillés.

IV.1.4.1. Critères et caractéristiques structurels du réseau d'apprentissage

Le contexte structurel a comme fonction la mise en place d'un cadre d'orientation pour les actions quotidiennes. C'est à l'intérieur de cette architecture que les individus vont évoluer. Il est donc indispensable de créer un espace favorisant les échanges et la créativité afin d'encourager les membres à apprendre. Il s'agit de créer un lieu où « *l'inspiration collective est libre, et où les gens apprennent continuellement à apprendre* » (Grima 1998).

Il semble tout d'abord intéressant de clarifier les intérêts et objectifs qu'offre aux partenaires un tel réseau. Il permet, en effet, de tisser des liens favorables au partage d'informations (connaissances et compétences) et encourage les partenaires à apprendre pour développer et accroître leur performance et efficacité au sein de leurs projets innovants.

Neuf critères, notés de CS1 à CS9, vont nous permettre de caractériser la structure de ce type de réseau : le mode d'organisation, la structure, la nature et l'objet des échanges, l'importance des actifs propres au réseau, le type de partenaires, leur secteur d'activités, leur proximité, leur nombre et enfin la manière dont sont créés les liens entre eux.

- **(CS1)** Le premier critère concerne la structure : faut-il favoriser les échanges informels entre individus au sein du réseau (Mack 2004), ou au contraire, considérer le réseau comme un complément reconnu de l'organisation hiérarchique (Josserand and Grima 2000; Collignon 2004).
- **(CS2)** Le critère suivant concerne les échanges entre partenaires : qu'est-ce qui est partagé, comment, et dans quelle logique.
- **(CS3)** Lors de ces multiples échanges, les partenaires construisent une base de connaissances partagées, spécifiques au réseau, distinctes des connaissances propres à chacun des membres. Le critère suivant porte sur la spécificité de ces actifs du réseau.
- **(CS4)** Le critère suivant concerne le mode d'organisation. Celui-ci peut être hiérarchique ou non-hiérarchique.
- **(CS5)** Le cinquième critère d'attache à identifier le type de partenaires. En effet, les partenaires peuvent être des détenteurs de compétences métier (entreprises opérant sur un autre secteur économique, concurrents ou fournisseurs), des détenteurs de ressources managériales (la réussite de l'innovation nécessitant des savoir-faire et des moyens matériels dans différents domaines), des facilitateurs institutionnels (communauté européenne, organismes publics, associations, ...), des clients, des universités (Laban, Giovanelli et al. 1995; Loilier and Tellier 2001).
- **(CS6)** Le critère suivant s'intéresse au secteur d'activités des partenaires. Celui-ci peut être similaire (les activités sont identiques, les entreprises sont concurrentes), distinct (les activités sont différentes, les entreprises ne travaillent pas sur une même chaîne de valeur) ou encore complémentaire (les activités sont différentes, mais les

entreprises ou tout du moins leurs activités sont susceptibles d'être l'entrée ou la sortie de l'autre) (Balantzian 1997; Jolly 2001). L'endogamie et l'exogamie sont par ailleurs utilisées pour qualifier le profil des partenaires. Les endogamies concernent les entreprises présentant des profils voisins et appartenant au même secteur d'activité, tandis que les exogamies unissent, le plus souvent, des entreprises aux profils contrastés, mais n'appartenant pas nécessairement à des secteurs d'activités différents. Par profil, nous discernons : l'âge, la taille, le type de clients, de fournisseurs, les technologies en portefeuilles (Moreau 2003). Les endogamies visent des effets de taille (quantitatif) alors que les exogamies favorisent les effets symbiotiques (qualitatif).

- **(CS7)** Le critère suivant se préoccupe de la proximité des partenaires. En effet, la proximité des firmes est un facteur déterminant dans le choix des partenaires. Deux types de proximité sont abordés dans la littérature, à savoir, la proximité géographique et la proximité électronique (Loilier and Tellier 2001).
- **(CS8)** La littérature aborde peu la question du nombre de partenaires optimum dans le cadre d'un réseau. Il semble néanmoins logique que pour former un réseau inter-entreprises, et donc avoir des échanges, il doit y avoir au minimum une relation bilatérale entre deux firmes (Jolly 2001). Voisin précise qu'il faut s'appuyer sur un maximum de partenaires afin d'accroître les possibilités d'apprentissage (Voisin, Sihem et al. 2004).
- **(CS9)** Le dernier critère formant la partie structurelle du réseau concerne la manière dont sont tissés les liens entre partenaires ; cet engagement peut être volontaire, mais aussi forcé par la hiérarchie par exemple.

Ces neuf critères nous ont ainsi permis de caractériser la structure en réseau qui favorise l'apprentissage pour la conception innovante.

IV.1.4.2. Critères et caractéristiques concernant la cohérence interne et externe du réseau

Ces caractéristiques mettent en avant la place importante qu'occupent la gestion des ressources humaines et la culture d'entreprise dans de tels réseaux.

Quatre critères, notés de CIE1 à CIE4, vont permettre de caractériser à la fois la cohérence interne, qui se réfère à l'indépendance et à l'organisation de chaque entreprise de telle sorte qu'elles soient compatibles entre elles, et la cohérence externe qui concerne la coordination des activités entre les entreprises partenaires. Il s'agit de la communication entre les partenaires, de la nécessité d'un acteur intermédiaire, de l'autonomie et du type d'accords entre les partenaires.

- **(CIE1)** Le premier critère concerne la communication entre les partenaires. Elle est facilitée par le mode d'organisation en réseau car tous les partenaires sont au même niveau hiérarchique (Belet 2003; Voisin, Sihem et al. 2004). Afin d'accroître l'efficacité de cette communication entre les membres du réseau, il est nécessaire de maîtriser le langage et la culture des entreprises partenaires (Serieyx and Azoulay 1996). Les réseaux disposent, par ailleurs, d'outils de communication et de partage de l'information issus des Technologies d'Information et de Communication (TIC), intranet, workflow, forums, leurs permettant de faciliter la communication entre les membres ainsi que leur fonctionnement. L'outil informatique permet en effet d'améliorer la communication entre les individus en prolongeant et en amplifiant les capacités humaines (Boughzala and Ermine 2004).
- **(CIE2)** Le second critère s'intéresse à la nécessité d'un acteur intermédiaire, externe au réseau, facilitant la communication entre les membres et l'enclenchement de processus d'apprentissage. Cet animateur devra détenir les compétences appropriées, c'est-à-dire une forte capacité relationnelle permettant une mise en contact entre les acteurs du réseau, de leadership et surtout la capacité de créer un climat de confiance et de convivialité au sein du réseau (Voisin, Sihem et al. 2004).
- **(CIE3)** Nous avons choisi l'autonomie des partenaires, comme critère caractérisant le fait que les partenaires ne renoncent ni à leur identité, ni à leur autonomie. Ce critère est, par ailleurs, un facteur de succès qui a un impact sur l'engagement des membres du réseau dans la durée (Moreau 2003; Huet 2004).
- **(CIE4)** La mise en commun de ressources entre plusieurs entités juridiquement autonomes nécessite obligatoirement un accord de coopération entre les partenaires. La nature de cet accord, sa durée et sa fréquence de renouvellement forme le critère suivant. La littérature reste assez évasive à ce sujet et suppose un contrat tacite ou explicite, écrit ou non entre les membres du réseau (Koenig and Van Wijk 1992;

Garrette and Dussauge 1996) mais n'aborde pas la notion de durée de celui-ci. Il est en effet difficile de prévoir, au vue du foisonnement de situations, l'ensemble des éventualités futures du fonctionnement du réseau et donc d'en préciser des clauses contractuelles adéquates. C'est la démarche d'élaboration du contrat qui permet de définir les conditions de bon fonctionnement du réseau. Cette négociation des conditions et l'accord sur celles-ci permettent par ailleurs des échanges qui vont créer de la confiance entre partenaires.

Ces quatre critères nous ont ainsi permis de caractériser les liens interne et externe du réseau qui favorisent l'apprentissage pour la conception innovante.

IV.1.4.3. Critères et caractéristiques concernant la cohérence du système de valeurs du réseau

Pour finir dans la caractérisation de ce réseau d'apprentissage pour la conception innovante, nous allons, à l'aide de six indicateurs, notés de CSV1 à CSV6, caractériser la cohérence du système de valeur qui permet d'unir les entreprises en renforçant les relations entre individus. Il s'agit du degré de confiance entre les partenaires, la gestion des caractères opportunistes, la part des relations humaines, les valeurs et la culture, l'intensité des échanges, et la durée dans le temps du réseau et le système de reconnaissance et d'évaluation des performances.

- **(CSV1)** Le degré de confiance entre les partenaires forme le premier critère. La stratégie de méfiance dans une logique de marché est remplacée par une stratégie de confiance entre les acteurs dans le cas du réseau (Balantzia 1997).
- **(CSV2)** Dans une logique en réseau, les partenaires s'associent car il y a des avantages à collaborer ; certains cependant y trouvent également des avantages à tricher, ou plus largement, à entretenir ce que nous appellerons des comportements opportunistes. Les comportements opportunistes peuvent être classés en deux catégories : ceux intervenant à l'occasion de la négociation des contrats et ceux se manifestant en cours d'exécution de ceux-ci (Lapointe and Pageau 2000). Ce second critère s'intéresse donc à la gestion de ces comportements opportunistes entre partenaires.
- **(CSV3)** Le critère suivant concerne la part des relations humaines dans le réseau. La logique coopérative dépend, en effet, largement des participants et des affinités

existantes entre eux (Josserand and Grima 2000). « *Chacun doit accepter l'autre et comprendre que la différence est source d'enrichissement* » (Moreau 2003).

- **(CSV4)** La culture de chaque entreprise partenaire et le contexte de la relation, forment également un critère influant sur le réseau. La culture peut se définir comme « *la façon propre de voir, de penser et d'agir d'une organisation* » (Serieyx and Azoulay 1996). La culture est un ensemble de codes qui agit en fonction de certaines règles, écrites et non écrites, basé sur le passé historique de l'organisation. Ces codes varient d'une culture d'entreprise à l'autre et posent des problèmes de traduction et d'interprétation d'autant plus complexes que les partenaires n'en ont pas conscience. « *La culture est un actif immatériel, non transférable, ni substituable, qui est nécessaire à la rentabilité de l'entreprise et à la réussite de l'organisation, car elle impose une cohérence aux actions de ses membres* » (Serieyx and Azoulay 1996).
- **(CSV5)** L'intensité des échanges entre partenaires et la durée dans le temps forment le critère suivant. L'intensité des échanges comme la durée dans le temps peut être faible ou forte.
- **(CSV6)** Le système d'évaluation des performances permet d'apprécier les apports qu'offrent le réseau aux partenaires. L'expérience d'animateur est prise en compte, afin qu'il bénéficie de cet avantage dans une perspective d'évolution de carrière. Il est par ailleurs nécessaire de concevoir et d'animer des systèmes de reconnaissance et des mécanismes d'incitation. La reconnaissance peut être matérielle (primes, téléphone portable, voiture, ...) ou immatérielle (fêtes organisées, signes symboliques), elle peut récompenser la performance individuelle ou collective. Il s'agit de faire émerger un système de reconnaissance du réseau se basant sur les différentes approches qu'ont les entreprises participantes.

Ces six critères nous ont ainsi permis de caractériser le système de valeurs du réseau qui favorise l'apprentissage pour la conception innovante.

IV.1.4.4. Tableau récapitulatif des modalités possibles des dix-neuf critères du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

En privilégiant l'exemplarité à l'exhaustivité, dix neuf indicateurs ont été identifiés. Notre objectif est de développer et de caractériser une structure spécifique, basée sur la notion de réseau, favorisant les échanges et l'apprentissage entre individus dans le domaine de la conception innovante.

Le Tableau IV-1, va nous permettre de récapituler l'ensemble des modalités possibles des dix neuf critères du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante ».

| 19 critères | Modalités possibles |
|---|--|
| COHERENCE STRUCTURELLE | |
| CS1. Structure | Formelle, Informelle |
| CS2. Echanges entre les partenaires : <ul style="list-style-type: none"> • Qu'est-ce qui est partagé ? • Comment ? • Dans quelle logique ? | <ul style="list-style-type: none"> • Connaissances, compétences, expériences, ... , informations de toutes natures, tacites ou explicites • Simple échange d'une personne à l'autre, par le réseau d'apprentissage, réciprocité des échanges : somme =0 ou ≠0 • Additive ou d'intégration |
| CS3. Spécificité des actifs du réseau | Forte, faible |
| CS4. Mode d'organisation | Hiérarchique, Non hiérarchique |
| CS5. Type de partenaires | Détenteurs de compétences métiers (entreprises opérant sur un autre secteur économique, concurrents ou fournisseurs) Détenteurs de ressources managériales Facilitateurs institutionnels (organismes publics, associations) Clients / Universités |
| CS6. Secteur d'activités des partenaires | Distinct, analogue ou complémentaire Profil des partenaires : endogamies ou exogamies |
| CS7. Proximité des partenaires | Géographie, électronique, les deux |
| CS8. Nombre optimum de partenaires | Minimum deux, maximum à déterminer |
| CS9. Liens entre les partenaires | Engagement et volonté personnelle des partenaires, engagement forcé |
| COHERENCE INTERNE ET EXTERNE | |
| CIE1. Communication entre les partenaires | Facilité par l'organisation en réseau, même niveau hiérarchique, langage et culture commune, outils de communication et de partage (TIC) |
| CIE2. Acteur intermédiaire | Oui, Non, son rôle |
| CIE3. Autonomie des partenaires | Autonomie, indépendance ou interdépendance |
| CIE4. Accords entre les partenaires | Oui, Non Tacites ou explicites, écrit ou non Durée à négocier |
| COHERENCE DU SYSTEME DE VALEURS | |
| CSV1. Degré de confiance entre les partenaires | Méfiance, confiance, vecteur principal de la relation coopérative |
| CSV2. Gestion des comportements opportunistes | Confiance, contrôle, recours à des « otages » |
| CSV3. Part des relations humaines | Forte, faible |
| CSV4. Culture | Grande diversité de culture = réseau difficile à gérer Créer une culture et identité commune, propre au réseau |
| CSV5. Intensité des échanges et durée du réseau dans le temps | Faible, forte Durée finie correspondant à la durée négociée |
| CSV6. Système d'évaluation des performances et système de reconnaissance | Système de reconnaissance imposé ou se basant sur les différentes approches qu'ont les entreprises participantes Reconnaissance de l'expérience d'animation |

Tableau IV-1 : Tableau récapitulatif des modalités possibles du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

IV.1.5. Elimination des valeurs non pertinentes

La cinquième étape de la méthode consiste à « l'élimination des valeurs non pertinentes ».

Les dix neuf critères, tels que nous venons de les décrire, ne permettent pas forcément de caractériser un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante », c'est pourquoi, dans une dernière étape nous avons éliminé les valeurs non souhaitables de certaines caractéristiques. Nous obtenons alors les valeurs qui peuvent être mobilisées afin de construire un réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

Aux vues des caractéristiques identifiées pour nos dix neuf indicateurs, la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante peut paraître très générale. Il est important de préciser que notre objectif à ce stade n'est pas de garder les meilleurs critères, mais d'éliminer les caractéristiques qui ne sont absolument pas souhaitables. Nous avons cherché à identifier et recenser les critères généraux d'un tel réseau. Ces critères sont des ressources qui permettront de concevoir ces réseaux. En effet, une valeur souhaitable pourra se matérialiser de façon différente selon le réseau qu'il faudra effectivement créer.

Par exemple, pour construire un réseau d'apprentissage pour la conception innovante, il est nécessaire que la confiance s'instaure. Pour un ensemble donné particulier d'entreprises qui souhaitent s'impliquer dans de tels réseaux, la façon d'instaurer effectivement la confiance sera spécifique (contacts antérieurs entre les partenaires, mise en relation par un tiers, négociation du contrat).

Voyons pourquoi certaines modalités ont été éliminées. Nous reprenons l'organisation de la partie IV.1.4, basée sur la cohérence pour présenter les valeurs souhaitées des critères.

IV.1.5.1. Valeurs souhaitées des critères en relation avec la cohérence structurelle du réseau

Nous allons reprendre les neuf critères en relation avec la cohérence structurelle du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (IV.1.4.1), notés de CS1 à CS9, et présenter les valeurs souhaitées de ces critères.

- **(CS1)** La structure du réseau, qui forme le premier critère, se doit d'être formelle pour être reconnue comme transverse à l'organisation officielle et ainsi pouvoir devenir une forme choisie par la direction pour atteindre un résultat précis. Pour cela, le réseau doit bénéficier de l'implication de la direction, sa structure ne peut donc pas être informelle.

- **(CS2)** Le second critère concerne les échanges entre partenaires. Les partenaires mettent en commun, échangent, combinent, partagent ou transfèrent des ressources tangibles ou intangibles (Jolly 2001; Moreau 2003). Ces ressources peuvent être des connaissances, des compétences, des expériences, des informations de toute nature (Garrette and Dussauge 1996; Balantzian 1997). Ces informations peuvent être de deux types : explicites ou tacites (Nonaka and Takeuchi 1995). La connaissance explicite est une connaissance codifiée, formalisée, transmissible sous la forme de documents, la connaissance tacite, quant à elle, est incorporée dans les individus et encadrée dans les organisations (Picard 2004; Robin, Girard et al. 2004). Une étude de Sessi (1998) montre que parmi toutes les compétences que les entreprises détiennent pour innover, seule une sur quatre est codifiée. Cela nous amène à nous poser la question de savoir comment sont échangés ces deux types de ressources ? Concernant les connaissances explicites et formalisées un simple échange d'une personne à l'autre peut être effectué, même informatiquement, sans communication verbale. Par contre, lorsqu'elles sont tacites (Sessi 1998), il est évident que l'échange ne peut pas se faire instantanément par des canaux traditionnels. Le réseau d'apprentissage sera le lieu, qui par ses caractéristiques, favorisera ce transfert de connaissances non codifiées. L'interdépendance entre les membres du réseau, qui repose sur un partage de ressources, et donc l'existence d'une règle de réciprocité des échanges, sera un élément de base de la relation entre les partenaires. Jarillo (1988) approfondit cette règle de réciprocité dans le domaine de la théorie des jeux (Morgenstern and Von Neumann 1953) et précise deux possibilités d'échange entre les firmes : à somme nulle ou à somme non nulle (Josserand 1997). La valeur des informations échangées n'étant pas la même pour chaque firme, nous privilégions les échanges à somme non nulle. En effet, une compétence clé pour une entreprise peut ne pas, ou que peu, intéresser les autres firmes partenaires. Comme nous le définirons plus loin (IV.1.5.3), c'est la confiance, qui s'inscrit dans une perspective de long terme, qui permet des échanges à somme non nulle, afin de maximiser les profits (Josserand 1996). Ces échanges s'opèreront dans une logique additive résultant de la mise en commun de ressources profitables à chacun des partenaires (Voisin, Sihem et al. 2004).
- **(CS3)** Le critère suivant, portant sur la base de connaissances partagées spécifiques au réseau, régule la propension des acteurs à rester fidèle au réseau. Cette spécificité

des actifs propres au réseau joue par ailleurs sur la stabilité dans le temps de la coopération (Ouchi 1980; Koenig and Van Wijk 1992; Voisin, Sihem et al. 2004). Il est donc préférable qu'elle soit forte.

- **(CS4)** Le critère suivant concerne le mode d'organisation. Comme nous l'avons déjà détaillé dans le III.2.1.2, un mode d'organisation pyramidal, hiérarchique ou centralisé constitue un frein puissant aux processus d'apprentissage et limite fortement la créativité (Jolly 2001; Belet 2003). Dans notre contexte, l'absence de liens hiérarchiques entre les membres, caractéristique fondamentale de notre réseau, semble ainsi nécessaire à l'enclenchement de processus d'apprentissage.
- **(CS5)** Le cinquième critère concerne le type de partenaires. Nous avons défini dans le IV.1.4.1 que les partenaires peuvent être des détenteurs de compétences métier, des détenteurs de ressources managériales, des facilitateurs institutionnels, des clients ou encore des universités. Cette recherche se positionne tout particulièrement dans le cas d'entreprises désirant développer leurs capacités d'apprentissage pour la conception innovante. Les partenaires doivent être juridiquement autonomes et ne pas appartenir à un même groupe, afin que les dirigeants disposent de suffisamment d'autonomie pour procéder aux choix et aux engagements nécessaires dans l'intérêt de leur entreprise (Doz and Hamel 1998; Voisin, Sihem et al. 2004).
- **(CS6)** Le critère suivant s'intéresse au secteur d'activités des partenaires. Celui-ci peut être similaire, distinct ou encore complémentaire (IV.1.4.1). Il faut néanmoins être conscient que la gestion de l'innovation, au sein ou via des réseaux, s'appuie, plus particulièrement, sur la gestion des activités entre entreprises partenaires appartenant à des secteurs d'activités distincts (Voisin, Sihem et al. 2004). Cependant, si les partenaires disposent d'un profil similaire ou complémentaire c'est l'apprentissage qui sera favorisé.
- **(CS7)** Le critère suivant se préoccupe de la proximité des partenaires. La présence locale des compétences suscite et encourage les processus d'apprentissage orientés innovation (Voisin, Sihem et al. 2004). La proximité géographique influe, par ailleurs, sur l'efficacité (triptyque coût-délai-qualité) des partenaires dans leurs actions communes. La proximité électronique, quant à elle, par le biais d'un réseau de communication électronique (internet, e-mail, ...) favorise la diffusion rapide de l'information et permet des interactions permanentes entre les membres. La

performance en termes d'apprentissage et d'innovation est ainsi obtenue par la combinaison synergique des proximités géographique et électronique (Loilier and Tellier 2001).

- **(CS8)** Le nombre optimum de partenaires forme le prochain critère. Pour avoir des échanges, le nombre minimum est de deux partenaires ; cependant, le nombre maximum reste à déterminer et à caractériser.
- **(CS9)** Le dernier critère formant la partie structurelle du réseau concerne la manière dont sont tissés les liens entre partenaires. Afin de favoriser l'apprentissage, il faut un engagement et une volonté personnels des partenaires à créer et à tisser des liens entre eux. Par des relations inter-personnelles, les partenaires doivent manifester une forte volonté de collaborer et de mobiliser des ressources (Balantzián 1997; Doz and Hamel 1998).

A partir des neuf critères et de leurs différentes valeurs possibles, nous avons pu éliminer les valeurs non souhaitées et ainsi identifier les valeurs caractérisant la structure du réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

IV.1.5.2. Valeurs souhaitées des critères en relation avec la cohérence interne et externe du réseau

Nous allons reprendre les quatre critères en relation avec la cohérence interne et externe du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (IV.1.4.2), notés de CIE1 à CIE4, et présenter les valeurs souhaitées de ces critères.

- **(CIE1)** Le premier critère concerne la communication entre les partenaires. Tous les moyens de communication se doivent d'être utilisés entre les membres du réseau (relations humaines et en faisant usage de l'outil informatique).
- **(CIE2)** Le second critère s'intéresse à la nécessité d'un acteur intermédiaire, externe au réseau, facilitant la communication entre les membres et l'enclenchement de processus d'apprentissage. Cet animateur devra détenir les compétences appropriées, c'est-à-dire une forte capacité relationnelle permettant une mise en contact des acteurs du réseau, de leadership et surtout la capacité de créer un climat de confiance et de convivialité au sein du réseau (Voisin, Sihem et al. 2004).

- **(CIE3)** L'autonomie des partenaires forme le critère suivant. Une autre spécificité de tels réseaux est que les partenaires ne renoncent ni à leur identité, ni à leur autonomie (Balantzian 1997). Ceci conduit à des spécificités à la fois juridiques (car le réseau est constitué par définition d'entreprises juridiquement autonomes), financières (il n'existe pas de liens financiers entre les entreprises) et décisionnelles (chaque entreprise conserve sa capacité de gestion, d'organisation et d'utilisation de ses ressources). Ces réseaux maintiennent donc à la fois autonomie et indépendance (en dehors du périmètre de coopération), mais aussi une interdépendance entre les membres du réseau dans la réalisation du projet commun.
- **(CIE4)** La nature de cet accord, sa durée et sa fréquence de renouvellement forme le critère suivant. Un contrat ou un ensemble de contrats écrits, même minimum, sont nécessaires afin d'engager les parties prenantes. Du fait de leurs incomplétudes, ils ne permettent cependant pas de garantir totalement le respect de leurs engagements respectifs (Doz and Hamel 1998). Le contrat pourra stipuler la durée et la nature des échanges, les modalités de partage des gains apportés par le réseau, les sanctions en cas de non respect de l'accord.

A partir des quatre critères et de leurs différentes valeurs possibles, nous avons pu éliminer les valeurs non souhaitées et ainsi identifier les valeurs caractérisant la cohérence interne et externe du réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

IV.1.5.3. Valeurs souhaitées des critères en relation avec la cohérence du système de valeurs du réseau

Nous allons reprendre les six critères en relation avec la cohérence du système de valeurs du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (IV.1.4.3), notés de CSV1 à CSV6, et présenter les valeurs souhaitées de ces critères.

- **(CSV1)** Le degré de confiance entre les partenaires forme le premier critère. La confiance, qui est un vecteur principal de la relation coopérative, est indispensable à l'efficacité du réseau (Jarillo 1988; Josserand 1996). Koenig et al. définissent la confiance comme « *un mode de contrôle informel qui gouverne les acteurs mutuellement identifiés* » (Koenig and Van Wijk 1992). Le développement et le maintien de cette relation de confiance entre les partenaires permet d'obtenir

l'unicité de l'autorité (par le contrôle informel qui la caractérise), de prendre des initiatives en dehors des règles existantes et permet à chaque partie prenante de ne pas réagir immédiatement à un comportement qui pourrait lui paraître défavorable de la part d'un de ses partenaires. C'est à la fois un mode de contrôle fort et souple, qui rend gérable les contrats incomplets et diminue les coûts de transactions (lors de la négociation de contrats formels). Cela donne au réseau la capacité d'évoluer de façon créative, contrairement aux modes de contrôle formel qui sont étroits et rigides. La confiance apparaît, par ailleurs, comme une dimension clé, permettant d'augmenter l'intensité de la collaboration (Weil and Durieux 2000; Gutierrez, Deslandres et al. 2004) et influant sur la pérennité du réseau dans le temps en facilitant le passage d'une logique de jeu à somme nulle à une perspective de gains démultipliés (Jarillo 1988; Koenig and Van Wijk 1992; Grima 1998). La confiance, basée sur l'engagement réel de chacun des membres du réseau, donne naissance à des relations stables, ce qui favorise la réalisation d'un apprentissage mutuellement avantageux pour les partenaires (Voisin, Sihem et al. 2004).

- **(CSV2)** Le critère suivant s'intéresse à la gestion des comportements opportunistes entre partenaires. Les moyens pour gérer ce type de comportements sont très limités, car, afin de favoriser les échanges et l'apprentissage, les partenaires préfèrent largement la confiance au contrôle. La théorie des jeux (Jarillo 1988) montre néanmoins qu'il est possible de mettre en place un système particulier, d'incitation avec recours à des « otages » : « *Chaque partenaire met en jeu un élément de valeur, comme sa réputation commerciale, ou des investissements irrécupérables, qui sera remis en cause en cas de comportement frauduleux. La perte résultant d'une attitude opportuniste est supérieure au montant du gain espéré, décourageant ainsi l'opportunisme* » (Grima 1998). Par ailleurs, le recours aux otages, engageant réciproquement les partenaires, favorise la pérennité du réseau (Koenig and Van Wijk 1992).
- **(CSV3)** Le critère suivant concerne la part des relations humaines dans le réseau. Le réseau est basé sur les relations inter-personnelles fortes, dans le but de susciter la confiance et de décourager les comportements opportunistes ; il repose sur une logique *intuitu personae* (Grima 1998). C'est la robustesse de ce tissu relationnel qui assure la pérennité du réseau.

- **(CSV4)** La culture de chaque entreprise partenaire et le contexte de la relation, forment également un critère influant sur le réseau. Dans le cadre d'un réseau regroupant différentes firmes, chaque partenaire apporte sa propre culture, différente des autres. Plus l'écart entre les cultures est grand, plus la gestion du réseau sera difficile. Il est donc important d'identifier les points communs et les différences entre chaque culture, en évitant de mettre en contradiction les éléments identitaires, afin de créer une nouvelle identité culturelle, homogène et commune structurant les relations entre partenaires (Vieillot 1998; Moreau 2003). Le contexte, quant à lui, est porteur de normes, de valeurs et de rituels de l'entreprise. Il est important en toute circonstance, car il tend à modifier le rapport dans lequel la rencontre se situe. Une culture et un contexte commun et homogène permettent alors d'accroître la communication et la capacité d'apprentissage entre les partenaires, et ainsi, de gagner en efficacité (Serieyx and Azoulay 1996; Rolland 2000).
- **(CSV5)** L'intensité des échanges entre partenaires et la durée dans le temps forment le critère suivant. Les échanges doivent être fréquents entre les différentes parties prenantes afin de garantir un fonctionnement optimum du réseau (Voisin, Sihem et al. 2004). La confiance entre les membres, la spécificité des actifs propres au réseau et l'existence d'éventuels otages réciproques jouent sur les relations de coopération et inscrivent le réseau dans une perspective de long terme. Le réseau dispose d'une durée finie définie dans les accords liant les partenaires. Cependant, pour le maintenir actif dans le temps, il faut beaucoup d'énergie ; l'impulsion est donnée par l'animateur.
- **(CSV6)** Le système d'évaluation des performances et le système de reconnaissance forment le dernier critère permettant de caractériser ce type de réseau. Ils doivent prendre en compte le souci qu'ont les partenaires de partager le savoir et de faire circuler l'information dans le cadre du réseau.

