



ECOLE CENTRALE PARIS

THESE DE DOCTORAT
DISCIPLINE: GENIE INDUSTRIEL

**Capitalisation des processus de décision dans les projets
d'innovation :**
Application à l'automobile

Présentée par
Barthélémy Longueville

Pour l'obtention du GRADE DE DOCTEUR
de L'ECOLE CENTRALE PARIS

Sous la direction de Jean-Claude Bocquet

Soutenu le 17 décembre 2003

Devant le jury composé de:

Jean-Louis Ermine	INT	Président
Daniel Brissaud	INPG, Université de Grenoble	Rapporteur
Guy Doumeigns	Université de Bordeaux I	Rapporteur
Pascal Daneau	PSA Peugeot Citroën	Examineur
Julie Stal Le Cardinal	EC Paris / LGI	Examineur
Jean-Claude Bocquet	EC Paris / LGI	Examineur

2003 - 40

à Lu-Anh

Remerciements

Je tiens à remercier en tout premier lieu, Jean-Claude Bocquet et Julie Stal Le Cardinal qui ont encadré cette thèse dans la continuité de mon stage de DEA. Je les remercie de m'avoir fait confiance et de m'avoir soutenu dans mes recherches.

Je tiens ensuite à remercier les trois personnes qui m'ont successivement encadré au sein du groupe PSA Peugeot Citroën. Tout d'abord, j'exprime ma gratitude à Philippe Vannier sans qui ces travaux de recherche n'auraient jamais vu le jour. Je remercie également Bernard Cousyn, sans qui je n'aurais pas eu la chance, durant la première année de thèse, d'ancrer mes travaux dans la réalité des projets d'innovation automobiles. Je souhaite enfin remercier Pascal Daneau, pour avoir poursuivi l'encadrement jusqu'à la soutenance, en particulier je lui exprime mes sincères remerciements pour m'avoir soutenu et fait confiance à chaque instant.

Je tiens à remercier les rapporteurs de ce mémoire, les Professeurs Daniel Brissaud et Guy Doumeignats pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail ainsi que les nombreux commentaires qu'ils ont pu y apporter. Merci également au Professeur Jean-Louis Ermine pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse. Je remercie également l'ensemble des membres du jury pour avoir, par leurs nombreuses questions, permis un échange et une discussion franche, approfondie et enrichissante sur la gestion des connaissances et la modélisation des processus de décision en conception.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à Jean-Pierre Bourey pour ses précieuses recommandations en modélisation UML, Michel Bigand pour son soutien et ses conseils lors de la fin de la rédaction de ce mémoire. Je remercie sincèrement Mounib Mekhilef, ses remarques, son aide précieuse et nos longues discussions tout au long de la thèse ont largement contribué à mes travaux. J'exprime également toute ma reconnaissance à Bernard Yannou et Mickaël Gardoni, pour son soutien et les travaux que nous avons conduits en commun. Je remercie également les membres des thèmes 1 et 2 du LCGI.

Je tiens à témoigner une vive reconnaissance à l'ensemble des personnes avec qui j'ai pu travailler au sein du groupe PSA, en particulier l'équipe du projet Axones et les membres

du réseau Gestion des Connaissances. Merci pour l'attention qu'ils ont portée à mes travaux ainsi pour que la chaleur de leur accueil et leur disponibilité.

Je remercie la grande famille du Laboratoire Génie Industriel qui m'a accueilli et intégré pendant tout le temps qu'a duré ma thèse. En particulier, je remercie de tout cœur Anne et Sylvie qui ont toujours été présentes à mes côtés. Je remercie également l'équipe VTE pour son accueil chaleureux et les moments que nous avons passés ensemble. J'ai une pensée toute particulière pour Jean-Pierre. Je remercie l'équipe Circare pour tout ce que nous avons partagé : Aurélie, Christian, Walid, Caroline, Leïla et Alexandre.

Comment ne pas introduire ici tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à cette thèse ? Etienne, presque jumeau, merci d'avoir traversé avec moi ces 3 années intenses. Mathieu et Olivier merci pour nos discussions, nos paris, nos pauses café et autres souvenirs alpins du métro Saint Sulpice. Fabrice, merci pour tes conseils avisés. Audrey, Pierre-Yves, Valérie, Hélène, merci de m'avoir encouragé et soutenu. Jean-Philippe, Olivier, Thomas, Franck, Marija, Hakim, merci pour ces moments de joie passés ensemble. Mes parents, Bonma, Marie, Auriane, Bernard, ma famille, la famille Rossi Lagorce au complet ainsi que la famille Tran.

Enfin, je suis infiniment reconnaissant envers ceux qui m'ont accompagné au quotidien et qui m'ont soutenu jusqu'à la dernière ligne droite, Claude-Alexis, ma sœur Juliette, Lu-Anh ainsi que ceux qui ont su m'éloigner de mes travaux que recherche quand c'était nécessaire, Fabien, Jeff, Pit, Sinan, Laurent, Arnaud, Arnaud, Guillaume, Eglantine, Anne et Sylvain, Hong, Peggy, Nicolas et Hern.

Table des matières

Table des matières	iii
Introduction générale	3
Cadre des recherches	3
Contributions	4
Démarche de recherche	6
Guide de lecture	9
I Contexte	13
1 Contexte Industriel : PSA Peugeot Citroën	15
1.1 Contexte de réalisation des travaux de recherche	15
1.2 Direction Recherche et de l'Innovation Automobile (DRIA)	15
1.3 Projets du Plan Recherche et Innovation	16
1.4 Livrables des Projets d'Innovation	16
1.5 Activités principales d'un Projet d'Innovation	16
2 L'innovation au coeur du secteur automobile	19
2.1 L'innovation, moteur de la performance des entreprises	19
2.1.1 Mutation des modes de développement	19

2.1.2	L'innovation, moteur de la performance	20
2.2	Définitions	21
2.2.1	Innovation	21
2.2.2	Produits innovants	22
2.3	Projets de conception de produits innovants	24
2.3.1	Innovation en projet	24
2.3.2	Définitions	24
2.3.3	Performance des projets de conception de produits innovants	25
2.3.4	Les paradoxes des projets innovants	25
2.4	Synthèse	26
II	Problématique	27
	Présentation de la partie	29
3	Construction de la problématique	31
3.1	Le besoin : gérer les connaissances de l'innovation	32
3.1.1	Le besoin industriel : cas de PSA PEUGEOT CITROËN	32
3.1.2	Besoin académique : la Gestion des Connaissances	34
3.2	Quels Systèmes de Gestion des Connaissances pour l'innovation en projet ?	36
3.2.1	Systèmes de Gestion des Connaissances : Définitions	36
3.2.2	Différentes approches : organisationnelle <i>versus</i> outil	36
3.2.3	Approche retenue : approche outil	37
3.3	Quelles connaissances gérer ?	37
3.3.1	Typologie des connaissances des projets d'innovation	37
3.3.2	Choix des connaissances à manipuler : gérer les connaissances liées à la prise de décision	38
3.4	Synthèse	40

4	Problématique de Recherche	41
4.1	Problématique : Gestion des connaissances et modélisation des processus de décision	41
4.1.1	De la nécessité de modéliser les processus de décision	41
4.1.2	Une problématique de recherche à deux composantes	42
4.2	Gestion des Connaissances pour les projets de conception de produits innovants	43
4.2.1	Problématique de la Gestion des Connaissances	43
4.2.2	Définition d'une approche de Gestion des Connaissances	43
4.2.3	Définir un Système de Gestion des Connaissances	44
4.3	Modélisation des processus de décision des projets d'innovation	44
4.3.1	Problématique de la modélisation des processus de décision	44
4.3.2	Objectifs	46
4.3.3	Définir des modèles.	46
4.3.4	Définir un langage de modélisation	47
4.3.5	Définir une démarche de modélisation	47
4.3.6	Les enjeux de la méthode de modélisation	47
4.4	Gains potentiels pour les processus d'innovation	47
4.5	Synthèse	48
III	Etat de l'art	49
	Présentation de la partie	51
5	Etat de l'art : modélisation des processus de décision	53
5.1	Introduction : les différentes approches de la décision	53
5.1.1	Une vue du domaine	53
5.1.2	Les approches analytiques	54
5.1.3	Les approches descriptives	55
5.1.4	Domaine couvert par cet état de l'art.	55
5.2	La Décision en Sciences de Gestion et Management Stratégique	56
5.2.1	Origines	56

5.2.2	L'humain au cœur de la décision	56
5.2.3	Paradigme : Le cognitivisme	57
5.2.4	Synthèse	59
5.3	La décision comme argumentation : le <i>design rationale</i>	59
5.3.1	Introduction	59
5.3.2	Définitions	59
5.3.3	Utilisation du <i>Design Rationale</i> (DR)	60
5.3.4	Différentes approches	61
5.3.5	Tendances et évolutions	63
5.3.6	Synthèse	64
5.4	Modélisation des processus de décision : processus de traitement d'informations	65
5.4.1	Processus de décision et origines	65
5.4.2	Modélisation systémique du processus de décision	66
5.4.3	La méthode GRAI R&D	68
5.4.4	La DTL : Decision Time Line	71
5.4.5	The decision node	72
5.4.6	Synthèse concernant les approches processus	73
5.5	Synthèse	73
6	Gestion des connaissances pour les projets de conception de produits innovants	75
6.1	Gestion des Connaissances, les différentes approches.	75
6.1.1	La connaissance	75
6.1.2	Gestion des connaissances	78
6.2	Gestion des connaissances en conception	79
6.2.1	Approche organisationnelle	79
6.2.2	Approche ingénierie des connaissances	80
6.2.3	Synthèse	82
6.3	Gestion des connaissances et projets	82
6.3.1	Évolutions du domaine de recherche : <i>GC</i> et projets	82
6.3.2	Contributions décrivant le rôle des connaissances en projets	83

6.3.3	Contributions liées aux approches organisationnelles et aux approches “outils”	84
6.3.4	Cas des projets d’innovation	85
6.3.5	Synthèse	87
6.4	Gestion des connaissances et processus de décision	87
6.4.1	Les systèmes d’aide à la décision : <i>Decision Support Systems (DSS)</i>	87
6.4.2	Les différents liens entre GC et aide à la décision	89
6.4.3	Synthèse	90
6.5	Les Mémoires de Projet (<i>MP</i>)	91
6.5.1	Connaissances de projet.	91
6.5.2	Définition de la mémoire projet	91
6.5.3	Différents courants de recherche	91
6.5.4	Synthèse à propos des mémoires de projet	93
6.6	Synthèse	93
IV	INDIGO : un modèle intégré de processus de décision	97
	Présentation de la partie	99
7	Modèle intégré de processus de décision : INDIGO	101
7.1	Proposition d’un modèle de processus de décision : INDIGO	101
7.1.1	Objectifs	101
7.1.2	Définition	102
7.1.3	Vers l’intégration	102
7.1.4	INDIGO : Vue résultat	103
7.1.5	INDIGO : Vue structure de décision	104
7.1.6	INDIGO : Vue processus	105
7.1.7	INDIGO : Vue organisation	106
7.1.8	INDIGO : Intégration des différentes vues	106
7.2	Démarche de modélisation	106
7.2.1	Choix d’une approche descriptive	106
7.2.2	Modélisation systémique	106

7.2.3	Paradigme objet	108
7.2.4	Choix du langage de modélisation : UML	108
7.2.5	Démarche	109
7.2.6	Validation	110
8	INDIGO : Vue Structure de décision	111
8.1	Définition : vue structure de la décision	111
8.2	Concepts représentés : <i>question</i> et <i>éléments de décision</i>	112
8.2.1	Question	112
8.2.2	Élément de décision : <i>alternative</i>	112
8.2.3	Élément de décision : <i>réponse</i>	113
8.2.4	Élément de décision : <i>critère</i>	113
8.2.5	Élément de décision : <i>évaluation</i>	114
8.2.6	Élément de décision : <i>hypothèse</i>	114
8.2.7	Élément de décision : <i>contrainte</i>	115
8.3	Principe de décomposition récursive	115
8.3.1	Origine et objectifs du principe	115
8.3.2	Fonctionnement de la décomposition	116
8.4	Modèle UML : diagramme de classe	117
8.4.1	Introduction	117
8.4.2	Vue d'ensemble	117
8.4.3	Contraintes OCL	117
8.5	Illustration	119
8.6	Synthèse et apports	121
9	INDIGO : Vue Processus	123
9.1	Définition : vue processus de décision	123
9.2	Concepts représentés : activités et flux de décision	124
9.2.1	Structure d'un processus de décision	124
9.2.2	Différents types d'activités	125
9.2.3	Flux de décision	127
9.2.4	Diagramme de classe	127

9.3	Concepts associés : contexte, objectif et liens entre processus	128
9.3.1	Proposition d'un modèle du concept de contexte	128
9.3.2	Modélisation des liens entre les processus de décision	131
9.3.3	Concept d'objectif	132
9.4	Modèle UML : diagramme de classes	132
9.4.1	Vue d'ensemble	132
9.4.2	Contraintes OCL	135
9.5	Illustration	136
9.6	Synthèse et apports	138
10	INDIGO : Vue Organisation	139
10.1	Définition : vue organisation de la décision	139
10.2	Concepts représentés	139
10.2.1	Groupes de décision	139
10.2.2	Les environnements	140
10.2.3	Rôles des groupes de décision	140
10.2.4	Types de groupes de décision en fonction des activités de décision	142
10.2.5	Concept de strate de décision	142
10.2.6	Acteurs	143
10.3	Modèle UML : diagramme de classes	143
10.4	Illustration	143
10.5	Synthèse et apports	146
11	INDIGO : Intégration des vues, exemple et synthèse	147
11.1	Indigo, vue d'ensemble	147
11.1.1	Intégration	147
11.1.2	Diagramme de classe	147
11.1.3	Dépendances entre les vues	149
11.2	Exemple	149
11.2.1	Principe	149
11.2.2	Modèles : diagrammes d'objets	150
11.2.3	Conclusion à propos de l'exemple	155

11.3	Généricité des modèles proposés	156
11.4	Synthèse et apports	158
V	Meydiam, un Système de Gestion des Connaissances pour l'Innovation	159
	Présentation de la partie	161
12	Proposition d'un Système de Gestion des Connaissances : Meydiam	163
12.1	Introduction	163
12.2	Orientations	163
12.2.1	Positionnement de nos travaux	163
12.2.2	Paradigme des approches outils, l'ingénierie des connaissances	164
12.2.3	Constat	164
12.2.4	Vers un nouveau paradigme de Gestion des Connaissances	165
12.3	Proposition d'une approche de Gestion des Connaissances	165
12.3.1	Quelle alternative à la représentation des connaissances ?	165
12.3.2	Principes	165
12.3.3	Cas des connaissances liées à la décision	167
12.4	Proposition d'un Système de Gestion des Connaissances : MEYDIAM	168
12.4.1	Principes	168
12.4.2	Utilisateurs	169
12.4.3	Objectifs	169
12.4.4	Connaissances manipulées	170
12.4.5	Fonctions	170
12.4.6	Structure	170
12.5	Synthèse et apports	172
13	Meydiam : présentation de la composante système d'information	173
13.1	Objectif de la composante outil du SGC MEYDIAM	173
13.2	Positionnement retenu	173
13.3	Point de vue fonctionnel : processus de capture et de réutilisation	174
13.3.1	Périmètre	174

13.3.2 Cas d'utilisation	174
13.4 Architecture du système	176
13.4.1 Composants	176
13.4.2 Utilisation du modèle INDIGO	177
13.5 Conception de la base de données	177
13.6 Définition des Objets de Connaissances	178
13.6.1 Principe	178
13.6.2 Approche de conception	178
13.7 Processus de capture des informations : capitaliser un processus de décision	178
13.7.1 Objets de connaissances associés à la capture des informations	178
13.7.2 Diagramme d'activité	180
13.7.3 Scénario d'utilisation : capitaliser un processus de décision	181
13.8 Processus de réutilisation des informations	182
13.8.1 Objets de connaissance associés à la vue processus	182
13.8.2 Objets de connaissance associés à la vue structure de décision	182
13.8.3 Objets de connaissances associés à la vue organisation	185
13.8.4 Exemple de scénario d'utilisation : réutilisation, génération d'une synthèse	187
13.9 Synthèse et apports	188
14 Validation	189
14.1 Démarche de validation	189
14.1.1 Points à valider	189
14.1.2 Réalisation d'une maquette de démonstration	189
14.1.3 Approche de validation	190
14.1.4 Résultats de la validation	192
14.2 Retour d'expérience sur les contributions	192
14.2.1 A propos de la démarche de modélisation	192
14.2.2 Validation du modèle INDIGO	193
14.2.3 Validation du Système de Gestion des Connaissances : MEYDIAM	196
14.3 Retour d'expérience industriel	199
14.3.1 Représentation des processus de décision	199

14.3.2 Apports méthodologiques	199
14.3.3 Communication	201
14.4 Synthèse	201
VI Conclusion Générale	203
Résultats Scientifiques : synthèses, apports limites et perspectives	205
Résultats Industriels : synthèse, apports, limites et perspectives	211
A Typologie des connaissances des projets d'innovation	217
A.1 Démarche : vers une typologie des Connaissances des projets d'innovation .	217
A.2 Caractérisation des Projets d'innovation : Complexité	218
A.3 Modélisation systémique : le système de référence	218
A.3.1 Les sous-systèmes	220
A.3.2 Les flux de connaissances	221
A.4 Typologie des connaissances	221
A.5 Synthèse	223
B Meydiam : composante mémoire de projet	225
B.1 Conception de la base de données	225
B.1.1 Passage du modèle UML vers le modèle relationnel	225
B.1.2 Vue Physique, contraintes OCL	225
B.2 Objet de connaissance vue processus	227
B.3 Réalisation de la maquette	228
C Publications	231
Figures	233
Tableaux	236
Bibliographie	239

Introduction générale

Cadre des recherches

Aujourd'hui, l'organisation par projet est largement utilisée par les entreprises. Les firmes l'ont adoptée pour organiser leur démarche d'innovation. Des projets, appelés projets d'innovation sont donc utilisés pour concevoir des produits innovants. Ce type d'organisation répond à des impératifs de compétitivité, de coordination et de réactivité nécessaires à la conception de produits innovants.

Innover dans le domaine de la conception de produit c'est proposer à un client, sur un marché, le produit le plus performant, le moins cher le plus attractif. Pour conduire à ce résultat, l'innovation consiste en une succession de choix, de décisions prises à tous niveaux.

La conception automobile s'appuie, en particulier, en terme d'innovation, sur des études d'avance de phase qui ont pour but d'évaluer (par rapport au client et aux objectifs de l'entreprise) des principes technologiques nouveaux. Ces projets d'avance de phase de conception se réalisent par divers choix (diverses décisions), choix technologiques (fonctionnels, d'élaboration, d'exploitation, d'usage), choix des compétences nécessaires à leur mise en œuvre, choix de topologie, choix de principes techniques. Autant de décisions qui doivent tenir compte des contraintes d'industrialisation, de production, de distribution, d'usage, de recyclage, de réglementation, de coordination avec les autres projets d'innovation.

Or, par définition, un projet est une organisation temporaire, cela implique qu'à la fin du projet, l'équipe qui le constituait se disperse. En général à cette période de la vie du projet, il ne subsiste que les résultats; les liens sociaux nécessaires à la transmission du savoir-faire acquis pendant le projet sont brisés par la séparation physique des acteurs du projet. Dans la plupart des cas, toute la mémoire de l'élaboration des décisions, des choix effectués et de leur justification en contexte, des problèmes rencontrés, des liens avec les autres projets et l'environnement disparaît avec la clôture du projet.

L'organisation par projet n'est donc pas satisfaisante dans une perspective de transmission, de partage, de pérennisant des connaissances nécessaires à la décision. L'apport d'approches de Gestion des Connaissances, visant l'optimisation de l'utilisation des connaissances de l'entreprise, est donc étudié. En résulte un constat qui met en évidence un manque d'approches dédiées aux connaissances associées à la décision, performantes dans un contexte de projet d'innovation.

Contributions

Le constat dressé a permis de définir une problématique de recherche qui met en évidence un réel besoin industriel de Gestion des Connaissances associées à la décision auquel s'associe un manque de contributions satisfaisantes au niveau académique. Cette problématique intègre à la fois la Gestion des Connaissances et la modélisation des processus de décision.

Ces travaux de thèse contribuent donc à la définition de *Systèmes de Gestion des Connaissances* dédiés aux connaissances liées à la décision dans un contexte de projet, en particulier de projet d'innovation.

Les recherches présentées dans ce mémoire ont conduit à des contributions réparties en deux domaines : un système de Gestion des Connaissances et un modèle descriptif de processus de décision.

MEYDIAM, un Système de Gestion des Connaissances est proposé. Il est fondé sur la proposition d'une nouvelle approche de *Gestion des Connaissances*. Il permet la création et la réutilisation de connaissances liées à la décision. Il est constitué d'un système d'information (une mémoire de projet représentée figure 1) qui utilise des informations associées aux processus de décision d'un projet d'innovation. La création et la réutilisation de connaissances sont matérialisées respectivement par des processus de représentation et de recontextualisation des informations.

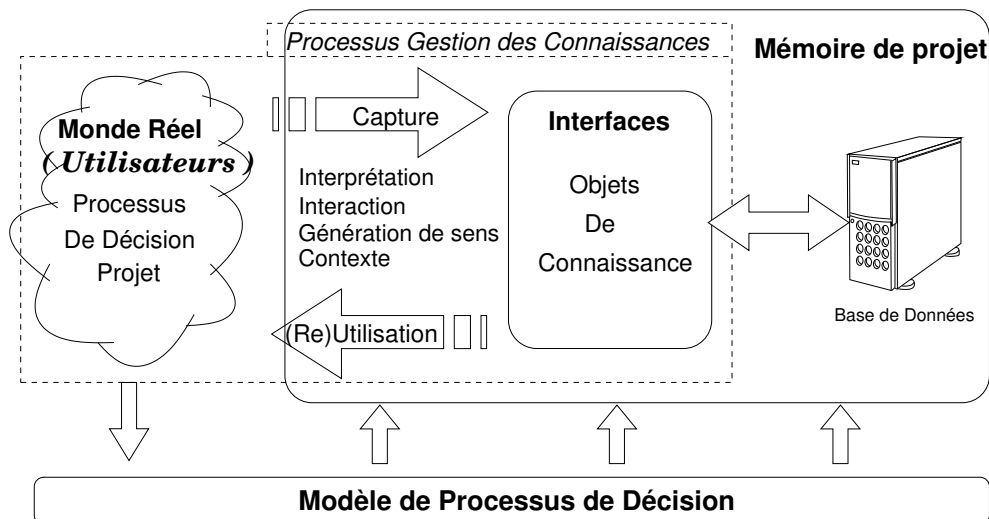


Figure 1 – Mémoire de projet (©B.L.)

INDIGO, un modèle descriptif des processus de décision est proposé. Il est utilisé afin de définir les informations intégrées dans MEYDIAM. Il est défini, à partir de l'étude de la littérature et de travaux empiriques, par l'intégration des différents aspects de la décision. Ces derniers sont regroupés en un modèle unique, multi-vues (illustré figure 2). Il s'agit :

- de la *vue résultat de décision* qui représente l'objet de la décision, ce qui est décidé ;
- de la *vue structure de décision* qui représente l'espace de décision par un ensemble de concepts en interaction ;

- de la *vue processus de décision* qui représente un réseau de processus de décision composés d'activités reliées par des flux) ;
- de la *vue organisation de la décision* qui représente les groupes d'individus impliqués dans les activités de décision ;

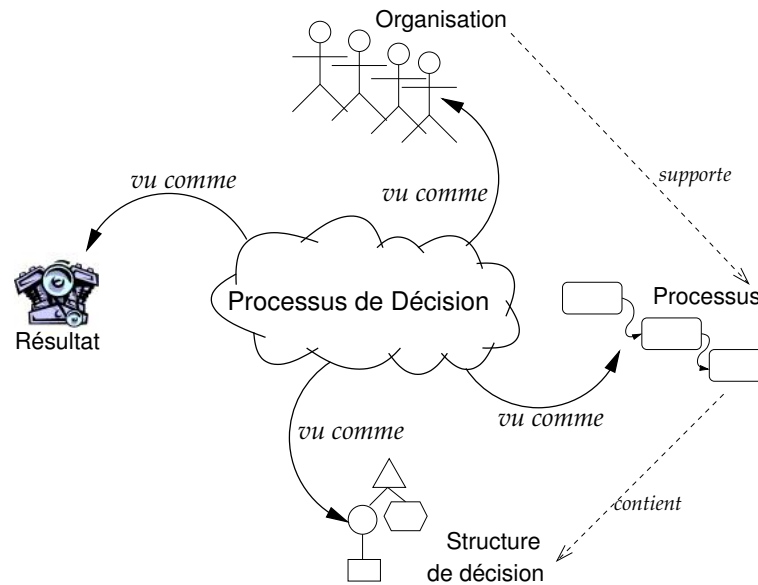


Figure 2 – Vues du modèle INDIGO (©B.L.)

La validation des travaux a été effectuée au sein de la Direction Recherche et Innovation Automobile de PSA PEUGEOT CITROËN par une collaboration avec un projet d'innovation sur plus de 2 ans. En particulier, une maquette logicielle a été réalisée. Elle a permis de valider les approches et les modèles proposés.

Démarche de recherche

Démarche globale de la thèse

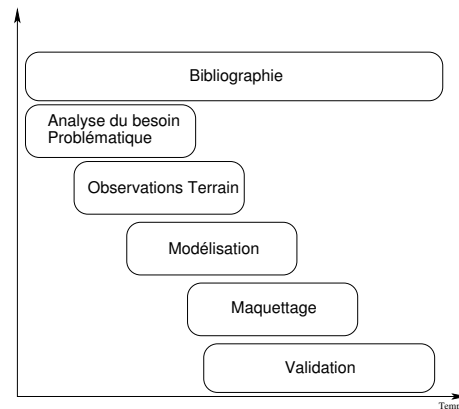


Figure 3 – Plan illustré de la thèse (©B.L.)

Effectuée dans le cadre d'une convention CIFRE¹ avec PSA PEUGEOT CITROËN, la thèse s'est déroulée en plusieurs étapes présentées figure 3 et détaillées dans les paragraphes suivants.

Analyse du besoin et définition de la problématique

Ces travaux de thèse sont issus de recherches préliminaires conduites dans le cadre d'un stage de DEA réalisé dans le même contexte industriel. Une première formalisation du besoin avait été effectuée dans [Longueville B., 2000], mettant en évidence les fondements de notre problématique de recherche, la Gestion des Connaissances pour l'innovation. Une étude approfondie des flux de connaissances en place dans les projets de conception de produit innovants a été réalisée, s'appuyant sur des interviews avec des représentants des principaux acteurs. Cette étude a servi de base à la définition de notre problématique de recherche présentée dans la partie II. Ces orientations, la problématique de recherche ainsi que les attendus industriels ont été validés, en début de thèse, lors d'un comité directeur comprenant les principaux responsables industriels concernés par le sujet.

Observations terrain

Une fois les orientations définies et validées par l'industriel, les objectifs de ces travaux ont été présentés à plusieurs projets d'innovation au sein de l'entreprise afin de définir un ou plusieurs cas d'application permettant d'inscrire nos travaux au sein du terrain industriel. Les objectifs de ces partenariats avec des projets en cours étaient multiples :

- Avoir accès au maximum d'informations et observations terrain. L'approche de modélisation retenue étant descriptive, nous devons ancrer nos recherches sur des observations du monde réel en intégrant toute sa complexité.

¹Conventions Industrielles de Formation par la Recherche

- Affiner notre formulation du besoin industriel en s'appuyant sur des cas concrets, en croisant les différents besoins recueillis.
- Valider nos travaux, les modèles et les approches produites en les confrontant aux acteurs des projets, en particulier aux chefs de projets et les responsables de sous-projets².

Un seul projet a finalement été sélectionné. Ce projet de conception de nouveaux systèmes de direction a été choisi car ses échéances étaient compatibles avec celles de la thèse. Nous avons commencé nos observations en début de projet ce qui nous a permis de “vivre” en continu les différentes étapes du projet. Ce dernier est par ailleurs représentatif des caractéristiques principales des projets d'innovation automobile :

- une quarantaine d'acteurs, issus de domaines de compétences différents (Informatique, mécanique, électronique de puissance, asservissements) ;
- des interactions entre les différentes technologies (électronique de puissance, contrôle commande, dynamique véhicule) ;
- des problèmes techniques de conception mais également humains liés à la définition de nouvelles interfaces de conduites ;
- des impacts sur les autres systèmes du véhicule (alimentation électrique, architecture véhicule) ;
- une situation de co-conception avec un fournisseur.

Les détails de l'application de nos travaux seront abordés dans le chapitre 14.

Nous avons pu conduire cette étude en grande partie grâce à l'adhésion des acteurs de ce projet, convaincu de l'intérêt des travaux de recherche et demandeur de solutions opérationnelles pour supporter leur activité.

Notre intervention dans ce projet se répartit en 4 activités majeures :

- La participation aux réunions de pilotage animées par le chef de projet. Ces réunions mensuelles d'une journée complète permettent de faire le point sur les actions en cours et sont très riches en terme de décision. Elles sont le lieu de négociations et de prises de décision ainsi que d'identification de problèmes à résoudre.
- Des échanges avec le chef de projet et les responsables de lot permettant de faire le point sur les décisions en cours, et d'approfondir certains aspects techniques ou organisationnels abordés dans les réunions de pilotage.
- L'accès à tous les documents produits et utilisés.
- La validation de nos travaux avec les acteurs du projet.

Modélisation

Les observations évoquées dans le paragraphe précédent ont servi de support aux activités de modélisation dont sont issues les contributions théoriques de cette thèse (en particulier le modèles de processus de décision en projet). Ces observations ont été confrontées aux approches proposées dans la littérature. Le recueil des données nécessaires à la construction des modèles s'est principalement déroulé pendant les réunions de pilotage du projet et les entretiens avec ses participants. Ces données ont été complétées par les informations contenues dans les documents.

²appelés *lots*

Maquettage et validation

Une fois les modèles réalisés “sur papier”, ils ont été implémentés dans une maquette informatique. Le premier objectif de cette maquette d’implémentation est de tester le fonctionnement des modèles proposés et leur performance. Cela permet de valider la réponse que nous proposons à la problématique. Mais l’objectif principal de cette étape est de réaliser une maquette fonctionnelle implémentant à la fois les modèles réalisés mais également les processus associés. C’est elle qui supporte les étapes de validation auprès des utilisateurs.