A partir des six critères et de leurs différentes valeurs possibles, nous avons pu éliminer les valeurs non souhaitées et ainsi identifier les valeurs caractérisant la cohérence du système de valeurs du réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

IV.1.6. Caractéristiques d'un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

Ces quatre dimensions, à savoir, les cohérences structurelle, interne, externe et du système de valeur, nous ont permis d'extraire dix neuf indicateurs ou critères, à partir desquels nous avons caractérisé le réseau suivant la stratégie des entreprises participantes. Ce mode d'organisation, basé sur des relations de confiance entre individus, est un mode original de coordination des activités entre entreprises. Il donne une image positive, attrayante, et semble parfaitement adapté à l'environnement turbulent auquel les entreprises, doivent faire face. Le réseau, par les relations inter-entreprises, sert alors de levier pour l'enclenchement de processus d'apprentissage, qui permet d'inscrire les entreprises dans des dynamiques d'innovation difficilement conductibles de manière autonome. De plus, cela devient un lieu de production et d'accès à des connaissances et à des compétences inédites pour les partenaires. Ce qui leur permet de faire face à leur manque de ressources internes.

Le Tableau IV-2 synthétise l'ensemble des caractéristiques souhaitées d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

| 19 critères | Caractéristiques souhaitées d'un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante » |
|---|--|
| COHERENCE STRUCTURELLE | |
| CS1. Structure | Formelle |
| CS2. Echanges entre les partenaires : <ul style="list-style-type: none"> • Qu'est-ce qui est partagé ? • Comment ? • Dans quelle logique ? | <ul style="list-style-type: none"> • Connaissances, compétences, expériences, ... , informations de toutes natures, tacites ou explicites • Réseau d'apprentissage à somme non nulle • Additive |
| CS3. Spécificité des actifs du réseau | Forte |
| CS4. Mode d'organisation | Non hiérarchique |
| CS5. Type de partenaires | Tous types de partenaires |
| CS6. Secteur d'activités des partenaires | Distinct car favorise innovation Similaire ou complémentaire favorise l'apprentissage |
| CS7. Proximité des partenaires | Géographique et électronique |
| CS8. Nombre optimum de partenaires | Minimum deux, maxi à déterminer |
| CS9. Liens entre les partenaires | Volontaires |
| COHERENCE INTERNE ET EXTERNE | |
| CIE1. Communication entre les partenaires | Tous les moyens de communication |
| CIE2. Acteur intermédiaire | Oui, animateur du réseau |
| CIE3. Autonomie des partenaires | Autonomie indépendance et interdépendance |
| CIE4. Accords entre les partenaires ? | Oui Accords écrits Durée finie |
| COHERENCE DU SYSTEME DE VALEURS | |
| CSV1. Degré de confiance entre les partenaires | Forte confiance |
| CSV2. Gestion des comportements opportunistes | Recours à des « otages » |
| CSV3. Part des relations humaines | Forte |
| CSV4. Culture | Culture commune à construire |
| CSV5. Intensité des échanges et durée du réseau dans le temps | Forte Durée finie |
| CSV6. Système d'évaluation des performances et système de reconnaissance | Système d'évaluation à construire Système de reconnaissance basé sur les différentes approches des entreprises participantes |

Tableau IV-2 : Caractéristiques souhaitées du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

A l'aube de la quatrième ère « de l'innovation et de l'anticipation » (cf. chapitre I), le réseau d'apprentissage pour la conception innovante que nous venons de définir, apparaît comme une ressource permettant de stimuler l'innovation. Un des objectifs de notre travail consistait à caractériser ce que nous avons appelé un réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Voyons comment ce réseau va permettre aux entreprises d'aboutir à de réelles innovations :

- Les caractéristiques souhaitées permettent de caractériser un réseau ayant comme objectif principal l'apprentissage, l'échange et le partage entre ses différents partenaires.
- Ces différents apprentissages et échanges, engendrés par le réseau, vont permettre aux entreprises partenaires de développer et d'acquérir des connaissances et compétences en matière de conception ainsi que les méthodologies de conception nécessaires pour innover.
- Disposant ainsi d'une capacité effective à innover, les entreprises peuvent ainsi engager leurs processus d'innovation afin d'innover de manière effective.

La Figure IV-3 positionne le « réseau d'apprentissage pour la conception innovante » dans le contexte de l'innovation des entreprises.

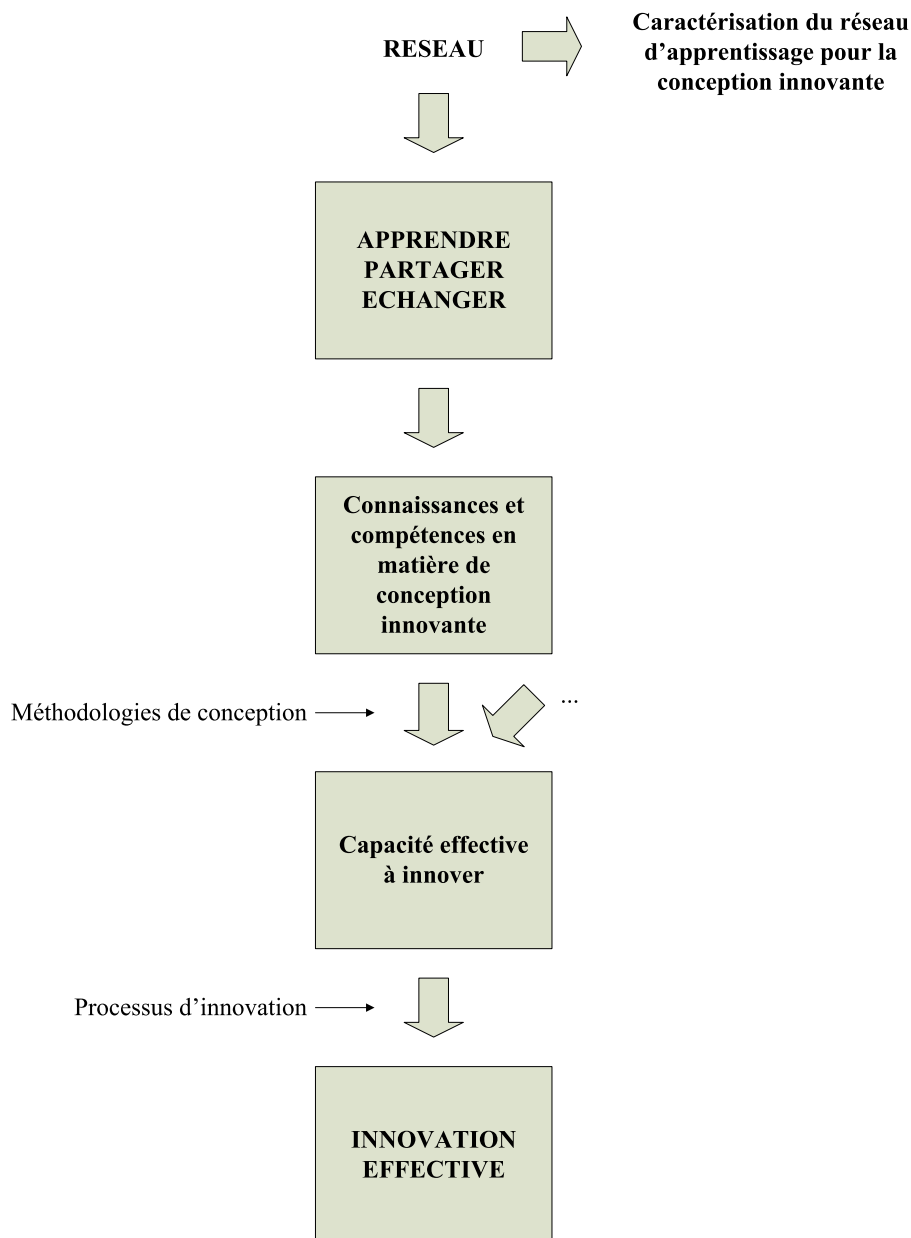


Figure IV-3 : Schéma récapitulatif de l'organisation du réseau et de son influence sur l'apprentissage et l'innovation

IV.1.7. Conclusion sur la caractérisation du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

Basées sur de fortes relations inter-personnelles, la confiance entre partenaires et une culture commune, le « réseau d'apprentissage pour la conception innovante » permettrait la réunion volontaire d'individus désirant apprendre ensemble à innover. Un animateur spécifique permettrait d'engager le dialogue et les échanges entre les partenaires à l'aide de tous les

moyens de communication disponibles. Ces échanges de connaissances, compétences ou d'expériences seront, par ailleurs, favorisés par l'absence de liens hiérarchiques entre les individus. Le réseau que nous proposons semble être une solution pour les entreprises désirant développer leurs activités de conception, et plus particulièrement de conception innovante, afin de survivre grâce à l'innovation à la concurrence internationale.

Proposer le réseau comme alternative dans le domaine de l'apprentissage pour innover ne suffit cependant pas, il faut élaborer le cahier des charges qui permettra de concevoir de tels réseaux. Cette première partie du chapitre propose, à l'aide de dix neuf indicateurs, extraits de la littérature scientifique, de caractériser les différents aspects de ce réseau d'apprentissage pour la conception innovante. La caractérisation de ce réseau d'apprentissage, au travers de paramètres communs, n'est que la première étape de ce travail, en effet, l'objectif à plus long terme, est de définir une démarche de conception de tels réseaux qui pourra être mise en œuvre, de façon systématique, dans chaque cas spécifique. Dans cette première partie de chapitre, nous avons ainsi caractérisé le réseau d'apprentissage pour la conception comme un lieu permettant de dégager des ressources nécessaires à l'innovation.

Dans le cadre du réseau d'apprentissage que nous venons de définir, plusieurs partenaires se sont regroupés avec des objectifs communs et l'envie de travailler ensemble. Dans le chapitre I de la thèse, nous nous sommes attachés à définir la conception intégrée suivant deux types : la conception distribuée et la conception collaborative. Il semble maintenant nécessaire de lier la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante à celle de la conception intégrée afin de générer l'effet positif du réseau sur l'apprentissage de la conception. C'est ce que nous allons voir dans une seconde partie. En effet, de quelle façon peut-on utiliser les caractéristiques de la conception collaborative pour générer des phénomènes d'apprentissage collaboratif en conception.

IV.2. L'apprentissage collaboratif de la conception innovante

Dans cette seconde partie, nous positionnerons tout d'abord la conception intégrée par rapport à la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Puis, nous présenterons les liens et caractéristiques communes entre le réseau d'apprentissage et la

conception collaborative. Finalement, nous présenterons une approche collaborative de l'apprentissage de la conception innovante.

IV.2.1. Positionnement de la conception intégrée par rapport au réseau d'apprentissage pour la conception innovante

L'objectif de cette seconde partie consiste à examiner de quelle manière la caractérisation de la conception intégrée, faite au chapitre I, nous permet d'alimenter nos réflexions quant à l'apprentissage en réseau de la conception.

Nous utilisons également les résultats de la première partie de ce chapitre, présentant la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (IV.1), afin de voir si le réseau d'apprentissage pour la conception innovante relève ou non des logiques de la conception intégrée. Nous proposons d'examiner ici de quelle manière les dix-neuf critères entrent en cohérence avec la caractérisation de la conception intégrée (Tableau IV-3).

Ainsi, on constate bien que, en grande majorité, les dimensions que l'on a mises en avant pour caractériser le réseau d'apprentissage pour la conception innovante, relèvent bien des caractéristiques propres à la conception collaborative.

Dans la partie suivante, nous allons approfondir les liens existant entre notre proposition de réseau d'apprentissage pour la conception innovante et la conception collaborative.

| N° | Noms | Modalités possibles | Conception intégrée | | | |
|----|---|---|--------------------------------|-------------|--------------------------|---------------|
| | | | Conception distribuée | | Conception collaborative | |
| | | | Coordination organisationnelle | Coopération | Coordination cognitive | Collaboration |
| 1 | Structure | Formelle | | | | |
| | | Informelle | | | | |
| 2 | Echanges entre les partenaires (quoi ?) | Connaissances, compétences, expériences, informations de toutes natures (tacites ou explicites) | | | | x |
| | | Echanges entre les partenaires (comment ?) | De personne à personne | | x | |
| | | Par le réseau | | | | x |
| | | Réciprocité (somme non nulle) | | | | x |
| 3 | Spécificité des actifs du réseau | Additive | | | | x |
| | | Intégration | | x | | |
| 4 | Mode d'organisation | Faible | | | | |
| | | Forte | | | | |
| 5 | Type de partenaires | Hierarchique | | | | |
| | | Non-hierarchique | | | | x |
| 6 | Secteur d'activité | Particulier | | x | | |
| | | Tous types | | | | x |
| 7 | Proximité | Distinct | | | | |
| | | Analogue | | | | |
| | | Complémentaire | | | | |
| 8 | Nombre de partenaires | Géographique | | | | |
| | | Electronique | x | | | |
| | | Les 2 | | | | x |
| 9 | Liens | Plus de 2 | | | | |
| | | Volontaires | | | x | x |
| 10 | Communication | Forcés | x | | | |
| | | Tous les moyens | | | | |
| 11 | Acteur intermédiaire (animateur) | Oui | | | x | |
| | | Non | x | | | |
| 12 | Autonomie des acteurs | Indépendance | x | x | | |
| | | Inter-dépendance | | | x | x |
| 13 | Accords entre partenaires | Oui | | | | |
| | | Non | | | | |
| 14 | Degré de confiance | Méfiance | x | | | |
| | | Confiance | | | x | |
| 15 | Gestion des comportements opportunistes | Contrôle | x | | | |
| | | Recours aux otages | | | x | |
| 16 | Part des relations humaines | Faible | | x | | |
| | | Forte | | | | x |
| 17 | Culture | Spécifique | | x | | |
| | | Commune | | | | x |
| 18 | Intensité des échanges | Faible | | x | | |
| | | Forte | | | | x |
| 19 | Système de reconnaissance | Imposé | x | | | |
| | | Basé sur l'existant de chaque partenaire | | | x | |

Modalités non retenues

Critères ne nous permettant pas de choisir entre conception distribuée et conception collaborative

Tableau IV-3 : Positionnement des 19 critères par rapport à la conception distribuée et la conception collaborative

IV.2.2. Liens entre la conception collaborative et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante

IV.2.2.1. Méthodologie

En reprenant et élargissant le schéma présenté dans la Figure IV-3, nous allons nous focaliser sur deux activités permettant d'améliorer cette capacité à apprendre, échanger ou partager, à savoir : la conception collaborative et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Afin de satisfaire les besoins particuliers des entreprises en terme de coûts, il nous semble important que les entreprises soient capables de mutualiser des ressources entre ces deux activités, dans l'objectif d'accroître la performance en conception (Figure IV-4).

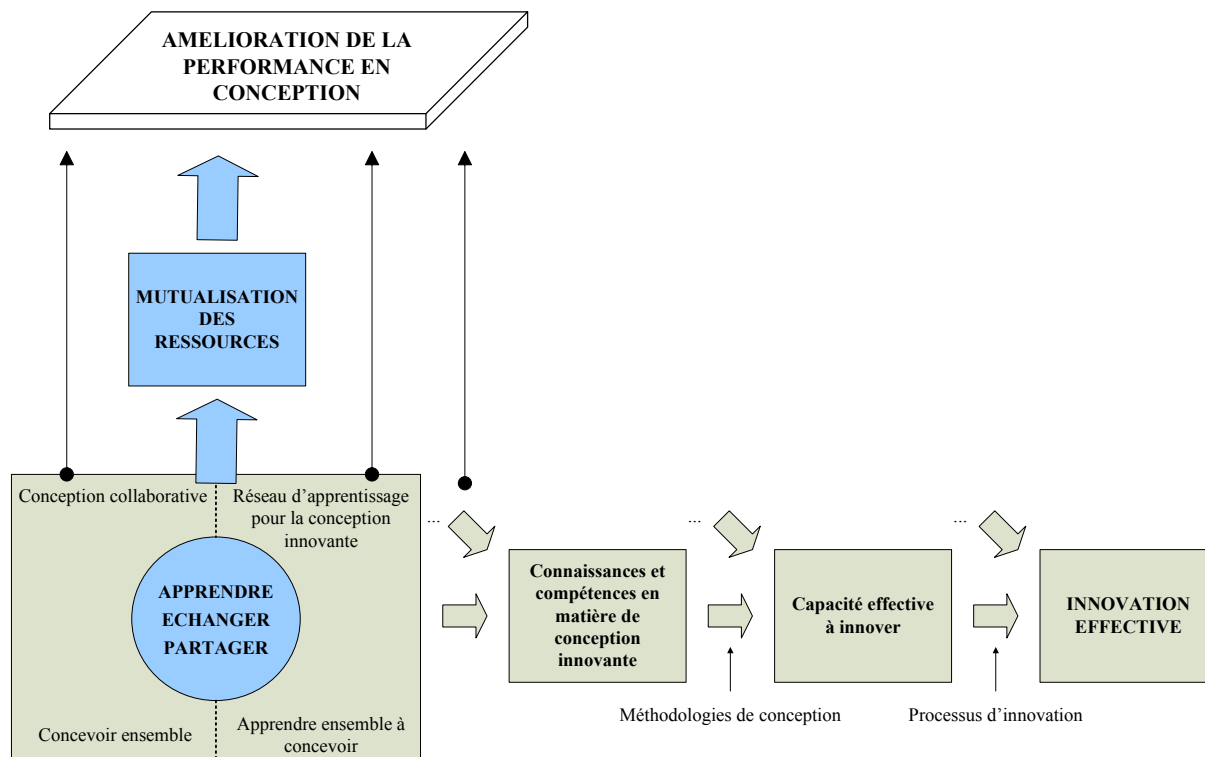


Figure IV-4 : Méthodologie pour améliorer la performance

IV.2.2.2. Présentation des caractéristiques

Dans cette troisième partie, nous allons établir les liens entre la conception collaborative, ayant pour objectif de partager pour concevoir un nouveau système ensemble, et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante, permettant d'échanger des connaissances et

d'apprendre ensemble comment concevoir de nouveaux systèmes (Maranzana, Gartiser et al. 2007).

Pour cela, nous proposons de prendre en considération la taxonomie d'Ostergaard et Summers (2003), caractérisant la conception collaborative, et la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante proposée dans le paragraphe IV.1. Trois familles de critères émergent pour décrire ces deux activités : une première liée aux partenaires, une seconde liée à l'objet de conception, et enfin, une troisième en rapport avec l'apprentissage en commun (Figure IV-5). Il apparaît que certains critères sont communs (ceux liés aux partenaires) ; d'autres sont spécifiques à chaque activité (pour la conception collaborative : les critères sont liés à l'objet de conception ; pour le réseau d'apprentissage pour la conception innovante : les critères sont liés à l'apprentissage en commun).

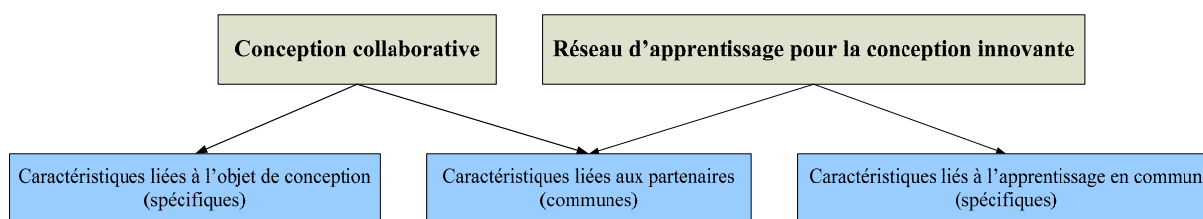


Figure IV-5 : Caractéristiques de la conception collaborative et du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (Maranzana, Gartiser et al. 2007)

Dans la suite, nous allons maintenant présenter plus précisément les différentes caractéristiques propres à ces deux activités.

- Caractéristiques communes : critères liés aux partenaires

En établissant le lien entre les travaux d'Ostergaard et Summers (2003) et notre caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante, trois pôles émergent pour caractériser les partenaires : la composition de l'équipe, la communication et la distribution (Tableau IV-4).

| CARACTERISTIQUES COMMUNES LIEES AUX PARTENAIRES (Ostergaard and Summers, 2003 / Maranzana and Gartiser, 2006) | | |
|--|---|--|
| Composition du groupe | - Groupe - Individu - Relations entre les membres de l'équipe - Style de leadership | - Culture - Nombre optimal de partenaires - Type de partenaires - Liens entre partenaires - Relations humaines - Structure - Organisation - Système d'évaluation et de reconnaissance |
| Communication | - Mode - Quantité - Syntaxe - Efficacité de l'équipe - Dépendance des ressources - Intention | - Communication entre les partenaires - Intensité des échanges et durée du réseau dans le temps - Echanges entre partenaires - qu'est ce qui est partagé ? - comment est-ce partagé ? - dans quelle logique ? |
| Dist. | - Personnes - Informations | - Secteur d'activité des partenaires - Proximité des partenaires |

Tableau IV-4 : Caractéristiques communes à la conception collaborative et au réseau d'apprentissage pour la conception innovante

- Caractéristiques spécifiques : critères liés à l'objet conçu

Les caractéristiques spécifiques de la conception collaborative se trouvent au niveau de l'objet de conception ; de nombreux auteurs (Eckert and Stacey 2001; Ostergaard and Summers 2003) ont caractérisés cette activité à l'aide de la nature du problème, des informations créées, utilisées, modifiées ou échangées ainsi qu'avec l'approche de conception (Tableau IV-5).

| CARACTERISTIQUES SPECIFIQUES LIEES A L'OBJET CONCU (Ostergaard and Summers, 2003) | | |
|--|---|--|
| Problème | - Type (nouveau, routinier) - Concurrence (série, parallèle) - Association (niveau) - Abstraction (niveau) - Périmètre (nombre de domaines) - Complexité (niveau) | |
| Informatior | - Forme (artefact, contexte) - Management (propriété, sécurité, ...) - Niveau de criticité perçu - Dépendance (perfection, fiabilité) | |
| Conception | - Outils de conception (application totale, application partielle, pas d'application) - Evaluation des progrès (auto-évaluation, évaluation externe) - Degré de structure (politique d'entreprise, politique de groupe, absence de politique) - Approche processus (génératif, variant) - Etape (clarification de la tâche, conception : conceptuelle, structurelle, détaillée) | |

Tableau IV-5 : Caractéristiques spécifiques à la conception collaborative

- Caractéristiques spécifiques critères : critères liés à l'apprentissage en commun

Concernant le réseau d'apprentissage pour la conception innovante, les caractéristiques spécifiques se trouvent au niveau de l'action d'apprendre ensemble (Dillenbourg, Baker et al. 1996; Maranzana and Gartiser 2006). Le Tableau IV-6 énumère les différents critères allant des besoins d'un acteur intermédiaire au rôle de la confiance entre les partenaires.

| CARACTERISTIQUES SPECIFIQUES LIEES A L'APPRENTISSAGE EN COMMUN (Maranzana and Gartiser, 2006) |
|---|
| - Spécificité des actifs du réseau (faible, forte) - Gestion des comportements opportunistes (confiance, contrôle, recours aux otages) - Acteur intermédiaire (oui, non, son rôle) - Autonomie des partenaires (autonomie, indépendance, interdépendance) - Accords entre partenaires (oui, non, tacite, explicite, écrit ou non) - Degré de confiance entre les partenaires (méfiance, confiance) |

Tableau IV-6 : Caractéristiques spécifiques au réseau d'apprentissage pour la conception innovante

IV.2.2.3. Mutualisation des ressources

Les entreprises sont inévitablement contraintes de contrôler leurs coûts, il semble nécessaire pour elles de rechercher des sources d'économies. Dans la partie précédente, nous avons vu que la conception collaborative et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante présentent des caractéristiques communes et des caractéristiques spécifiques.

Pour cela, nous pensons qu'une allocation optimale de ces caractéristiques, dans le développement, ou dans le choix du réseau d'apprentissage pour la conception innovante que chaque entreprise souhaite rejoindre, peut les amener à réaliser des économies de gamme.

Tout cela pourrait manifestement avoir un impact favorable sur les coûts, mais aussi sur les performances en conception, grâce à la mutualisation de certaines dimensions, pas seulement du côté des activités de conception, mais aussi du côté des activités d'apprentissage permettant un accroissement de compétences pour les activités de conception.

Les sources d'économies peuvent être trouvées à deux niveaux :

- dans les caractéristiques communes liées aux partenaires. Les entreprises faisant de la conception collaborative ont déjà un réseau de partenaires, leurs partenaires ayant aussi leurs propres réseaux. L'idée est de construire un réseau d'apprentissage avec

des partenaires avec lesquels on travaille déjà en conception collaborative. Nous rappelons la dimension humaine, et donc l'individu et non l'organisation, comme acteur de l'acte d'apprentissage. Ainsi construire ou participer à un réseau d'apprentissage pour la conception innovante, dans lequel sont déjà impliquées des personnes avec qui on a l'habitude de travailler (d'autres entreprises, des universités, des consultants), contribue à l'instauration de la confiance, élément important dans le réseau, en particulier d'apprentissage car il est non hiérarchique. L'instauration plus rapide de la confiance permet au réseau de travailler plus rapidement sur ses problématiques d'apprentissage.

- dans les caractéristiques spécifiques de la conception collaborative liées à l'objet de conception : l'idée ici est de permettre aux membres du réseau d'apprendre à partir de projets intéressants et utiles pour eux. Dans le contexte d'économies de gamme, nous pouvons ici inciter les entreprises à s'appuyer sur leurs projets de conception collaborative pour alimenter le réseau d'apprentissage pour la conception innovante en cas d'étude, en objets grâce auxquels ils vont pouvoir apprendre. Bien évidemment, ceci est possible à deux conditions :
 - que ce soient les mêmes personnes qui sont impliquées à la fois dans le projet de conception collaborative et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante ;
 - que les activités de conception collaborative et le réseau d'apprentissage pour la conception innovante ne travaillent pas sur les mêmes dimensions : l'objet conçu pour la conception collaborative, la démarche et les connaissances nécessaires pour cela dans le réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Ainsi, les partenaires à ce réseau peuvent travailler sur leurs propres projets et non sur des cas d'école permettant ainsi d'améliorer l'efficacité de l'apprentissage.

La dernière partie de ce chapitre va nous permettre de conclure sur les apports de ces économies de gamme dans la définition de l'apprentissage collaboratif.

IV.2.3. Vers l'apprentissage collaboratif de la conception innovante

Les entreprises conçoivent déjà ensemble. Elles ont déjà leur propre réseau. L'idée de l'apprentissage collaboratif est de regrouper différents partenaires, voire différents types de partenaires (ayant chacun leurs propres connaissances, compétences, expertises, ... et étant impliquées dans différents réseaux) dans une perspective à long terme visant à accroître leurs connaissances dans le domaine de la conception innovante. Il s'agira alors de partages d'objectifs et de référentiels (basés sur un vocabulaire commun par exemple).

En apprentissage collaboratif, les partenaires ont d'une part, un but commun qu'ils partagent (apprendre ensemble et progresser ensemble sur l'apprentissage d'une méthodologie de résolution de problèmes pour la conception) et d'autre part, des buts individuels propres à leurs entreprises ou leurs universités (concevoir tel ou tel produit de telle ou telle façon pour les entreprises ; recherche pour les universités ; expériences pour les consultants, ...).

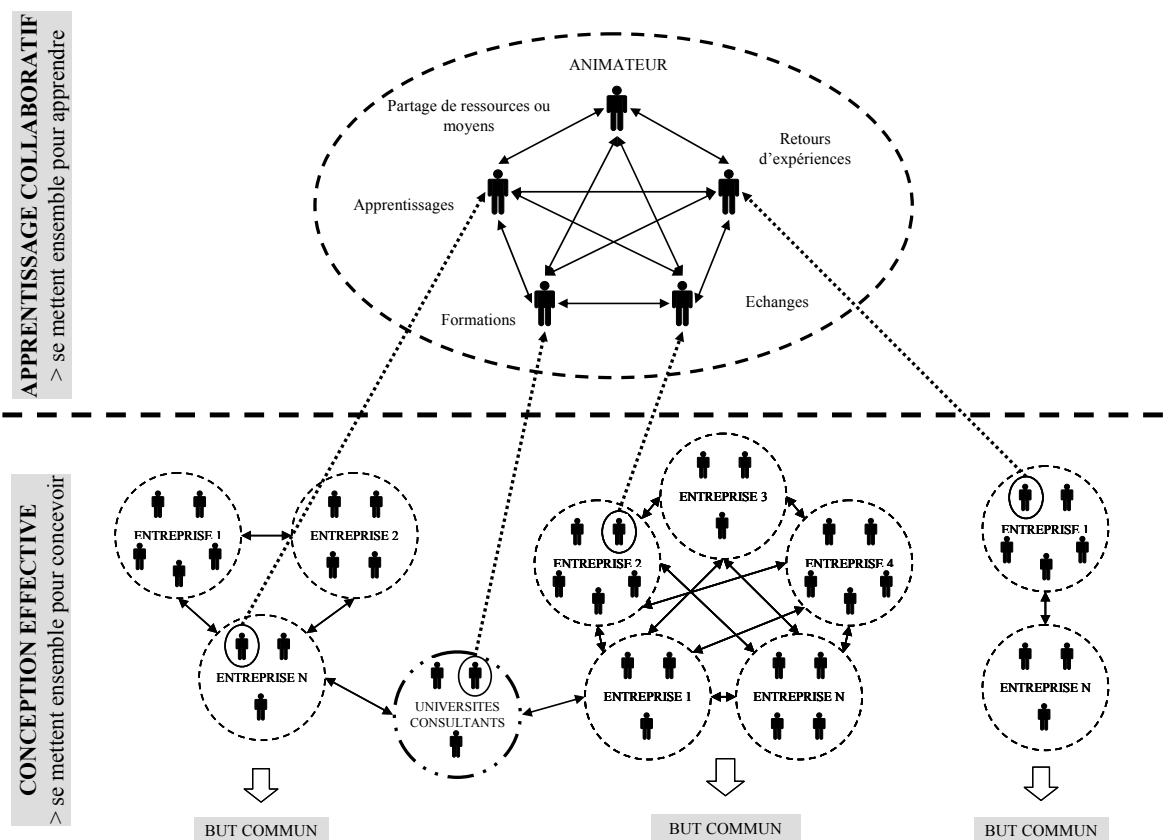


Figure IV-6 : Conception collaborative et apprentissage collaboratif (Maranzana, Gartiser et al. 2007)

Conception collaborative et apprentissage collaboratif de la conception sont ainsi deux dimensions importantes permettant de contribuer à l'innovation effective des entreprises (Figure IV-6). Dans le premier, on *conçoit ensemble* tandis que dans le second, on *apprend ensemble à concevoir*. Néanmoins, dans les deux cas, on retrouve les mêmes caractéristiques principales, à savoir la coordination cognitive et la collaboration. Le « lieu », les « participants » et les objectifs ne sont pas les mêmes, mais chacun à son niveau participe à un but commun. On se situe ainsi à deux niveaux différents d'un même système : l'un est très opérationnel (concevoir), l'autre vise à accroître les connaissances, les compétences et les savoir-faire de l'entreprise. Les deux tendent à lui apporter un avantage concurrentiel indiscutable en lui permettant effectivement d'innover.

IV.3. Conclusion

Dans un souci d'efficacité, nous avons vu qu'une solution serait que les entreprises s'associent afin de mutualiser, de partager et de développer leurs connaissances et leurs compétences en matière de conception et en particulier de conception innovante. Le réseau semble pour cela être un lieu privilégié, permettant aux entreprises de logiques différentes, de développer leurs capacités à apprendre et à innover.

Dans ce quatrième chapitre, nous nous sommes dans un premier temps, attachés à caractériser cette alternative efficace dans le domaine de l'apprentissage pour innover. Le réseau d'apprentissage pour la conception innovante a ainsi été caractérisé au travers de quatre types de cohérence, à savoir : la cohérence structurelle, qui renvoie à l'architecture de l'organisation, la cohérence externe, qui concerne la coordination des activités entre les entreprises partenaires, la cohérence interne, qui se réfère à l'indépendance et à l'organisation de chaque entreprise afin qu'elles soient compatibles entre elles et la cohérence du système de valeur, qui permet d'unir les entreprises en renforçant les relations entre individus. 19 critères issus de ces quatre types de cohérence nous ont permis de caractériser de manière générale le réseau d'apprentissage et constituent un portrait robot du résultat à atteindre.

Dans un second temps, nous avons cherché à positionner ces 19 critères caractérisant le réseau d'apprentissage pour la conception innovante par rapport à la caractérisation de la conception intégrée réalisée dans le chapitre I. Après une analyse des différentes caractéristiques, il

apparaît que les dimensions mises en avant dans notre caractérisation relèvent bien des caractéristiques propres à la conception collaborative. Cela nous amène ainsi à clarifier notre terminologie et à parler d'apprentissage collaboratif de la conception innovante.

Dans un troisième temps, partant des caractérisations de la conception collaborative et du réseau d'apprentissage pour la conception innovante nous nous sommes attachés à identifier les critères communs et spécifiques à chaque activité. Ces caractéristiques permettent de réaliser des économies de gamme à deux niveaux. Il s'agit tout d'abord de faire des économies de gamme au niveau des caractéristiques communes, liées aux partenaires. On pourra dans ce cas construire un réseau d'apprentissage avec des partenaires avec lesquels on travaille déjà en conception collaborative. Il s'agit ensuite de faire des économies de gamme au niveau de l'objet de conception en conception collaborative. L'idée est de permettre aux membres du réseau d'apprendre à partir de projets intéressants et utiles pour eux.

Pour finir, nous avons vu comment la conception collaborative et l'apprentissage collaboratif peuvent contribuer à l'innovation effective dans les entreprises.

Le chapitre suivant va s'attacher à proposer une première validation de cette caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

CHAPITRE V. Validation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Le Consortium TRIZ et l'amélioration de la performance en conception d'ArcelorMittal : le cas du transport de bande dans une ligne de recuit continu

L'objet de ce chapitre est de présenter une application de réseau d'apprentissage pour la conception innovante : le Consortium TRIZ et sa mise en œuvre dans un projet de conception d'ArcelorMittal.

Les quatre premiers chapitres de la thèse visent à développer les aspects théoriques de ce travail. En effet, nous nous sommes attachés à définir précisément les différents concepts : l'activité de conception (chapitre I), la performance de l'activité de conception (chapitre II), les différents types d'apprentissage et modes d'organisation de travail en groupe possibles (chapitre III), avant de caractériser le réseau d'apprentissage pour la conception innovante (chapitre IV).

Ce dernier chapitre va s'attacher à faire le lien entre ces aspects théoriques et notre problématique de départ, à savoir : comment améliorer la performance en conception innovante. Pour ce faire, nous allons nous appuyer sur un terrain d'expérimentation. Notre terrain est constitué d'un ensemble de partenaires qui se sont mis ensemble afin d'apprendre une démarche de conception nouvelle pour eux (TRIZ), dans le but d'améliorer leur performance en conception. Notre cas d'étude porte donc sur ce qui a été appelé le « Consortium TRIZ ».

Dans une première partie, nous allons nous attacher à définir la théorie de résolution des problèmes inventifs (TRIZ) ainsi que les principes généraux de fonctionnement du Consortium TRIZ. Puis, dans une seconde partie, la méthodologie de collecte des

informations sur le terrain sera présentée. Enfin, dans une troisième partie, nous confronterons nos dix-neuf indicateurs définis de manière théorique à nos relevés d'informations ainsi que nos observations directement issues du terrain. Cette troisième partie va nous permettre de réaliser une première validation de la caractérisation générale que tous types de réseaux d'apprentissage devraient avoir. Enfin nous présenterons un projet de conception réel et nous verrons en quoi le fait qu'il ait été conduit dans le contexte du Consortium TRIZ a permis à l'entreprise d'accroître sa performance en conception innovante.

Pour finir, nous concluons sur les possibilités d'apprentissage pour améliorer la performance de l'entreprise en conception innovante.

V.1. Le consortium TRIZ

Dans cette première partie, nous allons dans un premier temps présenter la TRIZ, théorie qui sert de socle à notre cas d'étude ; le consortium TRIZ sera présenté dans un second temps.

V.1.1. La TRIZ : théorie de résolution des problèmes inventifs

Généralement, lorsqu'il s'agit de résoudre un problème, la tendance naturelle est d'essayer de trouver, de deviner, d'imaginer une solution directement. Sur le plan méthodologique, cette approche s'appuie sur les méthodes d'essais et erreurs telles que le brainstorming (Osborn 1959), l'analyse morphologique, la synectique (Gordon 1965), les associations forcées, etc. Ces méthodes visent à ne laisser échapper aucune idée susceptible d'être porteuse de la solution. Cette prolifération d'idées est à la fois le plus gros avantage et le plus gros inconvénient de ces méthodes. En effet, plus la quantité d'idées générées est importante, plus il y a de chances de trouver une solution au problème. De l'autre côté, plus il y a d'idées générées, plus il faut de temps pour les traiter correctement. En effet, il ne suffit pas d'avoir une idée, il faut également vérifier sa faisabilité ainsi que son efficacité dans le contexte donné.

L'approche générale de la TRIZ rejette cette recherche directe de solution à partir de la première description du problème et propose un enchaînement d'étapes qui permet de construire en parallèle la définition du problème et sa solution. Ainsi, au lieu d'être cherchée

d'une manière plus ou moins structurée, la solution est construite au fur et à mesure de l'avancement du processus de résolution de problème.

La TRIZ est une théorie de résolution de problèmes, dont l'acronyme russe « *Теория Решения Изобретательских Задач* » signifie Théorie de Résolution des Problèmes Inventifs. Le travail de l'élaboration de cette théorie par Genrich Altshuller et ses collaborateurs a commencé dans les années 1940 (Altshuller 1988). La première publication a vu le jour en 1956 (Altshuller and Shapiro 1956) et le premier ouvrage en 1979 (Altshuller 1979). Selon Altshuller, le principal avantage de cette théorie réside dans sa capacité à cibler le cœur du problème, à restreindre rapidement la zone de recherche de solutions et à apporter des solutions bien adaptées au contexte du problème.

La TRIZ est fondée sur trois postulats suivants (Altshuller 1975; Altshuller 1979) :

- Le postulat des lois objectives de l'évolution des systèmes techniques qui consiste à dire que les systèmes techniques n'évoluent pas au hasard, mais en suivant les lois d'évolution objectives qui sont indépendantes de la volonté humaine. Les travaux d'Altshuller ont formulé 8 lois objectives (Altshuller 1975; Salamatov 1996). Ces lois ont permis d'élaborer les standards de construction de solutions pour des problèmes techniques.
- Le postulat de la contradiction qui consiste à dire que les systèmes techniques n'évoluent pas au hasard, mais dans le sens de résolution des contradictions. Ainsi, pour que le système puisse passer à un niveau supérieur de son existence, il est nécessaire de formuler le problème bloquant sous forme d'une ou de plusieurs contradictions et de les surmonter. La contradiction est une forme canonique de représentation des problèmes.
- Le postulat de la situation spécifique qui stipule la nécessité de tenir compte des particularités de la situation afin d'intégrer ces informations dans le processus de résolution du problème dès son début et d'obtenir une solution efficace. La connaissance de particularités d'une situation problématique permet d'identifier des contraintes et des opportunités propres à ce problème et ainsi de réduire le champ de recherche de solutions afin de construire une solution bien adaptée au contexte.

La Figure V-1 présente l'approche générale de la TRIZ qui consiste à faire appel aux différents niveaux d'abstraction à l'aide de la modélisation. La situation problématique est

analysée afin d'être transformée en modèle du problème, ensuite est construit le modèle de la solution qui, une fois contextualisée, donnera la solution adaptée à la situation problématique initiale.

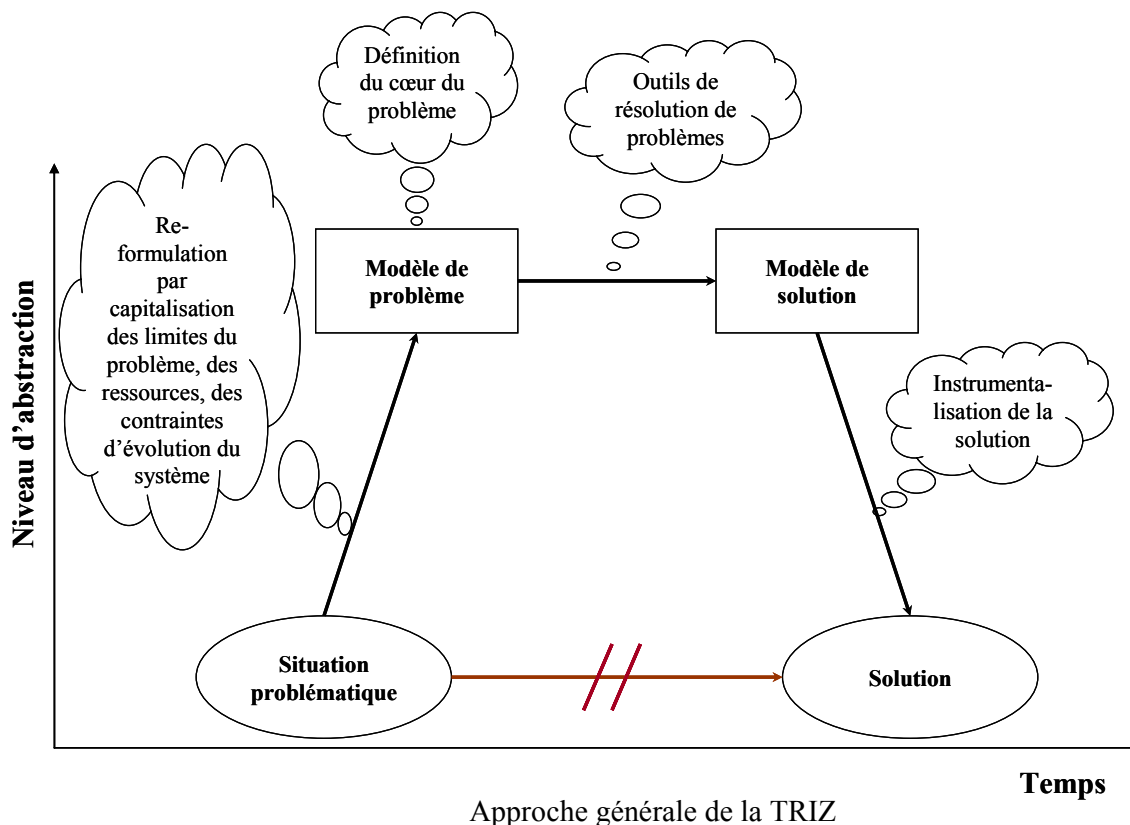


Figure V-1 : Approche générale de la TRIZ (Dubois 2004)

Il semblait important dans cette première partie du chapitre, au regard de l'application traitée, de présenter la TRIZ. Cependant, l'objet d'étude de la thèse portant sur la caractérisation d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante nous n'allons pas détailler davantage cette théorie ; en effet, celle-ci n'est qu'une méthode menant à la conception innovante parmi d'autres. Pour plus de renseignements sur cette méthode et cas d'application (Altshuller 1988; Salamatov 1996; Altshuller 1999; Cavallucci 1999; Savransky 2000; Dubois 2004).

V.1.2. Présentation du consortium TRIZ

V.1.2.1. Origine du consortium TRIZ

Le consortium TRIZ a été créé en juillet 2006. Il est basé sur une approche interdisciplinaire associant des industriels, des chercheurs et des consultants. Son objectif est d'apporter un avantage concurrentiel aux membres en leur permettant de développer leur activité d'innovation sur des problèmes et systèmes complexes. Les travaux conduits en terme d'adaptation, d'évolution et d'élaboration de méthodes et d'outils issus de la TRIZ doivent leur permettre une conduite plus systématique et plus efficiente de l'innovation. Les membres se réunissent ainsi avec comme but commun d'apprendre ensemble à concevoir avec la TRIZ.

Les objectifs du consortium sont doubles et complémentaires :

- Comprendre et représenter la complexité des processus actuels des membres du consortium ; ceci en :
 - Explorant les pratiques et des outils de la conception,
 - Explorant et observant les comportements humains dans la démarche de conception et dans l'utilisation des méthodes et outils de la TRIZ,
 - Analysant les sphères d'influence qui caractérisent le monde de la TRIZ.
- Améliorer l'intégration de la TRIZ, de ses méthodes et de ses outils dans les entreprises, en cohérence avec les pratiques existantes et en construisant si nécessaire de nouveaux outils ; ceci en :
 - Identifiant des situations particulières de conception,
 - Faisant évoluer voire en élaborant de nouvelles pratiques,
 - Faisant évoluer voire en élaborant de nouveaux outils.

Le défi qui est à relever ici est bien de créer de véritables avantages concurrentiels, durables pour chacun des membres du consortium. Une caractéristique du consortium est sa richesse en termes de compétences, de diversité et de complémentarité de ces partenaires. Ainsi, l'enjeu est de conserver cette diversité en s'assurant que chaque membre du consortium puisse avoir accès à tout moment à des résultats qui l'intéressent. De ce fait, il est important d'insister sur

le fait que les démarches permettant d'atteindre les deux principaux objectifs décrits précédemment doivent impérativement se faire de manière synchrone car ils ne sont pas complètement indépendants. De plus, ces démarches doivent être basées de manière forte et explicite sur des démarches de conception collaborative, impliquant volontairement chaque membre du consortium.

V.1.2.2. Présentation des partenaires

Les partenaires du consortium TRIZ¹² peuvent se classer en trois catégories : entreprises industrielles, cabinets de conseil et laboratoires de recherche publique.

- 3 entreprises industrielles,
- 1 cabinet de conseil,
- 1 laboratoire de recherche publique.

V.1.2.3. Facteurs clés de succès du consortium TRIZ

Fort de la diversité de ses membres, les travaux du Consortium sont basés sur une approche interdisciplinaire associant :

- les industriels, spécialistes de la conception de produits ou de services et utilisateurs finaux ;
- les chercheurs (en génie industriel, en conception et en particulier spécialisés sur la TRIZ, en ingénierie des connaissances, en sciences humaines et de gestion), capables d'aborder de manière complémentaire et coordonnée les problèmes scientifiques posés par l'objet du consortium ;
- le métier du conseil en charge du déploiement de méthodes et outils adaptés au contexte et aux enjeux, familiers de la mise en œuvre de projets faisant intervenir des compétences multiples au service du développement de solutions opérationnelles, ainsi que de la fertilisation croisée entre secteurs non concurrentiels ;

¹² Les accords de confidentialité nous empêchent de citer le nom de certains partenaires.

- les spécialistes logiciels capables de favoriser l'émergence d'outils véritablement innovants et exploitant les technologies les plus actuelles.

Cette diversité encourage une modélisation non seulement multi-axes des entreprises du consortium (processus, information, décision, dimension humaine) mais également dynamique permettant d'accompagner au cas par cas les membres du Consortium dans leurs découvertes de plus en plus approfondies de la TRIZ.

V.1.2.3.1. Les facteurs clés de succès sur le plan humain

Le Consortium TRIZ doit conduire à une valeur effective pour chacun des membres, leur conférant de véritables avantages concurrentiels durables. Cela n'est possible que grâce à quatre fédérateurs :

- Le partage d'objectifs compatibles,
- Une perspective assumée d'engagement sur le long terme,
- L'assimilation d'un référentiel commun, un vocabulaire partagé,
- L'entente régulièrement confirmée autour d'un objet de recherche partagé.

V.1.2.3.2. Les facteurs clés de succès sur le plan des moyens

L'avantage majeur du consortium est de lier l'ensemble de ses outputs à destination des entreprises sur des fondements scientifiques forts. Ainsi, les deux grands objectifs présentés précédemment pourront être atteints parce qu'un programme de recherche a été précisément élaboré dans cette optique.

Pour cela, le consortium, rassemble grâce à ses membres, trois caractéristiques majeures devant conduire à atteindre les objectifs qu'il se fixe :

- Le partage : Les membres du Consortium, par la connaissance réciproque et la confiance qui doit les lier, sont capables de construire un modèle particulièrement bien adapté au partage d'expériences, à la définition d'objectifs communs et à l'élaboration de concepts et d'outils opérationnels à même de faire évoluer les activités de conception de ses membres grâce à une utilisation intensive et adaptée à chacun de la TRIZ.

- L'influence : Fort des avantages concurrentiels de chacun des membres, obtenus grâce à ces travaux conjointement menés, le consortium vise à terme à proposer un modèle lui permettant de tenir un rôle de prescripteur et de référence institutionnelle dans le domaine de l'utilisation de la TRIZ dans les activités de conception, voire plus largement dans l'aide à l'organisation et la gestion des activités d'innovation.
- L'intelligence : Chaque membre de ce consortium a une place prépondérante à jouer dans le projet. C'est bien par la conduite conjointe des expériences, de la recherche et de la valorisation, en s'appuyant très fortement sur les complémentarités, par des échanges systématisés au sein des différents travaux que tous les membres du Consortium TRIZ doivent améliorer leur capacité à innover.

La partie suivante va s'attacher à décrire l'organisation interne du consortium TRIZ.

V.1.2.4. Organisation du consortium TRIZ

V.1.2.4.1. Les « Work Packages »

Le consortium TRIZ est organisé autour de deux axes clés qui se développent en quatre *Work Packages* (WP) (Figure V-2) :

- l'axe « actions-interventions »
 - WP1 : formation : apprendre aux acteurs des entreprises et accompagner leur montée en expertise (différents niveaux de formation sont prévus pour répondre à une évolution dans la maîtrise de la TRIZ : du niveau information à expert)¹³
 - WP2 : cas d'étude : mise à disposition d'experts pour accompagner les partenaires dans la résolution de leurs propres problèmes techniques.

Les deux objectifs de cet axe sont les suivants :

1) Construire par des actions de formation et d'expertise les compétences des acteurs de l'entreprise afin de leur donner la capacité de conduire et d'animer des études simples et complexes.

¹³ Pour en savoir plus sur les formations : <http://www.insa-strasbourg.fr/fr/formation-continue/>

2) Permettre au sein du consortium, à un réseau d'animateurs, spécialistes, experts d'échanger sur leurs pratiques et de partager leurs expériences afin de poursuivre leur montée en compétence.

- l'axe « recherche-déploiement »
 - WP3 : Impact économique et socio-cognitif de la TRIZ sur les activités de conception (IMPACT) : c'est-à-dire d'établir une cartographie de l'existant chez les différents partenaires en terme d'activité de conception.
 - WP4 : Méthodes et outils : (construction de démarches d'action, de démonstrateurs logiciels pour assister les pratiques expertes, pourvoir à l'évolution du démonstrateur par les résultats de recherche)

Les deux objectifs de cet axe sont les suivants :

- 1) Analyser les activités de conception des entreprises afin d'être en mesure d'évaluer les impacts (positifs ou négatifs) du recours à la TRIZ.
- 2) Développer en synergie des méthodes et des prototypes de supports informatiques pour le traitement de cas.

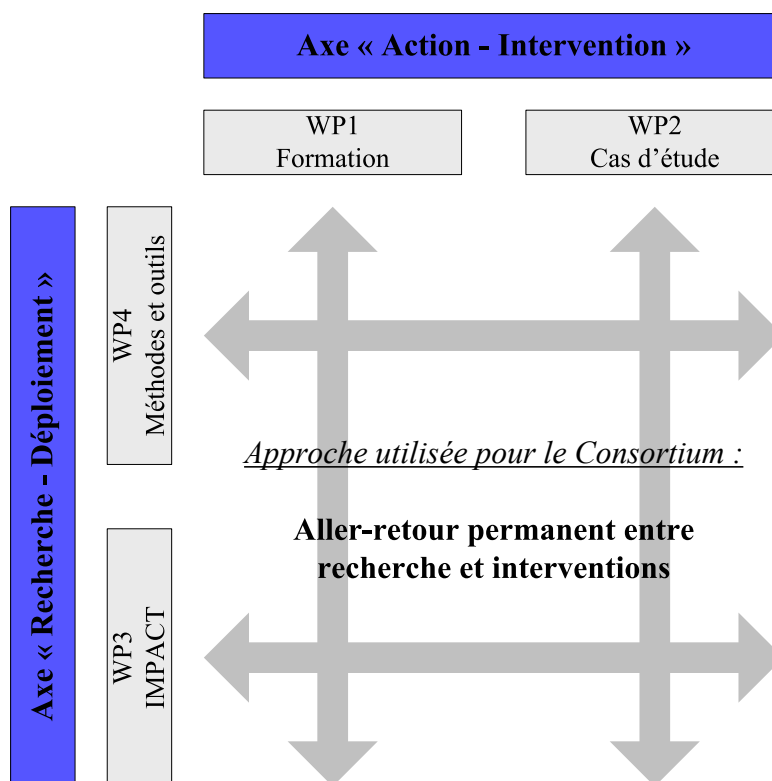


Figure V-2 : Organisation des WP du consortium TRIZ

Les quatre *Work Packages* participent à la dynamique du consortium par la mutualisation de certaines ressources, par le partage d'une sémantique (formations intra consortium), d'expériences (cas d'étude, expertises) mais également par l'existence et l'intégration importante avec les *Work Packages* de l'axe « recherche-déploiement », enfin par une fertilisation croisée qui grâce à la présence de plusieurs industriels favorise les travaux menés et permet d'aller plus loin dans la systématisation de certaines méthodes et outils. L'objectif des *Work Packages* est de construire et d'organiser l'acquisition de savoir-faire opérationnels pour les membres du Consortium. Le déploiement opérationnel se fait au travers de rencontres ainsi que d'un programme de formation et de résolution de cas, construits et négociés avec chacun des membres du consortium.

Un des fondements du Consortium est le partage d'expériences, il est donc nécessaire d'établir une sémantique commune dans les pratiques liées à la TRIZ. Les séances de formation particulières au Consortium sont le lieu pour cet apprentissage. Les pratiques d'études et d'expertises sont par ailleurs conduites en cohérence avec les méthodes enseignées.

La Figure V-3 synthétise l'organisation effective du consortium TRIZ. A l'intérieur de chacun des cinq cercles représentant les partenaires on retrouve les acteurs agissant sur les *Work Packages*. L'organisation entre les *Work Packages* « Actions–Interventions » et « Recherche–Déploiement » est présentée au centre de la figure. Les liens relient les acteurs au(x) *Work Package(s)* auquel(s) ils ont participé ou contribué. Les acteurs « coordonnateurs », qui assurent la coordination technique et administrative (une personne par partenaire) sont par ailleurs différenciés dans la figure des acteurs « traditionnels », qui assurent quant à eux les activités (plusieurs personnes par partenaires).

Outre l'organisation du consortium TRIZ, la Figure V-3 présente les diverses interactions entre acteurs via les activités liées au quatre *Work Packages*.

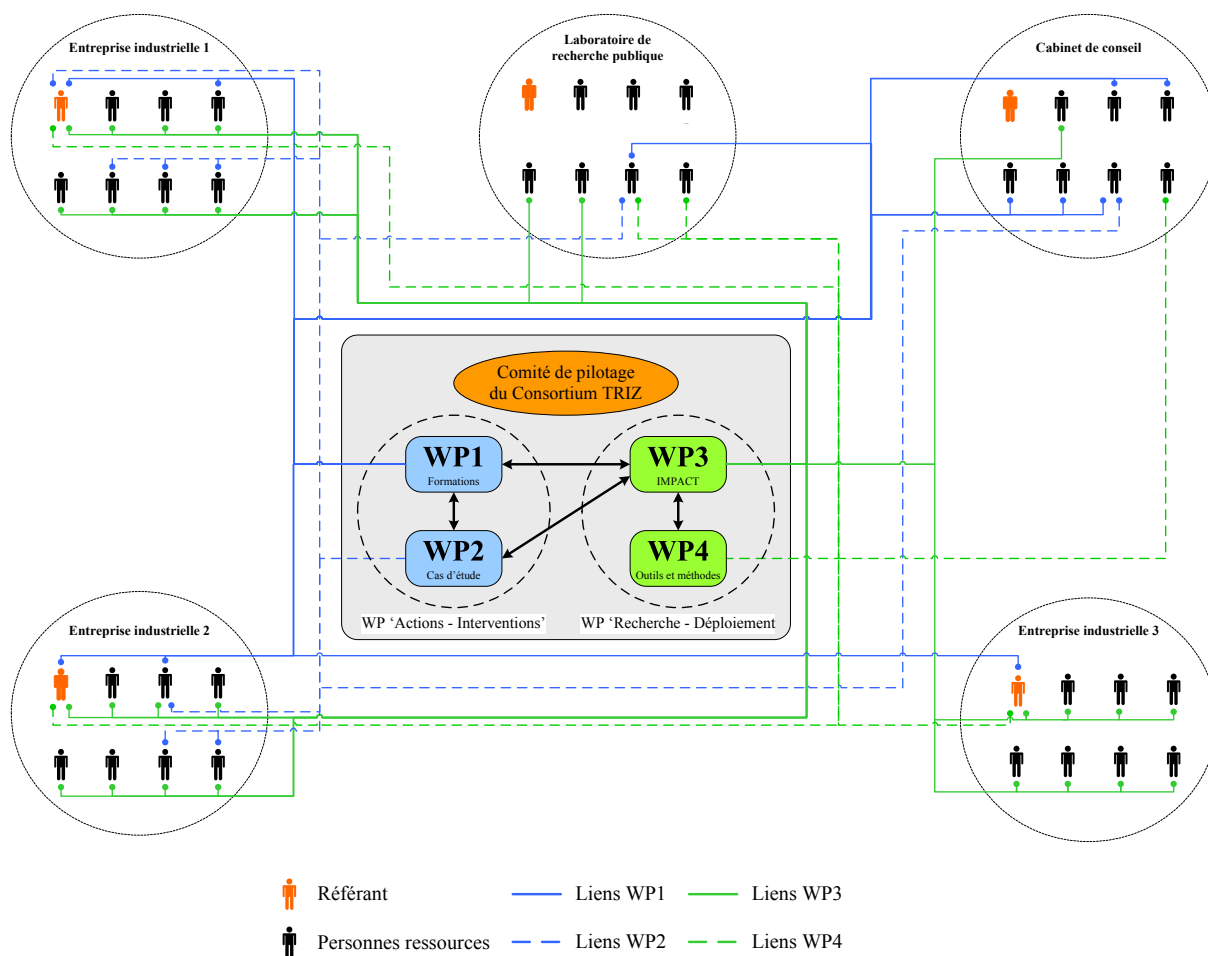


Figure V-3 : Représentation de l'organisation réelle du consortium TRIZ

Dans les parties suivantes nous allons présenter différents moyens mis en œuvre pour gérer et faire vivre le consortium TRIZ.

V.1.2.4.2. Les accords de confidentialité

Comme nous l'avons vu dans le IV.1.4.2, un contrat ou un ensemble de contrat écrits, sont nécessaires afin d'engager les parties prenantes. Dans le cadre du consortium TRIZ deux types de contrat ont été utilisés : une « convention de collaboration » liant l'ensemble des partenaires, et, des conventions spécifiques propres aux activités n'impliquant pas l'ensemble des partenaires.

V.1.2.4.2.1. Convention de collaboration

La convention de collaboration, appelée aussi « accord cadre », signée par l'ensemble des partenaires, est composée de dix-neuf articles. Parcourons quelques unes des caractéristiques fondamentales de cette convention :

- ARTICLE 1 : Définition.

Remarques : Un certain nombre de termes tels connaissances, connaissances antérieurs ou encore résultats, résultats communs, résultats spécifiques se doivent d'être clarifiés afin d'éviter tout abus de langage dans le texte.

- ARTICLE 4 : Modalités d'exécution.