Guide de lecture

Plan illustré

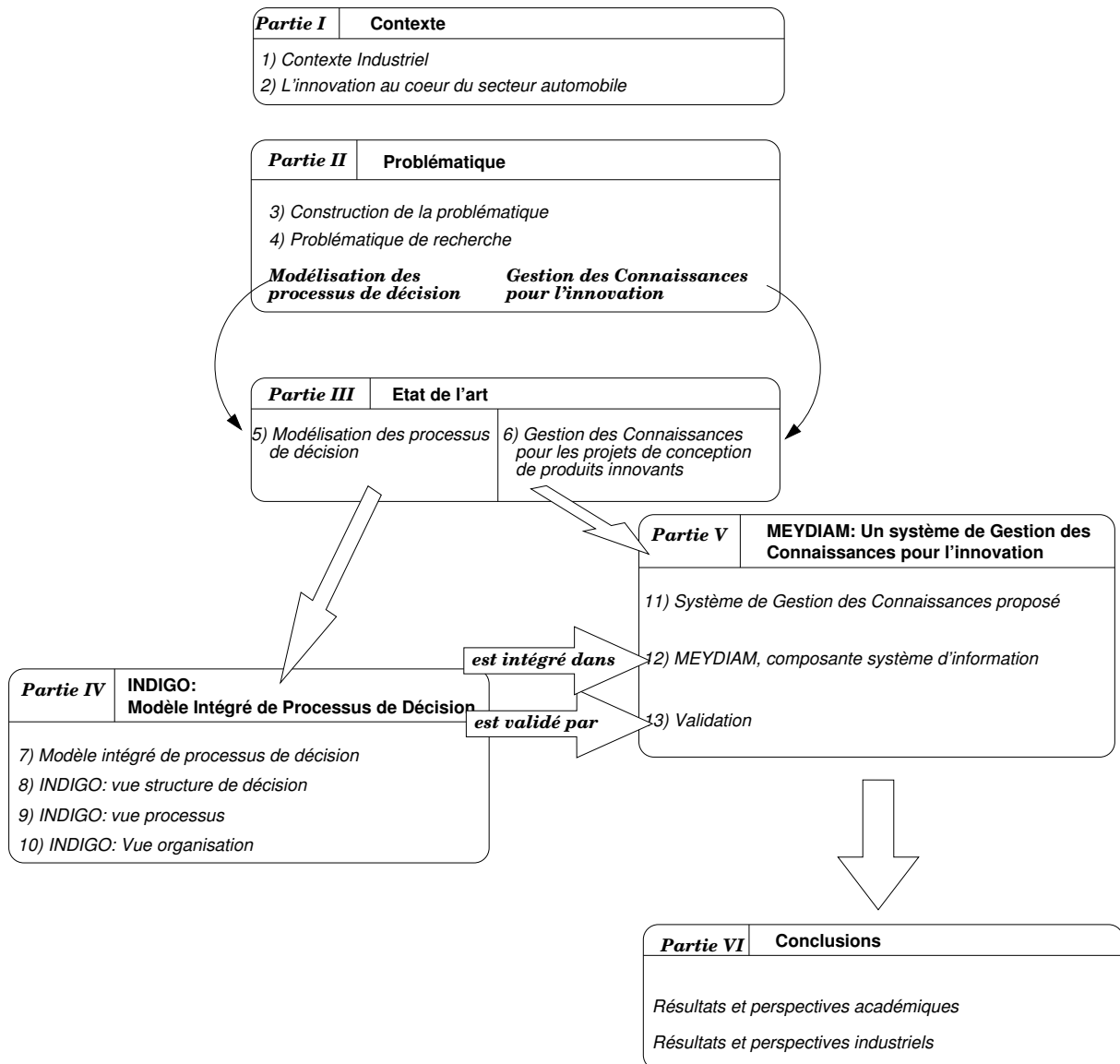


Figure 4 – Plan illustré de la thèse

Ce mémoire de thèse se décompose en 6 parties contenant des chapitres. Chaque début de partie fera l'objet d'une page de présentation de son plan et de ses objectifs. Le plan retenu est illustré par la figure 4 et est détaillé dans les points suivants :

1. La première partie de ce mémoire se compose de deux chapitres. Le premier est consacré au contexte industriel PSA PEUGEOT CITROËN, le second étudie le contexte globale de l'innovation produit automobile.
2. La deuxième partie de ce mémoire est consacrée à la définition de la problématique. Le premier chapitre de cette partie présente le besoin industriel et justifie pourquoi

- s'intéresser à la Gestion des Connaissances associées à la décision et pourquoi s'intéresser à la définition de Systèmes de Gestion des Connaissances de type "outil" - Par opposition aux approches organisationnelles -. Le second chapitre de cette partie détaille la problématique de nos travaux qui se décompose en deux aspects :
- la définition de Systèmes de Gestion des Connaissances dédiées aux connaissances associées à la décision ;
 - la modélisation des processus de décision dans les projets d'innovation.
3. La troisième partie propose en deux chapitres un état de l'art concernant respectivement la modélisation des processus de décision et la Gestion des Connaissances pour les projets d'innovation. Le domaine de recherche dans lequel s'inscrit ces travaux est nouveau. La place tenue par l'état de l'art est donc importante en volume dans ce mémoire. Il est volontairement détaillé et consitue un premier résultat dans la définition de la Gestion des Connaissances associées au processus de décision.
 4. La quatrième partie présente les contributions proposées dans le domaine de la modélisation des processus de décision (Modèle INDIGO).
 5. La cinquième partie présente les contributions proposées dans le domaine de la Gestion des Connaissances. En trois chapitre, elle présente le Système de Gestion des Connaissances proposé (MEYDIAM). Puis elle définit l'outil de mémoire de projet associé qui intègre le modèle INDIGO. Enfin, la validation des contributions est présentée. Cette validation concerne à la fois les contributions en Gestion des Connaissances et en modélisation de la décision.
 6. La sixième partie conclue ce mémoire. Elle présente un retour d'expérience sur la démarche de recherche, une synthèse des apports et des perspectives industriels et un synthèse des apports et des perspectives académique.

Lecture par centre d'intérêts

Le tableau C.1 propose un guide de lecture par centre d'intérêts (Gestion des connaissances, modélisation de la décision, innovation et conception) croisés avec les différentes parties du mémoire.

Thèmes	Gestion des Connaissances	Modélisation de la décision	Innovation et conception
Contexte			Partie I
Problématique	Partie II (Chapitres 3 et 4)	Partie II (Chapitre 4)	Partie II (Chapitres 3 et 4)
État de l'art	Partie III (Chapitre 6)	Partie III (Chapitre 5)	
Contributions	Partie V (chapitres 12 et 13)	Partie IV	
Validation	Partie V (chapitre 14)	Partie V (chapitre 14)	Partie V (chapitre 14)

Tableau 1 – Guide de lecture par centre d'intérêt

Repères typographiques

Définition 1 *Les définitions issues de la littérature sont numérotées, présentées en italique et repérées par un carré vide.* □

Définition 2 *Les définitions apportées par ce mémoire sont numérotées avec le même style que les définitions issues de la littérature. Elles sont également représentées en italique, repérées par un carré vide et seront encadrées.* □

Les tables et figures originales, illustrant les apports de la thèse sont distinguées par les symboles (©B.L.) dans la légende comme le montre la figure 5.

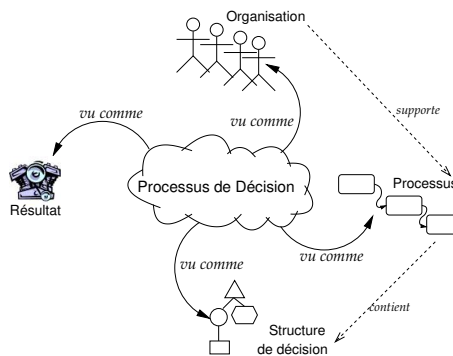


Figure 5 – Apport, figure ou table originale (©B.L.)

Les points de synthèse, les résumés importants en fin de chapitre ou de partie sont précédés et suivis d'une ligne horizontale

Principales abréviations utilisées

- *GC* pour Gestion des Connaissances, ce terme est défini en paragraphe [b.](#) page [35](#);
- *SGC* pour Système de Gestion des Connaissances, ce terme est défini en [3.2.1](#) page [36](#).

Première partie

Contexte

1.1 Contexte de réalisation des travaux de recherche

Nos travaux de thèse ont été réalisés au sein de l'entreprise PSA PEUGEOT CITROËN, constructeur automobile français. Réaliser un tel projet de recherche au sein d'une grande entreprise permet de connecter des problématiques de recherche avec de réels objectifs de performance industrielle. Dans les paragraphes suivants est détaillé l'environnement dans lequel se sont déroulés nos travaux. Ce contexte industriel a servi de base à la construction de la problématique, au développement et à la validation des modèles théoriques présentés dans ce mémoire.

1.2 Direction Recherche et de l'Innovation Automobile (DRIA)

Tout comme de nombreuses organisations, PSA PEUGEOT CITROËN a choisi d'organiser l'innovation en rupture par projets et de les structurer dans une organisation propre, la *Direction Recherche et Innovation Automobile (DRIA)*. Cette structure est responsable du pilotage de l'innovation du groupe. Son objectif est d'alimenter en produits innovants¹ les projets de développement des véhicules futurs.

Cette direction gère un *Plan Recherche et Innovation* qui définit les orientations stratégiques de l'entreprise en terme d'innovation. Ce plan comprend un grand nombre de projets, environ 70 en parallèle. Il est organisé par domaines couvrant le champ automobile dans des domaines très variés tels que les systèmes électriques et électroniques, le groupe moto-propulseur, les nouveaux concepts de véhicules, ...

¹Ce concept est défini chapitre [2.2.2](#) page 22

1.3 Projets du Plan Recherche et Innovation

Ces projets ont pour objectif de concevoir des nouveaux produits et de déterminer l'intérêt des solutions développées, en termes de performances technico-économiques et d'adéquation avec le marché automobile. Ils s'appuient sur des ressources propres à l'innovation, mais également des ressources faisant partie des services de développement (les "métiers"), des partenaires, des fournisseurs, des laboratoires extérieurs. Ces projets s'insèrent dans une structure matricielle avec les métiers qui possèdent l'expertise de développement.

L'innovation produit du groupe PSA PEUGEOT CITROËN consiste en la transformation d'une idée nouvelle en solution appliquée à l'automobile, caractérisée par un changement perceptible par le client.

1.4 Livrables des Projets d'Innovation

Les livrables produits par ces projets sont de plusieurs types :

- des documents de conception, dossiers de conception, spécifications techniques, spécifications fonctionnelles ;
- des prototypes correspondant aux différents concepts conçus, maquettes physiques ou virtuelles, maquettes de style ou fonctionnelles ;
- des documents de validations, études technico-économiques, études de marché, analyse marketing prospectif, étude clientèle, test cliniques.

Les différents domaines du produit automobile sont couverts par les innovations produit développées par ces projets. Il s'agit de nouveaux concepts de véhicules, de nouveaux organes (moteurs, trains, systèmes de dépollution, suspensions), de nouvelles interfaces Homme/Machine (tableaux de bords, dispositifs de commande), de nouvelles architectures électriques électroniques supportant de nouvelles fonctionnalités (Télématique, aide à la conduite) de nouveaux habitacles (couleurs et ambiances, matériaux, éclairage).

1.5 Activités principales d'un Projet d'Innovation

Pour des raisons de confidentialité nous ne présenterons que les activités principales d'un projet d'innovation PSA PEUGEOT CITROËN. Ces activités, illustrées par la figure 1.1 sont prescrites par la *DRIA*. Le lancement du projet fait suite à une étape de mise en projet. La phase de recherche des concepts innovants s'appuie sur l'état de l'art, l'analyse du marché fournisseurs, des laboratoires et partenaires potentiels. La phase de convergence consiste en la conception de solutions potentielles, il s'agit également d'évaluer ces dernières en définissant des critères et d'estimer leur impact sur les véhicules existants. Cette étape est suivie de la conception en détail des solutions retenues, illustrées par des démonstrateurs et prototypes. Le projet est ensuite clos et documenté, un retour d'expérience est fait ainsi qu'un bilan des résultats.

Les conclusions du projet sont jugées par les différentes instances de décisions. Si le produit conçu répond aux exigences, s'il est reconnu comme une innovation potentielle, validée

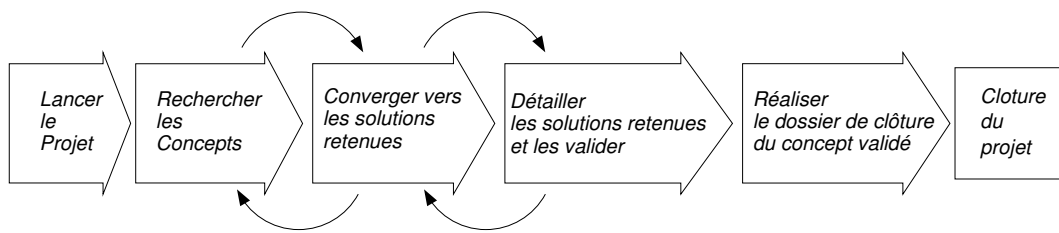


Figure 1.1 – Processus de réalisation d'un projet d'innovation

pour le client dans un futur véhicule, les livrables des projets d'innovation sont alors repris et intégrés dans un projet véhicule en développement.

La figure 1.2 présente le schéma opérationnel de développement contenant l'ensemble des phases de développement d'un nouveau véhicule. Les projets d'innovation couvrent l'étape d'avance de phase générique et programmée.

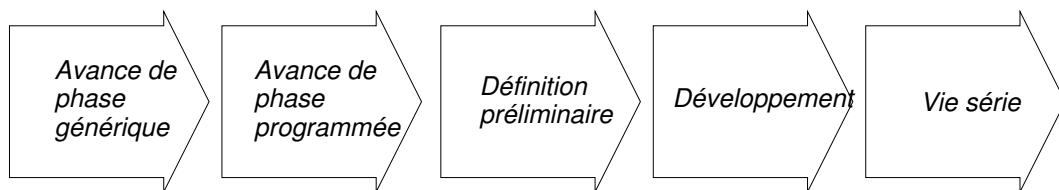


Figure 1.2 – Etapes du développement d'un nouveau véhicule

L'innovation au coeur du secteur automobile

Nos travaux émergent de problèmes industriels concrets. Dans ce chapitre nous en précisons le contexte. Nous dressons dans un premier temps les grandes lignes de l'évolution industrielle de la conception de produits, en particulier dans le domaine automobile et nous mettons ensuite en évidence la problématique de l'innovation et son rôle en termes stratégiques, en lien avec la performance et la compétitivité des entreprises. Nous proposons ensuite une définition de l'innovation et des produits innovants. Nous détaillons enfin l'objet d'analyse de cette recherche, les projets de conception de produits innovants.

2.1 L'innovation, moteur de la performance des entreprises

2.1.1 Mutation des modes de développement

La conception de produits manufacturés ainsi que la production de services ont subi une mutation depuis le début des années 70. D'un schéma de production tiré par le client, rationné par les capacités de production, avec peu de diversité dans l'offre, de gros volumes et des marges réalisées sur la quantité, nous sommes passés à un schéma inverse où l'offre excède la demande. Il en résulte une modification des marchés devenant alors très concurrentiels. Les entreprises doivent alors réduire leurs prix de vente et donc leurs coûts. Mais il s'agit également de proposer aux clients une offre caractérisée par sa diversité, son renouvellement régulier, sa perpétuelle nouveauté. L'objectif est d'assurer des avantages concurrentiels. Les entreprises sont donc confrontées à une quête de méthodes et d'outils pour améliorer leur aptitude à concevoir "après avoir recherché les gains de productivité" [Ben Mahmoud-Jouini S., 1999]. Il ne s'agit plus de répondre à une demande car celle-ci

n'existe plus réellement mais d'être capable de mettre sur le marché des produits qui seront acceptés par les clients.

Dans un article concernant la mutation du secteur automobile, *H. Krifa* [Krifa H., 2001] met en évidence l'impact d'une telle mutation. Les constructeurs ont dû adapter leurs modes de fonctionnement pour répondre aux enjeux économiques et humains sur des marchés saturés, concernés principalement par le renouvellement des produits (Europe, États-Unis, Amérique Latine...) mais également sur des marchés émergents (Chine, ...) dans un secteur très concurrentiel à l'échelle mondiale.

Afin de se maintenir à un niveau de performance assurant la survie des entreprises ainsi que des plus-values pour les actionnaires, les constructeurs ont dû adapter à la fois leurs produits et leurs organisations de conception et de production. L'évolution des exigences des clients associée à une stagnation de la demande a donc conduit à trois évolutions majeures des stratégies du secteur automobile :

- Nous assistons à un phénomène de concentration par des fusions-acquisitions. Celles-ci permettent à la fois de gagner une plus grande couverture internationale, mais également de favoriser les économies d'échelle tout en s'assurant un profit accru.
- Le développement des partenariats est, pour un constructeur, une solution à la réduction des investissements de développement de produits et de production. Cela permet également d'augmenter la diversité de sa gamme en s'appuyant sur les produits des partenaires.
- Les constructeurs ont diversifié leur offre par la mise sur le marché de nombreux modèles, enrichis par de nombreuses variantes. D'autre part, la conception de nombreux nouveaux modèles s'appuie sur une démarche raisonnée d'innovation. La faisabilité d'une telle démarche repose sur la flexibilité des systèmes de production et le partage des investissements par des partenariats en R&D.

L'innovation apparaît donc comme une des stratégies permettant aux constructeurs automobiles de maintenir des parts de marché dans un secteur très concurrentiel.

2.1.2 L'innovation, moteur de la performance

De nombreux auteurs, aussi bien en Économie qu'en Management Stratégique identifient l'innovation comme un facteur clé de succès et même de survie pour les entreprises [Temri L., 2000]. Innover pour une entreprise c'est être capable de se démarquer sur un marché concurrentiel en gagnant des parts de marché. Les critères qui rendent une entreprise innovante plus performante sont représentés dans la table 2.1.

L'innovation est alors une voie stratégique permettant de résorber des situations de crises. Cette stratégie est définie par [Ben Mahmoud-Jouini S., 1999] :

“Mettre en oeuvre une stratégie d'offres innovantes consiste à mettre au point une organisation capable de générer ce flux d'innovations. Cette notion repose donc sur l'idée d'innovations répétées, permanentes, créatrices de la dynamique des marchés : des trajectoires d'innovation qui se distinguent nettement de la recherche d'un effet de série visant à dupliquer une innovation.”

Critère	Description
Image de marque	Une entreprise peut faire évoluer son image de marque auprès du grand public en adoptant une stratégie de mise sur le marché d'un grand nombre d'innovations
Climat social	Dans le cadre d'un projet d'entreprise, une stratégie d'innovation peut être utilisée pour motiver et susciter la créativité des salariés.
Prise de parts de marché	Par la mise sur le marché de produits innovants, une entreprise peut se démarquer de la concurrence et prendre ainsi des parts de marché.
Création de la demande	Création de nouveaux marchés par la vente de produits nouveaux dans des secteurs nouveaux.
Bourse	Une stratégie d'innovation et sa communication a une influence positive sur l'image d'une entreprise sur les marchés financiers.

Tableau 2.1 – Innovation et critères de performance

2.2 Définitions

Cette section détaille les définitions que nous avons retenues concernant l'innovation et les produits innovants.

2.2.1 Innovation

Tout d'abord, il nous paraît nécessaire d'éclaircir la différence entre la notion *d'invention* et celle *d'innovation*. Dans cet objectif, nous retenons une citation de *Christopher Freeman* dans "The Economics of Industrial Innovation", The MIT Press (1982).

"An invention is an idea, a sketch or model for a new or improved device, product, process or system...An innovation in the economic sense is accompanied with the first commercial transaction involving the new product, process, system or device, although the word is used to describe the whole process".

L'innovation peut être caractérisée selon trois points de vue. D'une part nous considérons l'innovation comme *résultat*, ce dernier est caractérisé par :

- Son type : une innovation peut être un produit, une démarche, un processus, un changement d'organisation, de mode de fonctionnement.
- Sa nouveauté : une innovation est un concept totalement nouveau ou bien une évolution d'un concept existant, on parle alors d'innovation radicale et d'innovation incrémentale. Cette notion est bien sûr relative à un environnement donné. Par exemple, un produit peut être une nouveauté sur le marché français alors qu'il existe déjà au Japon. Cet aspect est lié au concept d'invention.

- Son client : une innovation est destinée à un client. Ce dernier peut être un client interne ou externe à la firme. Par exemple, une amélioration d'un procédé de fabrication réduisant les coûts est une innovation interne à l'entreprise dont le client est le service de production.

D'autre part, l'innovation peut être vue comme un processus :

- Celui-ci contient plusieurs étapes conduisant au résultat : l'innovation en tant qu'objet. C'est un processus complexe, constitué de nombreuses activités qui varient selon les organisations, par exemple, le marketing prospectif ou la créativité.
- Les différentes étapes du processus conduisent à la transformation du produit ou service conçu jusqu'au résultat. Elles intègrent l'ensemble de décisions prises qui détermine les orientations prises.

Enfin, l'innovation peut être vue comme une organisation :

- Celle-ci est mise en place pour supporter les processus d'innovation. Il s'agit généralement de projets spécifiques.

Dans le contexte de nos travaux de recherche nous retiendrons donc la définition suivante :

Définition 3 *Une innovation est à la fois une organisation, un processus et un résultat. Le résultat est un produit commercialisé. Il est caractérisé par sa nouveauté relative au marché concerné et par le fait qu'il soit reconnu en tant qu'innovation par le client, i.e. que ce dernier lui accorde une valeur suffisante pour motiver son acte d'achat. Le processus est la démarche industrielle qui va conduire à la conception et la réalisation de ce résultat. Cette démarche est supportée par une organisation composée de ressources (humaines et matérielles).* □

Nous proposons une synthèse des concepts liés à l'innovation figure 2.1 page 23

2.2.2 Produits innovants

Nos travaux de thèse se situent dans le domaine de la conception de produit. Nous nous focalisons donc sur l'innovation produit qui donne naissance à des produits innovants. A partir de la définition de l'innovation de Gogu [Gogu g., 1999], nous précisons celle de produit innovant :

Définition 4 *Un produit innovant est la matérialisation sous la forme d'un produit nouveau de la solution d'un problème de conception [Gogu g., 1999]. Simon caractérise ce dernier par un état initial mal défini et des solutions finales inconnues, multiples, dont sont retenues les plus satisfaisantes [Simon H.-A., 1991]. Le passage entre les deux états est réalisé par une succession de phases de représentations. Ce nouveau produit ne deviendra innovant que lorsqu'il aura atteint un succès commercial [Gartiser-Schneider N., 1999].* □

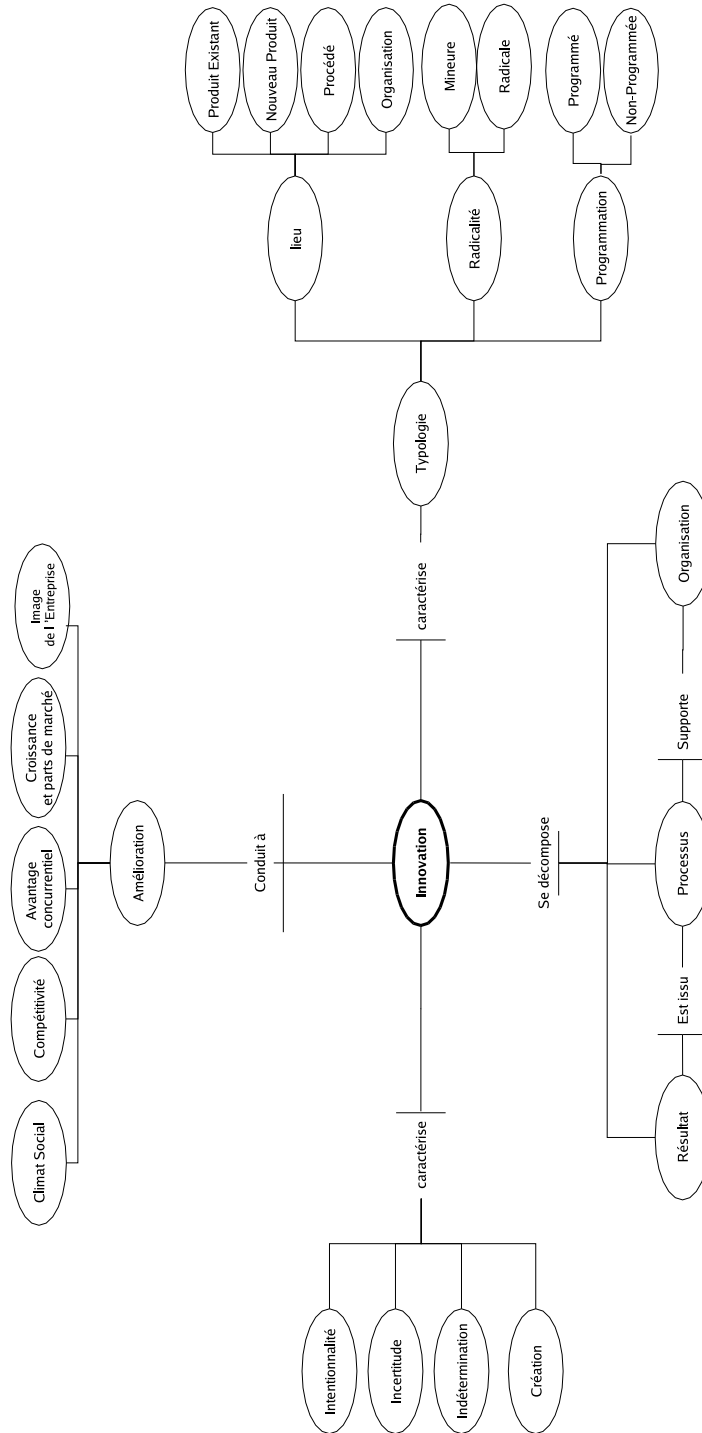


Figure 2.1 – Carte des concepts liés à l'innovation (©B.L.)

2.3 Projets de conception de produits innovants

L'objectif de cette section est de préciser la définition des projets de conception de produits innovants.

2.3.1 Innovation en projet

Les stratégies d'innovation mises en places au sein des entreprises pour concevoir des produits innovants sont diverses. Une étude globale de ces stratégies dépasse le cadre de ce mémoire. Nos travaux se focalisent sur un aspect spécifique de l'innovation, les *projets de conception de produits innovants*.

2.3.2 Définitions

Définition 5 *Un projet est un effort temporaire entrepris pour créer des produits ou des services unique. (PMI, Project Management Institute)[Project Management Institute, 2000]* □

Un *projet de conception de produit innovant* ou *projet d'innovation* a donc les même caractéristiques que tout projet. "Il est défini et mis en oeuvre pour élaborer la réponse au besoin d'un utilisateur et il implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données"[AFITEP, 1992].

Dans le cas des projets d'innovation, l'objectif est alors de concevoir¹ un produit dont la principale caractéristique est d'être innovant². De fait, une telle définition ne peut être appliquée qu'a posteriori, en effet, un nouveau produit ne devient innovation que lorsqu'il obtient un succès commercial qui n'est connu qu'une fois le projet achevé.

Définition 6 *Un projet de conception de produit innovant est un projet dont l'objectif, le livrable est un nouveau produit spécifié pour devenir un produit innovant* □

a. Repères temporel

Les projets de conception de produits innovants se focalisent sur la conception de nouveaux produits. Ils n'intègrent pas les phases d'industrialisation. En fonction des conclusions du projet, celui-ci donnera lieu à un projet de développement visant à intégrer le produit conçu dans un véhicule en développement. La durée d'un projet d'innovation est, dans notre contexte, de 2 à 4 ans. Les perspectives de mises sur le marché s'étendent d'un horizon très court terme à un horizon de plus de 10 ans dans le cas de technologies émergentes nécessitant de grands changements dans l'environnement social et industriel

¹Il s'agit uniquement de la conception produit, un projet d'innovation ne couvre pas les phases de fabrication du produit.

²tel que décrit dans le paragraphe 2.2.2

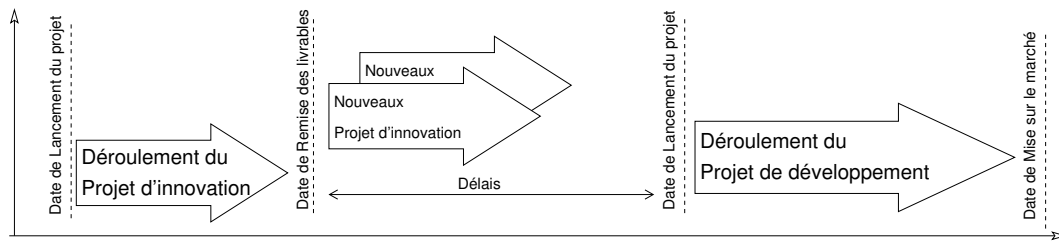


Figure 2.2 – Repères temporels (©B. Longueville)

(par exemple la pile à combustible). Il y a donc un délai entre la fin du projet d'innovation et le développement réel de la solution industrielle. Cette période correspond au lancement de nouveaux projets d'innovation, permettant d'approfondir si nécessaire les conclusions. Dans certains cas ce délai est nul et la solution industrielle est directement développée à l'issue du projet.

2.3.3 Performance des projets de conception de produits innovants

La performance d'un projet d'innovation a plusieurs composantes dont nous retenons les définitions suivantes :

Définition 7 *La performance d'un projet d'innovation peut être définie comme son aptitude à atteindre l'objectif. Elle se décompose en quatre aspects :*

- le produit conçu doit acquérir un caractère innovant (par rapport au client).
- il doit également être performant sur le plan technico-économique (coût et qualité)
- le projet doit être performant en tant que processus et organisation (Respect des délais, de l'enveloppe budgétaire, maîtrise des risques, ...)
- le projet doit jouer son rôle de système d'apprentissage. Les connaissances acquises pendant la durée du projet doivent être évaluées, et pérennisées, protégées et transmises le cas échéant. Il s'agit de nouvelles connaissances liées à des nouvelles technologies mais également de connaissances existantes re-combinées.

□

2.3.4 Les paradoxes des projets innovants

Pour une entreprise, une stratégie de conception innovante soulève trois paradoxes qui rendent l'amélioration de la performance des activités de conception problématique. En effet, nous faisons face à des enjeux contradictoires :

1. Il s'agit de concevoir des nouveaux produits qui intègrent des fonctionnalités nouvelles. Pour cela il faut s'appuyer sur des technologies émergentes, non maîtrisées, tout en proposant des produits techniquement performants, robustes, fiables, à un coût réduit.