Remarques : Cet article a comme objectif de définir les modalités d'exécution du programme composé de quatre *Work Packages*. L'intégralité du contenu de ces *Work Packages* ainsi que des livrables sont décrits dans cette section.

- ARTICLE 5 : Organisation.

Remarques : La mode de désignation ainsi que les rôles du coordonnateur et du comité de pilotage sont définis dans cet article (voir aussi V.1.2.4.3).

- ARTICLE 6 : Modalités financières.

Remarques : Cet article précise le montant du programme, les contributions financières de chacune des parties ainsi que les modalités de règlement.

- ARTICLES 7-8-9 : Propriété Intellectuelle et confidentialité.

Remarque : Ces trois articles définissent les propriétés des différents résultats, l'usage et l'exploitation de ceux-ci ainsi que les termes de confidentialités et de divulgation.

- ARTICLE 11 : Durée.

Remarque : La durée de cette convention est fixée à douze mois ; toute prolongation faisant l'office d'un avenant.

- ARTICLE 15 : Sous-traitance.

Remarque : L'article indique qu'avec l'accord du comité de pilotage (V.1.2.4.3) chaque partenaire peut sous-traiter des travaux qui lui incombent à un tiers ; le partenaire restant pleinement responsable de la réalisation.

V.1.2.4.2.2. Conventions spécifiques

Les conventions spécifiques sont propres à des activités n'impliquant pas l'ensemble des partenaires.

Dans le cadre du « WP2-cas d'étude » qui n'implique qu'un seul industriel et l'INSA de Strasbourg, l'accord est appelé « convention de collaboration de recherche ». Si l'INSA de Strasbourg décide de sous-traiter une partie de ses tâches à un cabinet de conseil, un nouvel accord devra être signé ; il est appelé « convention de sous-traitance ».

V.1.2.4.2.3. Conclusion sur les différents types de convention

La Figure V-4 synthétise les trois types de convention utilisés dans le cadre du consortium TRIZ.

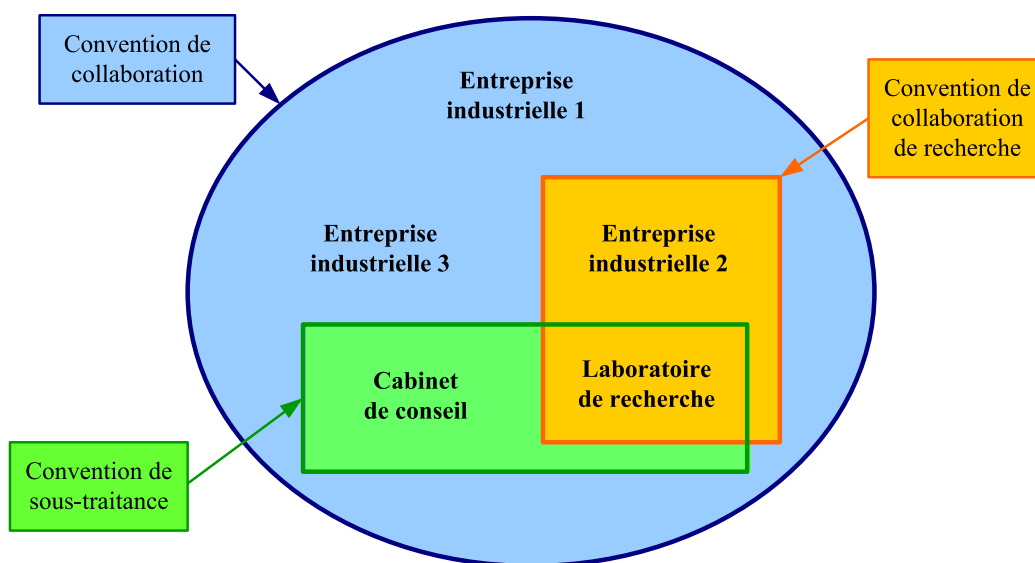


Figure V-4 : Différents types de conventions

V.1.2.4.3. Le comité de pilotage

Les membres du consortium TRIZ se sont engagés sur une perspective de type long terme leur permettant l'assimilation d'un référentiel commun ainsi que le partage d'objectifs compatibles.

Afin de piloter ces objectifs et d'orienter les actions du consortium, un « comité de pilotage », constitué d'un représentant de chacune des sociétés membres du consortium a été créé. Ce comité est composé d'un représentant qualifié pour chacun des partenaires ; ces membres peuvent par ailleurs se faire assister de tout spécialiste de leur choix. La fréquence des réunions du comité de pilotage a été fixée à au moins trois rencontres par an.

Le comité de pilotage constitue une instance privilégiée de communication entre les partenaires de tout type d'information (technique, industrielle, commerciale ou autre). Les membres de ce comité ont par ailleurs comme rôle de guider et d'anticiper les actions du consortium dans la durée, tout en veillant au respect des échéances prévues

V.1.2.4.4. Les séminaires d'échanges

Après avoir été formés via le « *WP1-Formation* », avoir appliqué ces enseignements en résolvant un cas d'étude réel via le « *WP2-Cas d'étude* » et après avoir étudié l'organisation de l'activité de conception de chaque partenaire via le « *WP3-IMPACT* », les partenaires ont émis le souhait de se réunir lors d'une journée afin d'échanger sur leurs pratiques.

En mars 2008, 21 personnes, représentant les différents partenaires du consortium TRIZ se sont ainsi réunis sur le site d'un des partenaires. Au programme de la journée, cinq présentations relatant les expériences menées au sein de chacune des entreprises partenaires et la visite du site industriel.

L'objectif de cette journée a consisté à :

- échanger sur les pratiques de TRIZ,
- échanger sur les difficultés apparues et trouver ensemble des solutions aux problèmes survenus,
- présenter des cas d'application,

De ce séminaire, ont émergé les actes de la journée, regroupant les présentations ainsi que la synthèse des discussions inter-partenaires.

V.2. Méthodologie de collecte des informations

Afin d'analyser et d'avoir la possibilité de conduire les actions du consortium TRIZ, nous avons mis en place un système de collecte d'informations, à plusieurs niveaux, permettant d'observer la construction et la vie au sein d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante particulier, à savoir, le consortium TRIZ.

Tout d'abord, nous avons pu observer que la phase de création du consortium TRIZ fut très riche en échanges. De multiples réunions avec divers partenaires ont permis de définir les attentes de chacun. Il en ressort une construction commune de l'organisation du consortium ainsi qu'une définition plus précise des *Work Packages* en fonction des attentes des partenaires intéressés.

Ensuite, les phases de négociation et de rédaction des conventions furent-elles aussi intenses en échanges et discussions entre partenaires (V.1.2.4.2).

Enfin, dans le cadre du « *WP3-IMPACT* », nous avons eu l'occasion d'interroger les acteurs du consortium au travers d'interviews individuels et deux séries de questionnaires ; définissons plus précisément ces modes de collecte d'informations :

- Les interviews individuels, d'une durée d'environ deux heures, sont confidentiels. Les questions posées, de manière semi-directives, sont extraites d'un questionnaire de 132 questions couvrant cinq thèmes, à savoir : le parcours de l'individu dans l'entreprise, le contexte de l'entreprise du point de vue de l'innovation, l'organisation de l'activité de conception, les aspects humains et le système d'information.

La collecte des informations, au sein de chaque partenaire, s'est basée sur l'interview d'un nombre restreint de personnes. Remarquons aussi que suivant l'entreprise et le service impliqué dans le Consortium TRIZ, les entretiens ont eu lieu à différentes étapes du processus de conception. Les personnes choisies couvrent généralement différents niveaux hiérarchiques (direction R&D, responsable innovation, chefs de projets, ingénieurs) et disposent d'une ancienneté dans l'entreprise variable (de 1 à 30 ans).

Sur les trois entreprises partenaires nous avons interviewé dix-neuf personnes ; cela représente environ quarante heures d'interview.

- La série de questionnaires concernant le « *WPI-formations* » qui permet de mesurer l'apprentissage des participants. Cette série de questionnaires a été déclinée pour les formations dites « courtes », de niveaux F5 (5 jours) ou F10 (10 jours), et « longue », c'est-à-dire le Mastère Spécialisé en Conception Innovante (1 an).

Dans ces deux cas, trois familles de questionnaires ont été posées aux participants : au début de la formation, après chaque séance, à la fin de la formation. Par ailleurs,

nous avons suivi les participants six mois et un an après leur formation afin de connaître l'utilisation dans leur contexte industriel des connaissances acquises.

L'annexe 5 propose un exemple de série de questionnaires donné aux participants d'une formation de niveau F5 (avant, pendant et après la formation).

- La série de questionnaires concernant le « *WP2-cas d'études* » permet d'étudier le comportement des différents acteurs en situation de conception ; elle est organisée de la même façon que les questionnaires « *WPI-formations* », c'est-à-dire en trois familles, à savoir : avant l'étude, pendant l'étude (après chaque séance) et à la fin de l'étude. Les questionnaires sont cependant différents suivant la place occupée dans le projet : chef de projet, membres du groupe, animateur de l'INSA de Strasbourg, animateur extérieur.

L'annexe 6 propose deux exemples de série de questionnaires ; l'une donnée à l'animateur (avant, pendant et après le projet), et l'autre donnée au chef de projet (avant, pendant et après le projet).

V.3. Validation des critères du réseau d'apprentissage de la conception innovante par le cas d'étude « consortium TRIZ »

Nous avons observé depuis 2006 la construction d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante : le Consortium TRIZ, dans lequel sont impliqués différents types de partenaires : entreprises industrielles, cabinets de conseil et laboratoires de recherche publique. Différents éléments de ce consortium vont illustrer notre proposition de caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante définie dans le chapitre IV.

Notre objectif dans cette partie est d'observer que le Consortium TRIZ a effectivement les caractéristiques d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Par ailleurs, nous verrons que les caractéristiques ont pris des valeurs spécifiques, caractéristiques des partenaires, du contexte et des circonstances propres à ce réseau.

Nous reprenons la même organisation des critères basée sur la cohérence afin d'illustrer les dix-neuf critères.

V.3.1. Illustration des critères se rapportant à la cohérence structurelle

Intéressons nous tout d'abord à l'illustration des critères liés à la cohérence structurelle du réseau d'apprentissage pour la conception innovante :

- **(CS1)-Structure**

Tout d'abord, les partenaires se sont engagés par le biais de diverses conventions, dans les activités du consortium TRIZ. Cet engagement se traduit au niveau des hommes (partenaires) par du temps dégagé en interne. La contractualisation a permis à l'organisation de reconnaître ce temps passé par la possibilité d'imputer des heures de travail à ce contrat par exemple. Ils participent aussi à des formations, à la résolution de cas d'étude. Ainsi, comme défini dans la caractérisation du réseau d'apprentissage, le consortium TRIZ dispose bien d'une structure formelle et ainsi visible par les organisations.

- **(CS2)-Echanges entre les partenaires**

Dans le cadre du consortium TRIZ, les échanges entre partenaires ont lieu, entre autres, dans le cadre de la rédaction et la négociation des conventions, lors des réunions du comité de pilotage, lors des formations, lors des journées d'échanges. Les documents échangés sont de divers types, par exemple des fichiers informatiques, des e-mails, des supports de cours, des comptes rendus de réunions.

On remarque que le consortium TRIZ est ainsi considéré comme un lieu d'échanges sur la TRIZ et plus généralement sur l'activité de conception innovante. Ces échanges sont réalisés via le réseau d'apprentissage dans une logique additive. Ce qui est partagé, la manière et la logique sont conformes à celles présentées dans notre caractérisation.

- **(CS3)-Spécificités des actifs du réseau**

L'organisation même du consortium TRIZ, en *Work Packages* ainsi que la définition du contenu de ceux-ci ont été construits grâce aux partenaires. Comme proposé dans notre caractérisation, le consortium TRIZ dispose, via son organisation, des spécificités fortes de ses actifs

- **(CS4)-Mode d'organisation**

Etant donné que le comité de pilotage, orientant les actions du consortium TRIZ, est composé de membres de chacun des partenaires, il n'y a aucun lien de hiérarchie entre eux ; en effet, chaque partenaire dispose d'une voie ayant la même valeur. Le mode d'organisation du consortium TRIZ est ainsi non hiérarchique comme présenté dans notre caractérisation.

- **(CS5)-Type de partenaires**

Comme nous l'avons déjà vu dans le V.1.2.2, le consortium TRIZ est composé de trois entreprises industrielles, un cabinet de conseil et un laboratoire de recherche publique. Le consortium TRIZ dispose ainsi de différents types de partenaires comme suggéré dans notre caractérisation.

- **(CS6)-Secteur d'activité des partenaires**

Pour ce qui est des partenaires industriels, l'aéronautique, le transport ferroviaire et la sidérurgie sont les secteurs d'activité des entreprises présentes dans le Consortium TRIZ ; ils sont distincts, ce qui est un critère très important au sein du Consortium TRIZ : les membres actuels peuvent bloquer l'entrée de nouveaux membres qui seraient des concurrents. La clause de non-concurrence a été fondamentale à la fondation du Consortium TRIZ.

- **(CS7)-Proximité des partenaires**

Les partenaires sont dispersés sur le territoire français, cependant ils se rencontrent, au minimum trois fois par an lors des comités de pilotage (V.1.2.4.3), plus souvent avec les formations, les journées d'échanges et les journées de travail. En dehors de ces rencontres physiques, ils échangent par le biais des messageries électroniques et du partage de documents. La proximité des partenaires du Consortium TRIZ est ainsi la fois géographique, de manière ponctuelle, et électronique, de manière systématique.

- **(CS8)-Nombre optimum de partenaires**

Le Consortium TRIZ est composé de cinq partenaires. Cette construction de réseau d'apprentissage étant une première expérience, il est difficile de connaître le nombre optimal ; le nombre de partenaires est cependant supérieur à deux comme défini dans notre caractérisation.

L'expérience du Consortium TRIZ a fait apparaître une limite importante liée au nombre de partenaires. En effet, fondé sur un cadre contractuel fort, le Consortium TRIZ nécessite la négociation régulière des contrats. Au regard du nombre de services juridiques parties

prenantes dans la rédaction et la validation juridique, cinq partenaires est un nombre limite de ce point de vue. Cette difficulté a conduit le service juridique de l'animateur du réseau à définir une procédure et un planning clairs de validation des contrats. Par ailleurs, la définition des programmes de travail se fait entre cinq partenaires, ayant chacun des objectifs et des attentes différentes.

- **(CS9)-Liens entre les partenaires**

Suite aux différentes réunions d'informations, les partenaires du consortium TRIZ se sont engagés de manière volontaire. La valeur du critère « liens entre les partenaires » est ainsi conforme à celle que nous recommandons dans notre caractérisation.

V.3.2. Illustration des critères se rapportant aux cohérences interne et externe

Abordons ensuite l'illustration des critères concernant la cohérence interne et la cohérence externe du réseau d'apprentissage pour la conception innovante :

- **(CIE1)-Communication entre les partenaires**

Les partenaires communiquent de personnes à personnes durant les rencontres en présentiel ou par des contacts téléphoniques deux à deux. Concernant les outils issus des Technologies d'Information et de Communication (TIC) ils utilisent principalement les messageries électroniques. Certaines réunions du comité de pilotage du Consortium TRIZ ont été réalisées en visioconférence en répartissant les partenaires sur deux lieux. Dans le cadre du « *WP4-Méthodes et outils* », un forum a par ailleurs été créé afin de recueillir les suggestions et remarques des partenaires, au fil de l'eau, lors de la réalisation d'un logiciel. Comme suggéré dans la caractérisation du réseau d'apprentissage, les partenaires utilisent plusieurs moyens de communication.

- **(CIE2)-Acteur intermédiaire**

L'animation globale du consortium TRIZ a été réalisée par le partenaire de recherche publique. Cependant, dans le cadre des actions de type « *WP2-cas d'études* », un voire deux animateurs externes, experts de la TRIZ, sont présents afin d'enclencher les processus d'apprentissage entre membres.

- **(CIE3)-Autonomie des partenaires**

Les partenaires du consortium TRIZ se réunissent avec comme objectif d'apprendre ensemble à mieux concevoir, en montant en compétences sur des méthodologies de conception innovante grâce à l'effet réseau ; en cela ils sont interdépendants. Cependant, en dehors de ces activités, ils restent autonomes et indépendants.

- **(CIE4)-Accords entre les partenaires**

Comme nous l'avons détaillé dans le V.1.2.4.2, trois types de contrats écrits, ayant une durée allant de quelques jours (pour les formations) à une année (pour la convention de collaboration), sont prévus dans le cadre du consortium TRIZ.

V.3.3. Illustration des critères se rapportant à la cohérence du système de valeurs

Pour finir, illustrons les critères concernant la cohérence du système de valeurs du réseau d'apprentissage pour la conception innovante :

- **(CSV1)-Degré de confiance entre les partenaires**

Les multiples rencontres, de la négociation du contrat à la journée d'échange, en passant par les formations, permettent aux membres de se découvrir, d'enrichir leurs relations et jusqu'à leur donner le sentiment d'appartenir à un même groupe. La confiance entre les partenaires n'est pas innée, elle s'acquiert au jour le jour, échange après échange. Cette dimension est importante pour la pérennité d'un tel réseau.

- **(CSV2)-Gestion des comportements opportunistes**

La gestion des comportements opportunistes est primordiale dans un réseau tel que le Consortium TRIZ. En effet, le but de ce réseau est d'apprendre ensemble, faisons l'hypothèse que cet apprentissage collaboratif soit plus performant que l'apprentissage individuel. Un comportement opportuniste se caractérise par le fait que certains membres ne participent pas, et donc n'investissent pas dans le réseau, et ne cherchent qu'à en retirer les fruits. Plus ses moyens sont utilisés pour éviter ou tout au moins limiter ce type de comportement au sein du Consortium TRIZ. Un moyen important est la confiance qui lie les partenaires, en particulier la confiance dans l'implication des partenaires aux thématiques traitées au sein du Consortium TRIZ ainsi que la confiance dans les capacités et les compétences des partenaires, que ce soit

en matière de connaissance de compétence d'enseignement et d'expertise de la TRIZ, mais également en matière de connaissances techniques sur les différents sujets traités. Par ailleurs, deux types d'« otages » sont utilisés. Le premier est constitué par les investissements en argent réalisés par les partenaires, qu'il s'agisse de financement direct des activités livrées dans les différents *Work Packages*, réalisés surtout par les partenaires individuellement, ou qu'il s'agisse de l'avance de financement liée aux activités amont et consentie particulièrement par le partenaire préalable à la réalisation des livrables de recherche. Nous considérons que ces financements constituent des « otages » car il est nécessaire que les différents partenaires s'impliquent effectivement dans le Consortium TRIZ afin que le retour sur investissement soit supérieur aux investissements réalisés. Le second type d'« otage » est constitué par l'investissement personnel des participants au Consortium TRIZ, en particulier l'investissement des référents de chaque partenaire. En effet, le retour sur investissement pour un partenaire est lié non seulement à son propre investissement, mais également à l'investissement des autres. De ce fait, l'investissement personnel devient à double titre indispensable, limitant par ricochet les comportements opportunistes.

- **(CSV3)-Part des relations humaines**

Nous avons mis en avant dans le critère CSV2 que l'implication personnelle constituait en quelque sorte un « otage » afin de lutter contre les comportements opportunistes. De ce fait, les relations inter personnelles sont extrêmement importantes au sein du Consortium TRIZ. Nous constatons un échange direct entre les personnes en fonction de la problématique à traiter qui viennent nettement enrichir les relations plus formelles, telles que les réunions du comité de pilotage par exemple. Les travaux sont menés au sein des *Work Packages* par les responsables des *Work Packages* et les éventuels problèmes qui se posent sont réglés au niveau des *Work Packages*, directement entre les personnes. Par ailleurs, les différents participants mobilisent leurs propres réseaux inter personnel de contacts sur des questions nécessitant d'aller chercher des réponses à l'extérieur du groupe.

- **(CSV4)-Culture**

Les cultures des partenaires, venant de différents secteurs d'activités, sont, par l'histoire, distinctes les unes des autres. Cependant, les « codes », par exemple le mode de gestion du consortium ou encore le contenu des *Work Packages*, ont été construits ensemble. Les partenaires baignent ainsi dans une culture qu'ils ont eux même créée. Par ailleurs, de par la thématique du Consortium TRIZ, une nouvelle démarche de conception pour les partenaires,

ainsi que par la configuration des *Work Packages* (et en particulier la présence du « *WPI-Formations* »), une culture commune autour de la TRIZ et des activités de conception s'est constituée. On pourrait ainsi considérer que le Consortium TRIZ s'est créé sa propre culture partagée par ses membres.

- **(CSV5)-Intensité des échanges et durée du réseau dans le temps**

Les échanges entre partenaires sont fréquents. Pour exemple, le nombre d'aller-retour lors de la rédaction de la convention de collaboration en 2007, est de quinze, entre cinq partenaires, sur une période s'étalant de février à juin 2007.

Par ailleurs, dans le cadre des *Work Packages*, les échanges téléphoniques et électroniques sont relativement importants. Par exemple dans le cadre du « *WP3-IMPACT* », pas moins de 40 e-mails ont été reçus par l'animateur en 2007 et 59 e-mails en 2008. Concernant le « *WP4-Méthodes et outils* », l'ordre de grandeur est sensiblement le même avec 46 e-mails reçus par l'animateur en 2007 et 42 e-mails 2008.

Ainsi, l'intensité des échanges peut ainsi être considérée comme forte.

Concernant la durée du réseau dans le temps, le Consortium TRIZ existe depuis juillet 2006 ; l'adhésion des membres se renouvelle, sur la base d'un programme de travail et de livrables, par la signature d'un contrat annuel. Les négociations préalables au contrat annuel permettent aux partenaires de participer à l'orientation des travaux menés dans le cadre du Consortium TRIZ, un, voir deux ans à l'avance, ce qui participe à la pérennité du réseau dans le temps.

- **(CSV6)-Système d'évaluation des performances et système de reconnaissance**

Les apprentissages ayant lieu dans le cadre du consortium sont difficilement mesurables car ils sont liés à des personnes qui évoluent, en plus du consortium, dans leurs entreprises respectives. Il n'existe ainsi pas de système d'évaluation du Consortium TRIZ.

Les membres étant volontaires pour participer à ce projet, il n'existe par ailleurs pas de système de reconnaissance dans le Consortium TRIZ. Toutefois, la reconnaissance se fait directement par les partenaires au sein de leur propre organisation. C'est leur capacité à rendre visible et à « vendre » les résultats du Consortium TRIZ en interne et dans leur propre système de reconnaissance qui permet au Consortium TRIZ d'apprécier la valeur du travail effectué ensemble.

V.3.4. Conclusion sur l'illustration des critères

Au regard des caractéristiques réelles du consortium TRIZ, on remarque, qu'il s'approche précisément de la caractérisation d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante que nous proposons dans le chapitre IV.

Le Tableau V-1 récapitule les caractéristiques souhaitées d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante et présente les caractéristiques réelles du Consortium TRIZ.

| 19 critères | Caractéristiques souhaitées d'un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante » | Caractéristiques réelles du « Consortium TRIZ » |
|---|--|---|
| COHERENCE STRUCTURELLE | | |
| CS1. Structure | Formelle | |
| CS2. Echanges entre les partenaires : <ul style="list-style-type: none"> • Qu'est-ce qui est partagé ? • Comment ? • Dans quelle logique ? | <ul style="list-style-type: none"> • Connaissances, compétences, expériences, ... , informations de toutes natures, tacites ou explicites • Réseau d'apprentissage à somme non nulle • Additive | |
| CS3. Spécificité des actifs du réseau | Forte | |
| CS4. Mode d'organisation | Non hiérarchique | |
| CS5. Type de partenaires | Tous types de partenaires | 3 entreprises, 1 cabinet de conseil, 1 laboratoire de recherche |
| CS6. Secteur d'activités des partenaires | Distinct car favorise innovation Similaire ou complémentaire favorise l'apprentissage | Distinct (aéronautique, transport ferroviaire, sidérurgie) |
| CS7. Proximité des partenaires | Géographique et électronique | |
| CS8. Nombre optimum de partenaires | Minimum deux, maxi à déterminer | 5 |
| CS9. Liens entre les partenaires | Volontaires | |
| COHERENCE INTERNE ET EXTERNE | | |
| CIE1. Communication entre les partenaires | Tous les moyens de communication | |
| CIE2. Acteur intermédiaire | Oui, animateur du réseau | |
| CIE3. Autonomie des partenaires | Autonomie indépendance et interdépendance | Autonomie |
| CIE4. Accords entre les partenaires ? | Oui Accords écrits Durée finie | Oui Contrats 1 an |
| COHERENCE DU SYSTEME DE VALEURS | | |
| CSV1. Degré de confiance entre les partenaires | Forte confiance | |
| CSV2. Gestion des comportements opportunistes | Recours à des « otages » | |
| CSV3. Part des relations humaines | Forte | |
| CSV4. Culture | Culture commune à construire | |
| CSV5. Intensité des échanges et durée du réseau dans le temps | Forte Durée finie | |
| CSV6. Système d'évaluation des performances et système de reconnaissance | Système d'évaluation à construire Système de reconnaissance basé sur les différentes approches des entreprises participantes | Pas de système d'évaluation Pas de système de reconnaissance propre au Consortium TRIZ |

Tableau V-1 : Caractéristiques souhaitées pour un réseau d'apprentissage pour la conception innovante et caractéristiques réelles du Consortium TRIZ

V.4. Validation du modèle d'intégration des processus d'innovation par rapport aux pratiques des concepteurs : la cas ArcelorMittal

L'objectif de cette quatrième partie consiste en l'utilisation et la validation du modèle d'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs présentées au II.2.

Rappelons que le but de ce modèle est de décrire les différents niveaux de formalisation des processus d'innovation et de les lier à l'intégration de ceux-ci dans les pratiques des concepteurs. Il se base sur deux dimensions : d'un côté sur les niveaux de formalisation des processus d'innovation (dimension « formalisation »), d'un autre côté sur l'intégration de ces processus dans les pratiques des concepteurs (dimension « pratiques »).

Nous avons conduit cette analyse avec un des partenaires du Consortium TRIZ : ArcelorMittal.

Après avoir détaillé les spécificités propres à ArcelorMittal, de la méthodologie de collecte d'informations, nous positionnerons l'entreprise dans notre représentation matricielle. Nous validerons ensuite cette position par l'étude d'un projet de conception de l'entreprise. Enfin nous conclurons en donnant des préconisations dans une logique d'action

V.4.1. Collecte des informations concernant ArcelorMittal

La méthodologie de collecte des informations, via les interviews, étant détaillée dans le V.2, voyons maintenant les caractéristiques propres à ArcelorMittal.

Les informations, permettant de renseigner notre modèle, se sont basées sur l'interview de sept salariés de la division R&D d'ArcelorMittal (site de Maizières-Lès-Metz en Lorraine). Les personnes choisies couvrent différents niveaux hiérarchiques (direction R&D, responsable innovation, chefs de projets, ingénieurs) et disposent d'une ancienneté dans l'entreprise variable (de 2 à 30 ans).

V.4.2. Positionnement d'ArcelorMittal dans la représentation matricielle

Dans un premier temps, nous avons extrait les éléments des interviews qui vont nous permettre de positionner l'entreprise dans notre modèle d'intégration des processus dans les pratiques des concepteurs (II.2). Voici les conclusions qui ressortent des discours dans les deux dimensions étudiées dans notre modèle :

- dimension « formalisation » : il apparaît que les processus ont progressivement été améliorés et partagés au sein du groupe. Par ailleurs, ces processus sont régulièrement soumis à des audits internes et externes qui conduisent à des plans d'amélioration

Cette analyse nous permet de conclure que la dimension « formalisation » d'ArcelorMittal est au niveau (F5)-optimisé.

- dimension « pratiques » : il apparaît un important usage de jalons dans les pratiques des salariés. Les laboratoires R&D étant utilisés comme des pépinières pour les jeunes ingénieurs, l'usage de processus formalisés est un moyen de les intégrer rapidement dans des projets de l'entreprise.

Cette analyse nous permet de conclure que la dimension « pratiques » d'ArcelorMittal est au niveau (Pb)-structurée.

Dans un second temps, il s'agit d'implémenter ces résultats dans la représentation matricielle de notre modèle (Figure V-5).

Notons qu'une limite de cette méthode réside dans le fait que ces résultats se basent sur les discours d'un échantillon d'individus de la structure à un instant donné.

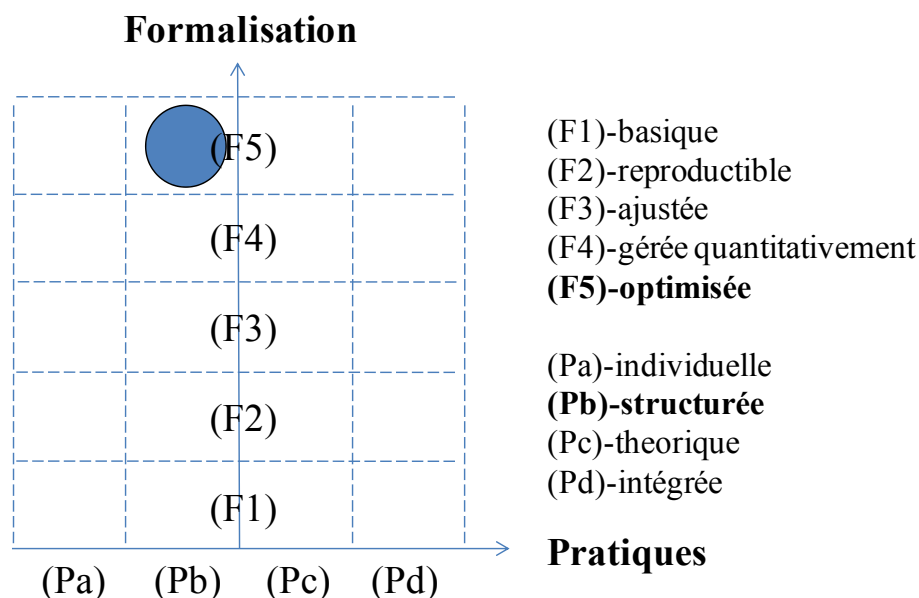


Figure V-5 : Positionnement d'ArcelorMittal dans la matrice du modèle

V.4.3. Analyse de l'articulation processus-pratiques par rapport à un projet particulier de conception dans le cas d'ArcelorMittal

Au-delà du positionnement d'une entreprise dans le cadre du modèle intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs, il nous a paru intéressant de confronter ce positionnement à la réalité des activités de conception au sein de l'entreprise (Maranzana, Gartiser et al. 2009).

V.4.3.1. Transport de bandes d'acier plat carbone dans les lignes de recuit continu d'ArcelorMittal

Le cas d'étude présenté porte sur l'optimisation du transport de bandes d'acier plat carbone dans les lignes de recuit continu d'ArcelorMittal.

Nous présenterons tout d'abord le produit : les bandes d'acier plat carbone ; puis le procédé : le recuit continu. Enfin, nous présenterons la problématique à résoudre ainsi que les pistes de solutions apportées grâce à cette étude.

V.4.3.1.1. Présentation du produit : « les bandes d'acier plat carbone »

ArcelorMittal propose à ses clients une large gamme de produits, entre autres : les aciers plats carbone, les aciers inox et les produits longs. Dans le cadre de ce projet, les bandes transportées sont en acier plat carbone (Murry 1998; Barralis and Maeder 2002; Philibert, Vignes et al. 2002). ArcelorMittal participant à la conception des produits de ses clients en mettant à leurs dispositions son savoir-faire, l'entreprise dispose ainsi d'une gamme très étendue de produits et d'applications pour ce type d'acier (automobile, construction, électroménager, emballage). Ces aciers sont produits sous forme de bandes et conditionnés en bobine (Figure V-6).

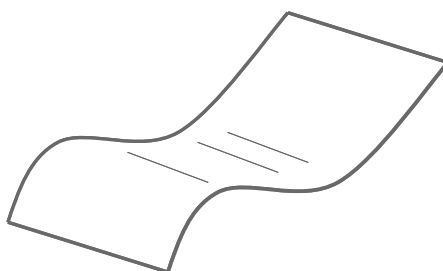


Figure V-6 : Schéma d'une bande d'acier plat carbone

Les deux extrêmes de format de la bande, sont les suivantes :

- Le format large et fin
- Le format étroit et épais

Le carnet d'une ligne correspond à l'ensemble des formats de bande admissibles sur une ligne.

V.4.3.1.2. Présentation du procédé « recuit continu »

Les procédés de traitement thermique, dont font partie le recuit, ont pour objet de soumettre l'acier à l'action de cycles thermiques appropriés afin de lui conférer des propriétés particulières adaptées à sa mise en œuvre ou son utilisation (Murry 1998; Barralis and Maeder 2002; Philibert, Vignes et al. 2002).

En effet, le procédé de recuit (Brun 1996) permet d'une part, d'éliminer les effets de phénomènes mécaniques ou thermiques considérés comme néfastes ; d'autre part, il permet d'optimiser les propriétés métallurgiques d'une pièce. Le cycle de recuit d'un matériau métallique comprend cinq stades successifs : le chauffage, le maintien, le refroidissement, le

surveillance et le refroidissement final. Dans le cas d'une ligne de recuit continu (Figure V-7) ces opérations sont réalisées sur une même de ligne de façon continue ; il permet un important gain de temps et de fiabilité sans oublier la suppression des régimes transitoires par rapport au recuit sous cloches.

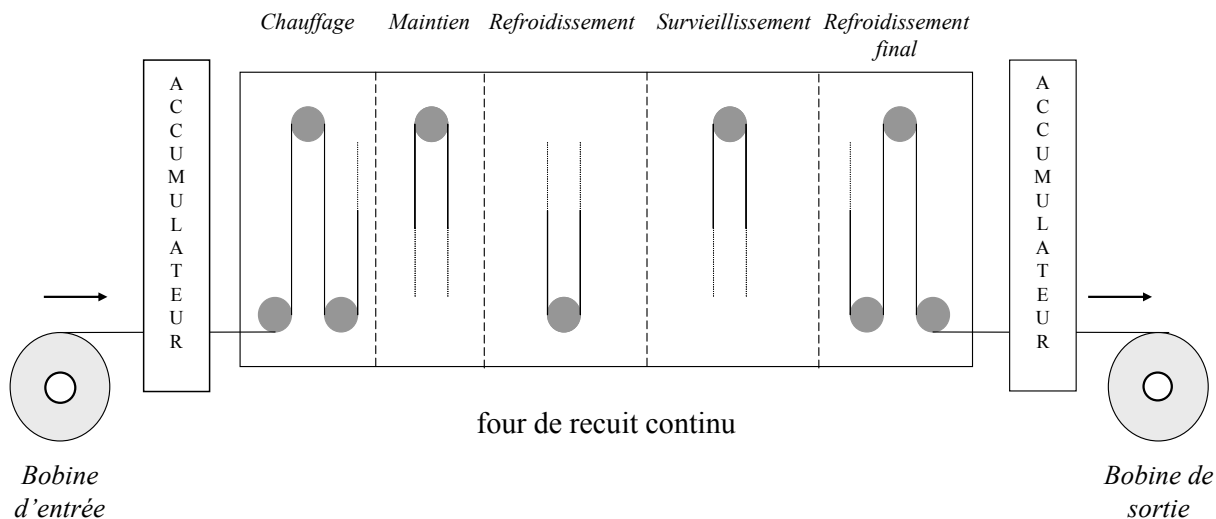


Figure V-7 : Schéma de principe d'une ligne de recuit continu inspiré de (Jacques, Elias et al. 2007)

Le four est composé de tubes radiants (dont la température peut monter jusqu'à 1100°C) qui chauffent la bande. La Figure V-8 présente la vue de face (d'un four de chauffe) d'une ligne de recuit continu de la société ArcelorMittal. Cette ligne de recuit continu, composée de pas loin de 80 rouleaux, mesure environ 200 mètres de long sur 40 mètres de hauteur. L'entrée de la bande se fait du côté droit de la figure.

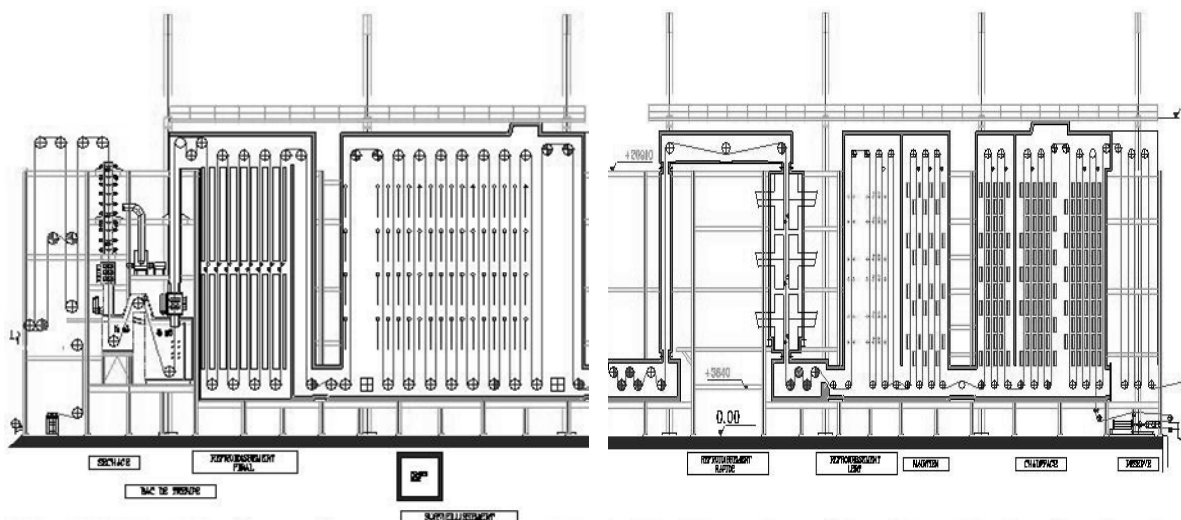


Figure V-8 : Plan de face d'un four de chauffe d'une ligne de recuit continu d'ArcelorMittal

Dans le four, le transport de la bande s'effectue, quant à lui, à l'aide de rouleaux (Figure V-9).

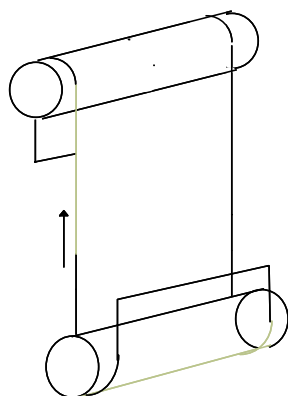


Figure V-9 : Déplacement de la bande via des rouleaux

Les rouleaux sont creux en leur centre et peuvent avoir différents profils (cylindrique, biconique simple pente, biconique double pente, à bombé continu). Ils mesurent 2000mm de large et 800mm de diamètre.

V.4.3.1.3. Problématique à résoudre

Dans le four, les tubes radiants qui chauffent la bande, chauffent par ailleurs, par rayonnement, la frette des rouleaux ce qui provoque leur dilatation (Figure V-10). De plus, le champ de température n'étant pas uniforme dans le four, cela entraîne des déformations intempestives des rouleaux (entre les bords et le centre du rouleau).

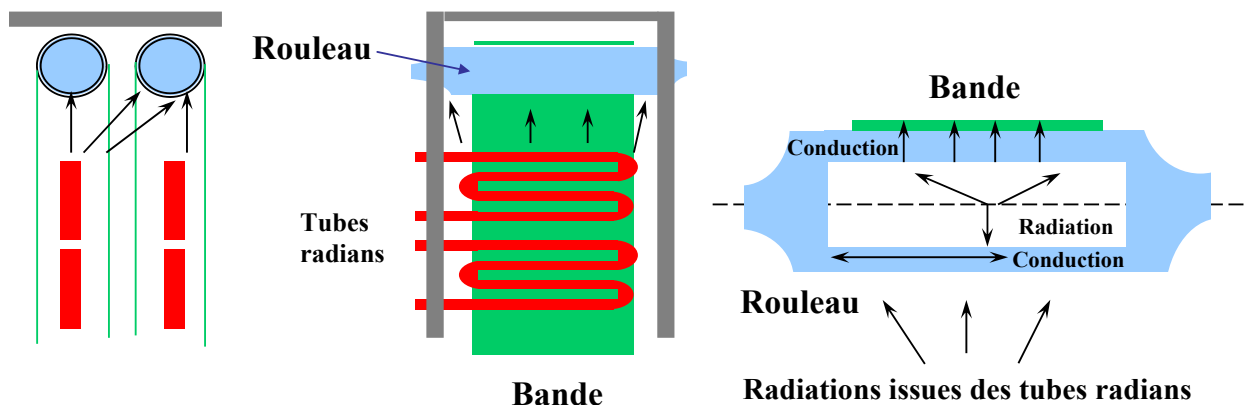


Figure V-10 : Schématisation du phénomène de radiation (Elias and Petit 2005)

Ainsi, ces déformations varient d'une part à cause de l'effet thermique, mais également d'autre part, en fonction du format de la bande, en effet :

- Un format large et fin est sensible au problème de plis thermiques.

La formation de plis thermiques dépend directement de la traction ; il est possible pour chaque format de bande et chaque cycle thermique de déterminer une Traction Critique de Formation de Plis (TCFP). Les principaux paramètres influençant la TCFP sont l'épaisseur, la largeur et la limite élastique pour la bande ; le profil plat et bombé pour le rouleau.

- Un format étroit et épais est lui plus sensible au problème de déport de bande.

Le déport de bande sur un rouleau est essentiellement dû au profil du rouleau ; si celui-ci est concave, la différence de vitesse entre le centre et le bord du rouleau aura pour effet de déplacer la bande vers l'extérieur.

Ainsi, l'objectif de ce cas d'étude consiste à optimiser le transport de bande dans les fours de recuits continus afin de supprimer les plis et les déports pour, d'une part, augmenter la vitesse de la ligne, et d'autre part, étendre le carnet (largeur min, max et épaisseur min, max), c'est-à-dire la gamme de produits traités, tout en ayant une qualité de produit irréprochable.

V.4.3.1.4. Pistes de solutions au problème

Depuis de nombreuses années, les membres du bureau d'études en charge de ce problème se sont attachés à optimiser le profil des rouleaux. Deux points sont à analyser : la criticité de la ligne en termes de plis, et, la criticité de la ligne en termes de déport. Les travaux antérieurs ont consisté à trouver le bon compromis de profils afin de supprimer un risque sans en engendrer un autre.

Pour étudier la criticité de la ligne ils ont fait appel à trois modèles différents : un modèle de simulation de transitoire thermique dans un four, un modèle de dimensionnement des rouleaux de transport et un modèle d'analyse de la traction critique de formation des plis.

L'utilisation de ces modèles permet ensuite d'établir :

- pour un format étroit et épais, une courbe d'évolution des bombés des rouleaux de la ligne (bombé vu bande)
- pour un format large et fin, une courbe d'évolution de la traction critique pour chaque rouleau

Les rouleaux identifiés comme « critiques » sur une ligne vont ainsi être étudiés et remplacés par un rouleau au profil adéquat. Cette solution est utilisée mais entraîne une longue étude sur un point précis de la ligne et par la suite une augmentation des stocks de rouleaux de rechange. En effet, pour chaque rouleau spécifique, il faut avoir le même en réserve.

Dans le cadre du Consortium TRIZ, et plus particulièrement lors du « *WP2-Cas d'études* », d'autres concepts de solution ont été développés. Les accords de confidentialité nous empêchent de dévoiler la solution développée, cependant, un concept prometteur a été élaboré et retenu dans le cadre de cette étude ; il fait actuellement l'objet d'une étude approfondie.

Nous voyons ainsi apparaître deux familles de solution. La première, utilisée depuis plusieurs années, dont le principe consiste à optimiser le profil des rouleaux identifiés comme « critiques ». La seconde, développée par le biais du projet « *WP2-Cas d'études* », propose un tout autre concept de solution pour répondre au problème. Cette seconde solution permet véritablement à l'entreprise de changer de courbe en S et offre ainsi de nouvelles perspectives.

V.4.3.2. Méthodologie de collecte d'informations du cas d'étude

Le groupe en charge de répondre à cette problématique était composé de quatre personnes (un chef de projet, un animateur et deux experts « métiers »). Un observateur était présent pour observer les pratiques.

Avant le début du projet, à l'issue de chaque séance et à la fin du cas d'étude des questionnaires de suivi ont par ailleurs été remplis par les membres du groupe. Ces questionnaires abordaient les thèmes suivants : l'état initial, le déroulement du cas d'étude, la méthodologie et les résultats.

V.4.3.3. Validation

Suite aux observations, tout au long du cas d'étude, ainsi qu'à l'analyse des questionnaires, voici les conclusions qui ressortent par rapport aux deux dimensions étudiées dans notre modèle :

- dimension « formalisation » : à son début, le cas d'étude a clairement été rattaché au « processus de développement de procédés » et plus spécifiquement dans le jalon « pré-projet ». Après validation des résultats au jalon « pré-projet », le cas d'étude

est ensuite devenu un « projet » et est passé au jalon « engineering ». A l'issue du jalon « pré-projet », des fiches idées ont par ailleurs été rédigées pour alimenter le processus de « management des idées ».

- dimension « pratiques » : tout au long de l'étude, l'ensemble des participants n'a cessé de raisonner en « langage codé » en faisant référence aux différents jalons et processus.

Ainsi, suite à l'observation de ce cas d'étude, nous constatons qu'il est possible de positionner la dimension « pratiques » au niveau (Pb)-structurée. Par contre, pour ce qui est de l'axe « formalisation », nous ne sommes pas capable de nous positionner au-delà de (F2)-reproductible.

V.4.4. Conclusion sur l'illustration du modèle et préconisations dans une logique d'action

Pour rester compétitives et avoir une longueur d'avance sur la concurrence, nous avons vu que les entreprises doivent augmenter leur capacité d'innovation. Elles doivent donner les moyens aux concepteurs d'être plus inventifs sur les projets afin de conduire à des innovations ; ceci implique d'accroître leur capacité à résoudre des problèmes en cohérence avec le positionnement stratégique de l'entreprise sur son marché.

A la suite de ce travail, nous avons vu émerger deux dimensions, à savoir :

- une dimension « pratiques », qui relève davantage du projet, maîtrisée par les acteurs, c'est-à-dire les concepteurs, mais qui n'intègrent qu'une partie de ce qui se passe dans l'entreprise, et,
- une dimension « formalisation », relevant plus de l'organisation ; les processus sont gérés au niveau de l'organisation et évoluent plus que les stricts besoins des concepteurs sur un projet.

Les analyses que nous avons menées fonctionnent en triplet (formalisation, pratiques et conditions spécifiques de l'entreprise). Les valeurs « formalisation » et « pratiques » que nous obtenons suite à nos analyses correspondent à l'entreprise en raison de ses conditions spécifiques. Dans le cas d'ArcelorMittal, la division R&D est une pépinière où l'on retrouve

beaucoup de jeunes embauchés ; les processus semblent donc utilisés comme une manière de les intégrer et de leur inculquer la culture de l'entreprise.

Ces trois éléments sont liés et doivent être analysés ensemble ; si on souhaite changer quelque chose aux pratiques (en introduisant une nouvelle méthode comme cela a été le cas chez ArcelorMittal), il faudra surveiller quel peut être l'impact sur les deux autres dimensions. Toutefois, le fait que les processus jouent le rôle d'intégrateur, ils peuvent également être utilisés comme intégrateur méthodologique en incluant un jalon spécifique à la méthode par exemple. Dans le cas d'ArcelorMittal, l'évolution du groupe, en particulier sa structuration au niveau mondial peut également impacter ses processus. Il s'agira d'être vigilant à l'impact que cela peut avoir sur les pratiques des concepteurs.

De ce fait, plutôt que de « subir » les pratiques des concepteurs dans les projets, nous proposons d'être proactif et faire sciemment évoluer les pratiques des concepteurs pour qu'elles permettent à l'entreprise d'accroître ses capacités d'innovation.

V.5. Conclusion

Après avoir présenté notre terrain d'application : le Consortium TRIZ, nous nous sommes attachés à proposer une première validation des deux modèles développés dans les chapitres précédents.

Tout d'abord, la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante, proposée dans le chapitre IV, a été confrontée aux caractéristiques réelles du consortium TRIZ.

Ensuite, une étude a été menée en vue de valider le modèle d'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs développé dans le chapitre II. Cette étude a eu lieu à deux niveaux : l'un général, sur l'intégration des activités de conception dans les pratiques des concepteurs, l'autre sur l'observation d'un projet R&D (c'est-à-dire une activité de conception en action). Nous pouvons conclure que les deux dimensions « formalisation » et « pratiques » sont nécessaires pour analyser les capacités d'innovation. Par ailleurs, nous avons constaté que nos deux niveaux d'analyse globale (c'est-à-dire l'entreprise) et détaillée (le projet R&D) sont nécessaires pour comprendre le lien entre les processus et les pratiques

de conception. En effet, certains éléments échappent au projet et relèvent de la structure, de l'organisation. Ainsi, pour faire évoluer les pratiques, et de ce fait la capacité à innover des entreprises, il est nécessaire d'une part de tenir compte de trois niveaux d'échelle (ce qui se passe dans le projet, ce qui se passe dans l'organisation et les conditions spécifiques de chaque entreprise) et d'autre part agir de manière cohérente sur ces trois dimensions.

Cette première validation de nos propositions théoriques de la caractérisation du réseau d'apprentissage et du modèle d'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs n'est qu'une première étape. En effet, cette validation se base sur un seul regroupement de partenaires désirant accroître leur capacité à innover en apprenant ensemble à concevoir. Par ailleurs, les personnes participant aux différents *Work Packages* du Consortium TRIZ n'étaient qu'une infime partie de leur service ou département, et ne représentaient pas l'ensemble de l'entreprise partenaire. Ainsi, afin de valider et d'enrichir nos modèles, il s'agirait tout d'abord d'examiner les impacts de la participation au Consortium TRIZ sur une plus grande partie des entreprises partenaires. Il serait ensuite nécessaire de tester nos résultats quant à la caractérisation des réseaux d'apprentissage pour la conception innovante sur d'autres réseaux d'apprentissage pour la conception innovante.

Conclusion générale et perspectives

La problématique de cette thèse consiste en l'amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante. Afin de limiter les ressources utilisées, nous proposons ainsi aux entreprises de mutualiser les conditions d'apprentissage en permettant aux entreprises d'apprendre ensemble à mieux concevoir. Avant de synthétiser la réponse à la problématique, reprenons tout d'abord les différents travaux menés dans le cadre de cette thèse.

Nous avons tout d'abord étudié et défini, dans le chapitre I, le rôle des activités de conception dans une entreprise. Elles permettent de définir pas à pas le produit tout en répondant aux besoins et attentes des clients. L'activité de conception étant réalisée, dans de nombreux cas en groupe, une description et caractérisation des deux principaux types de conception intégrée, à savoir, la conception distribuée et la conception collaborative, ont été proposées.

Dans le second chapitre, nous avons tout d'abord défini ce qu'est la performance et plus particulièrement la performance de l'activité de conception. Celle-ci se situe au centre du triangle regroupant les notions d'efficience, d'efficacité et de pertinence, qui se définissent dans le triptyque : objectifs, moyens, résultats. Concernant la performance de l'activité de conception, la littérature laisse apparaître deux types d'inducteurs agissant sur cette performance : les vecteurs/inducteurs globaux, qui concernent le contexte du système de conception, les acteurs du système ainsi que les connaissances et compétences, et, les vecteurs/inducteurs locaux, relatifs au produit conçu, au processus qui conduit à la définition du produit et à l'organisation mise en place pour assurer l'atteinte de ces objectifs. Nous avons ensuite développé un modèle de l'organisation mise en place par les entreprises pour atteindre les objectifs. Il s'agit du modèle d'intégration des processus de conception par rapport aux pratiques des concepteurs.

Toujours avec l'objectif d'accroître la performance, il paraît judicieux de regrouper des entreprises, de mutualiser certaines ressources, de supporter à plusieurs les coûts générés par une montée en compétences des personnes en terme d'apprentissage de la conception innovante, de façon à bénéficier non seulement d'un effet-taille mais également d'une complémentarité en matière de savoir-faire, à même de développer les capacités à innover de

chacune des entreprises. C'est pourquoi nous nous sommes focalisés, dans ce troisième chapitre sur l'organisation en réseau favorisant l'apprentissage entre partenaires. Ainsi, le réseau qui facilite l'apprentissage, et l'apprentissage qui favorise une montée en connaissances et en compétences des personnes, sont deux dimensions essentielles à la conception innovante et donc au développement de la capacité d'innovation des entreprises.

A l'aube de la quatrième ère « de l'innovation et de l'anticipation » (chapitre I), le réseau d'apprentissage pour la conception innovante, que nous venons de définir dans le chapitre IV, apparaît comme une ressource permettant de stimuler l'innovation. Un des objectifs de notre travail a consisté à caractériser ce que nous avons appelé un réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Rappelons comment ce réseau va permettre aux entreprises d'aboutir à de réelles innovations :

- Le réseau que nous avons caractérisé a comme objectif principal l'apprentissage, l'échange et le partage entre ses différents partenaires.
- Ces différents apprentissages et échanges, engendrés par le réseau, vont permettre aux entreprises partenaires de développer et d'acquérir des connaissances et compétences en matière de conception ainsi que les méthodes de conception nécessaires pour innover.
- Disposant d'une capacité effective à innover, les entreprises partenaires peuvent ainsi engager leurs processus d'innovation afin d'innover de manière effective.

Ainsi, cette organisation en réseau que nous avons caractérisée par le biais de dix-neuf indicateurs, permet aux partenaires d'apprendre ensemble à concevoir. Cela permet aux entreprises d'améliorer la performance de leurs activités de conception.

Enfin, le chapitre V propose une première validation de la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante et du modèle d'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs par une application : le Consortium TRIZ et sa mise en œuvre dans un projet de conception d'ArcelorMittal.

La Figure VI-11 situe ainsi le « réseau d'apprentissage pour la conception innovante » dans le contexte de l'innovation des entreprises et précise le positionnement des différentes actions (*Work Packages*) menées dans le cadre du Consortium TRIZ.

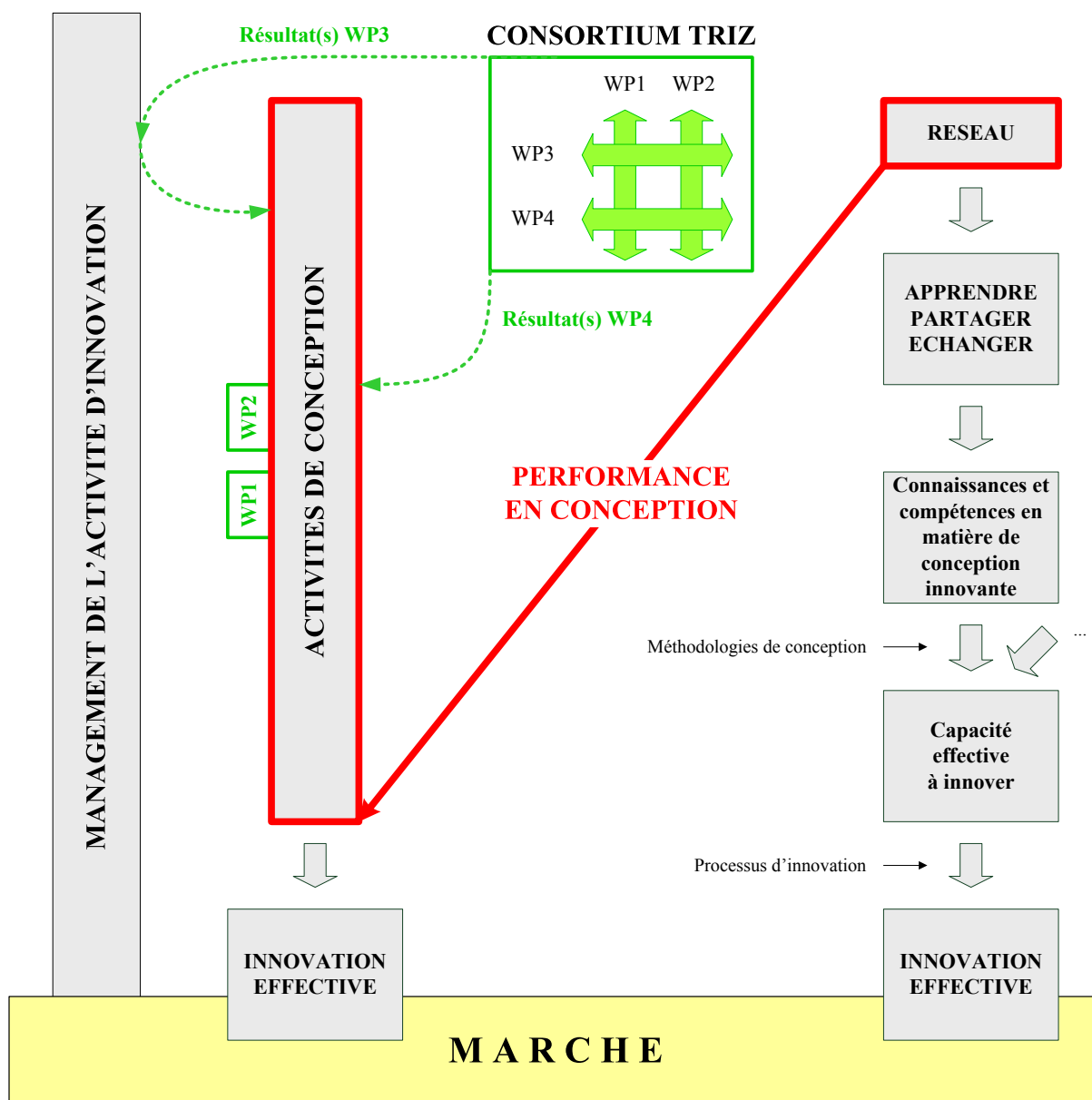


Figure VI-11 : Schéma récapitulatif du positionnement du consortium TRIZ dans l'amélioration de la performance des activités de conception innovante

Après avoir repris les principaux travaux présentés dans la thèse, ayant d'ailleurs donné naissance à plusieurs publications scientifiques (Annexe 7), synthétisons à présent nos trois principales contributions :

- La première contribution concerne la description et la caractérisation des deux principaux types de conception intégrée, à savoir : la conception distribuée et la conception collaborative. Celle-ci a été réalisée à l'aide de deux critères : le mode d'organisation et le processus du travail en groupe (chapitre I). Ainsi, nous décrivons et caractérisons la conception distribuée par le couple coordination organisationnelle et coopération, tandis que la conception collaborative est définie par le couple coordination cognitive et collaboration.
- La seconde contribution propose un modèle permettant d'analyser et d'évaluer l'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs. Deux dimensions ont émergé : une dimension « formalisation », relevant plus de l'organisation, qui définit le niveau de formalisation des processus de conception, et, une dimension « pratiques », qui relève davantage du projet, maîtrisée par les concepteurs (chapitre II). Ce modèle va ainsi permettre d'analyser conjointement la formalisation du processus de conception et la façon dont les concepteurs interagissent par rapport au processus de conception qu'ils sont censés suivre. Cette analyse conjointe est extrêmement intéressante car elle permet de montrer que les évolutions des processus ne peuvent se réaliser, et donc les nouveaux processus se déployer dans l'entreprise, que si elles tiennent compte de la façon dont les concepteurs travaillent.
- Enfin, la troisième contribution s'attache à proposer une caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante (chapitre IV). Pour cela, dix-neuf indicateurs, répartis suivant trois catégories basées sur les cohérences structurelle, interne et externe ainsi que du système de valeurs, ont été développés et définis. Les valeurs souhaitées de ces indicateurs caractérisant un réseau d'apprentissage pour la conception innovante ont par ailleurs été précisées (Tableau VI-1).

| | |
|---|--|
| 19 critères | <u>Caractéristiques souhaitées d'un « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »</u> |
| COHERENCE STRUCTURELLE | |
| CS1. Structure | Formelle |
| CS2. Echanges entre les partenaires : <ul style="list-style-type: none"> • Qu'est-ce qui est partagé ? • Comment ? • Dans quelle logique ? | <ul style="list-style-type: none"> • Connaissances, compétences, expériences, ... , informations de toutes natures, tacites ou explicites • Réseau d'apprentissage à somme non nulle • Additive |
| CS3. Spécificité des actifs du réseau | Forte |
| CS4. Mode d'organisation | Non hiérarchique |
| CS5. Type de partenaires | Tous types de partenaires |
| CS6. Secteur d'activités des partenaires | Distinct car favorise innovation Similaire ou complémentaire favorise l'apprentissage |
| CS7. Proximité des partenaires | Géographique et électronique |
| CS8. Nombre optimum de partenaires | Minimum deux, maxi à déterminer |
| CS9. Liens entre les partenaires | Volontaires |
| COHERENCE INTERNE ET EXTERNE | |
| CIE1. Communication entre les partenaires | Tous les moyens de communication |
| CIE2. Acteur intermédiaire | Oui, animateur du réseau |
| CIE3. Autonomie des partenaires | Autonomie indépendance et interdépendance |
| CIE4. Accords entre les partenaires ? | Oui Accords écrits Durée finie |
| COHERENCE DU SYSTEME DE VALEURS | |
| CSV1. Degré de confiance entre les partenaires | Forte confiance |
| CSV2. Gestion des comportements opportunistes | Recours à des « otages » |
| CSV3. Part des relations humaines | Forte |
| CSV4. Culture | Culture commune à construire |
| CSV5. Intensité des échanges et durée du réseau dans le temps | Forte Durée finie |
| CSV6. Système d'évaluation des performances et système de reconnaissance | Système d'évaluation à construire Système de reconnaissance basé sur les différentes approches des entreprises participantes |

Tableau VI-1 : Caractéristiques souhaitées du « réseau d'apprentissage pour la conception innovante »

Le réseau d'apprentissage pour la conception innovante semble répondre à notre problématique de départ, à savoir : l'amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante. En effet, ce réseau particulier, défini par les valeurs souhaitées des dix neuf critères le caractérisant est un lieu d'échanges entre partenaires soucieux d'accroître leurs capacités à innover.