2. Un projet a une durée limitée, pendant laquelle son environnement est en perpétuelle évolution. Or pour concevoir un produit destiné à être commercialisé bien après la fin du projet il faut faire des estimations sur le futur à partir de l'environnement actuel. La vision de l'environnement dans lequel évoluera le produit est donc en continuelle évolution pendant la durée du projet.
3. Un projet d'innovation est un système capable de s'auto-finaliser. En effet, apporter une innovation sur le marché c'est remettre en cause l'existant, proposer de nouvelles solutions. Ces projets ne répondent pas nécessairement à un cahier des charges établi par une autre entité de l'entreprise. Ils intègrent un certain nombre de contraintes mais ils peuvent générer eux-même les spécifications des nouvelles fonctionnalités qu'ils apportent aux produits.

2.4 Synthèse

Nous proposons une synthèse des caractéristiques de l'objet d'analyse de nos travaux de thèse.

Résultat	Type	Innovation Produit. Nouveau type de véhicules ou de composants automobiles et dans certains cas des services associés (ex. : télématique)
	Nouveauté	Relative au marché automobile
	Client	Les acheteurs des véhicules
Processus	Il n'existe pas de démarche standard pour ce type de projet de conception. Les activités mises en oeuvre correspondent à la fois à des activités de conception "classiques" telles que la spécification du besoin, la conception fonctionnelle, organique, et à des activités de marketing qualitatif (caractérisation des clients et de leur comportement), des tests clientèle.	
Organisation	Les ressources (humaines et matérielles) mises en oeuvre pendant la durée du projet sont structurées par l'organisation du projet. Les projets d'innovation ont pour caractéristique de faire appel à des compétences diverses, internes et externes à l'entreprise, en particulier lorsqu'il s'agit de concevoir des produits utilisant des technologies non maîtrisées.	

Tableau 2.2 – Caractéristiques de l'innovation automobile (©B.L.)

Deuxième partie

Problématique

Présentation de la partie

Cette partie est consacrée à l'expression de notre problématique de recherche. Elle se décompose en deux chapitres.

Le chapitre 3 est dédié à la construction des fondements de notre problématique de recherche. Il permet de justifier, pas à pas, le raisonnement qui nous a conduit, du besoin industriel d'amélioration de la performance des projets d'innovation, à la définition de système de gestion des connaissances se focalisant sur les connaissances liées à la décision.

Le chapitre 4 synthétise notre problématique de recherche. Celle-ci se décompose en deux aspects liés :

- la définition d'un système de gestion des connaissances, appliqué à la décision dans les projets d'innovation ;
- la modélisation des processus de décision dans les projets d'innovation.

Construction de la problématique de recherche : Du Management des Connaissances pour l'innovation à la capitalisation des processus de décision

Dans ce chapitre nous construisons la problématique générale de recherche sur laquelle repose nos travaux. Cette problématique sera bâtie progressivement, en partant du besoin industriel.

Dans un premier temps, la section 3.1 met en évidence le besoin d'optimisation qu'ont les entreprises, en particulier PSA PEUGEOT CITROËN, d'améliorer la performance de leurs projets d'innovation. Nous introduisons la *Gestion des Connaissances* comme une piste de recherche pour répondre à ces besoins.

Nous présentons ensuite, section 3.2 les questions de recherche concernant la matérialisation d'une approche de Gestion des Connaissances par des Systèmes de Gestion des Connaissances pour l'innovation. Quelle peut être leur définition pour des projets d'innovation ?

Plus spécifiquement nous mettons en évidence dans la section 3.3 l'intérêt de se focaliser sur la capitalisation des connaissances liées à la décision. Pour cela nous nous appuyons sur une typologie des connaissances construite grâce à un modèle systémique (Cf. annexe A.3) des projets d'innovation.

3.1 Le besoin : gérer les connaissances de l'innovation

3.1.1 Le besoin industriel : cas de PSA PEUGEOT CITROËN

a. Améliorer la performance des projets d'innovation

Dans sa quête de performance et de rentabilité, le groupe PSA PEUGEOT CITROËN cherche aujourd'hui à améliorer la performance¹ des projets d'innovation.

Il s'agit d'améliorer l'ensemble de la performance de ces projets qui se décomposent en :

- la maîtrise du triptyque coût, qualité, délai ;
- l'acquisition, la pérennisation et le partage de connaissances dans des domaines émergents ;
- l'aptitude à concevoir un produit qui sera reconnu par un marché, par un client comme une innovation.

L'origine de ces travaux de thèse est le besoin d'amélioration de performance des projets d'innovation dans l'acquisition, la pérennisation et le partage des connaissances. Ce besoin se concrétise par des problèmes que nous identifions dans le paragraphe suivant.

b. Problèmes identifiés

Comme nous l'avons présenté dans le chapitre 1, les projets d'innovation couvrent l'avance de phase générique et l'avance de phase programmée du développement automobile. Les innovations produits conçues, si elle sont jugées pertinentes sont ensuite intégrées et développées par les projets véhicules.

Les activités des projets d'innovation étant des activités temporaires et spécifiques, il se pose aujourd'hui un réel problème de réutilisation des connaissances générées pendant ces projets. Aujourd'hui seuls les résultats sont accessibles. L'accès à toute la logique qui justifie en contexte ce résultat est perdu en fin de projet lorsque les équipes sont dispersées.

Par ailleurs, au sein même des projets d'innovation, des défaillances liées à la connaissance sont identifiées. Il s'agit de problèmes de mutualisation des connaissances entre les différents projets et des problèmes de réutilisation de l'expérience des projets passés.

Les approches existantes de Gestion des Connaissances développées pour les processus de développement (pérennisation des savoir-faire métiers) ne sont pas adaptées au contexte de l'innovation². De plus, les approches visant la mise en cause de l'organisation³ ne sont pas envisageables, le besoin concerne donc des outils à mettre à disposition des acteurs des projets.

Les principales caractéristiques de l'organisation étudiée sont le nombre important de projets et la diversité des domaines de connaissances manipulés. Au-delà des résultats des projets, l'ensemble des alternatives évaluées et le processus qui a conduit à les retenir ou à les abandonner, constituent un véritable patrimoine. Ce patrimoine est porté en grande partie par les individus, parties prenantes des projets. Il est donc fragilisé par

¹Telle qu'elle a été définie dans le paragraphe 2.3.3

²Nous développerons cet aspect dans l'état de l'art et dans le paragraphe 3.3

³Ce point est abordé dans l'état de l'art en 6.2.1

le *turn over*, les réorganisations. Par ailleurs il intègre la subjectivité et les différentes perceptions individuelles.

Notre objectif est de faire face aux problèmes liés à l'utilisation de ce patrimoine dans un contexte d'innovation et dans un contexte de projet. Ces deux aspects sont traités dans le paragraphe suivant.

c. Constat : défaillances liées à la connaissance dans les projets d'innovation

Défaillances dans les processus d'innovation : la complexité des processus de conception s'est fortement accrue, en particulier dans le milieu automobile. Ce constat est renforcé par la nécessité d'introduire de nouveaux produits sur le marché en s'appuyant sur des connaissances très variées et en perpétuelle évolution. Pour *Moisdon* [[Moisdon J.-C et Weil B., 2000](#)], il y a "augmentation du nombre de projets,(...),de nouveaux modèles soumis à des exigences plus sévères,(...),prise en charge de prestations clients qui se multiplient et qui sont transversales aux différentes fonctions et organes de la voiture". Un environnement de conception ne peut plus alors s'appuyer sur un expert seul, ce que *Moisdon* appelle "l'impossibilité de l'expertise solitaire". Le savoir nécessaire "n'est plus seulement celui de l'expertise technique pointue, mais d'avantage une expertise multi-composantes et portant plus précisément sur la façon d'articuler de multiples savoirs hétérogènes".

Ces mutations des modes de fonctionnement de l'ingénierie entraînent de nombreux dysfonctionnements dans les projets d'innovation.

Outre la complexité grandissante des produits, les raisons de ces manifestations sont relativement récentes et sont "le résultat de certains choix socio-économiques fait par de nombreuses entreprises"[\[Sellini f., 1999\]](#). Dans un contexte de crise économique, les plans sociaux, la fuite du savoir-faire chez les sous-traitants, les départs en retraite anticipée ont perturbé "la chaîne naturelle de transmission du savoir-faire" qui existait entre les experts et les jeunes embauchés.

Défaillances dues à l'organisation par projets : l'organisation par projet a eu un impact sur les processus de transmission des connaissances entre individus. Cela s'explique par la nature même des projets. Par définition⁴, un projet de conception de produit innovant est un effort *temporaire* entrepris pour concevoir un produit *unique*. Ces deux caractéristiques intrinsèques mettent à mal la transmission et la pérennisation des savoir-faire :

1. *Unicité*. Les livrables des projets sont uniques, ils dépendent du contexte dans lequel ils ont été conçus. Il est donc, par nature, difficile de réutiliser les résultats d'un projet passé par manque de généralité. Les connaissances acquises et utilisées durant un projet ne sont donc pas réutilisables et appropriables directement dans un autre contexte.
2. *Durée limitée*. Un projet possède une date de fin à partir de laquelle les équipes qui le constituent sont dispersées vers de nouvelles activités. Les processus et l'organisation mis en place durant sa vie courante ne sont donc pas pérennes. Les voies humaines de

⁴Voir paragraphe [2.3.2](#) page [24](#)

transmissions des connaissances, telles que la socialisation⁵ n'existent donc plus. Les seules traces qui subsistent du projet sont ses résultats, la documentation réalisée et la mémoire des individus dispersés dans l'entreprise.

L'impact du fort taux de *turn-over* des équipes, ainsi que l'appel à un grand nombre de prestataires externes à l'entreprise ont accentué ces deux phénomènes.

d. Synthèse

La Direction Recherche et Innovation Automobile du groupe PSA PEUGEOT CITROËN est donc confrontée à des problèmes de pérennisation, de partage et de réutilisation de ses connaissances. Ces problèmes touchent à la fois les projets en interne à cette direction mais également la transmission de leurs résultats vers les projets de développement (appelés projets véhicules).

Ces problèmes sont essentiellement liés aux processus de décision et à leur traçabilité. Comment identifier et justifier *a posteriori* l'ensemble des décisions prises, le cheminement qui a conduit au résultat ? Comment identifier les choix à remettre en cause dans un contexte de développement ? Comment réutiliser les résultats d'un projet passé dans un contexte actuel ? Comment s'appuyer sur les décisions prises dans d'autres projets ?

Par ailleurs, il n'est pas envisagé aujourd'hui de remettre en cause l'organisation par projet de l'innovation ni de modifier sensiblement l'organisation globale de l'innovation. Les solutions à apporter au besoin concerne donc le développement d'outils supportant les activités des projets, destinés aux acteurs des projets.

Il existe un réel besoin industriel dans le développement d'outils capables de gérer les connaissances liées à la décision dans les projets d'innovation.

3.1.2 Besoin académique : la Gestion des Connaissances

a. La Gestion des Connaissances : positionnement

Il existe dans la littérature des outils et des méthodes visant l'optimisation des composantes de la performance d'un projet d'innovation. Nous pouvons citer ici des approches comme le *Concurrent Engineering* et *l'Ingénierie Système* qui se concentrent sur la performance du produit et des processus de conception associés, ou bien les méthodes de créativité qui supportent l'innovation et enfin les méthodes de management de projet [Project Management Institute, 2000] qui se concentrent sur la performance des processus et organisations (multi-acteurs, multi-projets, multi-entreprises).

La performance des projets d'innovation en tant que structure destinée à l'apprentissage est abordée par des approches en *Gestion des Connaissances (GC)*. Elles visent à optimiser la ressource qu'est la connaissance via son utilisation, sa création et son partage.

⁵Voir figure 6.2 page 78

La problématique générale de nos travaux est de fournir des outils et des méthodes destinés aux industriels pour optimiser la performance des projets de conception de produits innovants en tant qu'organisations apprenantes. Nous cherchons à améliorer la création, l'utilisation et le partage et la pérennisation de connaissances au sein de ces projets.

b. Gestion des Connaissances, définition

L'objectif de la GC est de tendre à l'optimisation des flux de connaissances entre les différents acteurs et systèmes de l'entreprise. Il s'agit de la préservation, du partage, de la création de nouvelles connaissances et même de la destruction de connaissances obsolètes. Un état de l'art du domaine est présenté chapitre 6, nous reprenons ici la définition 21 proposée page 79 :

Définition 8 *La Gestion des Connaissances est un processus organisationnel qui vise l'optimisation de l'utilisation des connaissances de l'entreprise.* □

c. Quels objectifs pour la Gestion des Connaissances en Innovation ?

Nous identifions, par l'état de l'art chapitre 6, un réel manque d'approches de Gestion des Connaissances pour l'innovation, en particulier lorsqu'il s'agit de définir des outils, par opposition aux approches organisationnelles telles que les réseaux d'experts. Afin de répondre au besoin industriel, et de pallier les problèmes présentés en 3.1.1 c. nous proposons de définir une approche de *Gestion des Connaissances* pour l'innovation. Nos objectifs sont :

Améliorer les processus d'innovation. Nous proposons d'utiliser la *GC* pour améliorer l'accès à la connaissance. Notre objectif est, par la Gestion des Connaissances, d'aider les parties prenantes des projets à dépasser les modes naturels de transmission des connaissances. Il s'agit de donner accès aux acteurs des projets à l'ensemble du patrimoine de connaissances existant tout en y contribuant.

Pallier les déficiences intrinsèques de l'organisation par projet. Il s'agit dans ce cas de mettre en place une approche de *Gestion des Connaissances* qui permette de faire face aux deux caractéristiques intrinsèques des projets qui mettent à mal le partage des connaissances. Notre objectif est donc de favoriser la réutilisation des connaissances acquises durant un projet en les mettant à disposition des autres projets et des projets futurs. Il s'agit aussi d'être capable d'extraire des connaissances génériques à partir d'activités qui sont spécifiques.

3.2 Quels Systèmes de Gestion des Connaissances pour l'innovation en projet ?

Afin de concrétiser une approche de Gestion des Connaissances, nous proposons de mettre en place un *Système⁶ de Gestion des Connaissances (SGC)*. L'objectif de cette section est de définir ce qu'est un Système de Gestion des Connaissances et de justifier l'orientation prise vers des systèmes de type outil.

3.2.1 Systèmes de Gestion des Connaissances : Définitions

Il n'existe pas à notre connaissance aujourd'hui de définition précise de ce qui est appelé *Systèmes de Gestion des Connaissances (SGC)*. Certains auteurs comme Alavi et Leidner [Alavi M. et Leidner D., 2001] les considèrent comme une classe de Systèmes d'Information, immédiatement associée à sa technologie support : "*Knowledge Management Systems (KMS) refer to a class of information systems applied to managing organizational knowledge. (...) They are IT-based systems developed to support and enhance the organizational processes of knowledge creation, storage, retrieval, transfer and application.*" [Alavi M. et Leidner D., 2001].

Cette définition est trop restrictive à nos yeux car elle omet les composantes organisationnelles de ces systèmes. C'est pourquoi, dans [Longueville B. et Dudézert A., 2003], nous avons proposé une définition plus large :

Définition 9 *Un Système de Gestion des Connaissances est un système mis en place dans une entreprise pour répondre à des objectifs stratégiques. Il est destiné à des utilisateurs, dans le cadre de leur activité. Il réalise un certain nombre de fonctions qui sont matérialisées par la combinaison d'un outil (en général un outil informatique traitant de l'information), d'une organisation spécifique et de nouveaux processus. Il manipule un type identifié de connaissance. □*

3.2.2 Différentes approches : organisationnelle *versus* outil

Nous identifions dans l'état de l'art (Cf. chapitre 6) deux types de Systèmes de Gestion des Connaissances :

- D'une part les approches "organisationnelles" visent à faire évoluer l'organisation de la firme pour favoriser les échanges et le partage de connaissances entre les individus. Les *SGC* s'inscrivant dans ce domaine se concentrent sur la composante organisationnelle de leur structure. Néanmoins, ils peuvent être supportés par des outils informatiques tels que des outils de travail collaboratif. Ils améliorent les liens tacites de transmission de la connaissance, en créant des réseaux inter-métiers [Moisdon J.-C et Weil B., 2000], des communautés de pratique.

⁶Au sens le plus large du terme, qu'il s'agisse d'un système d'information ou d'une communauté de pratiques

- D'autre part les approches de type "outil" ont pour objectif de fournir des systèmes d'information et des logiciels pour supporter les activités. Les SGC s'inscrivant dans ce domaine se concentrent sur la composante outil de leur structure. Néanmoins il ne faut pas négliger l'organisation à mettre en place pour accompagner leur utilisation. Il s'agit de ressources humaines dédiées, telles qu'un pilote utilisateur chargé de l'animation par exemple.

3.2.3 Approche retenue : approche outil

Une réflexion sur la modification de l'organisation de l'innovation en projet⁷ dépasse le cadre de nos travaux. Cette composante de la problématique est couverte par des travaux de recherche en Sciences de Gestion.

Par ailleurs, dans notre contexte de recherche, ce type d'approche n'est pas compatible avec les besoins industriels présenté en 3.1.1. Nous proposons donc de nous concentrer sur des approches non-organisationnelles dites "outils"⁸. Ces dernières n'entraînent pas de modifications majeures de l'organisation, généralement très coûteuses. Néanmoins, nous devons prendre en compte les conclusions développées par de nombreux auteurs à propos des approches organisationnelles du management des connaissances.

En résumé, compte tenu du contexte industriel, les systèmes que nous proposons de mettre en place doivent satisfaire les exigences suivantes :

- favoriser l'innovation, améliorer la performance des processus de conception de produits innovants en projet (objectifs stratégiques) ;
- être destinés à l'ensemble des acteurs des projets d'innovation : les ingénieurs des équipes projets, les chefs de projets, les responsables de sous projets, les managers, responsables de services ;
- avoir pour principale composante un outil ; l'organisation globale de l'innovation ne doit pas être remise en cause mais il faut néanmoins prévoir l'organisation nécessaire à son intégration dans les pratiques quotidiennes de ses utilisateurs.

Le choix des connaissances manipulées par le système est détaillé dans la section suivante.

3.3 Quelles connaissances gérer ?

3.3.1 Typologie des connaissances des projets d'innovation

Les différents types de connaissances d'un projet d'innovation sont ressentés dans le tableau 3.1. Cette classification est issue d'une analyse des projets d'innovation présentée en annexe A page 217. Pour réaliser cette typologie, dans un premier temps, les projets d'innovation ont été identifiés comme complexes à la fois par les aspects projets et les aspects innovation. Un modèle fondé sur la systémique a été réalisé, il a permis d'identifier plusieurs types de flux de connaissances au sein des projets.

⁷telle que nous l'avons définie dans le chapitre 1

⁸Appelées également approches technologiques

<i>Type de Connaissance</i>			<i>Caractéristiques</i>
<i>Système Opérant</i>			
Type 1	Conception routinière	routinière	Stables dans le temps (Cycle de vie long), validées par l'expérience, sanctionnées par le client final. Elles sont à la fois tacites (Cas des experts) et explicites (Documents de référence), et à la fois collectives et individuelles. Elles sont utilisées dans les processus d'innovation
Type 2	Conception avancée	Innovante	Dynamiques (Cycle de vie court), non validées par l'expérience, non sanctionnées par le client final. Essentiellement tacites (Peu de documents formalisés) et collectives. Elles sont créées par les processus d'innovation. Elles sont très variées et sont liées aux technologies utilisées dans les produits conçus.
<i>Système de décision</i>			
Type 3	Décision et Pilotage		Essentiellement tacites, collectives. Instables et très contextuelles. Peu partagées et peu réutilisées, elles sont à la fois utilisées et créées dans les processus d'innovation. Elles sont très variées mais de nature indépendante des produits conçus.

Tableau 3.1 – Typologie des Connaissances en Innovation (©B.L.)

3.3.2 Choix des connaissances à manipuler : gérer les connaissances liées à la prise de décision

Ce paragraphe présente les choix que nous avons réalisés dans la sélection des connaissances à intégrer dans un *SGC* pour l'innovation.

Nous écartons les connaissances de *Type 1* liées à la conception routinière. Elles sont, par nature, principalement utilisées dans les processus de conception routiniers et doivent être gérées par des *SGC* développés dans un contexte qui n'est pas celui de l'innovation.

Concernant la prédominance des connaissances de *Type 2* dans les projets d'innovation, les solutions de Gestion des Connaissances déjà éprouvées ne peuvent être utilisées car celles-ci concernent des processus routiniers⁹. En effet, les connaissances manipulées pour les phases de conception routinière sont stables, validées, éprouvées, alors que celles nécessaires à l'innovation font *a priori* partie d'un système ouvert, aux frontières variables en fonction du temps. La capitalisation des connaissances de conception liées à l'innovation, caractérisées par leur diversité et leur non-stabilité, serait un investissement trop coûteux compte tenu des bénéfices envisageables. Nous écartons donc ce type de connaissances (*Type 2*).

⁹Nous détaillons ce constat dans le chapitre 6, paragraphe 6.2.3

Nous choisissons de concentrer nos travaux de recherche sur les connaissances liées aux processus de décision (de *Type 3*) pour les raisons suivantes :

1. Les projets de conception de produits nouveaux sont des activités où la décision est un facteur clé de succès. En effet, pendant les prises de décision durant un projet, se jouent les évolutions la valeur et la performance à la fois du projet et du produit conçu. Les gains attendus de la Gestion des Connaissances de ce domaine sont donc vastes.
2. La décision est une activité où la connaissance a un rôle central. Pourtant il existe peu d'approches de Gestion des Connaissances qui couvrent cet aspect¹⁰. Les connaissances liées à la décision sont en effet, par nature complexes car elles revêtent une composante humaine importante. Le champ des contributions à apporter dans le domaine est donc large.

¹⁰Cf. état de l'art 6

3.4 Synthèse

Ce chapitre nous a permis de préciser et de justifier un ensemble d'éléments utiles à la construction de notre problématique de recherche. Nous nous focalisons sur trois aspects :

1. La *Gestion des Connaissances* comme approche de progrès visant l'amélioration de la performance des projets de conception de produits innovants. Les objectifs de cette approche sont d'améliorer l'accès aux connaissances et de pallier les déficiences de l'organisation par projet dans la transmission, la création et l'utilisation des connaissances.
 2. Les *Systèmes de Gestion des Connaissances* de type outil. Ils correspondent à des systèmes d'information mis à disposition des parties prenantes des projets, initiant de nouveaux processus et de légères modifications de l'organisation.
 3. Les *connaissances liées aux processus de décision* dans les projets d'innovation.
-

Problématique de Recherche

Ce chapitre a pour but de synthétiser la problématique de nos travaux de thèse. Celle-ci est l’aboutissement des choix justifiés dans le chapitre 3.

4.1 Problématique : Gestion des connaissances et modélisation des processus de décision

4.1.1 De la nécessité de modéliser les processus de décision

La problématique de nos travaux, la *Gestion des Connaissances* pour l’innovation, découle de la problématique l’amélioration de la performance des projets d’innovation.

Une approche de *GC* se matérialise par la mise en place de *Systèmes de Gestion des Connaissances (SGC)*. Pour cela, nous avons retenu, chapitre 3, une approche de type “outils”. Cette orientation implique que le SGC doit être alors essentiellement composé d’un système d’information. D’après [Alavi M. et Leidner D., 2001] ce type de système se définit comme “*Information Technology -based systems developed to support and enhance the organizational processes of knowledge creation, storage, retrieval, transfer and application.*”.

Les informations intégrées dans le système sont alors des représentations associées aux connaissances. Quelles que soient les approches et les paradigmes qui conduisent à la spécification des informations traitées, il existe une étape préalable¹ qui est l’étude et la

¹Nous détaillons plus spécifiquement cet aspect dans l’état de l’art (Voir chapitre 6, paragraphe 6.2.2 et paragraphe 6.3.3).

modélisation des processus dans lesquels elles sont utilisées. Dans notre cas, la problématique de la Gestion des Connaissances associées aux processus de décision dans les projets d'innovation implique donc la problématique de la modélisation de ces processus :

- L'hypothèse sémiotique montre que les informations sont interprétées et recontextualisées pour générer des connaissances. Nous abordons cet aspect dans l'état de l'art, chapitre 6, paragraphe b. La représentation des informations associées aux processus de décision par la modélisation est une première étape vers la Gestion des Connaissances.
- Il est difficile de détacher la connaissance de son objet. On ne peut traiter des connaissances de la décision sans connaître les processus dans lesquels elles sont utilisées.
- Pour intégrer la Gestion des Connaissances associées aux processus de décision dans les pratiques des acteurs projets, il est nécessaire d'avoir des représentations des processus de décision de ces acteurs.
- Les processus de décision dans les projets sont mal connus et mal maîtrisés.

4.1.2 Une problématique de recherche à deux composantes

Nous pouvons donc reformuler notre problématique de recherche dans le contexte des projets d'innovation en mettant en évidence deux composantes :

1. La première partie de notre problématique de recherche est la *Gestion des connaissances* pour l'innovation. Comment définir cette approche lorsqu'il s'agit de gérer des connaissances issues de processus de décision ? Comment matérialiser cette approche par des Systèmes de Gestion des Connaissances ? Comment définir et spécifier ces systèmes. Comment les mettre à disposition des parties prenantes des projets d'innovation ? Comment évaluer l'apport de cette approche ?
2. La seconde composante de notre problématique concerne les processus de décision, en particulier la modélisation des processus de décision dans les projets d'innovation. En effet, définir une approche de Gestion des Connaissances dans notre contexte, c'est chercher à optimiser cette ressource qu'est la connaissance au sein des processus de décision. Pour cela, une étape préalable et indispensable est la compréhension des processus de décision en projet d'innovation. Cette compréhension passe par la construction d'une méthode de modélisation des processus de décision. Qu'est-ce qu'un processus de décision ? Comment le représenter, le modéliser ?

Ces deux questionnements de recherche peuvent être considérés de manière indépendante mais nous voyons un grand nombre d'interactions qui justifient qu'ils soient traités en cohérence. C'est pour cela que nous présentons dans la partie IV nos contributions concernant la modélisation des processus de décision. Puis, dans la partie V, nous présentons nos contributions concernant la Gestion des Connaissances qui intègrent la représentation des processus de décision.

Nous allons détailler les deux composantes de notre problématique dans les sections suivantes.

4.2 Gestion des Connaissances pour les projets de conception de produits innovants

4.2.1 Problématique de la Gestion des Connaissances

Nous verrons dans le chapitre 6 que si les processus de *Gestion des Connaissances* sont bien établis pour les processus de conception routiniers, il n'en est pas de même pour les processus d'innovation. Ce constat est particulièrement vrai lorsqu'il s'agit de matérialiser la *Gestion des Connaissances* par des Systèmes dont la composante principale est un *Système d'Information*.

Dans le chapitre 3 nous avons présenté et justifié l'intérêt d'une Gestion des Connaissances pour les projets d'innovation. Nous avons également restreint notre problématique de recherche à la définition de Systèmes de Gestion des Connaissances manipulant des connaissances liées aux processus de décision.

Les objectifs de notre approche sont doubles. D'une part, il s'agit de pallier les défaillances en terme d'échange, de création et de partage de connaissances induites par l'organisation par projet. D'autre part, nous voulons supporter les processus d'innovation par une utilisation accrue des connaissances, faire de l'utilisation optimisée des connaissances une voie d'amélioration de la stratégie et de la prise de décision.

Nous pouvons alors préciser notre problématique de recherche. Nous devons :

- Définir l'approche que nous retenons, en particulier quels sont les paradigmes sur lesquels nous nous appuyons ainsi que la définition de la connaissance que nous retenons.
- Matérialiser cette approche par la conception d'un Système de Gestion des Connaissances.

Les contributions de ce mémoire dans le domaine de la Gestion des Connaissances, répondant à ces objectifs, sont proposées dans la partie V.

4.2.2 Définition d'une approche de Gestion des Connaissances

La Gestion des Connaissances (*GC*) en tant que sujet de recherche a émergé depuis le début des années 1990². L'essentiel des publications sur le sujet dans les sciences de l'ingénieur concerne la description de systèmes mis en place avec des applications industrielles. L'essentiel des contributions se focalise sur les technologies et les modèles mis en oeuvre.

Il nous paraît important de situer nos travaux par rapport aux différents paradigmes existants. Cette étape est un préalable nécessaire à la mise en oeuvre concrète de la *G.C.*, quels que soient les moyens ou les outils utilisés. Nous allons nous attacher à définir une approche de *CG* pour les projets d'innovation. Celle-ci doit contenir :

- une définition des paradigmes sur lesquels nous nous appuyons pour définir la Gestion des Connaissances ;
- une définition des modes de gestion de ces connaissances ;
- l'identification de ses objectifs stratégiques.

²Voir le chapitre 6 page 75 qui présente un état de l'art sur le sujet

4.2.3 Définir un Système de Gestion des Connaissances

Une fois l'approche de *G.C.* précisée, émerge la problématique de son déploiement concret sous forme de *Systèmes de Gestion des Connaissances (SGC)*. Comme nous l'avons défini paragraphe 3.2.1, ces systèmes sont mis en place dans une entreprise pour répondre à des objectifs stratégiques. Ils sont destinés à des utilisateurs, dans le cadre de leur activité. Ils réalisent un certain nombre de fonctions qui sont matérialisées par la combinaison d'un outil (en général un outil informatique traitant de l'information), d'une organisation spécifique et de nouveaux processus.

Un Système de Gestion des Connaissances est défini par la grille MYSMAC [Longueville B. et Dudézert A., 2003]. Cette approche propose un cadre de conception d'un *SGC* en cinq points de vue. Définir un Système de Gestion des Connaissances pour l'innovation c'est donc définir les éléments présentés dans le tableau 4.1 auxquels s'ajoute la problématique de l'intégration. Il nous faut donc apporter, en adéquation avec le besoin industriel :

- La définition des objectifs du système : un Système de Gestion des Connaissances est conçu dans un objectif précis. Il doit répondre à un certain nombre de besoins industriels que nous devons mettre en évidence en fonction des utilisateurs du *SGC*.
- La définition des connaissances manipulées par le système : nous avons orienté nos travaux sur les connaissances liées aux processus de décision. Nous devons préciser pour répondre aux objectifs du *SGC* quelle est la forme des connaissances qui seront traitées en fonction des objectifs du *SGC*.
- La définition des fonctions remplies par le système pour répondre à ses objectifs. La définition des fonctions est bien sûr liée à l'approche de *GC* que nous avons retenue.
- La définition de l'architecture du système et des solutions réalisant ses fonctions : nous devons ensuite concevoir les moyens concrets nécessaires à la réalisation des fonctions du Système et les organiser. Nous avons choisi de nous focaliser sur les *SGC* à forte composante *Système d'information*. Néanmoins l'architecture du système doit intégrer également la définition des processus associés au système d'information ainsi que l'organisation requise.
- La définition des utilisateurs du système et des processus dans lesquels le système sera mis en place.

4.3 Modélisation des processus de décision des projets d'innovation

4.3.1 Problématique de la modélisation des processus de décision

Les processus de décision dans les projets de conception de produits innovants conditionnent l'ensemble des activités qui conduisent au résultat. Ils sont réalisés par un grand nombre d'acteurs situés à différents niveaux de l'entreprise avec différentes responsabilités.