Une première validation de cette caractérisation théorique du réseau d'apprentissage pour la conception innovante a été possible par le biais de l'observation de la construction du Consortium TRIZ. Cette première observation nous a permis de vérifier que les caractéristiques de ce réseau particulier sont très proches de la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante que nous avons définie. Ces caractéristiques forment les vecteurs/inducteurs globaux de performance qui permettent de placer les partenaires dans une logique d'apprentissage en commun de la conception. Une seconde observation a été réalisée au niveau d'un projet de conception de l'entreprise ArcelorMittal. Celle-ci nous a permis de valider sur ce projet, l'amélioration de la performance en conception suivant les trois vecteurs/inducteurs locaux de performance, à savoir : le produit, par le dépôt en cours d'un brevet, le processus de conception, par l'utilisation d'une nouvelle méthodologie de conception (la TRIZ) et l'organisation par l'analyse du modèle d'intégration des processus de conception dans les pratiques des concepteurs. Dans notre application, l'ensemble des valeurs des vecteurs/inducteurs, globaux et locaux, qui définit la performance (chapitre II), est amélioré.

Cette première validation de la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante par l'application au Consortium TRIZ pose différentes limites.

Tout d'abord cette première validation ne concerne que l'étude d'un seul réseau. Il est de ce fait impossible de valider notre caractérisation à partir d'un unique cas. Par ailleurs, le réseau que nous avons étudié est en cours d'activité. De ce fait, nous n'avons pu observer que l'impact de la participation au réseau que sur quelques personnes impliquées pour le moment.

Ensuite, notre étude n'a porté que sur l'utilisation de la mise en réseau pour apprendre à mieux concevoir pour ainsi permettre aux partenaires acquérir une capacité pour innover. Nous nous sommes focalisés sur une ressource spécifique (le réseau) pour augmenter la capacité à apprendre ensemble. D'autres solutions, qu'elles soient complémentaires au réseau ou qu'elles se substituent à lui, existent ou peuvent être imaginées. Il serait nécessaire de les étudier conjointement à la mise en réseau afin de vérifier si elles ont un effet cumulatif (les effets des différentes solutions mobilisées s'additionnent) ou un effet limitatif (les effets des différentes solutions s'annihilent) sur les résultats de la mise en réseau.

Enfin, par le réseau d'apprentissage pour la conception innovante nous proposons une organisation permettant aux partenaires ou à un groupe d'apprendre à développer leurs capacités d'innovation. Cependant, cet apprentissage passe également par l'apprentissage des individus, partie que nous n'avons pas spécifiquement étudiée dans cette thèse. Le jeu des acteurs va dans ce contexte jouer un rôle important : certains individus par leur refus d'apprendre risquent d'être bloquant, d'autres par leur soif de savoir ou par leur curiosité par exemple vont devenir des ressources sur lesquelles s'appuyer.

Différentes perspectives de nos travaux sont à envisager.

La première consiste à examiner l'impact du réseau d'apprentissage pour la conception innovante dans le temps. Pour cela, une analyse longitudinale du réseau d'expérimentation est nécessaire. Elle permettra d'analyser l'effet de l'apprentissage en réseau sur un plus grand nombre de personnes et de projets.

Une deuxième perspective consisterait à tester les valeurs souhaitées de la caractérisation du réseau d'apprentissage pour la conception innovante sur d'autres réseaux existants ou se constituant de manière endogène. Ceci nous permettrait de valider cette caractérisation.

Enfin, une fois la caractérisation du réseau d'apprentissage testée et validée, une troisième perspective serait d'utiliser cette caractérisation dans une démarche proactive de conception de réseau d'apprentissage pour la conception innovante.

Nous pouvons conclure qu'aujourd'hui, l'innovation semble en voie de devenir un élément de base (à l'instar du triptyque coût-délai-qualité). Pour les entreprises, il s'agit de préparer le challenge futur qui consistera à innover mieux. Pour cela, l'entreprise devra passer d'une pratique caractérisée par la réactivité (en terme de produit nouveau, ...), à un développement de la capacité à innover, caractérisée par l'anticipation (être capable d'adapter sa capacité à innover à la demande). Celle-ci pourrait se faire par le biais du réseau d'apprentissage pour la conception innovante que nous défendons ici.

Références bibliographiques

- Addouche, S.-A., E.-M. Dafaoui, et al. (2005). Identification des relations entre inducteurs et indicateurs de performance des processus d'entreprise. Conception et Production Intégrées, Casablanca, Maroc.
- AFIS. (2008). "Site web de l'AFIS - Groupe de travail "Modèles de maturité et indicateurs"." from <http://www.afis.fr/nav/gt/mmi/mmi.html>.
- AFNOR (1988). FD X50-127: Gestion de la qualité, recommandations pour obtenir et assurer la qualité en conception.
- AFNOR (2000). FD X 50-171: Système de management de la qualité. Indicateurs et tableaux de bord.
- AFNOR (2002). FD X50-127: Management de la conception - Processus d'optimisation et d'innovation.
- AFNOR (2007). NF X 50-152: Management de la Valeur - Caractéristiques fondamentales de l'Analyse de la Valeur.
- Aït-El-Hadj, S. (1989). L'entreprise face à la mutation technologique, Les Editions d'Organisation.
- Aït-El-Hadj, S. and O. Brette (2006). Innovation, management des processus et création de valeur. Paris, L'Harmattan.
- Alter, N. (2002). Les logiques de l'innovation. Approche pluridisciplinaire, La Découverte.
- Altshuller, G. (1975). Processus de résolution d'un problème d'innovation: principaux étapes et mécanismes. Strasbourg, Laboratoire de Recherche en Productique de Strasbourg (LRPS).
- Altshuller, G. (1979). Tvorchestvo kak tochnaia nauka. Moskva, Sovetskoe radio.
- Altshuller, G. (1988). Creativity as an Exact Science. New York, Gordon and Breach.
- Altshuller, G. (1999). The Innovation Algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity. Worcester, MA, Technical Innovation Center, Inc. ed.
- Altshuller, G. and R. B. Shapiro (1956). "Psychology of Inventive Creativity." Issues of Psychology 6: 37-49.
- Amhed, S. and C. T. Hansen (2002). A decision-making model for engineering designers. Computer based design. T. M. M. Shahin. Cambridge: 217-227.
- Anciaux, J.-P. (1994). L'entreprise apprenante: vers le partage des savoirs et des savoir-faire dans les organisations, Editions d'Organisation.
- Andersen, E. S. and S. A. Jessen (2003). "Project Maturity in organizations." International Journal of Project Management 21: 457-461.
- Argyris, C. and D. A. Schön (1978). Organizational learning: a theory of action perspective, Addison-Wesley Publishing Company, Reading Massachusetts.
- Argyris, C. and D. A. Schön (1996). Organizational learning: theory, method and practice, Addison-Wesley Publishing Company.
- Balantzian, G. (1997). L'avantage coopératif: le partenariat, la coopération, l'alliance stratégique, Editions d'Organisation.
- Baroncelli, A. (2007). Les relations interentreprises dans le district industriel du biomédical de Mirandola. AIMS, Montréal, Canada.
- Barralis, J. and G. Maeder (2002). Métallurgie: Elaboration, structures-propriétés, normalisation. Paris, Editions Nathan.

- Basque, R. (2006). Un itinéraire fléché vers le Capability Maturity Model Integration Version 1.2. Paris, Dunod.
- Beccattini, G. (1987). Mercato e forze locali. Il distretto industriale. Bologna, Il Mulino.
- Belet, D. (2003). Devenir une vraie entreprise apprenante, Editions d'Organisation.
- Bellon, B. (1994). Innover ou disparaître, Economica.
- Bellon, B. (2002). L'innovation créatrice, Economica.
- Bitton, M. (1990). ECOGRAI: Méthode de conception et d'implantation de systèmes de mesure de performances pour organisation industrielles. Bordeaux, Université de Bordeaux 1.
- Bonnefous, C. and A. Courtois (2001). Indicateurs de performance. Paris, Hermès Science.
- Booz, Allen, et al. (1968). Management for New Products. New York, Booz, Allen & Hamilton Inc.
- Boughzala, I. (2001). Démarche méthodologique de conception de systèmes d'information coopératifs interagents pour la gestion des connaissances. Paris, Université Paris VI - Pierre et Marie Curie.
- Boughzala, I. and J.-L. Ermine (2004). Management des connaissances en entreprise, Hermes Science Publications.
- Bouzon, A. (2003). Coopération et communication dans les projets de conception collective. Conférence Internationale Francophone des Sciences de l'Information et de la Communication (CIFSIIC), Bucarest.
- Bronet, V. (2006). Amélioration de la performance industrielle à partir d'un processus référent: déploiement inter entreprises de bonnes pratiques, Université de Savoie.
- Brun, C. (1996). Recuit continu, Techniques de l'Ingénieur.
- Burlat, P. (2002). Modélisation et pilotage des organisations en réseau. Habilitation à Diriger des Recherches. Saint-Etienne, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne.
- Capaldo Amaral, D. and H. Rozenfeld (2007). Integrating new product development process references with maturity and change management models. 16th International Conference on Engineering Design (ICED'07), Paris, France.
- Capraro, M. and G. Baglin (2003). L'entreprise étendue et le développement des fournisseurs, Presses Universitaires de Lyon.
- Cavallucci, D. (1999). Contribution a la conception de nouveaux systemes mecaniques par integration methodologique. Strasbourg, Université Louis Pasteur: 233.
- CES (2008). Les pôles de compétitivité: faire converger performance et dynamique territoriale, Conseil Economique et Social.
- Christofol, H., S. Richir, et al. (2004). L'innovation à l'ère des réseaux. Paris, Lavoisier.
- Clivillé, V. (2004). Approche systémique et méthode multicritère pour la définition d'un système d'indicateurs de performance, Université de Savoie.
- Clivillé, V. and L. Berrah (2007). Un modèle de système d'indicateurs basé sur la décomposition des objectifs et l'agrégation des performances. 7ème Congrès International de Génie Industriel, Trois Rivières, Québec, Canada.
- Clot, Y., D. Faïta, et al. (2000). "Entretiens en autoconfrontation croisée: une méthode en clinique de l'activité." Pistes 2(1).
- Cohendet, P., F. Créplet, et al. (2003). "Innovation organisationnelle, communautés de pratique et communautés épistémiques: le cas de Linux." Revue Française de Gestion 146(3): 99-121.
- Cohendet, P., F. Créplet, et al. (2006). La gestion des connaissances: Firmes et communautés de savoir, Economica.
- Collignon, E. (2004). L'enrichissement des connaissances dans les réseaux. Cahiers de SoL France n°1, SoL France - Société pour l'Organisation Apprenante.

- Cooke-Davies, T. J. and A. Arzymanow (2003). "The maturity of project management in different industries: An investigation into variations between project management models." International Journal of Project Management **21**(6): 471-478.
- Cowan, R., P. David, et al. (2000). "The economics of knowledge codification and tacitness." Industrial and Corporate Change **6**(3).
- Dameron, S. (2000). Processus de coopération dans l'organisation: construction d'une grille de lecture appliquée au cas d'une équipe projet. IXème Conférence Internationale de Management Stratégique, Montpellier, France.
- Dameron, S. (2003). Structuration de la coopération au sein d'équipes projet. XIIème Conférence Internationale de Management Stratégique, Tunis, Tunisie.
- Darses, F. (1997). L'ingénierie concourante: Un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs en conception. Ingénierie concourante: de la technique au social. C. Chanchevrièr and P. Leclair. Paris, Economica.
- Darses, F. and P. Falzon (1996). La conception collective: une approche de l'ergonomie cognitive. Coopération et conception. G. De Terssac and E. Friedberg. Toulouse, Octares Editions: 123-135.
- DATAR (1999). Les Systèmes Productifs Locaux: des modes spécifiques de développement économique territorial en France. Colloque SPL, Toulouse, France.
- DATAR (2002). Les systèmes productifs locaux. Paris, La documentation française.
- David, M. (2004). Définition d'un cadre pour l'organisation et l'évaluation des activités du travail coopératif. Nancy, France, Université Henri Poincaré.
- De Terssac, G. and B. Maggi (1996). Autonomie et conception. Coopération et conception. G. De Terssac and E. Friedberg. Toulouse, Octares Editions: 243-266.
- Deneux, D. (2002). Méthodes et modèles pour la conception concourante. Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis: 119.
- Detienne, F. (2006). "Collaborative design: Managing task interdependencies and multiple perspectives." Interacting with Computers **18**(2006): 1-20.
- Devalan, P. (2006). L'innovation de rupture, clé de la compétitivité. Paris, Lavoisier.
- Dillenbourg, P., M. J. Baker, et al. (1996). The evolution of research on collaborative learning. Learning in humans and machines: towards an interdisciplinary learning science. P. Reimann and H. Spada. U.K., Oxford: 189-211.
- Divry, C. and P. Trouvé (2004). PME et innovations, La documentation française.
- Doz, Y. and G. Hamel (1998). Alliance advantage: the art of creating value through partnering. Boston, Harvard Business School Press.
- Drucker, P. F. (1999). Management Challenges for the 21st Century. New York, HarperBusiness.
- Dubois, S. (2004). Contribution à la formalisation des problèmes en conception de systèmes techniques. Strasbourg, Université Louis Pasteur: 224.
- Eckert, C. and M. Stacey (2001). Dimensions of communication in design. International Conference on Engineering Design (ICED'01), Glasgow.
- ECOSIP (1999). Dialogues autour de la performance en entreprise: les enjeux, L'Harmattan.
- Elias, A. and J. C. Petit (2005). Document de formation interne ArcelorMittal, Physical laws of strip Drive, ArcelorMittal.
- Fayol, H. (1970). Administration industrielle générale. Paris, Dunod.
- Feldman, L. P. and A. L. Page (1984). "Principles vs. practice in new product planning." Journal of Product Innovation Management **1**(1): 43-55.
- Foray, D. (2000). L'économie de la connaissance, La Découverte.
- Fortuin, L. (1988). "Performance indicators - Why, where and how?" European Journal of Operational Research **34**(1): 1-9.
- Foster, R. N. (1986). Innovation: The Attacker's Advantage. New York, Summit Books.

- Fourastié, J. (1979). Les Trente Glorieuses ou la révolution invisible, Fayard.
- Freeman, C. (1973). A study of success and failure in industrial innovation. Science and technology in Economic Growth. B. R. Williams. New York, Wiley: 169.
- Froehlicher, T. (2000). R&D en coopération: une synthèse des thèses françaises, GREFIGE - Université Nancy 2.
- Galasso, F., J. François, et al. (2005). Proposition d'une grille de classification de la littérature en gestion de chaîne logistique. 6ème Congrès International de Génie Industriel, Besançon, France.
- Garrette, B. and P. Dussauge (1996). Les stratégies d'alliances, Editions d'Organisation.
- Gartiser, N. (1999). Analyse contingente du processus d'innovation: Application aux établissements industriels de la Région Alsace. Strasbourg, Université Louis Pasteur: 544.
- Gartiser, N., C. Lerch, et al. (2004). Appréhender la dynamique d'évolution des organisations. Vers une opérationnalisation des modèles de Mintzberg. XIII ème Conférence Internationale de Management Stratégique, Normandie-Vallée de Seine, France.
- Gero, J. S. (1990). "Design prototypes: a knowledge representation schema for design." AI Magazine **11**(4): 26-36.
- Gero, J. S. and T. Mac Neill (1998). "An approach to the analysis of design protocols." Design Studies **19**(1): 21-61.
- Gero, J. S. and R. L. Maher (1993). Modeling creativity and knowledge-based creative design. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Giard, V. (2003). Gestion de la production et des flux, Economica.
- Gibert, P. (1980). Le contrôle de gestion dans les organisations publiques. Paris, Editions d'Organisation.
- Gibson, C. F. and R. L. Nolan (1974). "Managing the Four Stages of EDP Growth." Harvard Business Review **52**(1, January-February).
- Girod, M., A. C. Elliot, et al. (2000). Activities in collaborative concept selection processes for engineering design. ASME DETC DTM, Baltimore.
- Gonzalez, N., F. Marle, et al. (2007). La mesure de la maturité de projet, une approche pour améliorer le pilotage des projets automobiles. 7ème Congrès International de Génie Industriel, Trois-Rivières, Québec, Canada.
- Gonzalez, N., F. Marle, et al. (2007). Measuring project maturity: example in a french automotive organization. 16th International Conference on Engineering Design (ICED'07), Paris, France.
- Gordon, W. J. J. (1965). Stimulation des facultés créatrices dans les groupes de recherche par la méthode synectique. Paris, Hommes et techniques.
- Grima, F. (1998). Entreprise-réseau et dynamique apprenante: le rôle clé des acteurs interface dans la mise en place de la coopération. AIMS, Louvain La Neuve.
- Gutierrez, S. G., V. Deslandres, et al. (2004). Développement pour un partage contrôlé des connaissances dans les réseaux de PME. 2ème Colloque du groupe de travail C2EI, Nancy, France.
- Hadj-Hamou, K. and E. Caillaud (2004). Cooperative design: a framework for a competency-based approach. 5th International Conference on Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering (IDMME), Bath, UK.
- Hakansson, H. and J. Johanson (2001). A model of industrial networks. Understanding business marketing and purchasing. D. Ford, Thomson Learning: 585.
- Hakansson, H. and I. Snehota (1995). Developing relationships in business networks, Routledge.
- Harrap's (1980). Harrap's: New standard french and english dictionary. London, Harrap Limited.

- Hatchuel, A. (1994). "Apprentissages collectifs et activités de conception." Revue Française de Gestion(Juin-Juillet-Août): 109-120.
- Hazebroucq, J.-M. (1995). "La nouvelle conception de la performance: être efficace oui, mais aussi efficient." Gestion 2000 Management et prospective n°2(Mars-Avril 1995).
- Hubka, V. and W. E. Eder (1988). Theory of technical systems, Springer-Verlag.
- Hubka, V. and W. E. Eder (1992). Engineering Design, Heurista.
- Huet, F. (2004). Apprentissage collectif et dynamique coopérative: Une étude empirique des PME françaises. Compiègne, Université de Technologie de Compiègne: 500.
- Hunt, I., B. Wall, et al. (2005). "Applying the concepts of extended products and extended enterprises to support the activities of dynamic supply networks in the ari-food industry." Journal of Food Engineering 70(2005): 393-402.
- Jacques, N., A. Elias, et al. (2007). "Buckling and wrinkling during strip conveying in processing lines." Journal of Materials Processing Technology 190(2007): 33-40.
- Jarillo, J. C. (1988). "On strategic networks." Strategic Management Journal 9(1): 31-41.
- Jolly, D. (2001). Alliances inter-entreprises: entre concurrence et coopération. Paris, Vuibert.
- Josserand, E. (1996). Institutions et modes d'organisation. AIMS, Lille.
- Josserand, E. (1997). La structuration d'une entreprise en réseau. AIMS, Montréal, Canada.
- Josserand, E. and F. Grima (2000). Organisation en réseau et apprentissage: une analyse inter-individuelle de la dynamique relationnelle. Congrès ASAC-IFSAM, Montréal, Québec, Canada.
- Kline, S. and N. Rosenberg (1986). An overview of innovation. The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth. R. Landau and N. Rosenberg. Washington, National Academy Press: 275-305.
- Koenig, C. and G. Van Wijk (1992). Alliances inter-entreprises: le rôle de la confiance. Perspectives en management stratégique, Economica: 305-327.
- Korjajnova, E. (2009). Aide au management de l'activité d'innovation par l'approche des réseaux de problèmes. Application au problème d'intégration des services Marketing et R&D. Strasbourg, Université de Strasbourg: 430.
- Kvan, T. (2000). "Collaborative design: what is it?" Automation in Construction 9(4): 409-415.
- Laban, J., D. Giovanelli, et al. (1995). Le réseau dynamique d'innovation. Aix en Provence, IAE.
- Lapointe, A. and S. Pageau (2000). Les réseaux d'entreprises: saisir l'opportunité, ou être saisi d'opportunisme? Congrès International Francophone sur la PME (CIFPME), Lille.
- Larousse (2003). Le Petit Larousse.
- Lave, J. and E. C. Wenger (1991). Situated learning: legitimate peripheral participation. NY, Cambridge University Press.
- Le Masson, P., B. Weil, et al. (2006). Les processus d'innovation: conception innovante et croissance des entreprises, Lavoisier.
- Legardeur, J. (2001). Méthodes et outils pour l'innovation produit/process: le cas de l'intégration des matériaux composites SMC. Grenoble, Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Lehu, J.-M. (2004). L'encyclopédie du marketing, Editions d'Organisation.
- Li, W. D., J. Y. H. Fuh, et al. (2004). "An internet-enabled integrated system for co-design and concurrent engineering." Computers in Industry 55(2004): 87-103.
- Lohman, C., L. Fortuin, et al. (2004). "Designing a performance measurement system: A case study." European Journal of Operational Research 156(2): 267-286.
- Loilier, T. and A. Tellier (1999). Gestion de l'innovation: décider, mettre en oeuvre, diffuser. Caen, Editions Management Société.

- Loilier, T. and A. Tellier (2001). Les réseaux d'innovation: proximités et performances. CIME: Caen Innovation Marché Entreprise. Caen, IAE Caen Basse Normandie: 26.
- Lonchamp, P. (2004). Co-évolution et processus de conception intégrée de produits: Modèle et support de l'activité de conception. Grenoble, Institut National Polytechnique de Grenoble: 233.
- Lorino, P. (2003). Méthodes et pratiques de la performance, Editions d'Organisation.
- Lorino, P., R. Demeestere, et al. (1997). Contrôle de gestion et pilotage. Paris, Nathan.
- Love, T. (2000). "Philosophy of design: a meta-theoretical structure for design theory." Design Studies **21**(3): 293-313.
- Lupan, R., A. Delamarre, et al. (2005). Evaluation de la performance en conception. 6ème Congrès International en Génie Industriel, Besançon, France.
- Mack, M. (2004). Les "réseaux naturels" et leur potentiel d'innovation. Cahiers de SoL France n°1, SoL France - Société pour l'Organisation Apprenante.
- Maranzana, N. and N. Gartiser (2006). Characterization of a theoretical learning network for innovative design for small and medium-sized firms. Leading the web in concurrent engineering. P. Ghodous, R. Dieng-Kuntz and G. Loureiro, IOS Press: 496-504.
- Maranzana, N., N. Gartiser, et al. (2007). De la conception intégrée à l'apprentissage collaboratif en conception. 7ème Congrès International de Génie Industriel, Trois-Rivières, Québec, Canada.
- Maranzana, N., N. Gartiser, et al. (2007). Less design ressources thanks to merging collaborative design and learning network for innovative design. 16th International Conference on Engineering Design (ICED'07), Paris, France.
- Maranzana, N., N. Gartiser, et al. (2008). "From concurrent engineering to collaborative learning of design." International Journal of Design and Innovation Research **4**(1): 39-51.
- Maranzana, N., N. Gartiser, et al. (2009). Proposition d'un modèle de description des capacités d'innovation basé sur les processus et les pratiques. Congrès Français de Mécanique (CFM'09), Marseille, France.
- Marshall, A. (1971). Principes d'économie politique. Paris, Gordon & Breach.
- Mathé, J.-C. and V. Chagué (1999). "L'intention stratégique et les divers types de performance de l'entreprise." Revue Française de Gestion: 39-49.
- Mensch, G. (1979). Stalemate in technology: innovations overcome the depression. Cambridge Massachusetts, Ballinger.
- Micaëlli, J.-P. and J. Forest (2003). Artificialisme: Introduction à une théorie de la conception. Lausanne, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Moreau, F. (2003). L'entreprise élargie: des nouvelles formes d'organisation, INSEP Consulting.
- Morgenstern, O. and J. Von Neumann (1953). The Theory of Games and Economic Behavior, Princeton University Press.
- Mueser, R. (1985). "Identifying Technical innovations." IEEE Transactions on Engineering Management **EM-32**(4): 158-176.
- Muller, P. (2004). Coordination des communautés de pratique: les rôles différenciés de la réputation et de la confiance. Strasbourg, Université Louis Pasteur: 247.
- Murry, G. (1998). Métallurgie de base. Paris, Editions PYC Livres.
- Nonaka, I. and H. Takeuchi (1995). The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation, Oxford University Press Inc.
- O'Brien, C. and S. J. E. Smith (1995). "Design maturity assessment for concurrent engineering co-ordination." International Journal of Production Economics **41**(1-3): 311-320.

- O'Donnell, F. J. O. and A. H. B. Duffy (1999). Modelling product development performance. International Conference on Engineering Design (ICED'99), Munich, Germany.
- OCDE (2005). Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data, 3rd Edition, Organisation de Coopération et de Développement Economiques (OCDE).
- Osborn, A. F. (1959). L'imagination constructive: principes et processus de la pensée créative et du brainstorming. Paris, Dunod.
- Ostergaard, K. J. and J. D. Summers (2003). A taxonomic classification of collaborative design. International Conference on Engineering Design (ICED'03), Stockholm, Sweden.
- Ostergaard, K. J. and J. D. Summers (2003). A taxonomy for collaborative design. Design Engineering Technical Conference and Computers and Information in Engineering Conference (ASME-DETC'03), Chicago, Illinois, USA.
- Ouchi, W. G. (1979). "A conceptual framework for the design of organizational control mechanisms." Management Science **25**(n°9): 833-849.
- Ouchi, W. G. (1980). "Markets, bureaucraties and clans." Administrative Science Quarterly **25**: 129-141.
- Paetzold, K. (2008). On determining a product's process related to the degree of maturity. International Design Conference, Dubrovnik, Croatia.
- Pahl, G. and W. Beitz (1996). Engineering Design: a systematic approach. New York, Springer.
- Perrin, J. (1999). Pilotage et évaluation des processus de conception. Paris, L'Harmattan.
- Perrin, J. (2001). Concevoir l'innovation industrielle: méthodologie de conception de l'innovation, CNRS Editions.
- Perroux, F. (1961). L'économie du XXème siècle, Presses universitaires de Grenoble.
- Philibert, J., A. Vignes, et al. (2002). Métallurgie: du minerai au matériau. Paris, Dunod.
- Picard, F. (2004). De la connaissance à la compétence en conception: impact de la maquette numérique. 2ème Colloque du groupe de travail C2EI, Nancy, France.
- Popham, A. E. (1952). The drawings of Leonard Da Vinci, Reprint Society London.
- Porter, M. E. (1998). "Clusters and the new economics of competition." Harvard Business Review **76**(6).
- Porter, M. E. (1998). Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance, Free Press.
- Povada, O. (2001). Pilotage technique des projets d'ingénierie simultanée, modélisation des processus, analyse et instrumentalisation. Grenoble, Institut National Polytechnique de Grenoble.
- Prasad, B. (1996). Concurrent engineering fundamentals: Integred product and process organization (vol. 1). London, Prentice-Hall.
- Probst, G. and B. Büchel (1997). La pratique de l'entreprise apprenante, Les Editions d'Organisation.
- Pugh, S. (1990). Total design, integrated methods for successful product engineering, Addison-Wesley.
- Purcell, T., J. S. Gero, et al. (1994). Design fixation and intelligent design aids. Artificial Intelligence in Design. J. S. Gero and F. Sudweeks, Kluwer.
- Robin, V. (2005). Evaluation de la performance des systèmes de conception pour la conduite de l'ingénierie des produits; prototype logiciel d'aide aux acteurs. Bordeaux, Université de Bordeaux 1: 210.
- Robin, V., P. Girard, et al. (2004). Gestion d'environnements de conception pour l'aide à la conduite de la conception collaborative. Colloque de l'Institut de la Production et des organisations Industrielles (IPI), Autrans, France.