D'un point de vue industriel, il existe des processus de décision prescrits par l'entreprise. Il s'agit des processus de pilotage des projets d'innovation qui couvrent la vie d'un projet, de son lancement à sa clôture. Ces processus ne concernent généralement que des décisions

Axe	Description
Objectifs	Un <i>SGC</i> est mis en place pour répondre à un besoin précis et est donc soumis à des objectifs stratégiques. Ces objectifs sont définis en fonction de la stratégie de l'entreprise. Il peut s'agir de réduction de coûts, des délais ou bien de l'amélioration du climat social d'une entité. . .
Connaissances Manipulées	L'objet qu'il manipule, i.e. les connaissances traitées par le système. <ul style="list-style-type: none"> – Type : connaissances développées par des groupes ou par des individus – Nature : connaissances tacites, formalisables ou formalisées – Utilisation : connaissances exploitées ou connaissances déclarées – Lieu de production : dans / hors de l'entreprise, dans / hors de l'activité actuelle
Fonctions	Il réalise un certain nombre de fonctions. Nous proposons une liste non exhaustive des ces fonctions : <ul style="list-style-type: none"> – Mettre à disposition les connaissances – Utiliser les connaissances – Conserver les connaissances – Accroître les connaissances . . .
Structure	Sa structure se décompose en trois éléments. <ul style="list-style-type: none"> – Un outil, généralement un système d'information ou bien un logiciel – Une organisation – Des processus <p>Un <i>SGC</i> peut couvrir l'ensemble de ces éléments ou simplement une composition des trois. En effet certains systèmes mis en place ne sont que des organisations et des nouveaux processus par exemple.</p>
Utilisateurs	Il est destiné à de futurs utilisateurs qui sont caractérisés à la fois par leur nature et par les processus auxquels ils participent.

Tableau 4.1 – Définition d'un *Système de Gestion des Connaissances*, d'après [Longueville B. et Dudézert A., 2003]

de haut niveau correspondant aux divers livrables. Elles sont prises par les différentes instances de décision et de pilotage.

Quant aux décisions internes au projet, elles sont du ressort du chef de projet et de ses équipes. Elles couvrent l'ensemble des aspects d'un projet et touchent donc à la fois l'organisation du projet (le choix d'acteurs, de fournisseurs, la décomposition du projet en sous-projets, la répartition des objectifs, . . .), son processus (l'enchaînement des tâches, les méthodes de conception, de calculs, de validation) et le produit conçu (choix des besoins à traiter, des fonctions à réaliser, des spécifications, des composants). Ces processus de décision ne suivent généralement pas un processus préétabli, ils émergent durant la vie du projet. Ces processus sont perçus complexes et distribués, par les parties prenantes du projet, il est donc difficile d'en avoir une vision globale.

Il existe un réel besoin d'identification et de représentation de ces processus de décision. Pour cela il faut faire face à la complexité de l'organisation projet, à la composante humaine collective dans la prise de décision et aux interactions fortes entre les différents projets.

Aujourd'hui on ne perçoit des processus de décision en projet d'innovation que le résultat,

i.e. la décision prise lorsqu'elle est exprimée dans des documents ou comptes-rendus de réunions. Ces documents fournissent des traces du processus de décision mais de manière non systématique, il s'agit en général d'informations concernant les critères de décision ou les alternatives de décision. Le processus de décision est mal connu, aussi bien dans son déroulement que par les acteurs impliqués dans la décision.

4.3.2 Objectifs

Nous cherchons à définir une méthode de modélisation des processus. Les composantes de cette méthode sont :

- Des modèles : il s'agit de définir ce qu'est un processus de décision et d'apporter des modèles descriptifs permettant la représentation et l'analyse.
- Un langage de modélisation : il est nécessaire à la représentation des processus de décision.
- Une démarche de modélisation : elle comprend l'ensemble des étapes nécessaires à la représentation des processus de décision.

Les contributions de mémoire répondant à ces objectifs sont proposées dans la partie IV

La question de la modélisation des processus de décision peut être considérée comme un problème à part entière. Ce mémoire apporte donc des contributions qui sont valides en dehors du contexte de la *Gestion des Connaissances*. Néanmoins, nous tenons à préciser que, dans le contexte de nos travaux, la finalité de la méthode de modélisation que nous proposons découle de la problématique de la Gestion des Connaissances.

4.3.3 Définir des modèles.

Un modèle est une représentation structurée des objets du réel. Il est composé de concepts articulés par des règles et représentés par des formalismes ou symboles. Nous retenons la définition proposée par *Cantzler*.

Définition 10 Modèle : *“un ensemble coordonné de représentations symboliques, construites selon des lois précises d'une grammaire, qui permet de décrire la réalité selon un réseau de concepts jugés pertinents.”*[*Cantzler O., 1996*] □

Une modélisation d'un objet réel s'appuie sur un ou plusieurs paradigmes que nous devons définir pour construire nos modèles. Il est nécessaire de situer nos travaux par rapport aux diverses approches de modélisation existant dans la littérature.

Par ailleurs, un modèle est un objet finalisé, il n'existe que par l'objectif du modélisateur. Il n'est donc qu'une représentation de la réalité, construite à des fins particulières. La définition de cet objectif fait partie de l'acte de modélisation. L'identification de l'objectif de modélisation est donc incluse dans notre problématique. Cet objectif est défini par le fait que la problématique de modélisation est issue d'une problématique plus vaste, la définition d'approches de Gestion des Connaissances des processus de décision.

4.3.4 Définir un langage de modélisation

Nous devons également proposer, en nous appuyant sur la littérature, un langage de représentation des processus de décision. C'est un ensemble de représentations, de formalismes fondés sur des modèles qui permettent à un utilisateur de décrire, avec un certain point de vue, la réalité. Le langage peut être considéré comme un guide d'utilisation des modèles. Il fait partie intégrante d'une méthode de modélisation.

4.3.5 Définir une démarche de modélisation

Une fois les modèles et le langage de modélisation définis, nous devons bâtir une démarche de modélisation. Celle-ci intègre l'ensemble des étapes à conduire pour obtenir des représentations à partir de la réalité. C'est le *modus operandi* d'une méthode de modélisation.

4.3.6 Les enjeux de la méthode de modélisation

Des modèles de processus aussi complexes que ceux de la décision doivent faire face aux enjeux suivants :

- Intégrer et couvrir la complexité des processus de décision en projet en intégrant des concepts très différents dans leur nature (facteurs humains, phénomènes temporels, informations,...) et dans leur niveau d'abstraction.
- Être capable de représenter l'ensemble des processus de décision, à tout niveau de détail ;
- Représenter le bon niveau de détail. La quantité d'informations relatives aux processus de décision d'un projet est très importante, il faut trouver le juste milieu entre le détail et le général.
- Être interprétable et compris aisément.
- Être applicable dans un contexte industriel.

4.4 Gains potentiels pour les processus d'innovation

Nous avons vu que la principale caractéristique des processus d'innovation est la complexité³. Cette dernière est la cause de difficultés de management et de réalisation des processus d'innovation en projet. *Temri* [Temri L., 2000] met en évidence le rôle qu'a la stratégie dans la gestion de cette complexité en s'appuyant sur les travaux d'*Edgar Morin* :

“La complexité appelle la stratégie. Il n'y a que la stratégie pour avancer dans l'incertain, l'aléatoire”.

Avoir pour objectif de gérer les connaissances de la décision c'est fournir des éléments de gestion de la complexité pour supporter la mise en oeuvre d'une stratégie. La figure 4.1 synthétise les causes principales de complexité dans un processus d'innovation. L'approche de la problématique que nous proposons permet donc de :

³Cf. A.2

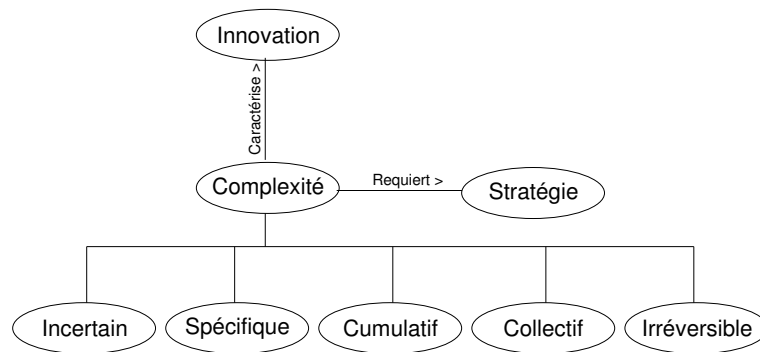


Figure 4.1 – Complexité et stratégie d’après [Temri L., 2000]

- réduire l’incertitude en s’appuyant sur les connaissances issues des processus de décision passés ou bien provenant d’autres projets simultanés ;
- réduire la spécificité des processus de décision en étant capable de confronter les connaissances mises en oeuvre au sein des projets avec celles d’autres acteurs, dans d’autres contextes ;
- profiter des aspects cumulatifs en s’appuyant sur l’expérience passée pour éviter de reproduire des erreurs et tirer partie de ses échecs ;
- intégrer et maîtriser les aspects collectifs en partageant les connaissances des différents acteurs de la décision ;
- réduire l’irréversibilité des processus d’innovation par l’utilisation des connaissances générées lors des grandes étapes de choix et être capable de les remettre en cause.

4.5 Synthèse

Notre problématique de recherche a deux composantes :

1. La Gestion des Connaissances pour les processus de décision :
 - Définir une approche de Gestion des connaissances se focalisant sur les connaissances des processus de décision.
 - Bâtir un cadre générique pour la définition de Systèmes de Gestion des Connaissances concrétisant cette approche.
2. La modélisation des processus de décision dans les projets de conception de produits innovants. Il s’agit de définir une méthode de modélisation des processus de décision :
 - Définir des modèles.
 - Définir un langage de modélisation.
 - Définir une démarche de modélisation.

Troisième partie

Etat de l'art

Présentation de la partie

Cette partie est consacrée à un état de l'art concernant la problématique de nos travaux. Il est décomposé en deux chapitres dédiés à chacune des composantes de notre questionnement de recherche.

1. Le chapitre 5 se focalise sur la modélisation des processus de décision. Il correspond à la problématique présentée paragraphe 4.3. Cet état de l'art identifie dans la littérature les contributions existantes. Il apporte une vue synthétique du domaine, identifie les différents courants de recherche ainsi que leurs évolutions. Il est clos par une synthèse qui présente des perspectives de recherche dans le domaine.
2. Le chapitre 6 est consacré à un état de l'art couvrant la partie gestion des connaissances (GC) de notre problématique présentée dans le paragraphe 4.2. Après avoir défini les concepts fondamentaux de la gestion des connaissances, nous proposons l'étude de quatre domaines couvrant notre problématique :
 - la GC en conception ;
 - la GC appliquée aux projets, en particulier dans le cas de l'innovation ;
 - la GC appliquée aux processus de décision ;
 - la GC spécifiquement matérialisée par des mémoires de projets.

Ce chapitre est clos par une synthèse présentant les apports de chaque approche étudiée et le positionnement que nous retenons.

L'analyse de la bibliographie est réalisée de manière qualitative. Néanmoins, nous avons utilisé une approche quantitative pour illustrer l'évolution des domaines de certains domaines de recherche en forte augmentation (GC et projets, GC et innovation, Cf 6.3) ou en déclin (Les recherches en *Design Rationale*, Cf. 5.3.5).

Cet état de l'art occupe en volume une part importante de ce mémoire. Nous l'avons restitué de manière détaillé car il contribue à la définition d'un domaine de recherche émergent, la gestion des connaissances associées aux processus de décision. Nous le considérons donc comme un réel résultat de nos travaux.

Etat de l'art : modélisation des processus de décision

Ce chapitre se focalise sur la modélisation des processus de décision. Il correspond à la problématique présentée paragraphe 4.3. Cet état de l'art identifie dans la littérature les contributions existantes. Il apporte une vue synthétique du domaine, identifie les différents courants de recherche ainsi que leurs évolutions. Il est clos par une synthèse qui présente des perspectives de recherche dans le domaine.

5.1 Introduction : les différentes approches de la décision

5.1.1 Une vue du domaine

Si dans le sens commun, le mot décision n'est pas particulièrement polysémique, il fait l'objet de plusieurs courants de recherche. En effet, la modélisation de la décision est abordée par de nombreuses disciplines qui y voient un intérêt pour appréhender et comprendre les comportements des systèmes organisationnels et humains. Nous avons conduit une étude bibliographique large chez un fournisseur d'information scientifique¹ concernant des articles de revues internationales. Le critère de recherche que nous avons utilisé était que le résumé, les mots clefs ou le titre devaient contenir le terme "*decision-making*".

En ne comptabilisant que les 1000 résultats les plus pertinents, nous avons trouvé 350 titres de revues allant de 84 occurrences à 1 occurrence par revue. Les principales revues identifiées sont listées dans la table présentée figure 5.1 et associées au nombre d'articles concernés. Nous avons également classé ces articles par thèmes. Les quatre premiers domaines de recherche dans le domaine de la décision sont la médecine, l'environnement,

¹<http://www.sciencedirect.com>

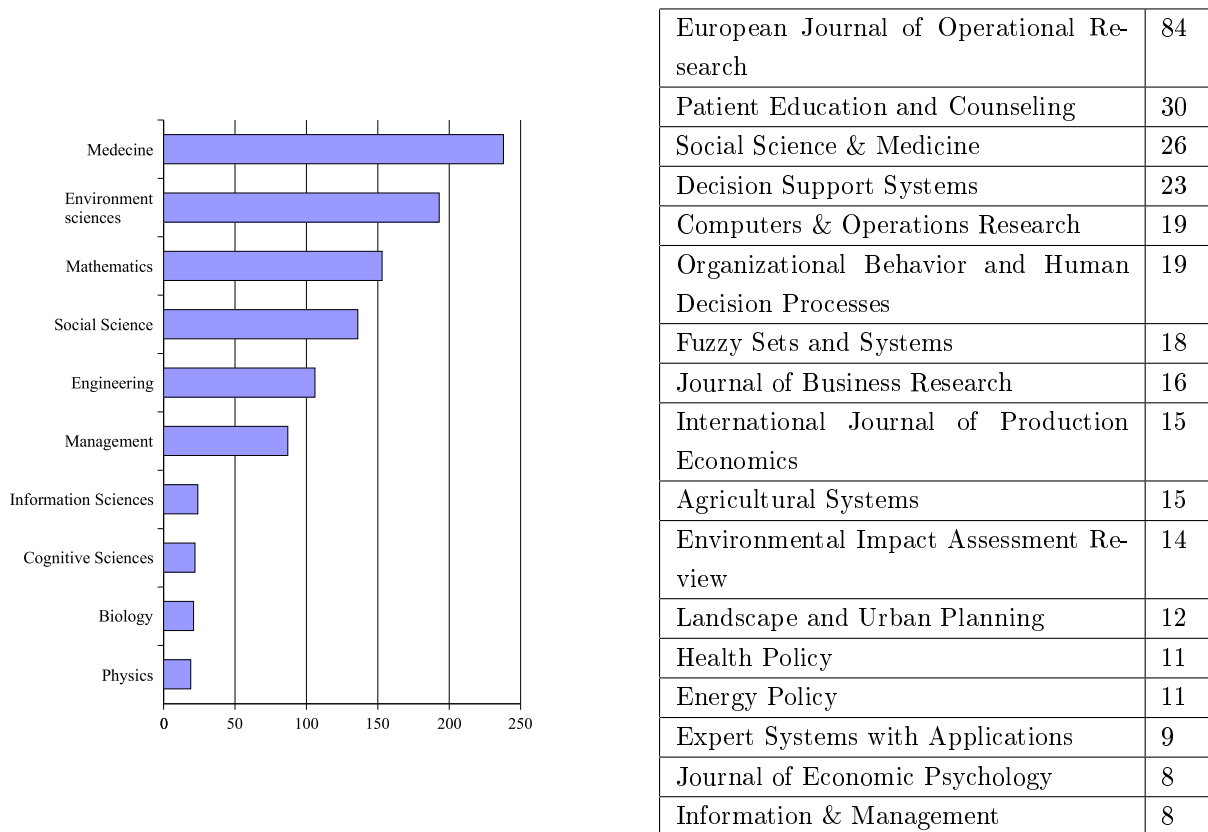


Figure 5.1 – Analyse quantitative des publications de type revue par domaines (©B.L.)

les mathématiques (Recherche opérationnelle) et les sciences sociales. Mais plus que le domaine de recherche, il nous a paru nécessaire de nous intéresser au type de problématique traité. Suivant les approches, les modèles utilisés ont des objectifs différents, nous avons alors regroupé ceux-ci en deux grandes catégories : les approches analytiques (prescriptives) et les approches descriptives.

5.1.2 Les approches analytiques

Issues initialement de travaux d'économistes, l'objectif de ces dernières est d'assister le décideur en lui proposant des outils pour choisir la décision optimale dans une situation donnée, à l'aide d'outils mathématiques. Ces approches dominent dans le domaine médical (aide à la décision pour déterminer des traitements ou des opérations cliniques) ainsi que dans sciences de l'environnement (choix à prendre dans une politique de développement durable). Elles sont également très présentes dès qu'il s'agit d'aide à la décision en ingénierie et en gestion.

Il s'agit de modèles prescriptifs² et normatifs, s'appuyant sur divers outils mathématiques comme la programmation (linéaire et non linéaire), la logique floue. Elles considèrent la décision comme un objet qui est composé d'une procédure de choix (évaluation de plusieurs alternatives, correspondant à des jeux de paramètres) et de la solution retenue (caractérisée par des critères, une performance). Ces approches offrent des solutions adaptées

²exemple du décideur en avenir certain

lorsque les hypothèses de validité des modèles correspondent aux situations d'application. En revanche, lorsque la modélisation des croyances et des désirs des décideurs est confrontée à un environnement en perpétuel changement, lorsque l'écart dans les modèles de rationalités, de croyances et de désirs sont fortement biaisés par les comportements humains, ces théories montrent leurs limites.

5.1.3 Les approches descriptives

Pour pallier ces manques, des approches descriptives ont été développées afin de répondre aux besoins de modélisation des organisations. Elles sont issues de la psychologie cognitive et de la théorie de l'information [Cantzler O., 1996]. Elles visent à modéliser le processus de décision des acteurs pour le décrire, l'analyser et l'exploiter (le réutiliser) si possible. Ces approches prédominent en Sciences Sociales, en Sciences de l'information et en Sciences Cognitives. En nous appuyant sur les travaux de Cantzler [Cantzler O., 1996] nous proposons la carte mentale figure 5.2 qui permet de situer les approches descriptives par rapport aux prescriptives.

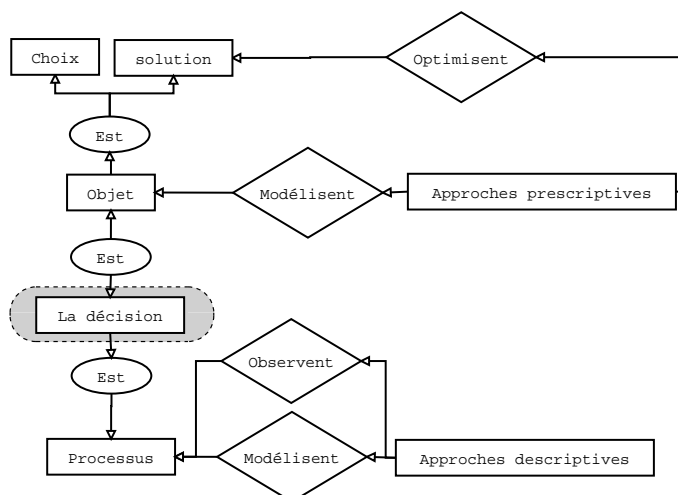


Figure 5.2 – Carte mentale des modèles de décision (©B.L.)

5.1.4 Domaine couvert par cet état de l'art.

Nous allons, dans ce chapitre, étudier les approches descriptives qui correspondent à notre problématique de recherche concernant la modélisation des processus.

Nous nous focalisons sur trois grands courants de recherche :

- la décision en Sciences de Gestion et Management Stratégique ;
- la décision comme argumentation ;
- les modèles de traitement de l'information, approches systémiques de modélisation de la décision, orientées processus.

Chaque approche sera détaillée et fera l'objet d'une synthèse, puis, en fin de chapitre nous présenterons une synthèse globale.

5.2 La Décision en Sciences de Gestion et Management Stratégique

5.2.1 Origines

Pour pallier les limites des modèles rationnels, des approches de modélisation de la décision en organisation ont été développées, en Sciences de Gestion et en Management Stratégique [Arregle J.-L., 2001]

Il s'agit alors de considérer la décision comme un processus complexe, et d'intégrer dans sa modélisation l'importance de la cognition, les relations affectives, inconscientes, collectives des êtres humains.

5.2.2 L'humain au cœur de la décision

Les styles de décision [Taggart W. et Robey D., 1981] montrent que le comportement de l'être humain en situation de décision est en perpétuelle balance entre une perspective logique et rationnelle, et une perspective émotionnelle, illogique, subjective et intuitive. Ces deux types de comportements pouvant être observés chez un même individu, y compris par des études cliniques du fonctionnement des deux hémisphères du cerveau.

Tarondeau met en évidence quatre modèles de décisions stratégiques. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 5.1. Le même auteur fait également référence aux *biais cognitifs* des décideurs, qui représentent les "écarts observables entre les processus de décision rationnel [...] et le processus réel". Ceux-ci portent sur "les perceptions des situations de décision, sur les choix des décideurs et sur l'évaluation des conséquences de ces choix".

Prise en compte de l'affectif Par ailleurs, Reynaud met en évidence la prépondérance de l'affectif dans la décision [Reynaud E., 1999]. En effet, il s'agit de remettre en cause le cognitivisme qui analyse la stratégie dans la prise de décision à partir d'entretiens directifs qui présuppose qu'il existe "un lien entre le processus cognitif et le comportement" et que les résultats de ces entretiens "représentent la pensée du dirigeant". Or, ce type d'entretiens ne permet pas de prendre en compte la part inconsciente de la cognition, lorsqu'il s'agit de savoir tacite, l'éthique, la moralité, les relations de pouvoir, l'inconscient. Pour cela, l'auteur propose de s'appuyer sur la méthode des scénarii, des tests projectifs qui permette d'attribuer à autrui (un collègue imaginaire par exemple) son propre affectif et de l'exprimer.

Décision et collectif Comme l'indique [Arregle J.-L., 2001], la décision s'opère essentiellement de manière collective, au sein d'une organisation.

Les conséquences des phénomènes de groupe ont été décrites par *Vidaillet* [Vidaillet B. et Gamot G., 2001]. Cet auteur explicite les différents dysfonctionnements dans la prise

<i>Le modèle de l'acteur unique</i>	Ce modèle rationnel représente un individu unique cherchant à atteindre des objectifs parfaitement identifiés et non conflictuels en optimisant l'utilisation de ressources parfaitement identifiées et disponibles. Il se décompose en la formulation du problème, l'identification des actions à entreprendre, l'évaluation des alternatives, le choix de la meilleure solution.
<i>Le modèle politique</i>	Il repose sur l'ambiguïté qui permet à des acteurs ayant des systèmes de préférences disjoints de former des coalitions éphémères. Il met en évidence l'importance de savoirs relationnels permettant d'identifier le jeu et le système politique à l'œuvre dans le processus de décision.
<i>Le modèle organisationnel</i>	il tente de représenter le processus de décision de l'organisation. Il s'agit d'un processus collectif rassemblant des acteurs ayant des motivations et comportements différents qui sont associés à des systèmes de rôles différents.
<i>Le modèle de la pou- belle</i>	On considère qu'une décision est toujours, mais à des degrés divers, le résultat d'une rencontre fortuite entre un problème à résoudre et une solution satisfaisante à celui-ci. Les rencontres se font dans les lieux et des moments où des décisions doivent être prises.

Tableau 5.1 – Principaux modèles de décision stratégique d'après [Tarondeau J.-C., 1998]

de décision en utilisant la théorie du *groupthink*³. L'auteur présente une étude entre les conditions antécédentes d'apparition du phénomène de *groupthink* et les conséquences d'un tel phénomène (Cf. 5.2).

5.2.3 Paradigme : Le cognitivisme

Ce courant de recherche est né de la critique des théories analytiques (rationnelles) de la décision pour faire apparaître l'importance du raisonnement des acteurs en situation de décision en s'appuyant sur des méthodes cognitives, individuelles et sociales. Il s'agit alors de comprendre un modèle de décision, qui est "le fruit des orientations cognitives et des schémas de compréhension mentale des personnes impliquées dans la prise de décision". Il s'agit d'étudier les trajectoires d'évolution des firmes, par les mécanismes cognitifs impliqués dans les comportements décisionnels des managers [Mazouz S., 2001].

Les cartes cognitives : ce sont des représentations mentales [Tarondeau J.-C., 1998] globales composées d'un contenu (les concepts et catégories mobilisés dans ses représentations mentales) et d'une structure (les relations perçues entre ces éléments). Les cartes cognitives montrent que les décideurs ne s'appuient pas sur des faits mais sur des représentations et des croyances.

³"théorie qui a mis en lumière un ensemble de facteurs susceptibles de mener à une défaillance ou à des biais dans la prise de décision en groupe restreint modérément ou fortement cohésif" [Vidaillet B. et Gamot G., 2001]. Cette théorie est développée par *Janis* depuis 1971.

<i>Examen incomplet des objectifs</i>	Pour limiter la période d'incertitude, le groupe se focalise rapidement sur des objectifs restrictifs, comme la réduction de coût ou la simplicité de la solution.
<i>Un examen incomplet des alternatives et la non-réévaluation d'alternatives rejetées au départ</i>	Ceci doit correspondre à un biais cognitif qui est celui de présupposer la solution à un problème de conception.
<i>La non prise en compte des risques associés à l'option préférée</i>	Ce comportement est souvent lié à l'existence ailleurs de la solution qui apparaît alors comme étant la bonne.
<i>Une recherche d'information limitée</i>	Ce dysfonctionnement vient de la méconnaissance des processus de décision qui ont conduit aux choix précédents ou des concurrents. Ou même pire, la non-connaissance de l'existence de solutions équivalentes ailleurs.
<i>Un biais de sélection dans l'utilisation des informations disponibles</i>	L'information est mal utilisée lorsqu'elle est disponible, ou alors les hypothèses qui l'accompagnent ne sont pas vérifiées.

Tableau 5.2 – Dysfonctionnement dans la prise de décision collective, adapté de [Vidaillet B. et Gamot G., 2001]

Policy Capturing et modèles linéaires hiérarchiques : une autre solution pour identifier de façon objective les modèles de décision des acteurs afin de les analyser et de prédire éventuellement les décisions futures est la méthode de *Policy Capturing*. Arregle [Arregle J.-L., 2001] montre que cette analyse peut se faire à partir de collecte d'informations auprès des managers et par analyse par des modèles linéaires hiérarchiques (MLH). La phase de recueil ne se fait pas par explicitation par le manager lui même mais par observation et enregistrement de son comportement en situation. "L'idée fondamentale est que, quand les individus doivent prendre une décision, une politique de jugement sous-jacente (le modèles cognitif) gouverne la façon dont chacun intègre les différents éléments d'information pertinents en un seul jugement final". Cette méthode est dérivée de la psychologie sociale.

Styles conjecturaux de décision Dans [Mazouz S., 2001], il est mis en évidence que les approches analytiques sont complétées, ou remplacées par des approches moins rationnelles, que l'auteur appelle *styles conjecturaux de décision*. Lors de certaines situations de décision critiques, ayant pour sujet des aspects concurrentiels où d'organisation interne de la firme, il s'agit de prendre en compte, au-delà de la logique et de l'optimisation (théorie de la décision [Roy B., 1985], recherche opérationnelle), des mécanismes sociologiques, neurologiques, économiques, informatifs, complexes par essence.

Se concentrer sur "ces processus cognitifs de décision revient à explorer la relation complexe entre les représentations, les actions et les contextes des participants engagés dans la vie organisationnelle". Il s'agit des "mécanismes cognitifs sous-jacents à la perception, aux potentialités d'interprétations et aux capacités de traitement des informations".

5.2.4 Synthèse

Les méthodes proposées dans ce domaine se concentrent sur les aspects internes de la décision (le cas du cognitivisme) par exemple en cherchant à l'expliquer par des manifestations externes. Ces méthodes s'appuient sur des protocoles lourds d'observation et nécessitent le recours à un observateur ainsi que des interviews ou séances de groupes spécifiques.

L'intérêt essentiel de ce type d'approche dans notre problématique de recherche est leur potentiel descriptif. En effet, ces approches se concentrent sur l'homme en situation de décision. Elles permettent de décrire les facteurs humains qui jouent un rôle prédominant.

Nous nous appuyons sur ce constat pour définir dans les chapitres 12 et 13 un paradigme de Gestion des Connaissances qui ne vise pas l'explication et la représentation des phénomènes cognitifs qui explique la décision. En effet, les approches présentées dans cette section mettent en évidence les difficultés que recouvre l'explication de la décision sur le plan humain.

5.3 La décision comme argumentation : le *design rationale*

5.3.1 Introduction

Le *Design Rationale*⁴, est né du constat que la décision peut être avant tout perçue comme un processus d'argumentation. Nous allons détailler ce domaine de recherche suivant quatre points de vue, sa définition, son utilisation, les différentes approches et leur évolution. Un synthèse et un positionnement de nos travaux sera ensuite présenté.

5.3.2 Définitions

La définition proposée n'est pas inspirée d'un article spécifique, mais est née du constat que l'ensemble des contributions s'accorde sur une définition.

Définition 11 *Le design rationale est l'explication des raisons pour lesquelles un artefact est conçu tel qu'il est [Regli W.C et al., 2000]. Cela concerne en particulier la connaissance des décisions prises lors de la conception, les raisons et les compromis qui les justifient.* □

Cette définition est valable dans de nombreux domaines de la conception, en particulier le génie logiciel, l'architecture et la conception de produits. Dans ce dernier cas, nous retenons en particulier la définition suivante :

⁴Dans la suite de ce paragraphe nous utiliserons le terme de *Design Rationale*, une traduction en français peut être "logique de conception" ou bien "raisonnement de conception".

Définition 12 *Le design rationale englobe le contexte le plus large du processus de développement de produit. Celui-ci comprend les informations à propos des décisions, pourquoi ont-elles été prises, les relations ou les dépendances pouvant les relier à certains éléments de la représentation du produit (une fonction, un artefact, ...), ou bien à d'autres décisions.* [Szykman S. et al., 2001]. □

Une méthode de *Design Rationale* est donc une méthode qui permet de formaliser les argumentations conduisant à la prise de décision lors d'un acte de conception. Un système de *design rationale* est la mise en application de ces méthodes, sous forme logicielle [Regli W.C et al., 2000].

5.3.3 Utilisation du *Design Rationale* (DR)

Fonctions réalisées par un système de DR Les différentes fonctions réalisées par ces systèmes peuvent être groupées en 3 grandes catégories [Regli W.C et al., 2000] :

- Représenter. Un formalisme est généralement associé aux méthodes mises en place, le choix de ce formalisme détermine la nature du recueil et de la restitution du *design rationale*. Il existe des approches orientées processus de conception et les orientées caractéristiques de conception. Les différentes méthodes seront discutées dans le paragraphe 5.3.4
- Capturer. Il s'agit, au cours du processus de conception de capturer les informations nécessaires à la construction du DR. Toute la difficulté de cette étape réside en la sélection des informations nécessaires et la nécessité de s'intégrer aux processus de conception.
- Restituer. Une fois capturé, le DR est restitué et utilisé par les concepteurs. Cette étape est fortement contrainte par le formalisme utilisé, lié à la méthode choisie. L'utilisation des DR est discutée plus précisément dans le paragraphe suivant.

Utilisation Les méthodes de DR permettent aux utilisateurs d'accéder à l'historique des décisions via trois principaux modes [Regli W.C et al., 2000] : en naviguant dans les différentes alternatives de conception suivant différents niveaux de représentations, par requête dans une base de données, ou bien par restitution automatique pendant le processus de conception.

Les diverses représentations de la logique de conception sont construites par les concepteurs, par une personne dédiée ou bien automatiquement en essayant d'extraire le maximum d'informations à partir des courriers électroniques par exemple.

L'utilisation du *design rationale* se fait principalement à deux niveaux.

- D'une part, dans des organisations complexes, où les relations directes d'individu à individu ne sont pas toujours possibles [Szykman S. et al., 2001]. Cela permet également d'identifier qu'une décision a été influencée par des décisions antérieures et permet d'en tirer les conséquences nécessaires pour les décisions qui suivront. Le DR permet par ailleurs de réduire les coûts et les délais, en particulier en assistant la résolution de conflits, de désaccords dus à la mauvaise compréhension des interactions entre les décisions prises.

- D'autre part la réutilisation des historiques [Burge J. et Brown C., 2000; Burge J. E., 1998] permet d'assister la conception sous la forme :
 - d'une vérification de la conception ;
 - de réutilisation de conceptions passées ;
 - de maintenance, pour localiser les causes de défaillance ;
 - de documentation ;
 - d'évaluation de performance ;
 - de formation et d'apprentissage ;

Quelles que soient les utilisations du *Design Rationale*, la qualité des résultats dépend fortement de la qualité du recueil. Or, c'est ce qui a, dans de nombreux cas, porté tort à ces méthodes. En effet, les formalismes ne sont pas toujours adaptés aux situations de conception, ce qui rend la tâche de formalisation de la décision très coûteuse pour un résultat qui n'est pas toujours satisfaisant [Lewkowicz M. et Zacklad M., 1998].

5.3.4 Différentes approches

Il existe deux représentations complémentaires du *design rationale* [Szykman S. et al., 2001]. La première approche consiste en la représentation des intentions de conception d'un artefact alors que la seconde s'intéresse à la formalisation du processus de conception et en particulier du processus de décision. Dans cette dernière approche, les premiers travaux datent des années 1970 dans le domaine de la conception de logiciels [Conklin J. et Begeman M., 1988] avec les travaux de Rittel sur la méthode IBIS. A partir de cette date, deux grandes familles de méthodes cohabitent. Les méthodes orientées processus de conception et les approches orientées caractéristiques de conception.

Les approches orientées processus, exemples de IBIS, QOC, DRCS Elles ont été initiées par IBIS, et visent à représenter le processus d'argumentation à l'aide d'un certain nombre de primitives. Par exemple, pour Ibis, il s'agit de :

- *Issues* : Questions that the design or argument is addressing
- *Positions* : potential resolutions of an issue
- *Arguments* : that support or refute a position

Ces méthodes sont utilisées en cours de réunion ou *a posteriori* pour reconstruire l'espace de décision de la conception. La méthode la plus utilisée est la méthode QOC [Buckingham Shum S., 1997b; Buckingham Shum S., 1997a; Buckingham Shum S. et al., 1997; Buckingham Shum S. et Selvin A.M., 2000]. Cette dernière fournit une analyse de la prise de décision plutôt qu'une réelle représentation des processus sous-jacents. L'exemple de la figure 5.3 illustre une représentation d'une prise par :

- les questions et problèmes posés (Q) ;
- les options qui sont les différentes alternatives en réponse à ces questions (O) ;
- les critères qui permettent d'évaluer telle ou telle option (C).

Les options génèrent ensuite d'autres questions dont les réponses sont de nouvelles options. Un critère permet également de rendre explicite une ou plusieurs exigences dissimulées dans la question.

QOC et IBIS sont des approches orientées processus car elles sont structurées en fonction des différentes étapes identifiées d'un processus de décision. Mais elles ne font pas

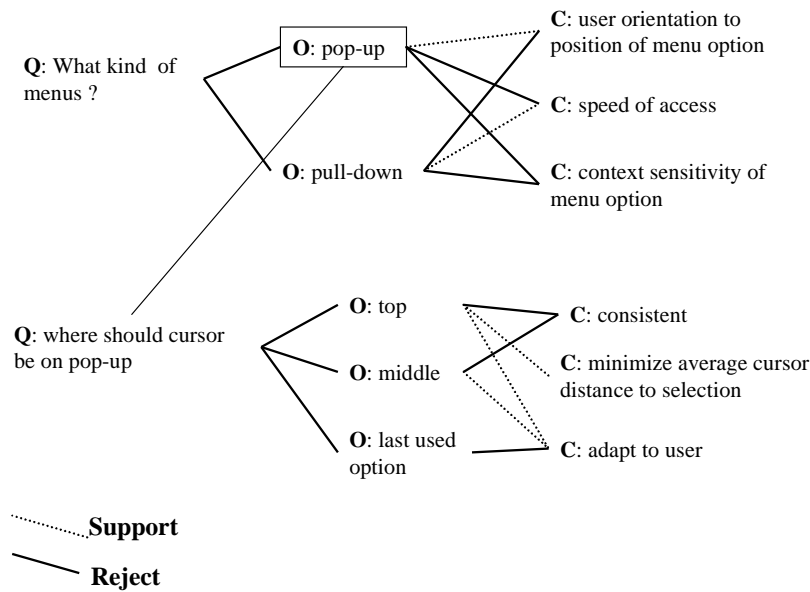


Figure 5.3 – Exemple : Application de la méthode QOC

apparaître la dimension temporelle des activités de décisions.

Le système DRCS [Klein M., 1993] spécifie un langage de description de la logique de conception. Il comporte 5 modèles. Le modèle de synthèse permet de décrire l'artefact conçu et les tâches de conceptions. Le modèle d'évaluation permet de capturer les spécifications de la conception ainsi que de tracer celles qui sont satisfaites. Les spécifications concernent les attributs de l'artefact et des tâches. Le modèle d'intention permet de tracer les décisions prises et les stratégies de résolution [Matta N. *et al.*, 1999b]. Les alternatives de conception sont représentées par un modèle de version. Enfin, le but du modèle d'argumentation est de décrire les raisons sous-jacentes à l'évaluation d'une alternative.

Le principal intérêt de cette méthode est de développer un système de DR qui permette de décrire les dépendances entre les différentes décisions concernant les processus et les artefacts conçus. C'est la seule méthode de *design rationale* qui ne sépare pas le processus de décision de l'objet décidé. La principale difficulté réside en l'intégration d'une telle méthode dans les outils existants, en particulier avec les outils de *workflow* et de SGDT décrivant les produits.

La méthode DRCS a évolué par la suite en s'intégrant dans les recherches à propos des processus de conception collaboratifs. En particulier en 1995 [Klein M., 1995], Klein a utilisé les concepts de DRCS pour créer *iDCSS*, un modèle de coordination en ingénierie collaborative intégrant des fonctionnalités de résolution de conflits, de gestion des processus (*workflow*) et de gestion de la mémoire de projet (*design rationale*). Puis en 1997, C-DeSS intègre également les concepts de DRCS pour réaliser un outil de capture de logique de conception préliminaire et géométrique.

Les approches orientées vers les caractéristiques de conception Ces approches concernent essentiellement la conception routinière. Elles s'appuient sur des règles décrites pour assister les processus de décision. Elles sont beaucoup plus formelles que les

précédentes et permettent un traitement automatisé de la logique de conception qui est acquise au fur et à mesure de la conception [Regli W.C *et al.*, 2000]. Elles décrivent une structure logique des caractéristiques de décision.

Récapitulatif des méthodes Nous proposons un tableau récapitulatif des éléments caractérisant une méthode de DR et l'outil associé, d'après [Regli W.C *et al.*, 2000].

<i>Formalisme</i>	<i>Capture</i>	<i>Restitution</i>	<i>Type</i>	<i>Domaine</i>
Formalisme utilisé : QOC, IBIS, DRCS	Concepteurs / automate	Navigation, Requêtes, automatique...	Processus / Caractéristiques de conception	Générique, Spécifique

Tableau 5.3 – Les méthodes de Design Rationale

5.3.5 Tendances et évolutions

Les recherches dans ce domaine peuvent être classées en trois grandes périodes.

1. Les premiers travaux concernent l'observation des processus de conception [Ullman D.G., 1988] et des processus de décision associés.
2. Durant la seconde période, un travail important a été mené par de nombreuses équipes de recherche (Knowledge Media Institute, Xerox Research Center, ...) sur la conception de formalismes et d'outils associés dédiés à la capture et la représentation du *Design Rationale* [Burge J. et Brown C., 2000].
3. Aujourd'hui, les contributions dressent le bilan de l'utilisation de ces systèmes [Burge J. et Brown C., 2000] [Regli W.C *et al.*, 2000] et cherchent des voies d'amélioration.

La diminution du nombre de publications dans le domaine est illustrée par la figure 5.4.

Il existe des obstacles et de freins au déploiement de telles méthodes en particulier en milieu industriel. Une étude empirique des documents de DR, *Karsenty* [Karsenty L., 1996], montre certaines limitations des représentations existantes. En particulier, elles ne sont pas suffisamment appropriables par les utilisateurs, et les formalismes (dans ce cas le QOC) ne fournissent qu'une partie des réponses espérées sur les conceptions passées.

L'activité des travaux sur le *Design Rationale* en tant que tel ralentit au profit de l'utilisation de telles représentations dans le cadre de la mémoire de projet⁵. Mais à notre connaissance, hormis les travaux de l'INRIA [Matta N. *et al.*, 1999a], [Bekthi S. et Matta N., 2002], [Lewkowitz M. et Zacklad, 2002], [Bracewell R.H et Wallace K.M., 2003] ces méthodes sont peu utilisées. Néanmoins, pour "les industriels développant aujourd'hui fréquemment des produits en s'appuyant sur des équipes d'individus s'étendant hors des frontières organisationnelles, la capture du *design rationale* est un point important dans l'évolution des bases de connaissances produit" [Szykman S. *et al.*, 2001].

⁵Cf. 6.5

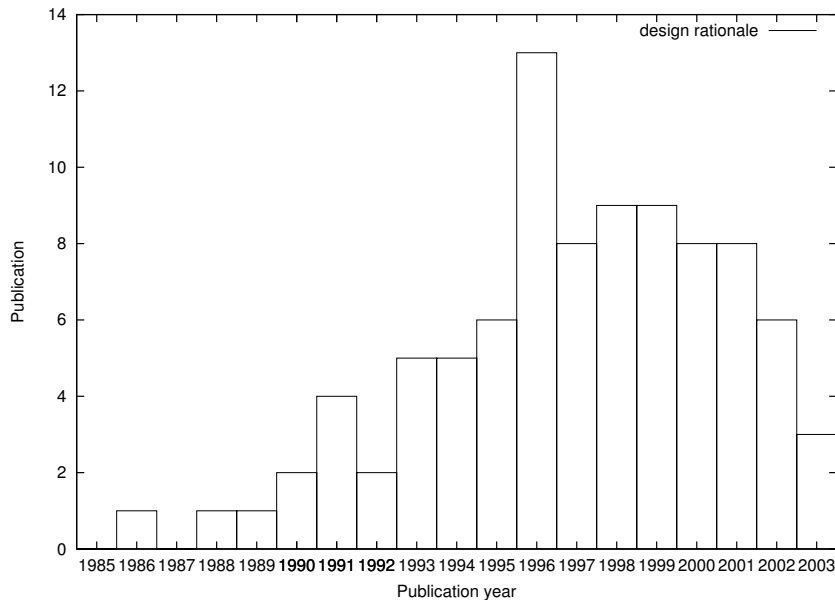


Figure 5.4 – Évolution du nombre de publications dans le domaine du *Design Rationale* (©B.L.)

C'est pour cette raison que les travaux les plus récents [Myers K. L. et Garcia P., 2000] [Myers K. L. *et al.*, 1999] s'orientent vers la capture du *design rationale* en cours de conception. La méthode de capture nommée RCF (*Rapid Construction Framework*) s'appuie sur l'*intelligence artificielle* (modélisation de connaissances, qualitative reasoning). Ces systèmes non-intrusifs sont particulièrement intéressants car ils permettent de s'affranchir du temps nécessaire à la capture des informations contrairement aux systèmes classiques qui nécessitent une participation active et intensive des concepteurs. On note également les travaux dans le domaine de l'ADD (*Active Design Documentation*) [Varejao F.M. et Garcia A.C.B., 1996] qui s'intéresse essentiellement à la conception paramétrique.

Les travaux futurs sur ce sujet devront faire face à trois types de problèmes [Regli W.C *et al.*, 2000]. (i) Au niveau des formalismes de représentation, il apparaît nécessaire de faire évoluer les travaux existants en permettant de gérer les différents arguments qui pour l'instant sont souvent du texte libre mais également de gérer les différents niveaux d'abstractions, la représentation du produit (ii) La capture est également un point difficile. Il est probable que les formalismes vont évoluer vers des systèmes interférant moins avec les processus de conception et permettant de gérer les conflits avec les connaissances déjà implémentées mais également de permettre de faire la capture réellement en cours de conception et non *a posteriori*, (iii) L'enjeu concernant la restitution des historiques de conception est de taille. Il s'agit de développer des outils qui puissent être acceptés en masse dans les entreprises y compris dans d'autres domaines que la conception.

5.3.6 Synthèse

Les travaux sur le *Design Rationale*, même si les résultats des représentations n'ont pas toujours été couronnés de succès, nous apportent de nombreux éléments sur la compréhension et la formalisation de la décision vue comme argumentation. Par ailleurs, il est intéressant de considérer les évolutions de ces méthodes vers la mémoire projet, en s'in-

téressant cette fois, non pas à la décision en cours de réunion de conception, mais à la décision en cours de projet, en étendant les modèles à des activités autres que la conception.

L'intérêt essentiel de ce type d'approche dans notre problématique de recherche réside en la représentation des objets liés aux processus de décision. Nous pouvons nous appuyer sur les recherches empiriques menées dans le domaine du *design rationale* ayant identifié ces objets (*alternatives, critères*). Nous nous appuyerons sur ces travaux pour définir la *vue structure de décision*, proposée en 8.

Néanmoins nous identifions dans ces approches un manque d'intégration. Quels sont les liens entre le processus de décision (vu comme une succession d'activités dans le temps), l'objet qui est décidé et la structuration de l'espace de décision proposé en *design rationale*? Comment représenter le rôle tenu par les individus dans la décision ?

Dans la partie IV, nous proposons INDIGO, un modèle intégré de processus de décision. Les modèles proposés s'appuient alors sur les approches en DR tout en les améliorant. En particulier, dans le chapitre 9 nous contribuons à un modèle de processus qui permet de faire le lien entre la structure de décision et son évolution dans le temps. Le chapitre 10 propose par ailleurs de décrire le rôle joué par les groupe de décision.

5.4 Modélisation des processus de décision : processus de traitement d'informations

Il s'agit ici de s'intéresser à la façon dont les décideurs collectent et utilisent⁶ l'information dans la prise de décision, et ce afin de comprendre et d'assister les décideurs [Taggart W. et Robey D., 1981]. Plusieurs approches coexistent dans ce domaine, on notera en particulier la modélisation des heuristiques supposées utilisées par les décideurs ([Simon H.-A., 1991], Newell, Mintzberg).

5.4.1 Processus de décision et origines

D'après *Le Moigne* [Le Moigne J.-L., 1990], les approches systémiques de modélisation des processus de décision sont nées des observations de processus de décision réalisées par *Simon*. En effet, on considère alors "le modèle complexe de la décision entendue comme un processus cognitif complexe et non plus comme un objet tenu pour bon ou mauvais au regard d'un unique critère de rationalité disjonctive". On s'éloigne donc des théories analytiques⁷, qui instrumentalisent la décision, pour la réduire à une procédure de choix mathématique, "la commande optimum, que doit recevoir le système pour établir le bon comportement rationnel, présumé unique".

Ces approches, supposent que chez chaque individu il existe des structures mentales de raisonnement en situation complexe de décision. L'objectif de la modélisation systémique

⁶Il s'agit alors de HIP *Human Information Processing*

⁷Cf. 5.1.2

de la décision est alors de développer des formalismes pour les caractériser. La définition qui caractérise ces approches de modélisation de la décision est celle de *Le Moigne* :

Définition 13 *La modélisation systémique propose de considérer la décision comme un processus de traitement de l'information séquentiel et projectif se développant au sein de l'organisation complexe dont il n'est pas séparable [Le Moigne J.-L., 1990].* □

5.4.2 Modélisation systémique du processus de décision

a. Le Modèle Canonique de la Décision

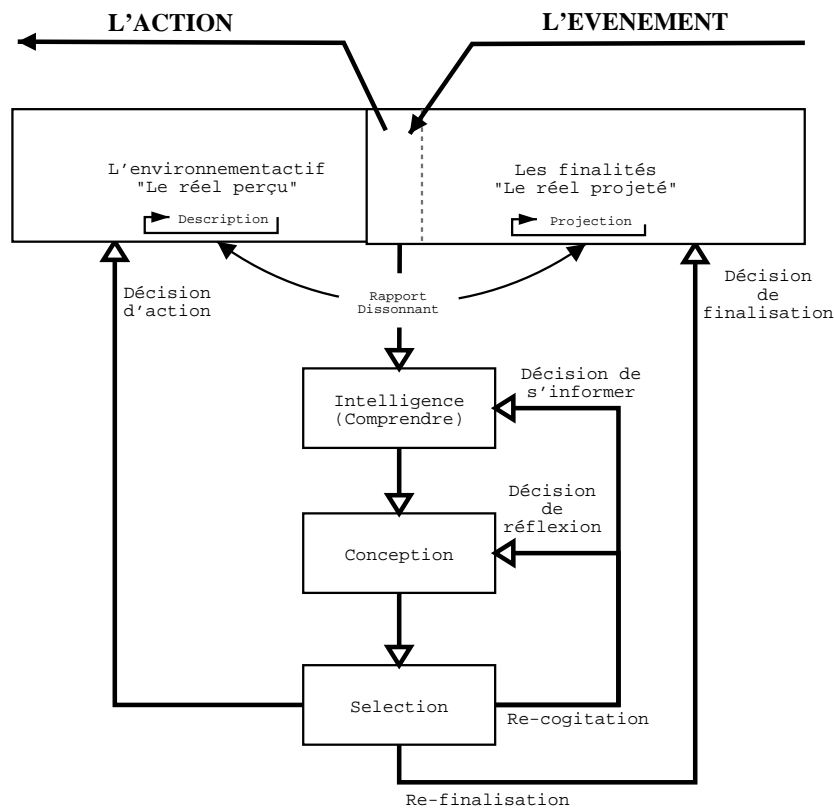


Figure 5.5 – Le modèle Canonique du processus de décision-résolution organisationnelle

Ce modèle, présenté figure 5.5 a été adapté des travaux de *Simon* par *Le Moigne*. La décision est alors représentée par trois sous-systèmes de décision, le système d'Intelligence, le système de Conceptio et le système de Sélection.

La décision est une activité de résolution de problèmes, mais “les problèmes ne sont pas donnés *a priori* mais construits”. Il est caractérisé par un évènement qui va induire la construction du problème, et va conclure à une action. A l'intérieur du système de décision, on distingue, d'une part l'environnement actif, “le réel perçu” qui est décrit, et d'autre part, les finalités, le “réel projeté”.

Le système d'Intelligence C'est ce système qui construit le problème décisionnel. Celui-ci est alors représenté par des symboles mettant en évidence les écarts entre la situation perçue et la situation projetée (voulue).

Le système de Conception Ce système élabore les plans d'action, les stratégies possibles par lesquelles devra se résoudre le problème. Ceux-ci peuvent être de deux ordres, des heuristiques⁸ ou des algorithmes⁹.

Le système de Sélection C'est le système qui compare le réel projeté et le réel perçu par l'évaluation des plans d'action. Trois situations sont alors envisageables :

1. La décision : La comparaison des évaluations des solutions élaborées conduit à une solution préférée qui est arrêtée. Notons qu'en situation complexe, il n'existe pas de décision optimum. Il s'agit plutôt de décisions satisfaisantes ("*satisficing*" [Simon H.-A., 1991] "au regard de tous les critères considérés". Ces critères intégrant des concepts tels que l'urgent, l'économie cognitive.
2. La décision de s'informer : si aucune des solutions élaborées n'est satisfaisante ou si leur évaluation les rend trop proches l'une de l'autre, il y a décision d'effectuer de nouvelles boucles (Sélection, Conception, Sélection) ou (Sélection, intelligence, Conception)
3. La décision de re-finaliser : lorsque les itérations successives de décision de s'informer ne permettent pas de conduire à une solution, le système peut décider de modifier le "réel projeté" en modifiant ses finalités. Cela peut par exemple, se manifester par la grande complexité des formulations initiales, trop simples pour être traitées.

b. Autres contributions

Ce modèle a initié un grand nombre de recherches. Nous pouvons citer ici la contribution du projet CODESCO qui propose un modèle générique de processus de décision dont les étapes sont : (1) *Framing or problem understanding*, (2) *Gathering intelligence and developping*, (3) *Coming to conclusions and selecting a solution and* (4) *Learning from feedback*.

Une approche similaire a été développée par [Balasubramanian P. *et al.*, 1999] pour modéliser les processus de décision. Les étapes du *goal oriented decision-making* sont alors :

1. définition du contexte et objectif de la décision ;
2. identifier ou générer les options à considérer ;
3. spécifier les facteurs, hypothèses, raisons ou toutes autres informations à considérer ;
4. évaluer les options ;
5. mettre en oeuvre la décision.

⁸Raisonnement formalisé de résolution de problème dont on tient pour plausible, mais non pour certain, qu'il conduira à une solution satisfaisante. Un raisonnement pas tâtonnement, par exemple est une heuristique

⁹Raisonnement formalisé dont on a au préalable démontré formellement la convergence, qu'il conduira à la détermination de la solution du problème

c. Synthèse

Par rapport à notre problématique de recherche, cette approche apporte une réelle contribution dans la modélisation des aspects processus de la décision. Nous nous appuyerons sur cette caractérisation des activités de décision pour bâtir notre contribution (Cf. 9.2.2 pour la typologies des activités de décision et 9.1 pour la définition d'un processus de décision).

Néanmoins elle ne met pas en évidence l'évolution des informations décisionnelles. C'est une représentation des fonctions des différentes activités de décision et de leur enchaînement. Par ailleurs les aspects organisationnels (rôles et collaborations des individus) ne sont pas abordés.

Nous aborderons ces aspects dans la partie V. Nous proposerons, chapitre 9, un modèle de processus qui intègre à la fois l'évolution des informations décisionnelles. Les aspects organisationnels et l'identification des rôles de groupes de décision seront abordés chapitre 10.

5.4.3 La méthode GRAI R&D

a. Fondements de la méthode

La méthode *GRAI R&D* est également issue des approches systémiques de la décision. Cette méthode a pour origine la méthode *GRAI*, conçue pour assister la conception de systèmes de production [Doumeingts G. *et al.*, 1987] qui a évolué ces dernières années, vers le pilotage des activités de conception. *GRAI R&D* propose un modèle de référence à partir d'une modélisation systémique. Le système de conception est décomposé (fig. 5.6) en trois sous-systèmes, le système décisionnel et le système technologique qui communiquent par l'intermédiaire du système d'information. Les entrées de ce système sont les besoins, les objectifs, les informations externes, le résultat, la sortie est une définition du produit et des procédés associés [Merlo C. et Girard P., 2001].

b. Typologie des activités d'ingénierie

GRAI R&D représente le processus d'ingénierie comme une succession de transformations. Eynard [Eynard B., 1999] considère que, contrairement aux hypothèses simoniennes [Le Moigne J.-L., 1990], une représentation des activités de conception ne peut dissocier "la phase qui a pour but de comprendre et de formuler le problème, de celle qui va rechercher, imaginer et proposer un ensemble d'alternatives de solutions". L'auteur propose donc de regrouper les phases *d'intelligence*¹⁰ et de *conception* en une seule activité : *activité de conception*. Par contre, la phase de sélection peut être considérée à part, "du moment où il est fourni au décideur les éléments nécessaires à sa prise de décision". Les activités d'ingénierie, selon *GRAI R&D* sont donc modélisées par une *activité de conception* et par une *activité de décision*". L'activité de conception est dite *divergente* alors que l'activité de décision est dite *convergente*. Ces concepts sont illustrés par la figure 5.7.

¹⁰Voir paragraphe a. page 66

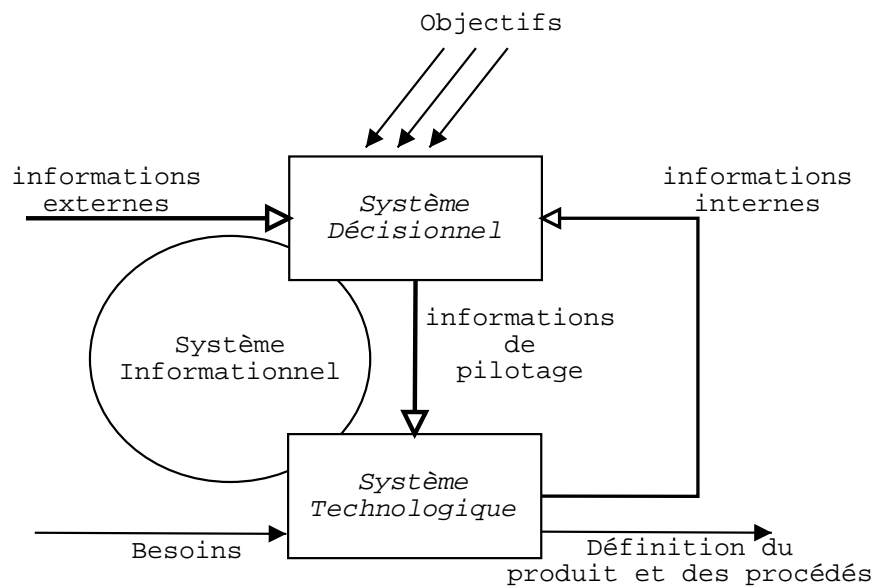


Figure 5.6 – Modélisation du système de conception, d'après [Eynard B., 1999]

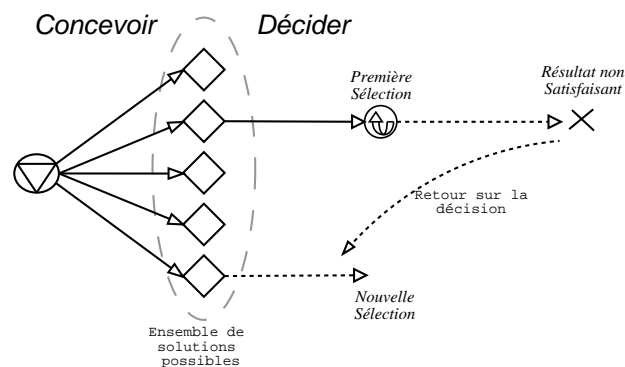


Figure 5.7 – Activités de conception et de décision, GRAI R&D, d'après [Eynard B., 1999]

L'activité de conception revêt un caractère créatif et propositionnel, en effet, elle augmente la connaissance du produit alors que la prise de décision explicite, argumente et vient statuer, valider la proposition. GRAI R&D envisage également un autre type de transformation qui se limite à la transformation sans création¹¹ de caractère procédural. C'est l'activité d'exécution que nous n'aborderons pas ici.

c. Modélisation du processus de décision

Définition 14 “L'activité de décision possède un caractère humain strictement décisionnel et non créatif, (...), par opposition à l'activité de conception. La décision effectue des choix et des sélections d'alternatives dans le processus d'ingénierie, soit pour orienter le travail, soit pour valider des solutions.” [Eynard B., 1999] □

Dans ce modèle, le système de décision est vu comme un système de coordination des activités de conception. L'apport principal de la méthode est la structuration du système

¹¹exemple d'une tâche de calcul

de décision en *centres de décision* selon un critère temporel de la prise de décision (stratégique, tactique, opérationnelle) ou un critère fonctionnel (objectif de la décision : gérer les besoins, gérer les informations projet).

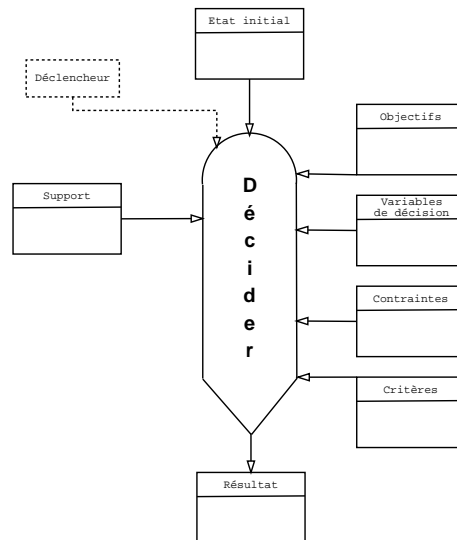


Figure 5.8 – Interaction entre un centre de décision et un centre de conception [Eynard B., 1999]

Par ailleurs, au sein du système de décision, les centres de décision sont reliés entre eux par des *cadres de décision* représentés figure 5.8. Ce cadre est caractérisé par les objectifs à atteindre, les variables de décision représentant les éléments sur lesquels les acteurs peuvent agir, les contraintes limitant ces actions, les critères permettant d'évaluer les actions possibles.

- Les objectifs définissent les résultats fixés et attendus.
- Les variables de décision sont les moyens d'action du décideur pour atteindre les objectifs.
- Les contraintes décrivent les limites des variables de décision.
- Les critères représentent les éléments à optimiser permettant de choisir les variables de décision pour atteindre les objectifs.