- Robin, V., P. Girard, et al. (2004). Intégration des connaissances dans les environnements de conception pour le pilotage de la conception collaborative. 2ème Colloque du groupe de travail C2EI, Nancy, France.
- Rolland, N. (2000). L'apprentissage organisationnel dans les alliances stratégiques de PME: une approche par le management de la connaissance. Congrès International Francophone sur la PME (CIFPME), Lille.
- Rose, B. (2004). Proposition d'un référentiel support à la conception collaborative: CO²MED (COLlaborative CONflict Management in Engineering Design). Nancy, Université Henri Poincaré: 252.
- Saint-Marc, L., J.-C. Deschamps, et al. (2005). Caractérisation des états standard des données échangées en conception collaborative. 6ème Congrès International de Génie Industriel, Besançon, France.
- Salamatov, Y. P. (1996). Les lois d'évolution des systèmes techniques (fondements de la théorie d'évolution des systèmes techniques). Strasbourg, Laboratoire de Recherche en Productique de Strasbourg (LRPS), INSA de Strasbourg.
- Santanen, E., G. Kolschoten, et al. (2006). The collaboration engineering maturity model. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences.
- Savransky, S. D. (2000). Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving. Boca Raton, Florida, CRC Press LLC.
- Schumpeter, J. (1935). Théorie de l'évolution économique. Paris, Librairie Dalloz.
- Segrestin, B. (2003). La gestion des partenariats d'exploration: spécificités, crises et formes de rationalisation, Ecole des Mines de Paris: 373.
- Segrestin, B. (2006). Innovation et coopération interentreprises: Comment gérer les partenariats d'exploration? CNRS.
- SEI, S. E. I. (2007). Capability Maturity Model Integration (CMMI) Version 1.2 Overview. Pittsburgh, Carnegie Mellon University.
- SEI, S. E. I. (2009). "CMMI Website." from <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/>.
- Serieyx, H. and H. Azoulay (1996). Mettez du réseau dans vos pyramides: penser, organiser, vivre la structure en réseau, Village mondial.
- Sessi (1998). Les compétences pour innover. L. p. d. s. i. N°85, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie - Secretariat d'Etat à l'Industrie: 4.
- Sessi (1998). Les compétences pour innover dans l'entreprise, Ministère de l'Economie, des Finances et de l'Industrie - Secretariat d'Etat à l'Industrie - Service des statistiques industrielles.
- Simon, H. A. (1991). Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel, Dunod.
- Simon, H. A. (2004). Les sciences de l'artificiel, Editions Gallimard.
- Sohlenius, G. (1992). "Concurrent Engineering." Annals of CIRP **41**: 645-655.
- SOL, F. (2000). Grille d'auto-évaluation des caractéristiques observables de l'apprenance, Société pour l'Organisation Apprenante: 10.
- Soubie, J.-L., F. Buratto, et al. (1996). La conception de la coopération et la coopération dans la conception. Coopération et conception. G. De Terssac and E. Friedberg. Toulouse, Octares Editions: 101-121.
- Strutt, J. E., J. V. Sharp, et al. (2006). "Capability maturity models for offshore organisational management." Environment International **32**(8): 1094-1105.
- Suh, N. P. (1990). The Principles of Design. New York, Oxford University Press.
- Suh, N. P. (2001). Axiomatic design: Advances and applications. New York, Oxford University Press.
- Sun, M., N. Bakis, et al. (2003). "A collaborative design appraisal system for water treatment engineering projects." Advances in Engineering Software **34**(2003): 737-743.

- Szeto, E. (2000). "Innovation capacity: working towards a mechanism for improving innovation within an inter-organizational network." The TQM Magazine **12**(2): 149-158.
- Tarondeau, J.-C. (1998). Le management des savoirs, PUF "Que sais-je?"
- Thibault, L., L. Raymond, et al. (1998). Modélisation et évaluation de l'apprentissage en réseau d'entreprises. 3ème Colloque International de Management des Réseaux d'Entreprises, Montréal, Québec, Canada.
- Tomala, F. (2002). Proposition de modèles et méthodes pour l'aide à l'évaluation des performances d'une innovation dès sa conception. Valenciennes, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis: 236.
- Tyler, R. W. (1966). New dimensions in curriculum development. Informatiques. D. P. Ely and T. Plomp. **13**: 765-795.
- UE (2000). Conseil européen de Lisbonne: conclusions de la Présidence, Union européenne.
- Ullman, D. (2002). The mechanical design process, Mc Graw Hill International Editions.
- Ulrich, K. T. and S. D. Eppinger (2000). Product design and development, Mc Graw Hill International Editions.
- Valette-Florence, P. (1988). "Spécificités des apports des méthodes multivariées de la deuxième génération." Recherche et applications marketing **3**(4): 23-56.
- Vernon, R. (1966). "International investment and international trade in the product cycle." Quarterly Journal of Economics **80**(1966): 190-207.
- Vieillot, A. (1998). Les stratégies de réseaux: les leçons de l'histoire. AIMS, Louvain La Neuve.
- Visser, W. (2001). Conception individuelle et collective: approche de l'ergonomie cognitive. Cognition et création: explorations cognitives des processus de conception. M. Borillo and J.-P. Goulette. Bruxelles, Belgique, Mardaga: 311-327.
- Voisin, C., B. M.-J. Sihem, et al. (2004). Les réseaux: dimensions stratégiques et organisationnelles. Paris, Economica.
- Weil, T. and F. Durieux (2000). La gestion de l'innovation en réseau, Association Nationale de la Recherche Technique.
- Wettstein, T. and P. Kueng (2002). "A maturity model for performance measurement systems." Management Information Systems: 113-122.
- Willitt, A. A. J. (1985). Thinking about design and quality. Colloquium on Design Equals Quality: True or False? IEE Colloquium (digest) N1985/22, London.

Annexes

| | |
|--|-----|
| ANNEXE 1 : LES DOMAINES DE PROCESSUS REPARTIS EN 4 FAMILLES EN REPRESENTATION CONTINUE | 205 |
| ANNEXE 2 : DESCRIPTION DETAILLEE DES 5 NIVEAUX DE MATURITE DU CMMI EN REPRESENTATION ETAGEE.... | 209 |
| ANNEXE 3 : LIENS ENTRE LES NIVEAUX D'APTITUDE OU DE MATURITE ET LES PRATIQUES GENERIQUES | 215 |
| ANNEXE 4 : SCHEMA DETAILLE DE LA MISE EN EVIDENCE DES LIENS ENTRE LES CARACTERISTIQUES DE CHACUNE DES TROIS DIMENSIONS..... | 217 |
| ANNEXE 5 : QUESTIONNAIRES « <i>WPI-FORMATIONS</i> » | 219 |
| ANNEXE 6 : QUESTIONNAIRES « <i>WP2-CAS D'ETUDE</i> » | 221 |
| ANNEXE 7 : LISTE DES PUBLICATIONS | 223 |

Annexe 1 : Les domaines de processus répartis en 4 familles en représentation continue

| Famille « Management de processus » <i>5 domaines de processus</i> |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • DP13 : Focalisation sur le processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> ○ OS30 : Détermination des occasions d'amélioration de processus <ul style="list-style-type: none"> - PS30.1 : Etablir les besoins des processus organisationnels - PS30.2 : Evaluer les processus de l'organisation - PS30.3 : Identifier les améliorations au processus de l'organisation ○ OS31 : Planifier et mettre en œuvre les activités d'amélioration de processus <ul style="list-style-type: none"> - PS31.1 : Etablir des plans d'action processus - PS31.2 : Mettre en œuvre les plans d'action processus ○ OS32 : Déployer les actifs de processus organisationnels et incorporer les retours d'expérience <ul style="list-style-type: none"> - PS32.1 : Déployer les actifs de processus organisationnels - PS32.2 : Déployer les processus standards - PS32.3 : Surveiller la mise en place - PS32.4 : Incorporer les expériences de processus dans les actifs de processus organisationnels • DP14 : Définition du processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> ○ OS33 : Etablir les actifs du processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> - PS33.1 : Etablir les processus standards - PS33.2 : Etablir les descriptions des modèles de cycles de vie - PS33.3 : Etablir les critères et les lignes directrices d'ajustement - PS33.4 : Etablir la base de mesures de l'organisation - PS33.5 : Etablir une bibliothèque des actifs processus de l'organisation - PS33.6 : Etablir des normes pour l'environnement de travail ○ OS34 : Rendre possible la gestion en mode IPPD <ul style="list-style-type: none"> - PS34.1 : Etablir les mécanismes de responsabilisation - PS34.2 : Etablir des règles et des lignes directrices pour des équipes intégrées - PS34.3 : Equilibrer les responsabilités au sein de l'équipe et au sein des unités d'origine • DP15 : Formation organisationnelle <ul style="list-style-type: none"> ○ OS35 : Etablir une capacité de formation organisationnelle <ul style="list-style-type: none"> - PS35.1 : Etablir les besoins stratégiques de formation - PS35.2 : Déterminer quels besoins de formation seront du ressort de l'organisation - PS35.3 : Etablir un plan organisationnel tactique de formation - PS35.4 : Etablir une capacité de formation ○ OS36 : Dispenser la formation nécessaire <ul style="list-style-type: none"> - PS36.1 : Dispenser la formation - PS36.2 : Etablir des enregistrements de formation - PS36.3 : Evaluer l'efficacité de la formation • DP19 : Performance du processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> ○ OS44 : Etablir des référentiels et des modèles de performance <ul style="list-style-type: none"> - PS44.1 : Choisir les processus - PS44.2 : Etablir les mesures de performance du processus - PS44.3 : Etablir les objectifs de qualité et de performance de processus - PS44.4 : Etablir les référentiels de performance de processus - PS44.5 : Etablir les modèles de performance des processus • DP22 : Innovation et déploiement organisationnels <ul style="list-style-type: none"> ○ OS49 : Sélectionner les améliorations <ul style="list-style-type: none"> - PS49.1 : Recueillir et analyser les propositions d'amélioration - PS49.2 : Identifier et analyser les innovations - PS49.3 : Faire des projets pilotes d'amélioration - PS49.4 : Sélectionner les améliorations pour déploiement ○ OS50 : Déployer les améliorations <ul style="list-style-type: none"> - PS50.1 : Planifier le déploiement - PS50.2 : Gérer le déploiement - PS50.3 : Mesurer les effets de l'amélioration |
| Famille « Management de projet » <i>6 domaines de processus</i> |
| <ul style="list-style-type: none"> • DP02 : Planification de projet <ul style="list-style-type: none"> ○ OS02 : Etablir les estimations <ul style="list-style-type: none"> - PS2.1 : Faire l'estimation de la portée du projet - PS2.2 : Etablir les estimations des attributs des produits d'activités et des tâches - PS2.3 : Définir le cycle de vie du projet |

- PS2.4 : Déterminer les estimations de charge et de coût
- OS03 : Développer un plan de projet
 - PS3.1 : Etablir le budget et le calendrier
 - PS3.2 : Identifier les risques du projet
 - PS3.3 : Prévoir la gestion des données
 - PS3.4 : Prévoir les ressources du projet
 - PS3.5 : Prévoir les connaissances et aptitudes nécessaires
 - PS3.6 : Prévoir l'implication des parties prenantes
 - PS3.7 : Etablir le plan de projet
- OS04 : Obtenir l'engagement sur le plan
 - PS4.1 : Passer en revue les plans qui ont des répercussions sur le projet
 - PS4.2 : Concilier les niveaux de charge et de ressources
 - PS4.3 : Obtenir l'engagement au plan
- **DP03 : Surveillance et contrôle de projet**
 - OS05 : Surveiller le projet par rapport au plan
 - PS5.1 : Surveiller les paramètres de planification de projet
 - PS5.2 : Surveiller les engagements
 - PS5.3 : Surveiller les risques de projet
 - PS5.4 : Surveiller la gestion des données
 - PS5.5 : Surveiller l'implication des parties prenantes
 - PS5.6 : Mener des revues d'avancement
 - PS5.7 : Mener des revues sur les jalons
 - OS06 : Gérer l'action corrective jusqu'à clôture
 - PS6.1 : Analyser les écarts
 - PS6.2 : Appliquer une action corrective
 - PS6.3 : Gérer une action corrective
- **DP04 : Gestion des accords avec les fournisseurs**
 - OS07 : Etablir les accords avec les fournisseurs
 - PS7.1 : Déterminer un type d'acquisition
 - PS7.2 : Choisir des fournisseurs
 - PS7.3 : Etablir des accords avec le fournisseur
 - OS08 : Se conformer aux accords avec les fournisseurs
 - PS8.1 : Se conformer à l'accord avec le fournisseur
 - PS8.2 : Surveiller des processus sélectionnés chez le fournisseur
 - PS8.3 : Evaluer des produits d'activité sélectionnés chez le fournisseur
 - PS8.4 : Accepter le produit acquis
 - PS8.5 : Transférer les produits
- **DP16 : Gestion de projet intégrée + IPPD**
 - OS37 : Utiliser le processus ajusté pour le projet
 - PS37.1 : Etablir le processus ajusté pour le projet
 - PS37.2 : Utiliser les actifs processus organisationnels pour les activités de planification du projet
 - PS37.3 : Etablir l'environnement de travail du projet
 - PS37.4 : Intégrer les plans
 - PS37.5 : Gérer le projet en utilisant les plans intégrés
 - PS37.6 : Contribuer aux actifs processus organisationnels
 - OS38 : Coordonner et collaborer avec les parties prenantes concernées
 - PS38.1 : Gérer l'implication des parties prenantes
 - PS38.2 : Gérer les dépendances
 - PS38.3 : Régler les problèmes de coordination
 - OS39 : Appliquer les principes du mode IPPD
 - PS39.1 : Etablir une vision partagée pour le projet
 - PS39.2 : Etablir la structure d'équipe intégrée
 - PS39.3 : Allouer les exigences aux équipes intégrées
 - PS39.4 : Etablir les équipes intégrées
 - PS39.5 : Assurer la collaboration inter-équipes
- **DP17 : Gestion des risques**
 - OS40 : Se préparer pour la gestion des risques
 - PS40.1 : Déterminer les sources et les catégories de risques
 - PS40.2 : Définir les paramètres de risques
 - PS40.3 : Etablir la stratégie de gestion des risques
 - OS41 : Identifier et analyser les risques
 - PS41.1 : Identifier les risques
 - PS41.2 : Evaluer les risques, les catégoriser et les ordonner par priorités
 - OS42 : Atténuer les risques
 - PS42.1 : Développer les plans d'atténuation des risques
 - PS42.2 : Mettre en œuvre les plans d'atténuation des risques
- **DP20 : Gestion de projet quantitative**
 - OS45 : Gérer le projet quantitativement
 - PS45.1 : Etablir les objectifs du projet
 - PS45.2 : Composer le processus ajusté

- PS45.3 : Sélectionner les sous-processus qui seront gérés statistiquement
- PS45.4 : Gérer la performance du projet
- OS46 : Gérer statistiquement la performance de sous-processus
 - PS46.1 : Sélectionner les mesures et les techniques d'analyse
 - PS46.2 : Appliquer des méthodes statistiques pour comprendre la variation
 - PS46.3 : Surveiller la performance des sous-processus sélectionnés
 - PS46.4 : Enregistrer les données de gestion statistique

Famille « Ingénierie »

6 domaines de processus

- **DP01 : Gestion des exigences**
 - OS01 : Gérer les exigences
 - PS1.1 : Obtenir une compréhension des exigences
 - PS1.2 : Obtenir l'engagement sur les exigences
 - PS1.3 : Gérer les modifications aux exigences
 - PS1.4 : Maintenir la traçabilité bidirectionnelle des exigences
 - PS1.5 : Identifier les incohérences entre les produits du projet et les exigences
- **DP08 : Développement des exigences**
 - OS16 : Développer les exigences clients
 - PS16.1 : Expliciter les besoins
 - PS16.2 : Développer les exigences client
 - OS17 : Développer les exigences produit
 - PS17.1 : Etablir les exigences produit et composants de produit
 - PS17.2 : Allouer les exigences composants de produit
 - PS17.3 : Identifier les exigences d'interface
 - OS18 : Analyser et valider les exigences
 - PS18.1 : Etablir des concepts d'emploi et des scénarios
 - PS18.2 : Etablir une définition des fonctionnalités requises
 - PS18.3 : Analyser les exigences
 - PS18.4 : Analyser les exigences pour assurer l'équilibre
 - PS18.5 : Valider les exigences
- **DP09 : Solution technique**
 - OS19 : Sélectionner les solutions de composants de produit
 - PS19.1 : Développer un éventail de solutions possibles ainsi que des critères de sélection
 - PS19.2 : Sélectionner les solutions pour les composants de produit
 - OS20 : Faire la conception
 - PS20.1 : Concevoir le produit ou le composant de produit
 - PS20.2 : Etablir un ensemble de données techniques
 - PS20.3 : Concevoir les interfaces en s'appuyant sur des critères
 - PS20.4 : Réaliser les analyses permettant de déterminer si on va faire, acheter ou réutiliser
 - OS21 : Réaliser la conception du produit
 - PS21.1 : Réaliser à partir de la conception
 - PS21.2 : Développer la documentation de soutien au produit
- **DP10 : Intégration de produit**
 - OS22 : Se préparer à l'intégration de produit
 - PS22.1 : Déterminer la séquence d'intégration
 - PS22.2 : Etablir l'environnement d'intégration de produit
 - PS22.3 : Etablir les procédures et critères d'intégration de produit
 - OS23 : Assurer la compatibilité des interfaces
 - PS23.1 : Passer en revue les descriptions d'interfaces pour s'assurer de leur exhaustivité
 - PS23.2 : Gérer les interfaces
 - OS24 : Assembler les composants de produit et livrer le produit
 - PS24.1 : Confirmer que les composants de produit sont prêts à être intégrés
 - PS24.2 : Assembler les composants de produit
 - PS24.3 : Evaluer les composants de produit assemblés
 - PS24.4 : Conditionner et livrer le produit ou le composant de produit
- **DP11 : Vérification**
 - OS25 : Se préparer à la vérification
 - PS25.1 : Sélectionner les produits d'activité à vérifier
 - PS25.2 : Etablir l'environnement de vérification
 - PS25.3 : Etablir les procédures et les critères de vérification
 - OS26 : Réaliser des revues par les pairs
 - PS26.1 : Se préparer pour les revues par les pairs
 - PS26.2 : Mener des revues par les pairs
 - PS26.3 : Analyser les données des revues par les pairs
 - OS27 : Vérifier les produits d'activité sélectionnés
 - PS27.1 : Réaliser la vérification
 - PS27.2 : Analyser les résultats de vérification

| |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • DP12 : Validation <ul style="list-style-type: none"> ○ OS28 : Se préparer pour la validation <ul style="list-style-type: none"> - PS28.1 : Choisir les produits en vue de la validation - PS28.2 : Etablir l'environnement de validation - PS28.3 : Etablir les procédures et les critères de validation ○ OS29 : Valider le produit ou les composants de produit <ul style="list-style-type: none"> - PS29.1 : Réaliser la validation - PS29.2 : Analyser les résultats de validation |
| <p>Famille « Support » <i>5 domaines de processus</i></p> |
| <ul style="list-style-type: none"> • DP05 : Mesure et analyse <ul style="list-style-type: none"> ○ OS09 : Aligner les activités de mesure et d'analyse <ul style="list-style-type: none"> - PS9.1 : Etablir des objectifs de mesure - PS9.2 : Spécifier des mesures - PS9.3 : Spécifier des procédures de collecte et de stockage de données - PS9.4 : Spécifier des procédures d'analyse ○ OS10 : Fournir des résultats de mesure <ul style="list-style-type: none"> - PS10.1 : Recueillir les données de mesure - PS10.2 : Analyser les données de mesure - PS10.3 : Stocker données et résultats - PS10.4 : Communiquer les résultats • DP06 : Assurance qualité processus et produit <ul style="list-style-type: none"> ○ OS11 : Evaluer de manière objective des processus et des produits d'activités <ul style="list-style-type: none"> - PS11.1 : Evaluer de manière objective des processus - PS11.2 : Evaluer de manière objective des produits d'activités et des services ○ OS12 : Fournir une image objective <ul style="list-style-type: none"> - PS12.1 : Communiquer et assurer la résolution des non conformités - PS12.2 : Etablir des enregistrements • DP07 : Gestion de configuration <ul style="list-style-type: none"> ○ OS13 : Etablir des référentiels <ul style="list-style-type: none"> - PS13.1 : Identifier les éléments de configuration - PS13.2 : Etablir un système de gestion de configuration - PS13.3 : Créer ou figer des référentiels ○ OS14 : Suivre et contrôler les modifications <ul style="list-style-type: none"> - PS14.1 : Suivre les demandes de modification - PS14.2 : Contrôler les éléments de configuration ○ OS15 : Etablir l'intégrité <ul style="list-style-type: none"> - PS15.1 : Etablir des enregistrements de gestion de configuration - PS15.2 : Mener des audits de configuration • DP18 : Analyse et prise de décision <ul style="list-style-type: none"> ○ OS43 : Evaluer les solutions possibles <ul style="list-style-type: none"> - PS43.1 : Etablir des lignes directrices pour l'analyse de décision - PS43.2 : Etablir et maintenir des critères d'évaluation - PS43.3 : Identifier des solutions possibles - PS43.4 : Sélectionner des méthodes d'évaluation - PS43.5 : Evaluer des solutions possibles - PS43.6 : Sélectionner des solutions • DP21 : Analyse causale et résolution <ul style="list-style-type: none"> ○ OS47 : Déterminer les causes des défauts <ul style="list-style-type: none"> - PS47.1 : Choisir les données de défauts pour analyse - PS47.2 : Analyser les causes ○ OS48 : Traiter les causes des défauts <ul style="list-style-type: none"> - PS48.1 : Mettre en œuvre les propositions d'actions - PS48.2 : Evaluer les retombées des changements - PS48.3 : Enregistrer les données |

Légende :

DP : Domaine de Processus

OS : Objectif Spécifique

PS : Pratique Spécifique

Annexe 2 : Description détaillée des 5 niveaux de maturité du CMMI en représentation étagée

| Niveaux de maturité | Domaines de processus, objectifs spécifiques et pratiques spécifiques | Pratiques génériques qui soutiennent l'objectif générique concerné |
|---------------------|--|---|
| Niveau 1 | / | / |
| Niveau 2 | <ul style="list-style-type: none"> • DP01 : Gestion des exigences <ul style="list-style-type: none"> ○ OS01 : Gérer les exigences <ul style="list-style-type: none"> - PS1.1 : Obtenir une compréhension des exigences - PS1.2 : Obtenir l'engagement sur les exigences - PS1.3 : Gérer les modifications aux exigences - PS1.4 : Maintenir la traçabilité bidirectionnelle des exigences - PS1.5 : Identifier les incohérences entre les produits du projet et les exigences • DP02 : Planification de projet <ul style="list-style-type: none"> ○ OS02 : Etablir les estimations <ul style="list-style-type: none"> - PS2.1 : Faire l'estimation de la portée du projet - PS2.2 : Etablir les estimations des attributs des produits d'activités et des tâches - PS2.3 : Définir le cycle de vie du projet - PS2.4 : Déterminer les estimations de charge et de coût ○ OS03 : Développer un plan de projet <ul style="list-style-type: none"> - PS3.1 : Etablir le budget et le calendrier - PS3.2 : Identifier les risques du projet - PS3.3 : Prévoir la gestion des données - PS3.4 : Prévoir les ressources du projet - PS3.5 : Prévoir les connaissances et aptitudes nécessaires - PS3.6 : Prévoir l'implication des parties prenantes - PS3.7 : Etablir le plan de projet ○ OS04 : Obtenir l'engagement sur le plan <ul style="list-style-type: none"> - PS4.1 : Passer en revue les plans qui ont des répercussions sur le projet - PS4.2 : Concilier les niveaux de charge et de ressources - PS4.3 : Obtenir l'engagement au plan • DP03 : Surveillance et contrôle de projet <ul style="list-style-type: none"> ○ OS05 : Surveiller le projet par rapport au plan <ul style="list-style-type: none"> - PS5.1 : Surveiller les paramètres de planification de projet - PS5.2 : Surveiller les engagements - PS5.3 : Surveiller les risques de projet - PS5.4 : Surveiller la gestion des données - PS5.5 : Surveiller l'implication des parties prenantes - PS5.6 : Mener des revues d'avancement - PS5.7 : Mener des revues sur les jalons ○ OS06 : Gérer l'action corrective jusqu'à clôture <ul style="list-style-type: none"> - PS6.1 : Analyser les écarts - PS6.2 : Appliquer une action corrective - PS6.3 : Gérer une action corrective • DP04 : Gestion des accords avec les fournisseurs <ul style="list-style-type: none"> ○ OS07 : Etablir les accords avec les fournisseurs <ul style="list-style-type: none"> - PS7.1 : Déterminer un type d'acquisition - PS7.2 : Choisir des fournisseurs - PS7.3 : Etablir des accords avec le fournisseur ○ OS08 : Se conformer aux accords avec les fournisseurs <ul style="list-style-type: none"> - PS8.1 : Se conformer à l'accord avec le fournisseur - PS8.2 : Surveiller des processus sélectionnés chez le fournisseur - PS8.3 : Evaluer des produits d'activité sélectionnés chez le fournisseur - PS8.4 : Accepter le produit acquis | <p style="text-align: center;"><u>Objectif Générique 2 :</u></p> <p>Le processus est institutionnalisé en tant que processus discipliné</p> <ul style="list-style-type: none"> • PG2.1 : Etablir une directive organisationnelle • PG2.2 : Planifier le processus • PG2.3 : Fournir les ressources • PG2.4 : Assigner la responsabilité • PG2.5 : Former les personnes • PG2.6 : Gérer en configuration • PG2.7 : Identifier et impliquer les parties prenantes concernées • PG2.8 : Surveiller et contrôler le processus • PG2.9 : Evaluer la conformité de manière objective • PG2.10 : Passer en revue avec la hiérarchie |

| | | |
|----------|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - PS8.5 : Transférer les produits • DP05 : Mesure et analyse <ul style="list-style-type: none"> ○ OS09 : Aligner les activités de mesure et d'analyse <ul style="list-style-type: none"> - PS9.1 : Etablir des objectifs de mesure - PS9.2 : Spécifier des mesures - PS9.3 : Spécifier des procédures de collecte et de stockage de données - PS9.4 : Spécifier des procédures d'analyse ○ OS10 : Fournir des résultats de mesure <ul style="list-style-type: none"> - PS10.1 : Recueillir les données de mesure - PS10.2 : Analyser les données de mesure - PS10.3 : Stocker données et résultats - PS10.4 : Communiquer les résultats • DP06 : Assurance qualité processus et produit <ul style="list-style-type: none"> ○ OS11 : Evaluer de manière objective des processus et des produits d'activités <ul style="list-style-type: none"> - PS11.1 : Evaluer de manière objective des processus - PS11.2 : Evaluer de manière objective des produits d'activités et des services ○ OS12 : Fournir une image objective <ul style="list-style-type: none"> - PS12.1 : Communiquer et assurer la résolution des non conformités - PS12.2 : Etablir des enregistrements • DP07 : Gestion de configuration <ul style="list-style-type: none"> ○ OS13 : Etablir des référentiels <ul style="list-style-type: none"> - PS13.1 : Identifier les éléments de configuration - PS13.2 : Etablir un système de gestion de configuration - PS13.3 : Créer ou figer des référentiels ○ OS14 : Suivre et contrôler les modifications <ul style="list-style-type: none"> - PS14.1 : Suivre les demandes de modification - PS14.2 : Contrôler les éléments de configuration ○ OS15 : Etablir l'intégrité <ul style="list-style-type: none"> - PS15.1 : Etablir des enregistrements de gestion de configuration - PS15.2 : Mener des audits de configuration | |
| Niveau 3 | <ul style="list-style-type: none"> • DP08 : Développement des exigences <ul style="list-style-type: none"> ○ OS16 : Développer les exigences clients <ul style="list-style-type: none"> - PS16.1 : Expliciter les besoins - PS16.2 : Développer les exigences client ○ OS17 : Développer les exigences produit <ul style="list-style-type: none"> - PS17.1 : Etablir les exigences produit et composants de produit - PS17.2 : Allouer les exigences composants de produit - PS17.3 : Identifier les exigences d'interface ○ OS18 : Analyser et valider les exigences <ul style="list-style-type: none"> - PS18.1 : Etablir des concepts d'emploi et des scénarios - PS18.2 : Etablir une définition des fonctionnalités requises - PS18.3 : Analyser les exigences - PS18.4 : Analyser les exigences pour assurer l'équilibre - PS18.5 : Valider les exigences • DP09 : Solution technique <ul style="list-style-type: none"> ○ OS19 : Sélectionner les solutions de composants de produit <ul style="list-style-type: none"> - PS19.1 : Développer un éventail de solutions possibles ainsi que des critères de sélection - PS19.2 : Sélectionner les solutions pour les composants de produit ○ OS20 : Faire la conception <ul style="list-style-type: none"> - PS20.1 : Concevoir le produit ou le composant de produit - PS20.2 : Etablir un ensemble de données techniques - PS20.3 : Concevoir les interfaces en s'appuyant sur des critères - PS20.4 : Réaliser les analyses permettant de déterminer si on va faire, acheter ou réutiliser ○ OS21 : Réaliser la conception du produit <ul style="list-style-type: none"> - PS21.1 : Réaliser à partir de la conception - PS21.2 : Développer la documentation de soutien au produit | <p style="text-align: center;"><u>Objectif Générique 3 :</u></p> <p>Le processus est institutionnalisé en tant que processus ajusté (ou personnalisé)</p> <ul style="list-style-type: none"> • PG3.1 : Etablir un processus ajusté • PG3.2 : Recueillir les informations sur l'amélioration |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • DP10 : Intégration de produit <ul style="list-style-type: none"> ○ OS22 : Se préparer à l'intégration de produit <ul style="list-style-type: none"> - PS22.1 : Déterminer la séquence d'intégration - PS22.2 : Etablir l'environnement d'intégration de produit - PS22.3 : Etablir les procédures et critères d'intégration de produit ○ OS23 : Assurer la compatibilité des interfaces <ul style="list-style-type: none"> - PS23.1 : Passer en revue les descriptions d'interfaces pour s'assurer de leur exhaustivité - PS23.2 : Gérer les interfaces ○ OS24 : Assembler les composants de produit et livrer le produit <ul style="list-style-type: none"> - PS24.1 : Confirmer que les composants de produit sont prêts à être intégrés - PS24.2 : Assembler les composants de produit - PS24.3 : Evaluer les composants de produit assemblés - PS24.4 : Conditionner et livrer le produit ou le composant de produit • DP11 : Vérification <ul style="list-style-type: none"> ○ OS25 : Se préparer à la vérification <ul style="list-style-type: none"> - PS25.1 : Sélectionner les produits d'activité à vérifier - PS25.2 : Etablir l'environnement de vérification - PS25.3 : Etablir les procédures et les critères de vérification ○ OS26 : Réaliser des revues par les pairs <ul style="list-style-type: none"> - PS26.1 : Se préparer pour les revues par les pairs - PS26.2 : Mener des revues par les pairs - PS26.3 : Analyser les données des revues par les pairs ○ OS27 : Vérifier les produits d'activité sélectionnés <ul style="list-style-type: none"> - PS27.1 : Réaliser la vérification - PS27.2 : Analyser les résultats de vérification • DP12 : Validation <ul style="list-style-type: none"> ○ OS28 : Se préparer pour la validation <ul style="list-style-type: none"> - PS28.1 : Choisir les produits en vue de la validation - PS28.2 : Etablir l'environnement de validation - PS28.3 : Etablir les procédures et les critères de validation ○ OS29 : Valider le produit ou les composants de produit <ul style="list-style-type: none"> - PS29.1 : Réaliser la validation - PS29.2 : Analyser les résultats de validation • DP13 : Focalisation sur le processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> ○ OS30 : Détermination des occasions d'amélioration de processus <ul style="list-style-type: none"> - PS30.1 : Etablir les besoins des processus organisationnels - PS30.2 : Evaluer les processus de l'organisation - PS30.3 : Identifier les améliorations au processus de l'organisation ○ OS31 : Planifier et mettre en œuvre les activités d'amélioration de processus <ul style="list-style-type: none"> - PS31.1 : Etablir des plans d'action processus - PS31.2 : Mettre en œuvre les plans d'action processus ○ OS32 : Déployer les actifs de processus organisationnels et incorporer les retours d'expérience <ul style="list-style-type: none"> - PS32.1 : Déployer les actifs de processus organisationnels - PS32.2 : Déployer les processus standards - PS32.3 : Surveiller la mise en place - PS32.4 : Incorporer les expériences de processus dans les actifs de processus organisationnels • DP14 : Définition du processus organisationnel + IPPD <ul style="list-style-type: none"> ○ OS33 : Etablir les actifs du processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> - PS33.1 : Etablir les processus standards - PS33.2 : Etablir les descriptions des modèles de cycles de vie - PS33.3 : Etablir les critères et les lignes directrices d'ajustement - PS33.4 : Etablir la base de mesures de l'organisation | |
|--|--|