L'activité de décision est caractérisée par :

- L'information traitée et transformée par l'activité (état final et état initial)
- Les supports de l'activité ressources humaines, matérielles et informationnelles
- Le cadre de décision

d. Synthèse

La spécificité de cette approche réside dans son orientation vers les activités de conception. GRAI R&D considéra la décision comme distincte de la conception, à la différence des modèles de *Simon* dans lesquels la décision est un processus global et créatif. Le processus de décision qui est alors un processus de sélection d'alternatives est synthétisé dans un *cadre de conception*.

L'intérêt de cette approche dans notre problématique de recherche est son potentiel de représentation synthétique de l'activité de décision par le *cadre de conception* qui met en

évidence les *objectifs* et les *contraintes* du processus de décision. Nous nous appuyerons sur ces travaux pour définir la *vue structure de décision*, proposée en 8.

Contrairement aux approches de *design rationale* elle intègre les individus, parties prenantes de la décision (identifiés par les *supports* à la décision). Néanmoins elle ne permet pas de représenter l'évolution de l'espace de décision durant la prise de décision.

5.4.4 La DTL : Decision Time Line

a. Origine des travaux

Le Cardinal [Stal-Le Cardinal J., 2000] contribue à la modélisation du processus de décision pour étudier les dysfonctionnements dans le choix d'acteurs. Ces modèles reposent sur la perception de la décision comme un processus inscrit dans le temps, se déroulant en plusieurs étapes qui peuvent être représentées par un modèle générique, la *DTL*. Les décisions prises dans un projet apparaissent alors comme un assemblage récursif de *DTL* découlant des objectifs du projet. La décision n'est pas nécessairement représentée comme un système de computation symbolique de traitement de l'information.

b. La DTL

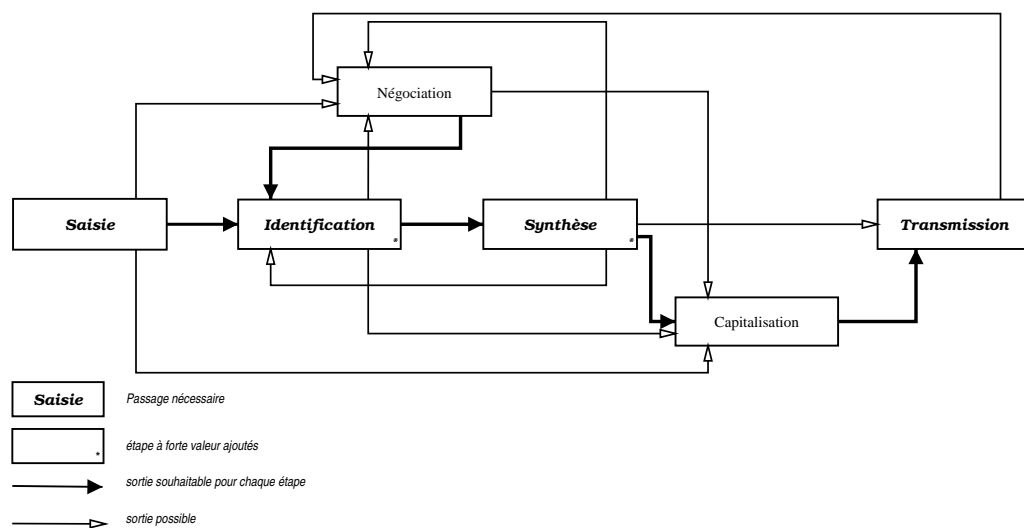


Figure 5.9 – DTL, Decision Time Line d'après [Stal-Le Cardinal J., 2000]

Dans les travaux de *Le Cardinal*, le processus de décision est vu comme une activité de résolution de problème :

Définition 15 Décision : Une décision est un processus qui conduit un acteur à répondre à une question posée. □

Ces travaux se situent essentiellement dans le cadre de projets, ce qui implique une structuration des objectifs. L'activité de décision est décomposée en étapes qui s'échelonnent dans le temps. Ce modèle repose sur une ligne principale :

- La saisie : c'est l'étape unique initiatrice de la DTL. Dans un projet, elle provient nécessairement d'une DTL mère. Cette étape permet de fixer les objectifs.
- L'identification : cette étape permet de décomposer les objectifs en sous-objectifs. C'est pendant cette étape que les ressources sont affectées aux tâches, par ailleurs la DTL peut alors éventuellement donner naissance à des DTL filles.
- La négociation : cette étape met en oeuvre la confrontation entre les objectifs et les moyens à déployer pour les atteindre.
- La synthèse : c'est l'évaluation des résultats par modélisation, recherche de solutions, simulation et optimisation
- La capitalisation : cette étape permet de conserver la réponse et sa justification, une formalisation réutilisable des étapes précédentes.

c. Synthèse

L'intérêt de cette approche dans notre problématique de recherche est son potentiel de représentation des processus de décision comme enchaînement d'activités. Le typage des activités est également intéressant car il a été validé par des études empiriques dans un contexte de choix d'acteurs dans un projet. Nous nous appuyerons sur cette caractérisation des activités de décision pour bâtir notre contribution (Cf. 9.2.2 pour la définition des types d'activités de décision).

Néanmoins, ce modèle n'intègre pas la représentation des flux de décision entre les activités ni la représentation de l'objet qui est décidé. Elle ne représente pas l'évolution de la structure de décision contrairement aux approches de *design rationale*.

5.4.5 The decision node

Le *decision node* [Hansen C. T. et Ahmed S., 2002] est un modèle de représentation générique et élémentaire de décision. Il a été développé à partir d'une étude bibliographique sur la conception et la prise de décision. Les ingénieurs pendant la conception, doivent prendre une série de décisions qui s'articulent alors en un *épisode* de décision. Cet épisode est modélisé à l'aide de nœuds de décision qui sont composés de six sous-activités. Il repose sur les mêmes principes théoriques de la *DTL*. Ces activités sont les suivantes :

- *Spécifier* détermine les critères de décision. C'est l'activité de transformation des objectifs de conception en critères.
- *Évaluer* un certain nombre d'alternatives en fonction des critères choisis.
- *Valider* pour vérifier que la sélection de l'alternative est compatible avec les diverses contraintes.
- *Naviguer*. Ceci correspond aux décideurs expérimentés qui peuvent naviguer entre les différentes alternatives, la solution choisie et leurs influences dans le processus complet de décision au sein du projet.
- *Unifier*. Il s'agit alors de faire les liens entre la décision présente avec les autres décisions pour garantir la cohérence du processus.
- *Décider*. C'est la prise de décision en tant que telle qui valide et clôt le processus en fonction des signaux émis par ces activités.

Ces travaux ont été corrélés avec les travaux de Ahmed [Ahmed S. *et al.*, 1999] sur les stratégies employées par les concepteurs pour résoudre des problèmes de conception. A

partir de projets réels dans le domaine de l'aéronautique, des épisodes de décision ont été étudiés. Les résultats de ces recherches montrent la possibilité de décomposer les processus de décision associés à des stratégies propres aux concepteurs et qui caractérisent leur niveau d'expérience.

Nous nous appuyerons sur cette caractérisation des activités de décision pour bâtir notre contribution (Cf. 9.2.2)

5.4.6 Synthèse concernant les approches processus

Les approches de représentation de la décision sous forme de processus de traitement d'information apportent des modèles intéressants :

- Ces approches permettent de représenter la décision par un système de traitement d'information (et de computation symbolique dans de cas des approches systémiques). Ceci ouvre donc de nombreuses portes à la formalisation de la décision pour la capitaliser et la réutiliser.
- Considérer la décision comme un processus intégré dans un système complexe et non comme un objet, est une voie intéressante pour prendre en compte un grand nombre de phénomènes qui jouent un rôle dans la décision, comme les nombreuses interactions entre le processus de décision et son environnement. En particulier ces approches intègrent la composante temporelle.

Néanmoins, la question de savoir si la décision est effectivement représentable par un système de computation symbolique est discutable . En particulier à propos de la prise en compte de nombreux facteurs concernant les comportements des individus en situation de décision. Cette représentation du processus de décision est une vue conceptuelle qui peut souvent s'éloigner de la réalité. Cette séparation entre l'identification du problème, le développement d'alternative et la sélection de ces dernières est proposée également par Mintzberg [Mintzberg H. *et al.*, 1976] et son automatisation pas des systèmes d'aide à la décision¹² est critiquée [Beynon M. *et al.*, 2002]. “Alors que la perspective logistique suggère une séparation claire entre les concepts d'identification du problème, de conception d'alternatives et de sélection, cela ne reflète pas l'expérience d'un expert.” En effet, un expert ne sait pas nécessairement formuler un problème sans faire référence à l'espace des alternatives possibles, la formulation du problème est alors influencée par l'exploration de l'espace des solutions. Par ailleurs, l'expert peut difficilement générer l'ensemble des alternatives possibles sans faire référence à des décisions passées ou bien à la solution préférée. Enfin, peu d'experts ont une méthode d'évaluation des alternatives explicites et cette évaluation n'est généralement pas intrinsèque et peut elle-même dépendre du processus tout entier ou bien des alternatives voisines.

5.5 Synthèse

Nous avons balayé un champ assez vaste de méthodes, en particulier au sein des méthodes descriptives de modélisation de la décision et de ses processus. Cet état de l'art

¹²Voir 6.4.1

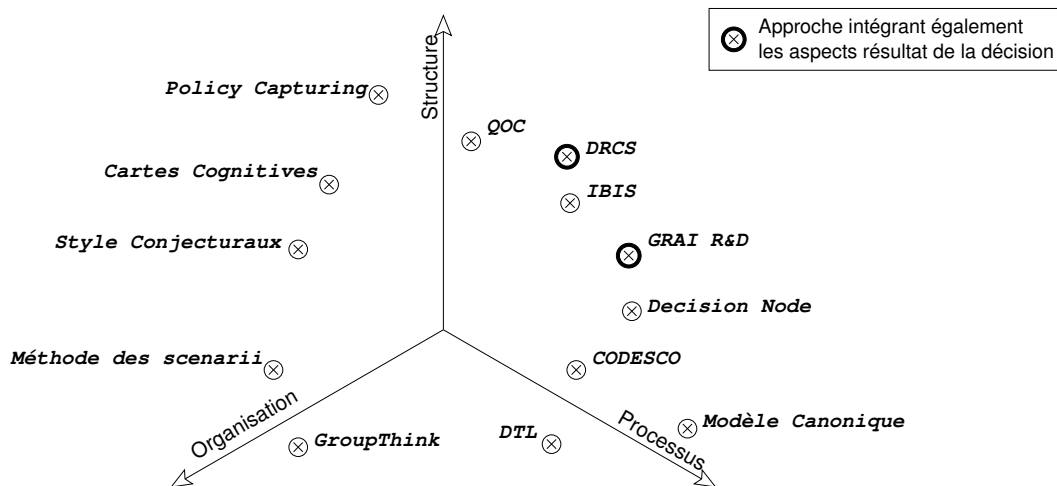


Figure 5.10 – Synthèse des méthodes de modélisation des processus de décision (©B.L.)

a révélé la décision comme un concept complexe. Cette étude est fondamentale dans la compréhension des phénomènes que nous cherchons à modéliser.

Nous proposons, figure 5.10, une synthèse des aspects abordés par les méthodes regroupées dans cet état de l'art. Les approches présentées sont situées en fonction des facettes de la décision qu'elles abordent. Les trois composantes que nous avons identifiées sont :

- Les aspects processus. Ces méthodes abordent la décision comme un enchaînement d'activités qui conduisent au résultat.
- Les aspects organisation. Ces méthodes s'intéressent à la manière dont les humains sont organisés ou s'auto-organisent pour prendre des décisions. Ces aspects concernent essentiellement la décision collective et les facteurs humains dans la prise de décision.
- Les aspects structurels. Ces méthodes cherchent à représenter les divers objets qui émergent du concept de décision. Ces objets sont utilisés pour représenter la décision comme un processus d'argumentation.

La figure 5.10 présente les principales caractéristiques des approches étudiées. La position selon les trois axes se fait qualitativement. Une méthode se situe sur une ou deux composantes avec une dominante. Nous n'avons pas identifié dans la littérature d'approches qui intègrent ces trois composantes. Ce constat constitue la base des perspectives de recherche que nous identifions dans le domaine. Nous proposons d'apporter des modèles qui améliorent l'intégration des approches existantes sous deux aspects :

1. Intégration des différentes composantes dans un modèle unique et cohérent. Il s'agit de combiner les apports de modèles existants à la fois dans la représentation des aspects processus, des aspects organisationnels et des aspects structurels.
2. Intégration des modèles de décision dans la modélisation d'entreprise. Parmi toutes les approches que nous avons identifiées dans cet état de l'art, seule la méthode *DRCS*, la méthode *GRAI R&D* intègrent une représentation de l'objet qui fait l'objet de la décision (information ou donnée d'ingénierie).

Etat de l'art : gestion des connaissances pour les projets de conception de produits innovants

Ce chapitre est consacré à un état de l'art couvrant la partie gestion des connaissances (GC) de notre problématique présentée dans le paragraphe 4.2. Après avoir défini les concepts fondamentaux de la gestion des connaissances, nous proposons l'étude de quatre domaines couvrant notre problématique :

- la *GC* en conception ;
- la *GC* appliquée aux projets, en particulier dans le cas de l'innovation ;
- la *GC* appliquée aux processus de décision ;
- la *GC* spécifiquement matérialisée par des mémoires de projets.

Ce chapitre est clos par une synthèse présentant les apports de chaque approche étudiée et le positionnement que nous retenons.

6.1 Gestion des Connaissances, les différentes approches.

6.1.1 La connaissance

a. Définitions

La connaissance est, par nature, un “phénomène multidimensionnel” [Mira Bonnardel S., 2000]. La première définition que nous retenons s'appuie sur l'hypothèse sémiotique [Cantzler O., 1996; Ermine J.-L., 1999b].

Définition 16 *La connaissance est un objet, un signe, qui peut être perçu comme contenant de l'information, du sens et du contexte.* □

Cette définition considère donc la connaissance comme un objet, cette hypothèse ouvre la voie de la modélisation, de la formalisation, c'est celle qui est à la base des théories de l'ingénierie des connaissances.

Une seconde définition permet d'éclaircir le concept de connaissance par rapport au concept d'information, "l'amalgame entre les deux ne faisant que jeter la confusion dans de nombreux débats actuels" [Ballay J.-F., 1997].

Définition 17 *La connaissance associe des événements et des expériences qui, évoqués par des signaux externes, provoquent des processus de résolution de problèmes.* □

b. Connaissances et informations

D'après la définition 16, la connaissance peut être vue sous la forme de trois niveaux de formalisation (*syntactique* (forme), *sémantique* (sens), et *pragmatique* (contexte)). Pour Cantzler [Cantzler O., 1996]), elle ne peut se résumer à l'information, celle-ci n'est alors qu'un point de vue, une projection sur l'axe syntaxique qui ne peut s'y soustraire.

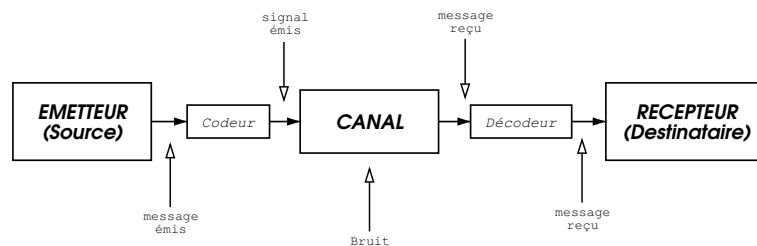


Figure 6.1 – Schéma de transmission de l'information d'après *Shannon*

Dans la perspective de la transmission de connaissances d'individus vers le collectif ou vers d'autres individus, il faut prendre en compte des paramètres mis en évidence par *Shannon*, repris dans [Le Moigne J.-L., 1990]. En effet, le transfert de l'information s'effectue comme le transfert de tout signal, par des étapes de codage et de décodage comme l'illustre la figure 6.1. La qualité du message reçu et son intégrité dépendent, bien sûr, de l'ensemble des composants de la boucle.

c. Typologie des connaissances

R.Reix [Reix R., 1995] en citant [Polanyi M., 1967] fait la différence entre les savoirs explicites et tacites :

- La connaissance explicite : formalisée, par définition, peut être *transmise*, en utilisant un code, des règles syntaxiques, des concepts de représentation sémantique¹.
- Par opposition se trouve la connaissance implicite, tacite, "indissociable du contexte organisationnel" [Bès J.L et Bouillon M.-P., 1997], peu apte à être transmise dans un discours. Elle apparaît sous deux aspects, "celle que l'on pourrait appeler une connaissance de contexte, ensemble de valeurs et de normes implicites", et les savoir-faire, acquis par la pratique, l'expertise.

¹voir Définition 16 page 75

Connaissances de l'entreprise	
Savoirs	Savoir-Faire
<i>Connaissances explicites</i> , formalisées et spécialisées	<i>Connaissances tacites</i> , explicitables ou non adaptatives
Données, procédures, modèles, algorithmes, documents d'analyse et de synthèse, plans.	Talents, habiletés, tours de mains, secrets de métier.
Hétérogènes, incomplètes ou redondantes fortement marquées par les circonstances de leur création, n'expriment pas le "non-dit" de ceux qui les ont formalisées.	Acquises par la pratique, le plus souvent transmises oralement, et selon une logique "maître apprenti"
Réparties	Localisées
Emmagasinées dans les archives, les armoires et les têtes des personnes. Caractérisent les capacités d'étude, de réalisation, de vente, de support des produits et des services. Représentatives de l'expérience et de la culture d'entreprise.	

Tableau 6.1 – Typologie des connaissances d'une mémoire d'entreprise [Barthes J.P., 1998]

Cette hypothèse implique que le type de connaissance manipulé aura un impact en terme de modélisation, de méthode de traitement. En effet, la modélisation, la transmission des connaissances explicites sont plus accessibles que celles des savoir-faire. Nous retiendrons donc que :

Définition 18 *La connaissance explicite est une connaissance qui peut se transmettre sous forme d'informations.* □

Cette distinction entre connaissances explicites et tacites a été enrichie par Barthes [Barthes J.P., 1997] par l'ajout de plusieurs points de vue (Cf. le tableau 6.1). Par ailleurs, Sellini [Sellini f., 1999] introduit la notion de *savoir* et de *savoir-faire* comme les "traces des activités et des compétences des entreprises". Le *savoir* est associé à un sujet et est exploité dans le cadre d'une activité, on l'identifie à une leçon, à de la théorie alors que le *savoir-faire* est associé à un objet de production, il est acquis par un processus d'apprentissage, de raisonnement par analogie. Moisdon et Weil [Moisdon J.-C et Weil B., 2000] ont une vision différente de cette définition :

- les savoir-faire sont des *prescriptions*, ils sont illustrés par *l'artisanat*. Ils s'articulent en tâches qui découlent les unes des autres logiquement ;
- les savoir-comprendre sont illustrés par le savoir du *réparateur*, qui par une activation progressive de connaissances à base de modèles va retrouver le bon fonctionnement ;
- les savoir-combiner sont ceux du *stratège* qui constituent à la fois les *moyens et les finalités*.

d. Cycle de vie de la connaissance

Les liens entre les types de connaissances, passant d'un état à l'autre au cours de leur existence ont été mis en évidence par Nonaka [Nonaka I. et Takeuchi H., 1995]. On parle

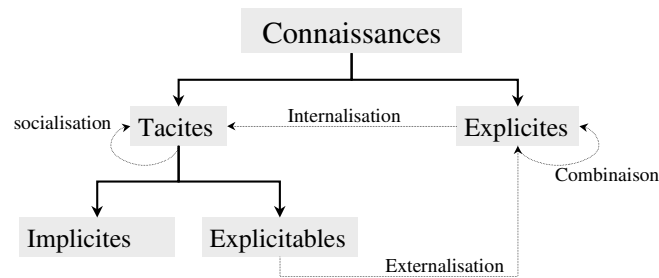


Figure 6.2 – Connaissances organisationnelles [Nonaka I. et Takeuchi H., 1995]

alors de cycle de vie d'une connaissance, et celui-ci est intimement lié à sa transmission . La figure 6.2, précise les liens entre les différents types.

- Le lien de socialisation est celui de l'apprentissage, de l'intégration au sein d'un groupe d'un individu qui va en acquérir les connaissances tacites. Il ne peut pas "être considéré ni être transmis en dehors de l'exercice d'une activité" [Sellini f., 1999].
- Le lien de combinaison est celui qui permet d'associer des connaissances explicites d'individus différents, le vecteur étant la communication de l'information.
- L'internalisation correspond à l'enracinement de connaissances explicites dans des savoir-faire tacite. Ce mécanisme les relie au contexte de leur utilisation. on peut ainsi les comparer à des réflexes.
- L'externalisation permet de rendre explicites, en formalisant, des pratiques.

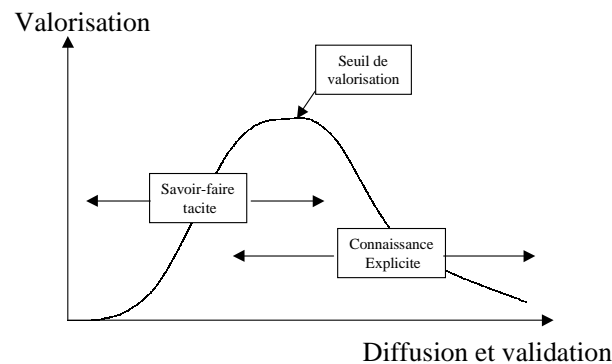


Figure 6.3 – Le processus de valorisation des connaissances [Ballay J.-F., 1999b]

Ballay [Ballay J.-F., 1999b] met en évidence au sein du lien d'externalisation un processus de valorisation et de diffusion de la connaissance (Cf. figure 6.3). La valorisation est définie par le produit de la rareté par l'utilité.

6.1.2 Gestion des connaissances

L'univers de recherche (en particulier bibliographique) dans le domaine de la gestion des connaissances est perturbé par un flou qui existe autour des définitions. Par exemple, le *knowledge management* qui est la traduction anglo-saxonne de gestion des connaissances peut être défini² par :

²<http://www.bus.utexas.edu/kman/>

KM is the systematic process of finding, selecting, organizing, distilling and presenting information in a way that improves an employee's comprehension in a specific area of interest

Nous constatons que cette définition se focalise sur l'information et s'éloigne de la "connaissance". Par ailleurs il existe d'autres définitions³ :

Définition 19 *Knowledge management caters to the critical issues of organization adaptation, survival and competence in face of increasingly discontinuous environmental change. Essentially, it embodies organizational processes that seeks synergistic combination of data and information processing of information technologies, and the creative and innovative capacity of human.* □

Nous constatons que les définitions américaines de la Gestion des Connaissances sont très axées sur l'information. Alors que la *GC* dans une vision européenne est définie de manière plus vaste. *Ermine* propose dans [Ermine J.-L., 1998; Ermine J.-L., 1999a] :

Définition 20 *La gestion des connaissances se définit comme la gestion des flux cognitifs entre le patrimoine de connaissance et les sous-systèmes⁴ opérant, décisionnel, et d'information.[...]. Il s'agit d'optimiser cette ressource,[...], et d'optimiser ses interactions avec les autres sous-systèmes".* □

En conclusion, nous proposons donc de retenir la définition suivante :

Définition 21 *La gestion des connaissances est un processus organisationnel qui vise l'optimisation de l'utilisation des connaissances de l'entreprise.* □

6.2 Gestion des connaissances en conception

6.2.1 Approche organisationnelle

"La formalisation, sous forme écrite, des informations transmises et stockées a été longtemps considérée comme la réponse la mieux adaptée aux besoins de communication dans l'organisation." [Reix R., 1995]

Une voie s'est ouverte en particulier avec la parution de l'ouvrage de H. Takeuchi et I. Nonaka [Nonaka I. et Takeuchi H., 1995]. Sans être un ouvrage sur le *Knowledge Management*, il illustre la prise en compte des savoirs dans le changement des entreprises, et met en évidence les mécanismes de transmission et d'évolution des connaissances dans les organisations. Il s'agit donc d'une approche plus sociale de la gestion des connaissances dont le but, plutôt que de chercher à formaliser, modéliser des savoirs et savoir-faire, est de permettre aux différents détenteurs et experts de les partager, les transmettre. Cette

³ Yogesh Malhotra : www.brint.com/km/

⁴ Cf. annexe A.3

distinction est reprise dans [Currie W.L., 2003]. En terme d'outils, hormis les changements dans la structure des organisations que cela implique, l'utilisation des technologies, en particulier des NTIC⁵, rend possible "la reconnaissance de l'existence de savoirs tacites"[Reix R., 1995]. Cette approche coopérative de l'apprentissage organisationnel se retrouve dans [Lecler Y. *et al.*, 1996] : "l'efficience supérieure relative des firmes japonaises en matière de développement de produits nouveaux résulte de l'existence de routines de coopération bien établies, routines favorisant un apprentissage par interaction continue".

Nous constatons que ces méthodes sont issues du management et ont des contraintes fortes sur l'organisation qui doit généralement être remise en cause. Elles fournissent une voie de réflexion pour améliorer la circulation des connaissances tacites. En exemple nous pouvons proposer la réflexion menée par *Moison et Weil* [Moison J.-C et Weil B., 2000] qui ont étudié la relation entre la capitalisation technique et l'innovation chez un constructeur automobile. Ils présentent une solution passant par le développement de "réseaux multi-métiers hors projet, structures dédiées à l'exploration et à la résolution de problèmes dans des champs spécifiques d'innovation". Ces réseaux ont pour objectif l'installation d'une dynamique de maintien des savoirs.

6.2.2 Approche ingénierie des connaissances

a. Principes

Capitalisation des connaissances : *Le Cardinal* [Le Cardinal J. et Mekhilef M., 1997], en s'appuyant sur la définition générale du verbe capitaliser⁶, "transformer des intérêts en capital lui-même productif d'intérêts", donnent une définition "économique" de la capitalisation. *Barthès* [Barthes J.P., 1997] rejoint ce point de vue. Pour cet auteur, la capitalisation des connaissances c'est constituer un capital qui sera ensuite valorisé. Les approches ingénierie des connaissances pour la conception reposent sur le principe de la capitalisation.

Mémoires d'entreprise : l'approche ingénierie des connaissances, s'appuie sur la capitalisation des connaissances pour bâtir des mémoires d'entreprise. Pour *Tarondeau* [Tarondeau J.-C., 1998] "la mémoire des organisations se définit comme un stock de connaissances et une structure de rétention ou processus composé de trois phases (acquisition, stockage et restauration)". Cette définition est précisée par *Dieng* [Dieng r. *et al.*, 1998; Dieng et Al., 1999; Dieng R. *et al.*, 2000] :

Définition 22 *La mémoire d'entreprise est une représentation explicite et non localisée des connaissances et informations dans une organisation dans le but de permettre son accès et sa réutilisation par certains membres de cette organisation pour leurs activités.*

□

⁵Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication

⁶d'après le petit Larousse illustré 1987

Domaine d'application Ces systèmes sont dédiés à la conception routinière, essentiellement dans le domaine de la mécanique [Harani Y., 1997]. Il s'agit de capitalisation pour réutilisation. Par exemple, ce genre d'approche conduit à la création d'un livre de connaissances qui par la suite seront diffusées, partagées ou bien utilisées pour la construction de systèmes KBE (*Knowledge Based Engineering*). Ce sont des systèmes d'aide à la conception pour les environnements dits de conception intégrée.

Ces approches se différencient des méthodes organisationnelles car elles ont recours à un processus qui intègre des techniques issues de l'Ingénierie des Connaissances. En général, le processus qui s'applique est le suivant :

1. localisation des connaissances (de l'expert qui les possède) ;
2. entretiens avec ces personnes, souvent dirigés par des méthodes bien déterminées ([The MOKA consortium, 2001],[Schreiber et Al., 1999], [Moreno L. *et al.*, 2001] ;
3. formalisation de ces entretiens sous formes de fiches ;
4. implémentation de ces fiches dans des modèles formels de représentation de connaissances (MKSM [Ermine J.-L., 1999b; Ermine J.-L., 1998; Ermine J.-L., 1999a], CommoKADS [Schreiber et Al., 1999]) ;
5. exploitation des modèles, par un outil destiné aux utilisateurs finaux.

Les modèles utilisés pour représenter la connaissance sont alors des modèles orientés objet, des graphes conceptuels, des règles.

b. Principales approches identifiées

Modélisation produit et processus. Une des premières solutions pour modéliser la connaissance liée à la conception est de formaliser la structure du produit et celle du processus [Harani Y., 1997] [The MOKA consortium, 2001] [Sellini f., 1999] [Vargas C. *et al.*, 1995]. Ces deux modèles se définissent par :

- le modèle produit qui permet de décrire les différentes facettes à concevoir à différents niveaux d'abstraction et de points de vues (fonctionnel, structurel [Harani Y., 1997]) ou bien physique, fonctionnel et géométrique [Sellini f., 1999]) ;
- le modèle de processus de conception qui décrit à différents niveaux de détails le "pourquoi, le comment et le par qui ou par quoi" relatif à chacune de ses étapes.

L'utilisation de ces modèles a pour but la réutilisation [Harani Y., 1997]. Ces modèles sont supportés par des approches objet de représentation de la connaissance.

CommonKADS Cette méthode d'après [Schreiber et Al., 1999], est issue de deux projets européens ESPRIT, elle diffère des précédentes tout en étant elle-même issue de l'ingénierie des connaissances. Ce n'est pas une méthode dédiée nécessairement pour la conception, mais certains modèles de la méthode sont intéressants [Dieng r. *et al.*, 1998], en particulier le modèle d'expertise, d'organisation, de tâche, d'agent et de communication. Par ailleurs, cette méthode dispose d'un langage de représentation des connaissances le CML⁷, compatible UML⁸.

⁷CommonKADS modeling Language

⁸Unified Modeling Language

MOKA. MOKA⁹ (*Methodology and tools Oriented to Knowledge based engineering Applications*) fournit une méthodologie de conception des applications KBE¹⁰. En particulier, elle contribue aux phases de capture (collecte et structuration des connaissances brutes) et de formalisation (développement d'un modèle produit et processus). Les objectifs sont la définition d'une méthodologie pour structurer et formaliser les connaissances, et le développement d'un outil capable de supporter la méthodologie et d'illustrer le couplage avec une plate-forme KBE [The MOKA consortium, 2001]. Cette méthode a pour atout, de notre point de vue, de prendre réellement en compte la maintenance de la base de connaissance [Sellini f., 1999].

Méthode MASK (appelée également MKSM) Cette approche est issue des travaux de *Ermine* [Ermine J.-L., 1998] et a pour origine l'ingénierie des connaissances. En effet, elle s'attache à obtenir un modèle des connaissances, vues alors comme des objets.

Nous retiendrons que MASK est une méthode d'analyse préalable à la mise en place d'un système de gestion opérationnel de gestion des connaissances. Elle permet de développer une démarche rationnelle d'identification de modélisation d'un patrimoine de connaissances.

6.2.3 Synthèse

Les approches identifiées se focalisent essentiellement sur des processus de conception routiniers. Elles visent majoritairement la conception d'outils. Les techniques utilisées sont issues de l'ingénierie des connaissances et font appel à des processus indirects tels que la réalisation d'interviews et l'analyse documentaire.

Nous cherchons également à développer des approches outil, mais pour des processus de conception non-routiniers, et dans le cadre de projets. Le champ de contributions à apporter dans le domaine est donc vaste. Nous proposerons dans le 12, un nouveau paradigme de Gestion des Connaissances, dont le principe ne repose pas sur la représentation.

6.3 Gestion des connaissances et projets

6.3.1 Évolutions du domaine de recherche : GC et projets

Les publications dans le domaine de la Gestion des Connaissances appliquée aux projets sont récentes et en forte croissance¹¹ en 2002 et 2003 comme l'illustre la figure 6.4.

Nous avons réparti les diverses contributions en fonction de leurs apports. Une partie des contributions s'intéresse au rôle de la connaissance en projet. D'autres discutent l'intérêt

⁹<http://www.kbe.coventry.ac.uk/moka>

¹⁰knowledge based engineering

¹¹Étude réalisée à partir d'un corpus de 58 publications internationales issues d'une recherche sur le portail scientifique Science Direct. La requête utilisée est "*Knowledge Management AND projet*" sur les titres, mots clefs et résumés d'articles de revues.

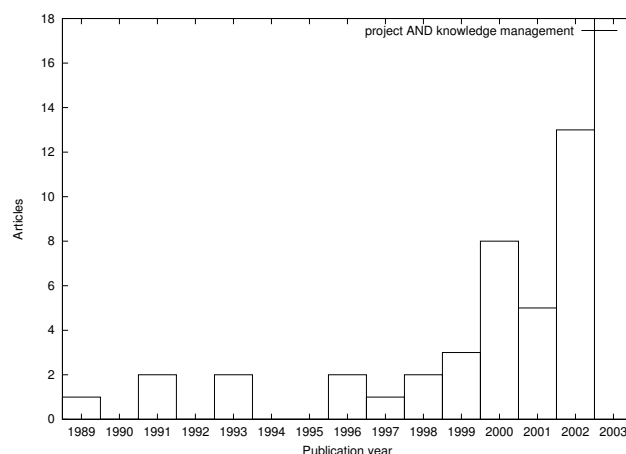


Figure 6.4 – Évolution du nombre d’articles de revues en *Knowledge Management* appliqué aux projets (©B.L.)

des approches organisationnelles par rapport aux approches outils de gestion des connaissances. Enfin, nous identifions les publications se focalisant sur des applications pour les projets d’innovation ou de conception de nouveaux produits.

6.3.2 Contributions décrivant le rôle des connaissances en projets

Une première catégorie de contributions dans le domaine met en évidence la problématique de la connaissance au sein des projets en particulier dans les projets de conception de nouveaux produits.

Dans [Bourgeon L., 2002] est souligné le paradoxe de l’organisation par projets. Ils répondent à des objectifs de réduction de coûts et de délais dans le développement de nouveaux produits ce qui est contradictoire avec la nécessité d’accorder du temps à l’apprentissage aux équipes projets. L’apprentissage est défini par [Bourgeon L., 2002] comme “*the formal and informal mechanisms which the projet team will use in the process of developing knowledge*”. L’émergence de nouvelles connaissances dans les projets d’innovation ne se fait pas sans liens avec les connaissances existantes [Hong P. et al., 2002], il s’agit de nouvelles combinaisons de connaissances. Le principal facteurs qui favorisent l’apprentissage organisationnel est alors le fait que les acteurs du projet restent dans l’organisation après la clôture.

Les projets de développement de nouveaux produits apportent des idées nouvelles et sont le foyer de remise en cause et d’émergence de processus organisationnels. Ils sont vus comme des organisations dédiées à l’apprentissage [Fujita K., 2002], en particulier dans le transfert de connaissances entre experts et novices [Eteläpelto A., 2000].

Néanmoins, [Bresnen M. et al., 2003] met en évidence les difficultés de mise en place de la gestion des connaissances pour ce type d’organisation, aussi bien au niveau de l’individu qu’au niveau d’un apprentissage inter-projets. Elles ont pour origine la nature même des projets, la discontinuité des flux de personnes et d’information.

Par ailleurs, le rôle du chef de projet et du management en général est discuté par [Rama-

prasad A. et Prakash A.N., 2003], [Soderquist K.E. et Prastacos G.P., 2002], [Midler C., 1998] ou [Un C.A. et Cuervo-Cazurra A., 2002]. Ces auteurs identifient à partir d'études empiriques des liens entre des démarches réussies de Gestion des Connaissances et l'implication des managers.

6.3.3 Contributions liées aux approches organisationnelles et aux approches “outils”

a. Problème

Nous avons déjà mis en évidence 6.2.1 la dualité entre les approches organisationnelles et les approches outils dans la mise en place de Gestion des Connaissances pour la conception. Cette distinction repose sur la séparation des connaissances tacites et explicites¹² et est particulièrement pertinente dans un environnement projet.

Les approches organisationnelles sont issues des défaillances des approches outils. En effet, les approches cognitives¹³ sont confrontées à de nombreuses difficultés. Dans [Brady T. et Marshall T., 2002] et [Currie W.L., 2003], les connaissances couvertes par ce type d'approches apparaissent trop restreintes par rapport à l'étendue des connaissances tacites produites durant un projet.

Les publications dans ce domaine se polarisent généralement sur l'une ou l'autre des approches. Il existe néanmoins des contributions apportant un cadre de définition des SGC dans le contexte de projets. [Kamara J. M., 2002] propose la transformation de problèmes industriels en stratégies de GC. Le *Clever framework* est un cadre pour choisir une stratégie adaptée en fonction du contexte. Il en est de même pour [Liebowitz J. et Megbolugbe I., 2003] qui fait apparaître les besoins, les solutions classées par complexité d'utilisation et les difficultés de développement. Il propose également une analyse des types de connaissances, des feedback utilisateurs, du contenu existant des stratégies de l'entreprise et de la culture de l'organisation.

b. Approches organisationnelles

Des auteurs comme [Brady T. et Marshall T., 2002] [Currie W.L., 2003] soulignent les difficultés rencontrées par la voie technologique (codification des connaissances et utilisation de systèmes d'information) d'où l'idée de mettre en place des mécanismes de diffusion de connaissances qui reproduisent la nature sociale des mécanismes.

Par ailleurs ont été proposées des approches reposant sur le développement de communautés, focalisées sur la dimension tacite de la connaissance au sein de groupes sociaux [Bresnen M. *et al.*, 2003]. Ces dernières reposent sur la nécessité de construire des représentations communes facilitant la compréhension entre les projets. Pour [Fernie S. *et al.*, 2003], le plus important est de se focaliser sur le processus d'apprentissage plutôt que sur les résultats de ce processus. Il ne faut pas séparer les connaissances des acteurs qui les

¹²Cf. paragraphe c.

¹³avec modélisation et codification des connaissances et développement d'outils technologiques de type système d'information pour supporter la gestion des connaissances

portent. Pour cela [Huang J.C. et Newell S., 2003] propose la création d'équipes virtuelles, qui sont des équipes distribuées au sein de l'organisation, croisant les différentes fonctions.

Pour [Soderquist K.E. et Prastacos G.P., 2002] les projets de conception de nouveaux produits intègrent des activités de création de connaissances. La *GC* pour les projets consiste à chercher à pérenniser, à transférer et partager cette masse de connaissances tacites. Pour cet auteur il existe deux types de transferts qui ont lieu durant le projet ou après le projet. Les moyens utilisés sont des rotations de postes, une communication intensive assortie du support des technologies de l'information. Les approches proposées se regroupent en trois catégories ayant chacune des avantages et des inconvénients en fonction des réels besoins industriels :

- une fonction centralisée dans l'organisation supportant toutes les démarches de GC ;
- une cellule GC pour chaque fonction de l'organisation ;
- une cellule KM décentralisée, affectée à chaque projet.

Nous retrouvons cette décomposition dans [Un C.A. et Cuervo-Cazurra A., 2002]. L'auteur propose deux stratégies pour favoriser l'innovation et la création de connaissances. La première au niveau fonctionnel de l'organisation permet d'améliorer l'efficacité des projets (*speed to market*) alors que la seconde, au niveau des équipes projets, améliore la satisfaction des clients.

c. Approches outil

D'après [Bourgeon L., 1999], pour favoriser la capitalisation de connaissances au sein d'un projet il faut favoriser la capitalisation inter-projets, il s'agit alors de mettre en place des systèmes d'information assortis de "procédures d'enregistrement systématiques".

Pour cela, [Dellen B. et al., 1997] propose, par l'outil *CoMo-Kit*, l'intégration de technologies à base de connaissances¹⁴ à des outils informatiques de travail collaboratif (CSCW¹⁵). Dans le même domaine, le *Project Oriented Knowledge Medium (PKM)* [Damm D. et Schindler M., 2002] supporte les processus de Gestion des Connaissances. Ils consistent en la production, distribution et l'utilisation de connaissances. Il s'agit essentiellement d'un outil pour supporter le partage de connaissances tacites alors que d'autres contributions telles que l'outil *RECALL* [Yen S.J. et al., 1999], se focalisent sur la capture de ces connaissances. D'autres auteurs tels que [Yen S.J. et al., 1999], [Pender S., 2001], [Tah J.H.M. et Carr V., 2001] ou [Wang X.T. et Xin K., 2002] ont couvert les domaines de l'utilisation d'outils de gestion des connaissances pour la maîtrise des risques en projet

6.3.4 Cas des projets d'innovation

a. Évolution du domaine de recherche

La figure 6.5 présente l'évolution du nombre d'articles de revues¹⁶ dans le domaine du *Knowledge Management* appliqué à l'innovation. Nous constatons que 90% des articles

¹⁴issues de l'ingénierie des connaissances

¹⁵computer supported collaborative work

¹⁶Articles contenant dans leur titre, leurs mots-clés ou leur résumé les mots "Knowledge Management" et "innovation". Requête effectuée sur le portail scientifique <http://www.sciencedirect.com>.

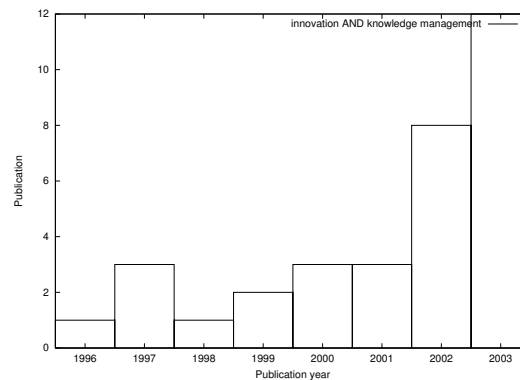


Figure 6.5 – Évolution du nombre d’articles de revues en *Knowledge Management* appliqué à l’innovation (©B.L.)

concernent également la thématique “projet”¹⁷.

b. Liens entre Gestion des Connaissances et innovation

Nous identifions en premier lieu les contributions qui cherchent à mettre en évidence les apports d’une démarche de Gestion des Connaissances pour l’innovation. Contrairement aux approches destinées aux supports des activités de conception, les travaux dans le domaine de l’innovation intègrent des réflexions sur le rôle tenu par l’organisation dans la gestion des connaissances.

En particulier, [Damaskopoulos P., 2002] étudie la transformation des connaissances organisationnelles en valeur (innovation) par des structures organisationnelles et des processus spécifiques. Dans le même domaine, [Huang J.-C et Wang S.F., 2002] conceptualise le modèle de *Nonaka* concernant la composition d’équipes dans un contexte de R&D, l’objectif étant d’optimiser la création de nouvelles connaissances.

Par ailleurs [Johannessen J.-A. et al., 1999] met en avant le rôle du KM comme support à l’innovation. Cet auteur met en évidence le fait que, quelle que soit la forme prise par le KM (tacite, explicite), son succès dépend de la construction de réseaux humains (individuels et équipes), qui eux même doivent être supportés par des structures de communication (outils)

c. Principales approches

Nous retrouvons ici la distinction entre les approches organisationnelles et outils. [Butler T., 2002] met en évidence l’échec des approches outils (technologies de l’information) et propose d’utiliser des approches sociales et organisationnelles qui sont également proposées par [Gilbert M. et Cordey-Hayes M., 1996]. [Bertola P. et Teixeira J.C., 2003] étudient les flux de connaissances dans des processus d’innovation. Le défi des concepteurs est alors d’appliquer des stratégies de conception adaptées pour accéder aux bonnes connaissances en fonction du contexte. [Mohrman S.A. et al., 2003] met en place une méthode d’évaluation des modes de gestion de connaissance en particulier des approches

¹⁷Il s’agit de projet de conception de nouveaux produits, de produits innovants ou de projets de transfert technologique

organisationnelles. Il évalue leur impact quantitatif sur la performance de l'organisation et la création de connaissances.

La problématique du transfert des connaissances est également abordée par des auteurs tels que [Soderquist K.E. et Prastacos G.P., 2002; Gilbert M. et Cordey-Hayes M., 1996; Cummings J.L et Teng B.-S., 2003; Un C.A. et Cuervo-Cazurra A., 2002]. Ces derniers mettent en évidence les difficultés induites par l'organisation par projet dans le développement de nouveaux produits ou services. En particulier, le transfert des connaissances acquises s'effectuant à la fin du projet vers d'autres entités de l'entreprise est problématique.

6.3.5 Synthèse

Les approches identifiées se focalisent essentiellement sur les aspects organisationnels de la gestion des connaissances, en particulier dans le domaine de l'innovation. Beaucoup d'auteurs ont dressé un constat d'échec concernant les outils de type ingénierie des connaissances dans ce contexte.

Peu d'approches se focalisent sur la conception d'outils support au partage et à la capitalisation de connaissances tacites. Nous cherchons donc à développer des recherches dans ce sens. Nous proposerons dans le chapitre 12, un nouveau paradigme de Gestion des Connaissances, dont le principe ne repose pas sur la représentation. L'outil découlant de ce nouveau principe sera présenté dans le chapitre 13.

6.4 Gestion des connaissances et processus de décision

Les contributions faisant le lien entre GC et processus de décision ont été principalement identifiées dans la littérature concernant les recherches sur les *Decision Support Systems*. La principale revue du domaine étant *Decision Support Systems*.

6.4.1 Les systèmes d'aide à la décision : *Decision Support Systems (DSS)*

a. Origine et définitions

Les systèmes d'aide à la décision sont issus de deux principaux courants de recherche, l'approche organisationnelle [Simon H.-A., 1991] [Mintzberg H. *et al.*, 1976] à la fin des années 50 et au début des années 60 et des travaux plus techniques réalisés au MIT dans les années 60 [Shim J.P. *et al.*, 2002].

Définition 23 *Les systèmes d'aide à la décision sont des outils et des méthodes qui manipulent des problèmes semi-structurés ou non structurés qui améliorent les méthodes issues des sciences du management et de la recherche opérationnelle [Carlsson C., 2002]. Ce sont généralement des outils informatiques interactifs conçus pour supporter les activités de décision complexes et la résolution de problèmes.* □

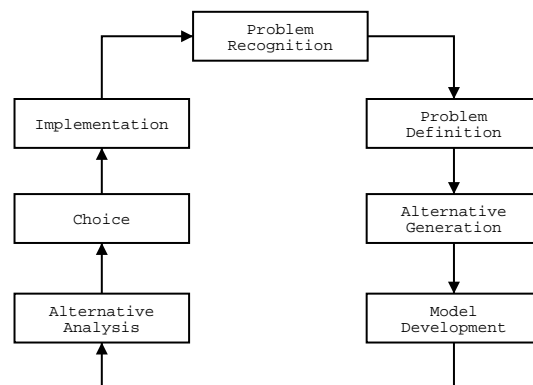


Figure 6.6 – Le processus de décision des DSS d’après [Shim J.P. *et al.*, 2002]

Le but des recherches dans le domaine des systèmes d’aide à la décision est d’utiliser les technologies de l’information pour améliorer la prise de décision par les individus.

b. Évolutions

L’analyse de l’évolution des DSS est présentée par [Shim J.P. *et al.*, 2002]. Les systèmes initiaux s’appuyaient sur les théories de *Simon* et la représentation des processus de décision décrite par les étapes d’*Intelligence*, *Conception* et *Sélection*¹⁸. Un DSS était alors un système informatique capable de supporter la partie structurée des processus de décision alors que l’humain manipulait la partie non structurée. Le modèle générique d’un processus de décision est décrit figure 6.6.

Les systèmes ont ensuite évolué pour intégrer les dimensions collaboratives de la décision (*Groups Decision Support Systems*) pour prendre en compte la résolution de problèmes en groupes ou s’intégrer dans une perspective d’entreprise (*Executive Information Systems*). Ils intègrent des technologies issues de l’intelligence artificielle, de la modélisation des connaissances. L’évolution la plus récente est l’intégration de tels systèmes dans une perspective de management des connaissances au niveau de l’entreprise.

Aujourd’hui, le problème majeur que rencontrent de tels systèmes est l’inadéquation des outils en terme d’interaction avec leurs utilisateurs [Beynon M. *et al.*, 2002]. En effet, les avancées technologiques ont décuplé les capacités des logiciels à traiter de l’information mais elles ne se sont que peu reflétées au niveau des possibilités d’interactions homme/machine.

c. Les différentes approches

Il existe de très nombreux systèmes d’aide à la décision. Plusieurs auteurs en proposent des classifications [Mirchandani D. et Pakath R., 1999], [Shim J.P. *et al.*, 2002]. Les différences s’expliquent aussi bien par les modèles théoriques¹⁹ qui les supportent que par les solutions technologiques employées²⁰ et la nature de leurs interfaces avec leurs utilisateurs .

¹⁸Voir paragraphe ??

¹⁹Systèmes symbiotiques, experts, adaptatifs ou holistiques

²⁰Outils à base de données, outils collaboratifs, ou outils visant l’optimisation

6.4.2 Les différents liens entre GC et aide à la décision

a. Les SGC perçus comme des DSS

Il s'agit de considérer les Systèmes de Gestion des Connaissances comme des systèmes d'aide à la décision. Ce point de vue est présenté dans des travaux issus du domaine du *KM* vu comme un domaine de recherche. A ce sujet nous pouvons citer les travaux de [Abidi S.S.R, 2001] visant à constituer un système de *KM* permettant de supporter les processus de décision dans le domaine médical.

[Rubenstien-Montano B., 2000] met en évidence l'évolution des *decision support systems* vers des *KM systems*, en particulier il démontre l'intérêt de ce type d'approches dans la planification urbaine et le traitement des déchets.

b. Les DSS perçus comme SGC

La deuxième approche considère les *DSS* comme des outils de *GC*. Elle est développée au sein de la communauté de recherche en *DSS*. Récemment comme le note [Shim J.P. et al., 2002], cette communauté a pris conscience que les problèmes liés aux systèmes d'aide à la décision n'étaient pas tant des problèmes techniques que des problèmes humains liés à la manipulation des informations et des connaissances [Carlsson C., 2002].

[Bhatt G.D., 2002] décrit le rôle joué par les *Decision Support Systems* dans l'apprentissage organisationnel. En particulier l'utilisation des capacités de modélisation des *DSS* ainsi que les fonctions de communication aident leurs utilisateurs à bâtir une représentation mentale partagée de problèmes décisionnels à traiter. Par exemple, [Fujita K., 2002] propose un cadre d'apprentissage par les processus de décision destiné à des étudiants dans le domaine de la conception de produits. [Chen J.Q. et Lee S.M., 2003] propose de développer des *DSS* se focalisant sur le support des processus cognitifs dans la prise de décision plutôt que dans l'apport d'information structurée aux décideurs. Pour cela, il propose une nouvelle architecture de *DSS* qui repose sur une mémoire de cas et de scénarios de décision ainsi que des cartes cognitives contenant des réseaux sémantiques de concepts en relation de cause à effet.

c. La Gestion des Connaissances comme technologie intégrée dans les DSS

Le troisième type d'approche considère les outils de management des connaissances comme composants de réalisation de systèmes d'aide à la décision. Leur utilisation apporte alors de nouvelles fonctionnalités. [Bolloju N. et al., 2002] propose d'intégrer des approches de gestion des connaissances dans les *DSS* pour aller vers une nouvelle génération de *DSS*. Les bénéfices attendus d'une telle intégration sont : (i) l'amélioration de l'aide à la décision en particulier en temps réel ; (ii) l'amélioration des fonctions de gestion des connaissances telles que l'acquisition, la création et l'exploitation des connaissances ; (iii) l'amélioration de l'extraction de connaissances à partir des connaissances accumulées ; (iv) l'amélioration de la constitution de mémoires d'entreprises. [Courtney J.F., 2001] propose un nouveau paradigme pour les systèmes d'aide à la décision. Les systèmes existants proposent des outils pour supporter la part structurée de la décision laissant aux humains les aspects non structurés. Cet auteur propose d'utiliser une approche de Knowledge Management pour l'aide à la décision pour des problèmes complexes et peu structurés.

Par exemple, une base de connaissances permettant d'exécuter des modèles représentant des phénomènes organisationnels sera utilisée pour l'aide à la décision [Ba S. *et al.*, 1997]. [Ba S. *et al.*, 1997] propose donc d'utiliser des techniques de modélisation des connaissances pour supporter la prise de décision au niveau stratégique par des outils de type intranet. L'utilisation de connaissances est présentée comme un avantage pour rendre le support à la décision plus rapide et plus réactif. Il en est de même pour [Choo C.W., 1996] concernant l'utilisation de l'information dans la création de connaissances pour la prise de décision. Nous pouvons également citer les travaux du projet CODESCO [Haque B.U. *et al.*, 2000] qui applique des technologies de *CBR*²¹ pour supporter les chefs de projets et ingénieurs pendant les phases préliminaires des projets de conception de nouveaux produits.

Par ailleurs, [Pedersen M. K. et Larsen M. H., 2001] proposent l'approche DKM (*distributed knowledge management*) qui vise à la réunion des connaissances issues de plusieurs acteurs (différentes organisations). L'objectif est de produire des DSS plus performants. Par ailleurs, un modèle de connaissances distribuées est proposé par [Spangler W. E., 2001]. Les implications de ce modèle sont discutées pour l'aide à la décision.

d. KMS dédiés aux connaissances liées à la décision

Un dernier courant de recherche, moins développé, s'intéresse à la création d'outils de KM manipulant des connaissances liées à la décision en tant que telle. On peut citer par exemple les travaux de [Balasubramanian P. *et al.*, 1999] qui proposent une approche de gestion des connaissances visant la capture des connaissances liées à la prise de décision. Le *goal oriented framework* considère la décision comme le processus de choix en plusieurs alternatives. L'objectif de la GC dans ce contexte est de : (i) faire apparaître les éléments tacites, non apparents mais nécessaires à l'amélioration des décisions. ; (ii) documenter le processus de décision de façon à le faire partager ; (iii) améliorer la collaboration ; (iv) améliorer la qualité des décisions ; (v) fournir des informations de contexte qui permettent d'évaluer la pertinence des connaissances liées à la décision dans leur situation.

6.4.3 Synthèse

Les approches existantes sont issues de travaux dans le domaine des *Decision Support Systems*, elles conduisent principalement à l'intégration de technologies à bases de connaissances dans les systèmes existants. Les techniques utilisées sont issues de l'ingénierie des connaissances.

Il y a un réel manque de *Systèmes de Gestion des Connaissances* dédiés aux connaissances liées à la décision. C'est vers ce type de système que nos travaux s'orientent. Le principe de fonctionnement d'un système de gestion des connaissances associées à la décision sera présenté dans le chapitre 12, paragraphe 12.3.3.

²¹Case Based Reasoning

6.5 Les Mémoires de Projet (*MP*)

Le dernier courant de recherche abordé dans cet état de l'art concerne les recherches menées sur les mémoires de projet. Ce sont de systèmes de gestion des connaissances spécifiques, qui se focalisent essentiellement sur les processus de décision. Nous allons donc situer ces contributions par rapport à notre problématique de recherche.

6.5.1 Connaissances de projet.

Gardoni [*Gardoni M., 1999*] introduit la connaissance projet comme un concept différent de la connaissance technique d'un domaine, il s'agit alors de conserver une information dans un certain contexte (une solution répondant à un problème, un problème découlant d'une erreur). Les travaux menés au sein du projet ACCACIA de l'INRIA sur la mémoire de projet [*Matta N. et al., 1999a*] introduisent également une classe spécifique de connaissances, issues des activités de projet. Elles sont liées aux décisions sur les produits, les processus, l'organisation, les caractéristiques du projet ainsi que les savoirs et savoir-faire manipulés pendant son déroulement et leurs résultats. Les connaissances de projet sont l'ensemble des connaissances acquises et produites au cours de la réalisation des projets. Ces connaissances de projet appartiennent à la fois à la dimension tacite et explicite.

Définition 24 *Connaissances de projet : Ensemble des connaissances acquises et produites au cours de la réalisation des projets.* □

6.5.2 Définition de la mémoire projet

D'après *Matta* [*Matta N. et al., 1999a*], la mémoire projet est une matérialisation possible de la mémoire d'entreprise, les connaissances sont alors formalisées explicitement dans un outil :

Définition 25 *La mémoire de projet est une représentation explicite des connaissances et des informations acquises et produites au cours de la réalisation des projets* □

6.5.3 Différents courants de recherche

a. Deux grand courants

Nous distinguons deux grandes approches de mémoires de projet. La première concerne la traçabilité de l'activité de projet, et étudie l'extraction des connaissances que développent les acteurs des projets en cherchant à les formaliser. D'autre part, les projets étant des organisations où la collaboration est très présente, la seconde approche cherche à apporter

un support aux activités projet, en améliorant la coordination, la coopération, à l'aide d'outils (CSCW²²) ou par des travaux en ergonomie cognitive.

Nous nous focalisons ici sur le premier type d'approche, lié à la problématique de la Gestion des Connaissances.

Mémoire de projet à base de modèles de processus de décision. L'essentiel des contributions identifiées dans le domaine de la mémoire de projet intègre une représentation des processus de décision et s'appuie sur les modèles de *design rationale* étudiés en 5.3.

Il s'agit essentiellement des modèles QOC [Buckingham Shum S. *et al.*, 1997], DRCS [Klein M., 1993; Klein M., 1995; Klein M., 1997] et IBIS [Conklin J. et Begeman M., 1988].

Une approche [Matta N. *et al.*, 2002] a également été définie en utilisant le modèle de décision proposé par GRAI R&D [Eynard B., 1999]. [Bekthi S. et Matta N., 2002] ont également développé une approche intégrant une vue du *Design Rationale* tout en intégrant des informations de contexte sur les personnes impliquées dans la prise de décision.

L'INRIA en collaboration avec l'Aérospatiale a développé un modèle de mémoire de projet en conception concurrente par représentation des "traces des projets passés" [Matta N. *et al.*, 1999a]. Ces travaux ont conduit, après une étude des "connaissances cruciales nécessaires aux concepteurs" (à partir de chaque tâche du processus de conception), à la définition d'un modèle faisant la distinction entre deux types de connaissances de projet, la mémoire des *caractéristiques de projet*, et la mémoire de la *logique de conception*.

Les caractéristiques du projet	Contexte	Directives et méthodes de conception, Exigences, Règlements
	Organisation	Tâches (définition et distribution), Participants (sous-groupes, tâches affectées)
	Résultats	Maquettes, Matériel, Logiciel, Documents techniques, Essais
La logique de conception	Définition des problèmes	Sujets (proposition de conception, exigence, règlements), nature, élément de problème. Un problème peut aussi bien être un objectif à atteindre qu'un problème dans le processus de conception
	Résolution de problèmes	Participants, personnes impliquées, méthodes de résolution, choix potentiels
	Évaluation des solutions	Solutions rejetées, arguments de rejets, avantages et inconvénients
	Décisions	Solutions retenues, arguments, avantages et inconvénients

Figure 6.7 – Un modèle de mémoire de projet, d'après [Matta N. *et al.*, 1999a]

²² *Computer Supported Collaborative Work*

Autres approches. Il existe néanmoins d'autres approches, ne se focalisant pas sur la représentation des processus de décision. [Rivière M. *et al.*, 1998] propose une mémoire de projet à base de graphes conceptuels. Ces derniers permettent de représenter différents points de vue sur les artefacts conçus pendant un projet. Cette approche contribue à la définition de mémoires d'entreprises [Rivière M. et Matta N., 1998].

[Schindler M. et Eppler M.J., 2003] propose une synthèse des méthodes existantes pour enregistrer l'expérience des projets passés. Il détaille les méthodes reposant sur des processus spécifiques (capture au fil de l'eau) et sur l'analyse de la documentation. Dans [Eynard B. *et al.*, 2001] est proposé une mémoire de projet avec capitalisation des connaissances (sous forme d'informations) de manière transparente.

[Lewkowicz M. et Zacklad, 2002; Lewkowicz M. et Zacklad M., 1998; Lewkowicz M. et Zacklad M., 1999; Lewkowicz M. et Zacklad M., 2001] propose d'utiliser un groupware structuré pour tracer l'argumentation dans les processus de résolution de problème de manière collective. Cette approche fait le lien entre les mémoires de projets orientées traçabilité et les mémoires de projets supports à l'activité de projet. Dans ce domaine nous faisons également référence aux travaux de [Marle F., 2002] qui a développé un outil d'aide à la décision dans l'élaboration de projet à partir d'un référentiel d'informations partagées.

6.5.4 Synthèse à propos des mémoires de projet

L'essentiel des approches en mémoire de projet se focalisent sur la décision dans des domaines d'application de type conception routinière. Même si l'objectif de ces mémoires est de perturber le moins possible les concepteurs, elles font face à un des problèmes d'intégration dans les tâches quotidiennes. En effet, ces outils sont conçus essentiellement dans une perspective de réutilisation et pas de support à l'activité quotidienne. Elles contribuent donc à des tâches supplémentaires qui sont mal acceptées par leurs utilisateurs. Par ailleurs, comme elles intègrent les modèles issus du *design rationale*, elles en possèdent les limitations que nous avons identifiées dans le paragraphe 5.3.6. Il s'agit d'un manque d'intégration des différentes vues de la décision (en particulier le processus et l'organisation).

Ce domaine de recherche est le plus proche de notre problématique car il intègre à la fois la problématique de la décision et de la gestion des connaissances. Nous identifions un manque de contributions dans le domaine de la conception innovante. Nous orientons nos recherches dans cette direction tout en visant l'intégration de ce type d'outils dans les pratiques projet et l'amélioration des modèles de décisions qu'ils intègrent. Nous verrons dans le paragraphe 12.4.6 quelles solutions sont proposées.