| | | |
|----------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - PS33.5 : Etablir une bibliothèque des actifs processus de l'organisation - PS33.6 : Etablir des normes pour l'environnement de travail ○ OS34 : Rendre possible la gestion en mode IPPD <ul style="list-style-type: none"> - PS34.1 : Etablir les mécanismes de responsabilisation - PS34.2 : Etablir des règles et des lignes directrices pour des équipes intégrées - PS34.3 : Equilibrer les responsabilités au sein de l'équipe et au sein des unités d'origine ● DP15 : Formation organisationnelle <ul style="list-style-type: none"> ○ OS35 : Etablir une capacité de formation organisationnelle <ul style="list-style-type: none"> - PS35.1 : Etablir les besoins stratégiques de formation - PS35.2 : Déterminer quels besoins de formation seront du ressort de l'organisation - PS35.3 : Etablir un plan organisationnel tactique de formation - PS35.4 : Etablir une capacité de formation ○ OS36 : Dispenser la formation nécessaire <ul style="list-style-type: none"> - PS36.1 : Dispenser la formation - PS36.2 : Etablir des enregistrements de formation - PS36.3 : Evaluer l'efficacité de la formation ● DP16 : Gestion de projet intégrée + IPPD <ul style="list-style-type: none"> ○ OS37 : Utiliser le processus ajusté pour le projet <ul style="list-style-type: none"> - PS37.1 : Etablir le processus ajusté pour le projet - PS37.2 : Utiliser les actifs processus organisationnels pour les activités de planification du projet - PS37.3 : Etablir l'environnement de travail du projet - PS37.4 : Intégrer les plans - PS37.5 : Gérer le projet en utilisant les plans intégrés - PS37.6 : Contribuer aux actifs processus organisationnels ○ OS38 : Coordonner et collaborer avec les parties prenantes concernées <ul style="list-style-type: none"> - PS38.1 : Gérer l'implication des parties prenantes - PS38.2 : Gérer les dépendances - PS38.3 : Régler les problèmes de coordination ○ OS39 : Appliquer les principes du mode IPPD <ul style="list-style-type: none"> - PS39.1 : Etablir une vision partagée pour le projet - PS39.2 : Etablir la structure d'équipe intégrée - PS39.3 : Allouer les exigences aux équipes intégrées - PS39.4 : Etablir les équipes intégrées - PS39.5 : Assurer la collaboration inter-équipes ● DP17 : Gestion des risques <ul style="list-style-type: none"> ○ OS40 : Se préparer pour la gestion des risques <ul style="list-style-type: none"> - PS40.1 : Déterminer les sources et les catégories de risques - PS40.2 : Définir les paramètres de risques - PS40.3 : Etablir la stratégie de gestion des risques ○ OS41 : Identifier et analyser les risques <ul style="list-style-type: none"> - PS41.1 : Identifier les risques - PS41.2 : Evaluer les risques, les catégoriser et les ordonner par priorités ○ OS42 : Atténuer les risques <ul style="list-style-type: none"> - PS42.1 : Développer les plans d'atténuation des risques - PS42.2 : Mettre en œuvre les plans d'atténuation des risques ● DP18 : Analyse et prise de décision <ul style="list-style-type: none"> ○ OS43 : Evaluer les solutions possibles <ul style="list-style-type: none"> - PS43.1 : Etablir des lignes directrices pour l'analyse de décision - PS43.2 : Etablir et maintenir des critères d'évaluation - PS43.3 : Identifier des solutions possibles - PS43.4 : Sélectionner des méthodes d'évaluation - PS43.5 : Evaluer des solutions possibles - PS43.6 : Sélectionner des solutions | |
| Niveau 4 | <ul style="list-style-type: none"> ● DP19 : Performance du processus organisationnel <ul style="list-style-type: none"> ○ OS44 : Etablir des référentiels et des modèles de performance <ul style="list-style-type: none"> - PS44.1 : Choisir les processus | <p style="text-align: center;"><u>Objectif Générique 4 :</u></p> <p>Le processus est institutionnalisé en tant que processus géré quantitativement</p> |

| | | |
|----------|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - PS44.2 : Etablir les mesures de performance du processus - PS44.3 : Etablir les objectifs de qualité et de performance de processus - PS44.4 : Etablir les référentiels de performance de processus - PS44.5 : Etablir les modèles de performance des processus <p>• DP20 : Gestion de projet quantitative</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ OS45 : Gérer le projet quantitativement <ul style="list-style-type: none"> - PS45.1 : Etablir les objectifs du projet - PS45.2 : Composer le processus ajusté - PS45.3 : Sélectionner les sous-processus qui seront gérés statistiquement - PS45.4 : Gérer la performance du projet ○ OS46 : Gérer statistiquement la performance de sous-processus <ul style="list-style-type: none"> - PS46.1 : Sélectionner les mesures et les techniques d'analyse - PS46.2 : Appliquer des méthodes statistiques pour comprendre la variation - PS46.3 : Surveiller la performance des sous-processus sélectionnés - PS46.4 : Enregistrer les données de gestion statistique | <ul style="list-style-type: none"> • PG4.1 : Etablir des objectifs quantitatifs pour le processus • PG4.2 : Stabiliser la performance de sous-processus |
| Niveau 5 | <p>• DP21 : Analyse causale et résolution</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ OS47 : Déterminer les causes des défauts <ul style="list-style-type: none"> - PS47.1 : Choisir les données de défauts pour analyse - PS47.2 : Analyser les causes ○ OS48 : Traiter les causes des défauts <ul style="list-style-type: none"> - PS48.1 : Mettre en œuvre les propositions d'actions - PS48.2 : Evaluer les retombées des changements - PS48.3 : Enregistrer les données <p>• DP22 : Innovation et déploiement organisationnels</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ OS49 : Sélectionner les améliorations <ul style="list-style-type: none"> - PS49.1 : Recueillir et analyser les propositions d'amélioration - PS49.2 : Identifier et analyser les innovations - PS49.3 : Faire des projets pilotes d'amélioration - PS49.4 : Sélectionner les améliorations pour déploiement ○ OS50 : Déployer les améliorations <ul style="list-style-type: none"> - PS50.1 : Planifier le déploiement - PS50.2 : Gérer le déploiement - PS50.3 : Mesurer les effets de l'amélioration | <p>Objectif Générique 5 :</p> <p>le processus est institutionnalisé en tant que processus en optimisation</p> <ul style="list-style-type: none"> • PG5.1 : Assurer l'amélioration continue du processus • PG5.2 : Corriger les causes à l'origine des défauts |

Légende :

DP : Domaine de Processus

OG : Objectif Générique

PG : Pratique Générique

OS : Objectif Spécifique

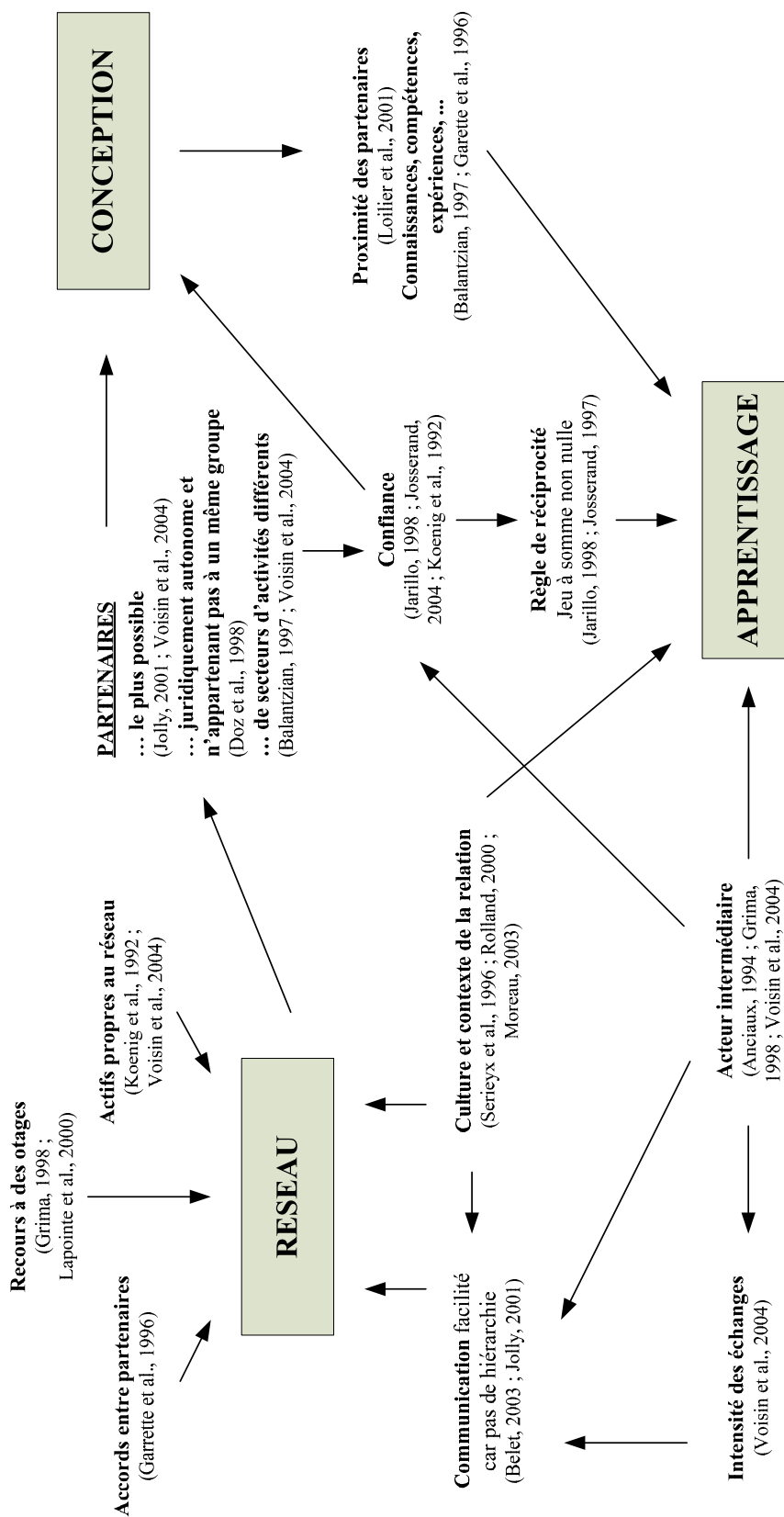
PS : Pratique Spécifique

Annexe 3 : Liens entre les niveaux d'aptitude ou de maturité et les pratiques génériques

| | | Niveaux de maturité | | | | |
|----------------------|--------|---------------------|--------|--------|--------|--------|
| | | Niv. 1 | Niv. 2 | Niv. 3 | Niv. 4 | Niv. 5 |
| Pratiques génériques | PG2.1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | PG2.2 | | | | | |
| | PG2.3 | | | | | |
| | PG2.4 | | | | | |
| | PG2.5 | | | | | |
| | PG2.6 | | | | | |
| | PG2.7 | | | | | |
| | PG2.8 | | | | | |
| | PG2.9 | | | | | |
| | PG2.10 | | | | | |
| | PG3.1 | | | | | |
| | PG3.2 | | | | | |
| | PG4.1 | | | | | |
| | PG4.2 | | | | | |
| | PG5.1 | | | | | |
| | PG5.2 | | | | | |

| | | Niveaux d'aptitude | | | | | |
|----------------------|--------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Niv. 0 | Niv. 1 | Niv. 2 | Niv. 3 | Niv. 4 | Niv. 5 |
| Pratiques génériques | PG1.1 | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | PG2.1 | | | | | | |
| | PG2.2 | | | | | | |
| | PG2.3 | | | | | | |
| | PG2.4 | | | | | | |
| | PG2.5 | | | | | | |
| | PG2.6 | | | | | | |
| | PG2.7 | | | | | | |
| | PG2.8 | | | | | | |
| | PG2.9 | | | | | | |
| | PG2.10 | | | | | | |
| | PG3.1 | | | | | | |
| | PG3.2 | | | | | | |
| | PG4.1 | | | | | | |
| | PG4.2 | | | | | | |
| | PG5.1 | | | | | | |
| PG5.2 | | | | | | | |

Annexe 4 : Schéma détaillé de la mise en évidence des liens entre les caractéristiques de chacune des trois dimensions



Annexe 5 : Questionnaires « *WPI-Formations* »

Cette annexe présente une série de questionnaires relatifs au *WPI-Formations*, et plus particulièrement la formation de niveau F5 (5 jours) du Consortium TRIZ. Ces questionnaires sont de trois familles : avant la formation, pendant la formation (après chaque séance) et après la formation (6mois, 1an, 1an1/2).

Copyright Maranzana, Gartiser, 2007

1. Questionnaire à remplir avant la formation

1) Que connaissez-vous de TRIZ ?

2) Avez-vous déjà été formé ? OUI NON

Si oui,

- combien de temps ?
- à quelles parties de TRIZ ?
- à quels logiciels ?
- par qui, où et quand ?

3) Utilisez-vous déjà TRIZ et/ou certains logiciels associés dans le cadre de votre activité professionnelle ?

OUI NON

Si oui,

- quels éléments de TRIZ utilisez-vous ?
- quels logiciels ?
- pourquoi faire ? (animation, traitement d'une étude, ...)

4) Pourquoi avez-vous souhaité suivre cette formation à TRIZ ?

5) Qu'attendez-vous de cette formation ?

6) Comment pensez-vous utiliser ces connaissances dans votre activité professionnelle ?

2. Questionnaire à remplir après chaque séance de formation

1) Quelles sont les connaissances que vous avez acquises lors de la dernière session de formation (dates) ?

2) Cela a-t-il changé quelque chose dans votre façon de travailler ?

OUI NON

Pourquoi ?

3) Avez-vous imaginé une application possible de la TRIZ ?

OUI NON

Si oui, pouvez-vous la décrire ?

4) Avez-vous déjà eu l'occasion d'appliquer toute ou partie des connaissances acquises ?

OUI NON

Si non, pourquoi ?

Si oui, pour quoi faire ?

Considérez-vous que cela a été une expérience positive ?

OUI NON

Explications :

5) Qu'attendez-vous du reste de la formation ?

3. Questionnaire à remplir à la fin de la formation

1) Avez-vous utilisé des éléments acquis lors de la formation dans le cadre de votre activité professionnelle ?

OUI NON

Si non :

1.1) Qu'est-ce qui fait obstacle à cette utilisation ?

- pas d'opportunité ?
- les procédures ou démarches en place (différentes de celles préconisées par TRIZ) ?
- des personnes ?

Si oui :

1.2) Dans quel projet ? dans quelle contexte ? dans quelle activité ?

1.3) Avec quels résultats (positifs ou négatifs) ?

- Efficacité :
 - Au niveau du résultat technique (délai, qualité, nouveauté, ...)
 - Au niveau du résultat financier (coût, rentabilité, ...)
- Efficience :
 - Au niveau humain (connaissance/compétence, fonctionnement/relation du groupe, ...)
 - Au niveau de votre démarche de travail (organisation, méthode, ...)
- Pertinence :
 - Au niveau de l'adéquation objectif/résultat

1.4) Qu'est-ce qui, d'après vous devrait être changé dans la formation pour obtenir de meilleurs résultats ?

1.5) Qu'est-ce qui, d'après vous devrait évoluer dans votre entreprise pour obtenir de meilleurs résultats ?

2) Cela a-t-il changé quelque chose dans votre façon de travailler ?

OUI NON

Si oui :

2.1) Quoi ?

2.2) Avec quels effets (positifs ou négatifs) ?

Si non :

2.3) Pourquoi ?

3) Vous manque-t-il quelque chose ? Souhaitez-vous acquérir des connaissances/compétences supplémentaires ?

Annexe 6 : Questionnaires « WP2-Cas d'étude »

Cette annexe présente une série de questionnaires relatifs au *WP2-Cas d'études* du Consortium TRIZ. Des questionnaires ont été élaborés pour différents types d'acteurs : chef de projet, membres du groupe, animateurs. Ces questionnaires sont de trois familles : avant le projet, pendant le projet (après chaque séance) et après le projet (6mois, 1an, 1an1/2). Nous présenterons ici deux exemples de série de questionnaire, ceux relatifs au chef de projet et ceux relatifs à l'animateur

Copyright Maranzana, Gartiser, 2007

1. Questionnaires relatifs au chef de projet

1.1. Avant le projet

A)Projet

- A1) Quels sont les enjeux de la résolution de ce problème ?
i.e. : pourquoi est-il important qu'il soit résolu ? (plusieurs réponses possibles exemple : problème important pour l'entreprise en terme de rentabilité, success story pour TRIZ, innovation, ...)
- A2) Pour vous, à quoi doit ressembler le résultat final du projet ?
- A3) Comment allez-vous évaluer le résultat final du projet ?
- A4) Qui sont les clients de ce projet ?
- A5) Quels sont les délais :
- A5.1) du projet ?
 - A5.2) de « mise sur le marché » ?
- A6) Comment avez-vous composé l'équipe de travail ? (personnes formées à la TRIZ, compétences, expériences sur ce problème, ...)
- A7) Quelle durée (investissement en temps) est planifiée pour vous sur ce projet ? (implication)

B) TRIZ

- B1) Avez-vous déjà entendu parler de la TRIZ ?
- B2) Avez-vous déjà été formé à la TRIZ ?
Si oui, à quel niveau ? par qui, quand et où ? à quels logiciels ?
- B3) Qu'attendez-vous de la TRIZ dans la résolution de ce cas ? que pensez-vous que la TRIZ puisse vous apporter de particulier dans ce cas ?

C) Problème

- C1) Avez-vous déjà essayé de résoudre ce problème par d'autres méthodes ?
Si oui, lesquelles ?
- C2) Quelle est la situation actuelle ? L'origine du problème ? Quels sont les sources d'insatisfaction ?
- C3) Pouvez-vous lister les solutions que vous connaissez déjà ?
(rapidement sous forme de liste de mots clés par exemple)
- C4) Quelles sont les ressources disponibles pour ce projet ?
- C5) Quelles sont les limites ? (moyens, technologies, connaissances, compétences, ...)

1.2. Pendant le projet (après chaque séance)

- A) Comment se passent les échanges entre les membres de l'équipe ?
- B) Que vous apporte la TRIZ ?
- C) Que pensez-vous de l'animation d'un point de vue méthodologique (travail entre les séances, apport de l'animateur, ...)
- D) Avez-vous progressé dans la compréhension du problème ?
- E) Avez-vous progressé dans la résolution du problème ?

1.3. Après le projet

- A) Est-ce que la solution trouvée répond au problème identifié ?
 - Si oui, pourquoi ?
 - Si non, pourquoi ?
- B) Considérez-vous que cela ait été une expérience positive ? Pourquoi ?
- C) Quelles sont d'après vous les grandes différences avec votre façon habituelle de traiter sur ce type de projet ?
- D) Pensez-vous que cela va changer quelque chose à votre façon de travailler ?
 - Si oui, pourquoi ?
 - Si non, pourquoi ?
- E) Au vue de la résolution de ce cas imaginez-vous d'autres applications possibles de la TRIZ ?

2. Questionnaires relatifs à l'animateur du projet

2.1. Avant le projet

- A) Combien d'études de cas en utilisant la TRIZ avez-vous animé ?
- B) Connaissez-vous le domaine d'activité sur lequel porte le cas ?
- C) Quelle vont être vos missions au cours du déroulement du cas ?
- D) Comment allez-vous animer la séance ?
(grandes étapes, répartition du travail en séance/en dehors des séances entreprises, ...)
- E) Remarques diverses

2.2. Pendant le projet (après chaque séance)

- A) Comment la séance s'est-elle déroulée ?
- B) Y a-t-il des tensions entre les personnes du groupe ?
- C) Sentez-vous de la « rétention d'informations » ?

2.3. Après le projet

- A) Considérez-vous que cela ait été une expérience positive pour vous ? pour l'entreprise ?
- B) Pensez-vous qu'il y ait un gap entre le résultat attendu par l'entreprise et le résultat auquel vous (animateurs+groupe de l'entreprise) êtes parvenus ?
- C) Que changerez-vous dans votre façon de faire la prochaine fois ?
- D) Qu'avez-vous retiré de cette double animation ? Est-ce que ça a un intérêt pour vous ?
- E) Remarques diverses

Annexe 7 : Liste des publications

- **Revue internationale**

Maranzana, N., N. Gartiser and E. Caillaud (2008). "From concurrent engineering to collaborative learning of design." International Journal of Design and Innovation Research 4(1): 39-51.

- **Chapitres d'ouvrages**

Maranzana, N. and J. Koenig (2008). Le management environnemental. L'environnement à la croisée des savoirs. S. Hauger. Paris, Vuibert: 235-252.

Maranzana, N. and N. Gartiser (2006). Characterization of a theoretical learning network for innovative design for small and medium-sized firms. Leading the web in concurrent engineering. P. Ghodous, R. Dieng-Kuntz and G. Loureiro, IOS Press: 496-504.

- **Conférences internationales**

Maranzana, N., S. Dubois, N. Gartiser, R. De Guio and E. Caillaud (2009). Performance of the problem solving process in design: measure and impact factors. 17th International Conference on Engineering Design (ICED'09), Stanford, USA

Maranzana, N., S. Dubois, N. Gartiser, E. Caillaud (2008). Proposal of a system of indicators to measure performance of problem solving process in design. International Design Conference (Design'08), Dubrovnik, Croatia.

Maranzana, N., N. Gartiser, E. Caillaud (2007). Less design resources thanks to merging collaborative design and learning network for innovative design. 16th International Conference on Engineering Design (ICED'07), Paris, France.

Maranzana, N., N. Gartiser, E. Caillaud (2007). De la conception intégrée à l'apprentissage collaboratif en conception. 7ème Congrès International de Génie Industriel (CIGI'07), Trois-Rivières, Québec, Canada.

Maranzana, N. and N. Gartiser (2006). Characterization of a theoretical learning network for innovative design for small and medium-sized firms. 13th ISPE International Conference on Concurrent Engineering : Research and Applications (CE'06), Antibes, France.

- **Conférences nationales**

Dubois, S., N. Maranzana, N. Gartiser, R. De Guio, E. Caillaud (2009). An approach for evaluation and action on performance of problem solving process. Workshop Collaborative Design and Knowledge Factory (CoDeKF'09), Montbéliard, France.

Maranzana, N., N. Gartiser, R. De Guio and E. Caillaud (2009). Proposition d'un modèle de description des capacités d'innovation basé sur les processus et les pratiques. Congrès Français de Mécanique (CFM'09), Marseille, France

- **Mémoires**

Maranzana, N. (2005). Caractérisation d'un réseau d'apprentissage pour la conception innovante. Mémoire de DEA "Génie des Systèmes Industriels". Nancy, Institut National Polytechnique de Lorraine.

- **Rapports de fin de contrat industriel**

Gartiser, N. and N. Maranzana (2008). IMPACT Common Report Level 1 (confidentiel). Consortium TRIZ. Strasbourg, Institut National des Sciences Appliquées.

Gartiser, N. Maranzana, F. Mathieu (2008). IMPACT Common Report Level 2 (confidentiel). Consortium TRIZ. Strasbourg, Institut National des Sciences Appliquées.

- **Posters**

Maranzana, N. (2006). Amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau. Journée Poster de l'ED MSII, ENSPS, Illkirch, 21 septembre 2006

Maranzana, N. (2006). Utilisation des outils d'EAD pour la réalisation d'un ouvrage interdisciplinaire sur l'environnement. 8^{ème} Colloque National des CIES, Nice, 7-8 juin 2006

AMELIORATION DE LA PERFORMANCE EN CONCEPTION PAR L'APPRENTISSAGE EN RESEAU DE LA CONCEPTION INNOVANTE

RESUME : Dans le contexte économique actuel, le prix, la qualité et le délai ne sont plus les seuls avantages concurrentiels puisque tous les concurrents sérieux sont performants sur ces trois dimensions. Dans l'optique de se différencier, les entreprises se doivent d'innover. Pour atteindre ce but, l'entreprise doit être agile et développer son intelligence ; ceci passe par une meilleure gestion de son processus d'innovation et en particulier un accroissement de l'efficacité de ses activités de conception. Cet accroissement peut se faire via deux alternatives non exclusives : d'une part, une maîtrise plus étendue de connaissances scientifiques diverses, en raison d'une complexification croissante des systèmes techniques ; d'autre part, une montée en compétence des agents sur des méthodologies de conception efficaces, c'est-à-dire conduisant à de réelles modifications des systèmes existants, voire à des systèmes totalement nouveaux : c'est ce que nous appelons la conception innovante. Différents cas sont envisageables pour les entreprises désirant innover ; elles peuvent chercher à innover par elles-mêmes, se regrouper en réseau d'entreprises pour innover ensemble ou se regrouper en réseau pour apprendre à innover. La problématique de cette thèse repose sur l'amélioration de la performance en conception par l'apprentissage en réseau de la conception innovante. Afin de limiter les ressources, les partenaires mutualisent leurs apprentissages afin d'apprendre ensemble à mieux concevoir. La principale contribution porte sur la définition et la caractérisation d'un réseau permettant de réunir des entreprises souhaitant monter en compétence sur de nouvelles méthodes de conception.

MOTS-CLES : Conception, innovation, apprentissage, réseau, performance.

DESIGN PERFORMANCE IMPROVEMENT BY LEARNING INNOVATIVE DESIGN IN NETWORK

ABSTRACT : In the current economic context, price, quality and time are not any more the only competitive advantages since all the serious competitors are powerful on these three dimensions. In order to be different, companies have to innovate. To achieve this goal, the company has to be flexible and has to develop its intelligence. This leads to a better innovation process management and in particular a growth in its design activities effectiveness. This increase can be done thanks to two nonexclusive alternatives: on the one hand, a more extended control of various scientific knowledge, because of an increasing complexification of the technical systems; on the other hand, a rise in people competence on effective design methods, i.e. leading to real modifications of existing systems, even to totally new systems. It is what we call innovative design. Various cases are possible for companies wishing to innovate. They can seek to innovate by themselves, to gather in corporate network to innovate together or to gather in network to learn how to innovate. This thesis problematic rests on the improvement of the performance in design by learning the innovative design in network. In order to limit resources, the partners gather their learning in order to learn together how to design better. The main contribution relates to the definition and the characterization of a network making it possible to join together companies wishing to develop their competences on new design methods.

KEYWORDS : Design, innovation, learning, network, performance.