6.6 Synthèse

Pour chaque domaine couvert par cet état de l'art, une synthèse est réalisée. Notre positionnement de recherche est également présenté et nous identifions les communautés ciblées en terme de publications. Ces éléments sont présentés dans le tableau 6.8.

En conclusion, le domaine de recherche auquel nous contribuons se situe à l'intersection des 4 domaines présentés dans le tableau 6.8. C'est un domaine émergent. Les contributions scientifiques que nous pouvons apporter peuvent se situer à la fois en gestion des connaissances en tant que telle (Conférences OKCL, EKAW, IC), ou bien être développée dans le cadre de travaux spécifiques. Il s'agit par exemple de sessions orientées Gestion des Connaissances dans des congrès²³ ou bien des numéros spéciaux de revues²⁴.

²³Sessions KM des conférences *Design*, *ICED* par exemple.

²⁴Numéro spécial de *Decision Support Systems*, ou de *International Journal of Project Management*

Conception	Synthèse	Les approches identifiées se focalisent essentiellement sur des processus de conception routiniers. Elles visent majoritairement la conception d'outils. Les techniques utilisées sont issues de l'ingénierie des connaissances et font appel à des processus indirects tels que la réalisation d'interviews et l'analyse documentaire.
	Positionnement	Nous cherchons également à développer des approches outil, mais pour des processus de conception non-routiniers, et dans le cadre de projets. Le champ de contributions à apporter dans le domaine est donc vaste.
	Conférences	Session spéciales Gestion des Connaissances des conférences internationales <i>ICED, DESIGN, ASME DETC, IDMMME</i> et nationale <i>PRIMECA</i>
	Reuves	<i>Computers in Industry, Knowledge-Based Systems, Design Studies, Engineering Application of Artificial Intelligence, Computer-Aided Design, Journal of Strategic Information Systems</i>
Projet et Innovation	Synthèse	Les approches identifiées se focalisent essentiellement sur les aspects organisationnels de la gestion des connaissances, en particulier dans le domaine de l'innovation. Beaucoup d'auteur on fait un constat d'échec concernant les outils de type ingénierie des connaissances dans ce contexte.
	Positionnement	Peu d'approches se focalisent sur la conception d'outils support au partage et à la capitalisation de connaissances tacites. Nous cherchons donc à développer des recherches dans ce sens.
	Conférences	Sessions spéciales des conférences internationales <i>PMI, OKCL, OKCL, AIMS</i> .
	Reuves	<i>International Journal of Project Management, Technovation, Journal of Engineering and Technology Management</i>
Processus de décision	Synthèse	Les approches existantes sont issues de travaux dans le domaine des <i>Decision Support Systems</i> , elles conduisent principalement à l'intégration de technologies à bases de connaissances dans les systèmes existant. Les techniques utilisés sont issues de l'ingénierie des connaissances.
	Positionnement	Il y a un réel manque de <i>Système de Gestion des Connaissances</i> dédiés aux connaissances liées à la décision. C'est vers ce type de système que nos travaux s'orientent.
	Conférences	Sessions spéciales des conférences internationales <i>ASME DETC, ECAI KM Workshop, OKCL, AIMS</i> et nationales <i>Ingénierie des Connaissances</i>
	Reuves	<i>Data and Knowledge Engineering, Decision Support Systems, Expert Systems with applications, Journal of Strategic Information Systems</i>
Mémoire de projet	Synthèse	L'essentiel des approches en mémoire de projet se focalisent sur la décision dans des domaines d'application de type conception routinière. L'objectif de ces mémoires est de perturber le moins possible les concepteurs.
	Positionnement	Ce domaine de recherche est le plus proche de notre problématique. Nous identifions un manque de contributions dans le domaine de la conception innovante. Nous orientons nos recherches dans cette direction tout en visant l'intégration de ce type d'outils dans les pratiques projet.
	Conférences	Conférences internationales <i>ECAI OM workshop, ICCIMA '98</i> , Conférences nationale CITE
	Reuves	<i>Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing, Engineering with Computers, Journal of computing and information Science in Engineering</i>

Figure 6.8 – Synthèse par domaine de l'état de l'art en Gestion des Connaissances (©B.L.)

Quatrième partie

INDIGO : un modèle intégré de
processus de décision

Présentation de la partie

Nous présentons, dans cette partie, nos contributions à la problématique de la modélisation des processus de décision.

- le chapitre 7 est consacré à une présentation générale du modèle intégré que nous proposons (modèle INDIGO) ainsi qu'à l'approche de modélisation ;
- le chapitre 8 présente la vue *structure de la décision* ;
- le chapitre 9 présente la vue *processus de décision* ;
- le chapitre 10 présente la vue *organisation de la décision* ;
- le chapitre 11 présente le modèle complet et les interfaces entre les différentes vues. Il propose une illustration sur un exemple et une discussion à propos de la généralité des modèles proposés. Il s'achève par une synthèse.

Chaque chapitre de description des vues du modèle est présenté en utilisant une articulation commune :

1. une définition ;
2. une description des concepts représentés ;
3. un modèle UML ;
4. une description d'éventuels ajouts (contraintes OCL) au modèle ;
5. une illustration sous forme de diagramme d'objet ;
6. une synthèse et une mise en évidence des apports du modèle.

Modèle intégré de processus de décision : INDIGO

Nommer est la chose la plus importante au monde
Confucius

7.1 Proposition d'un modèle de processus de décision : INDIGO

7.1.1 Objectifs

L'objectif de cette partie est de proposer un modèle de processus de décision répondant à la problématique présentée paragraphe 4.3 page 44. Ce modèle doit être capable de représenter la complexité des processus de décision dans un projet d'innovation. Il doit être utilisé à des fins d'analyse et de description de processus existants. Ce modèle est également nécessaire à la construction¹ d'un *Système de Gestion des Connaissances* appliqué aux connaissances liées à la décision.

La construction de ce modèle s'appuie sur l'état de l'art présenté chapitre 6. Nous avons identifié dans la littérature des modèles qui répondent à des besoins correspondant à différents points de vue de modélisation de la décision (processus, organisation, structure). Compte tenu de notre problématique, le positionnement que nous retenons est de chercher à combiner les différents aspects de la décision en un même modèle. Nous allons donc nous appuyer sur les modèles existants, identifiés comme pertinents pour chaque aspect et les faire évoluer compte tenu de notre contexte, pour les intégrer à un modèle unique.

¹Cet aspect est abordé dans la partie [V](#)

Nous ne visons pas la compréhension et l'explication exhaustive des processus cognitifs qui justifient une décision. Nous cherchons à représenter la réalité par un langage. Ce langage doit intégrer les différents aspects de la décision.

7.1.2 Définition

En nous appuyant sur l'état de l'art présenté chapitre 5, nous définissons la décision :

Définition 26 *La décision est un processus de transformation d'informations. Il conduit un acteur ou un groupe d'acteurs de l'organisation à répondre à une question donnant lieu à une action (par la réponse). C'est un processus collectif qui transforme des informations (des représentations symboliques) associées à un objet décidé.* □

Cette définition s'appuie sur les approches en management stratégique de la décision étudiée en 5.2 qui identifient le rôle de l'individu et du collectif dans la décision. Nous retenons également le paradigme des approches systémiques de processus de décision vu comme transformation d'information. En effet, ceci nous permet de faire le lien entre l'évolution de l'information décisionnelle et le processus de décision.

7.1.3 Vers l'intégration

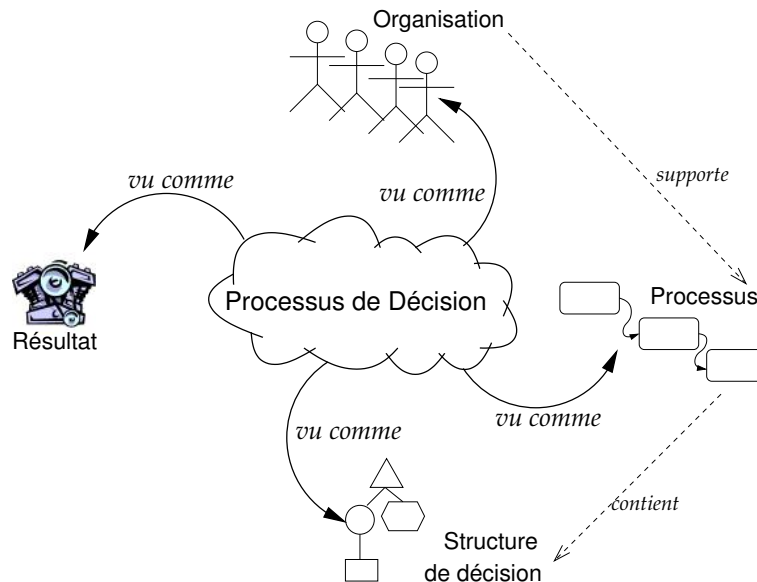


Figure 7.1 – Modèle INDIGO en quatre vues (©B.L.)

Les différentes composantes de la modélisation de la décision que nous avons retenues de la littérature² sont :

²Cf. la synthèse présenté paragraphe 5.5 page 73

- *le processus*, qui représente les activités de la décision et les flux d’information qui transitent entre ces activités ;
- *l’organisation*, qui représente les acteurs et groupes d’acteurs, leurs structures et les rôles qu’ils jouent dans la réalisation des activités des processus de décision ;
- *le résultat* qui décrit l’objet manipulé par les processus de décision, ce qui est décidé, que ce soit dans le domaine du produit (spécification, fonction, besoin), de l’organisation (lotissement d’un projet, affectation d’une ressource) ou du processus de conception (méthode de conception) ;
- *la structure* de l’information décisionnelle qui décrit l’espace de décision. Il s’agit des alternatives, des critères et de l’ensemble des informations associées.

Ces différentes composantes sont inter-connectées comme le montre la figure 7.1 page 102. En effet, *l’organisation* supporte *les processus* qui “processent” de l’information décisionnelle représentant l’objet qui est décidé, le *résultat*.

Nous proposons d’intégrer ces différentes composantes et leurs relations dans un modèle unique, appelé *INDIGO* (“*INtegrated Decision makInG mOdel*”). En reprenant la figure de synthèse présentée paragraphe 5.5 page 73 nous situons le modèle INDIGO.

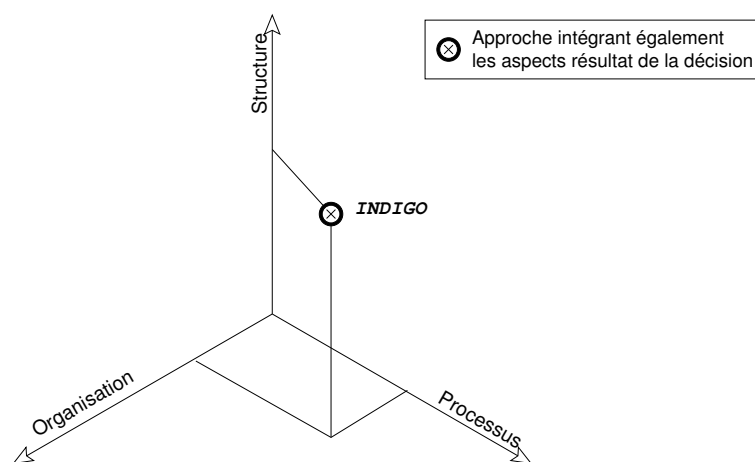


Figure 7.2 – Positionnement du modèle INDIGO (©B.L.)

Chaque composante du modèle est alors représentée par une *vue* spécifique, détaillée dans les paragraphes suivants :

- la vue résultat ;
- la vue structure de décision ;
- la vue processus de décision ;
- la vue organisation de décision ;

7.1.4 INDIGO : Vue résultat

Le *résultat* est l’objet du monde réel qui est décidé, l’objet de la décision. Ce résultat a différents types, simples ou composés. Par exemple un processus de décision peut concerner une spécification ou un document regroupant un ensemble de spécifications. Trois types de *résultats* sont envisagés dans cette vue, le produit, l’organisation, et le processus. Nous

avons choisi de prendre en compte ces trois aspects pour intégrer le maximum d'informations et les liens entre les différentes décisions (par exemple les décisions d'organisation ayant un impact sur le produit).

Cette vue n'est pas générique, elle doit s'adapter à l'entreprise et le service dans lequel se situe la mémoire de projet. En effet, par soucis d'intégration, ce modèle doit être compatible avec le modèle de données manipulé par les acteurs des projets.

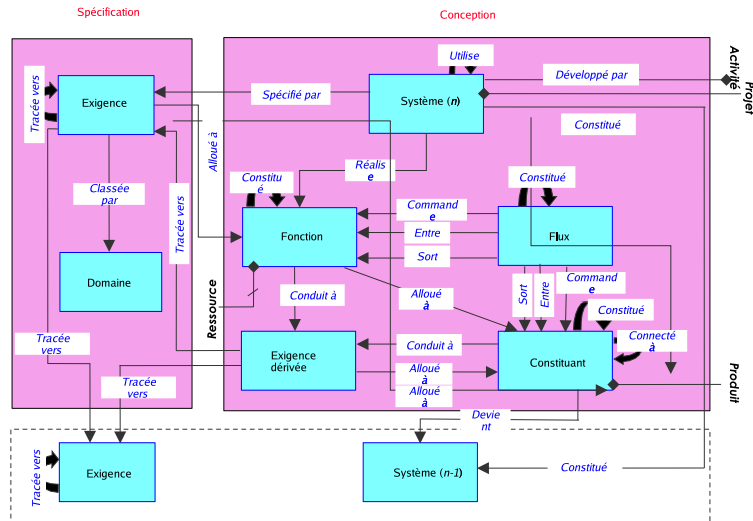


Figure 7.3 – Vue Résultat, aspects produits (©PSA Peugeot Citroën)

Nos travaux n'apportent pas de contributions en terme de modélisation concernant la définition de la vue résultat. Les aspects produits sont modélisés à partir du modèle de données d'ingénierie de PSA PEUGEOT CITROËN. Ce modèle, présenté figure³ 7.3, permet de décrire des *systems produit* réalisant des *fonctions* spécifiées par des *exigences* allouées à des *fonctions* elles mêmes allouées à des *constituants* (eux-mêmes décomposés). Ces constituants sont alors considérés comme des sous-systèmes. Chaque élément de ce modèle peut alors être l'objet d'un processus de décision. Les aspects processus et organisation ne sont pas encore modélisés au niveau industriel.

Dans ce mémoire, en particulier dans le chapitre 11, la vue résultat est simplement représentée par un objet possédant les attributs (*nom*, *type*, *sous-type* et *description*).

La définition d'un modèle de donnée des projets d'innovation dépasse le cadre de nos travaux, mais il existe un réel besoin industriel. Nous avons uniquement contribué à la mise en place les liens⁴ entre ce modèle de données et les processus de décision.

7.1.5 INDIGO : Vue structure de décision

La *vue structure de décision* se concentre sur la décision perçue comme un ensemble d'objets en interaction. Le modèle est alors une représentation sous forme d'informations de l'espace de décision concernant le résultat associé à la décision. Nous nous appuyons sur

³Cette figure est volontairement non détaillée pour des raisons de confidentialité

⁴Un exemple de lien est présenté figure 8.1 page 113

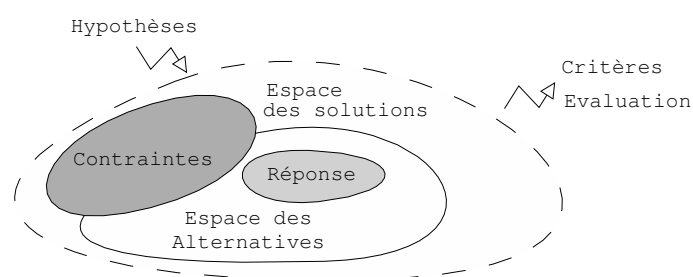


Figure 7.4 – Vue structure de décision (©B.L.)

les recherches en *design rationale* (Cf. 5.3) pour définir cette vue. Les éléments caractérisant cet espace sont représentés figure 7.4. La *réponse* est obtenue à l'issue du processus de décision. Elle représente le choix final, l'espace des solutions est l'espace des possibles restreint par des *contraintes* et des *hypothèses*. L'espace des *alternatives* représente les éléments de l'espace des solutions qui seront soumis à une *évaluation* sous des *critères*.

Les modèles correspondant à cette vue sont présentés en détail dans le chapitre 8.

7.1.6 INDIGO : Vue processus

La *vue processus* représente un processus de décision en tant que succession d'activités transformant la question initiale en réponse. Cette vue modélise également les contraintes et liens entre les différents processus de décision. Nous nous appuyons ici sur les approches de modélisation orientées processus de transformations d'information (Cf. 5.4).

Deux concepts fondamentaux sont liés au modèle de processus. Il s'agit de l'objectif de la décision et du contexte de la décision. Le contexte intervient à trois niveaux différents :

- par la collaboration et les échanges entre les individus en situation de décision ;
- au niveau linguistique dans les informations disponibles dans la mémoire de projet et leur interprétation qui détermine la réutilisation ;
- par la prise en compte des différents paramètres de l'environnement du processus de décision dans l'entreprise et hors de l'entreprise.

La notion d'objectif est le moteur de chaque activité du projet et concerne donc également chaque activité du processus de décision.

Cette vue est le cœur du modèle, elle représente les activités de décision et met en place les liens qui existent entre les différentes vues. Les activités sont supportées par des acteurs qui sont décrits dans la *vue organisation*. Un processus de décision concerne un objet du monde réel, modélisé dans la *vue résultat*. Les flux d'informations entre les différentes activités d'un processus de décision contiennent de l'information décisionnelle représentée dans la *vue structure de décision*. Elle précise au fur et à mesure du déroulement du processus les différents éléments de l'espace de décision.

Les modèles correspondant à cette vue sont présentés en détail dans le chapitre 9.

7.1.7 INDIGO : Vue organisation

Cette vue caractérise les aspects organisationnels de la décision. Le système étudié est organisé en projets, ces projets sont articulés et pilotés par divers comités et instances de décision. Nous cherchons à caractériser les acteurs impliqués dans la décision, par leurs rôles mais également par leur fonction et leur organisation collective.

Les modèles correspondant à cette vue sont présentés en détail dans le chapitre 10.

7.1.8 INDIGO : Intégration des différentes vues

Le modèle INDIGO, intégrant les quatre vues est présenté dans le chapitre 11.

7.2 Démarche de modélisation

Nous avons présenté dans les paragraphes précédents les concepts de bases du modèle que nous proposons, nous allons maintenant présenter la démarche de modélisation que nous avons retenue.

7.2.1 Choix d'une approche descriptive

Le chapitre 5 présente un état de l'art de la littérature existante dans le domaine de la modélisation des processus. Nous avons mis en évidence⁵ deux types d'approches, les approches descriptives et les approches prescriptives.

Nous choisissons une approche descriptive de modélisation. En effet, pour répondre à la problématique, nous sommes dans une perspective de description de phénomènes réels à des fins de compréhension et d'analyse. *A contrario* les approches prescriptives, telle que *l'Ingénierie Système*[ISO/IEC, 2000; Lardeur E. et Longueville B., 2003] se conçoivent dans une perspective de déploiement. Comme illustré par la figure 7.5, il s'agit dans un cas de déployer des modèles préétablis alors que dans l'autre les modèles sont abstraits de phénomènes réels.

7.2.2 Modélisation systémique

a. Choix du paradigme systémique

Le premier paradigme que nous retenons est la systémique. Nous avons mis en évidence, dans le paragraphe A.2 page 218, la complexité inhérente aux projets d'innovation. Nous proposons d'utiliser une approche systémique comme celles de [Le Moigne J.-L., 1977; Le Moigne J.-L., 1990] pour développer nos travaux sur la modélisation des processus de décision.

⁵Cf. paragraphe 5.1 53

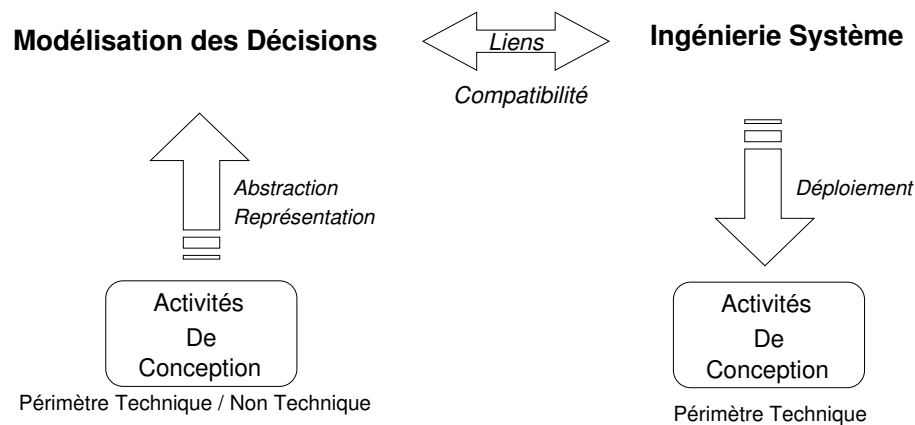


Figure 7.5 – Comparaison approche Ingénierie Système vs modélisation des Décisions (©B.L.)

Cette approche permet de modéliser des phénomènes complexes, imprévisibles, non pas pour les expliquer mais pour les rendre intelligibles. Ceci est en adéquation avec notre problématique de modélisation. Cette modélisation a une finalité : la définition d’informations représentant les processus de décisions. Nous cherchons des modèles qui permettront, dans la partie V, de proposer un Système de Gestion des Connaissances adéquat.

S’appuyer sur la systémique, c’est disposer d’outils et de principes de modélisation éprouvés lorsque l’on fait face à des phénomènes complexes tels que la décision [Eynard B., 1999; Stal-Le Cardinal J., 2000] ou la connaissance [Cantzler O., 1996; Ermine J.-L., 1998]. Nous abordons ses principes, en annexe, dans le paragraphe A.3 page 218. Cette approche permet également de développer la notion de points de vue (organisation, processus, structure) sur un phénomène.

b. Modèle Opération-Information-Décision

Le principal modèle que nous allons utiliser pour définir notre approche de modélisation est le modèle *Canonique du Système-Organisation*, le modèle *Opération Information Décision (OID)*⁶. Proposé par *Le Moigne* [Le Moigne J.-L., 1977; Le Moigne J.-L., 1990], ce modèle permet de rendre compte du couplage, “des opérations tangibles (le *système opérant*) et du *système de décision* (élaboration des stratégies intelligentes)” via le *système d’information*.

L’utilisation de ce modèle sera abordée dans les chapitre 9 et 10 pour définir les rôles des différents groupes de décision ainsi que notre approche de représentation des processus de décision qui s’appuie sur la définition proposée dans le paragraphe suivant.

c. Définition de processus

Le second concept que nous utilisons est la définition de processus [Le Moigne J.-L., 1990] :

Définition 27 *Un processus est défini par son exercice et son résultat [...] : il y a processus lorsqu’il y a au fil du temps T, la modification de la position dans un référentiel*

⁶Déjà abordé en A.3

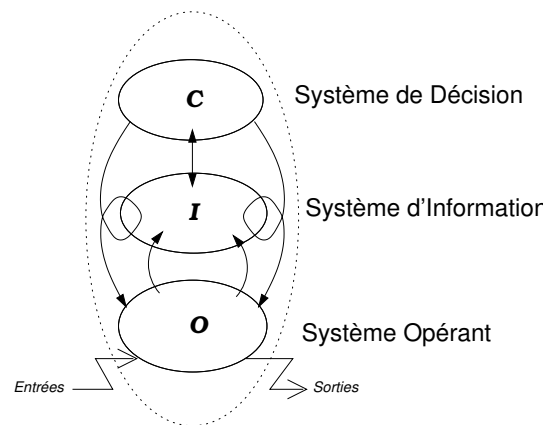


Figure 7.6 – Modèle Canonique OID [Le Moigne J.-L., 1990]

“Espace-Forme”, d’une collection de “produits” quelconques identifiables par leur morphologie, par leur forme F donc. [Le Moigne J.-L., 1990] □

7.2.3 Paradigme objet

Le second paradigme sur lequel repose notre approche de modélisation est le paradigme objet. Selon ce dernier, un objet est le résultat de l’instanciation d’une classe représentant un type abstrait. Un modèle repose donc sur un ensemble d’éléments conceptuels distincts. Les concepts associés à ce paradigme sont :

- l’abstraction qui “dénote les caractéristiques essentielles d’un objet qui le distinguent des autres objets” [Booch G., 1991] ;
- l’encapsulation qui permet le masquage de l’information associée aux caractéristiques d’un objet
- la modularité qui est la propriété d’un système qui a été décomposé en un ensemble de modules cohérents et reliés entre eux
- la hiérarchie qui représente l’ordonnancement des abstractions

7.2.4 Choix du langage de modélisation : UML

UML [Object Management Group, 2000] est un langage de modélisation objet. A l’origine, il était utilisé pour satisfaire des exigences de communication et de documentation lors de projets de développement informatique. Nous l’avons utilisé ici comme un outil de modélisation permettant la construction de modèles robustes, partagés par les différents acteurs de ces travaux de recherche et ouvrant rapidement une voie à l’implémentation dans un outil informatique. Cet aspect est prépondérant, en effet, nous verrons dans le chapitre 11 que les modèles développés dans ce mémoire font appel à un très grand nombre d’informations. L’utilisation d’un logiciel pour implémenter les modèles paraît donc indispensable. Par ailleurs ce langage est devenu aujourd’hui un standard international et il est supporté par de nombreux outils de modélisation.

Le principal atout de l’utilisation d’un langage objet tel que UML lors d’une activité de modélisation est de pouvoir mettre en évidence explicitement, par le concept d’association,

d'agrégation, de composition et d'héritage les liens qui existent dans un modèle conceptuel. La définition et la représentation de ces liens ont permis de faire évoluer les modèles conceptuels en construisant la cohérence de l'ensemble de la vue théorique en proposant une modélisation non interprétable. Nous utilisons pour cela les diagrammes de classes et les diagrammes d'objets.

Par ailleurs il faut noter la grande importance que revêt la validation des modèles sur des cas concrets par les diagrammes d'objets.

Nous avons également choisi d'utiliser le langage *OCL*⁷ [Object Management Group, 2000] qui propose des extensions à UML pour représenter les éléments que la syntaxe du diagramme de classe ne permet pas d'intégrer aisément.

7.2.5 Démarche

Nous abordons dans ce paragraphe la démarche de modélisation qui nous a conduit des principes théoriques jusqu'aux modèles UML.

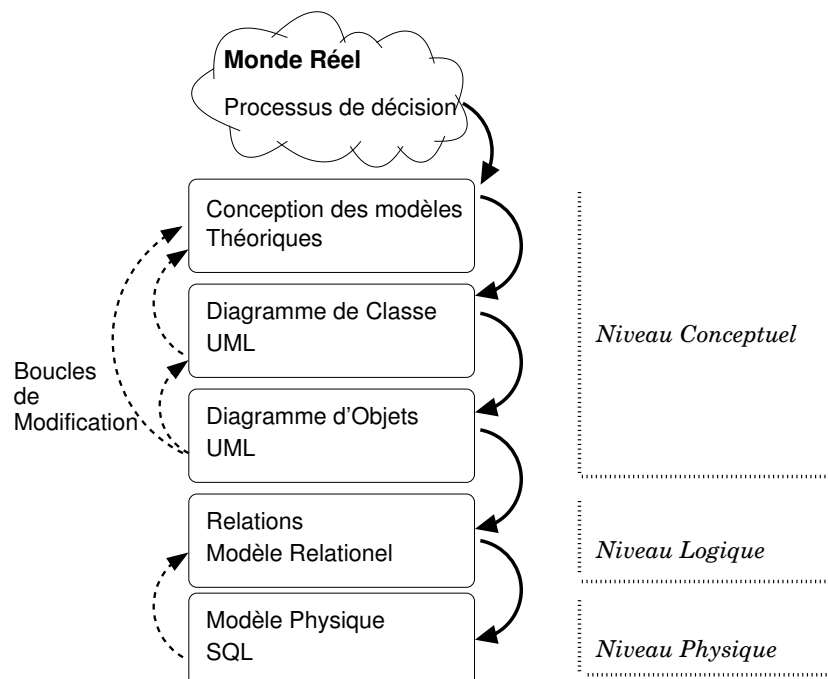


Figure 7.7 – Démarche de modélisation en 3 niveaux

Utiliser le langage UML dans une activité collective de modélisation permet de réaliser des modèles robustes et sans ambiguïté. Nous avons utilisé principalement les diagrammes de classes et leurs diagrammes d'objets associés. La boucle itérative de modélisation s'organise de la manière suivante :

1. Conception des modèles théoriques à partir des observations terrain, de l'étude bibliographique et des orientations des travaux de recherche.

⁷Object Constraint Language

2. Formalisation sous forme d'un diagramme de classe qui permet, par les associations et les contraintes d'agrégation, de composition et d'héritage, de représenter les différents concepts portés par les modèles théoriques. Cette première étape peut mettre en cause certains concepts présents dans le modèle théorique.
3. Validation sur des diagrammes d'objets associés et ajouts de contraintes *OCL*. Cette étape peut mettre en cause à la fois le diagramme de classe mais également les modèles théoriques.
4. Le diagramme de classe est ensuite transformé en modèle relationnel.
5. Ce dernier modèle est transformé en schéma logique de base de donnée écrit en langage *SQL*. Cette dernière transformation peut entraîner des remises en cause du modèle relationnel.

7.2.6 Validation

La validation du modèle proposé sera effectuée à partir d'une maquette informatique utilisée pour recueillir des informations issue d'un cas d'application industriel. Ces aspects sont abordés dans le chapitre [14](#)

INDIGO : Vue Structure de décision

*Il y a un critère de la vérité, c'est qu'elle vous change :
ça bouleverse comme un amour, la vérité.*
Christian Bobin, "La lumière du monde"

8.1 Définition : vue structure de la décision

Ce chapitre est consacré à la *vue structure de la décision* du modèle INDIGO. Cette première vue s'intéresse à la modélisation de la décision en tant qu'un ensemble d'objets en interaction. Nous cherchons à représenter l'espace de décision et les différents objets manipulés par les personnes impliquées dans la prise de décision. Les travaux sur lesquels nous nous appuyons sont issus de recherches en *Design Rationale* présentés paragraphe 5.3.

Le concept d'alternative ou d'option (dans la méthode QOC¹ par exemple) se retrouve dans toutes les méthodes. L'acte de décider est alors considéré comme le choix entre différentes options qui sont évaluées via des critères. Nous intégrons ces concepts en les redéfinissant ainsi que leurs associations. Nous enrichissons cette vue par l'ajout de deux concepts, les *contraintes* et les *hypothèses*.

¹Voir 5.3.4

8.2 Concepts représentés : *question* et *éléments de décision*

8.2.1 Question



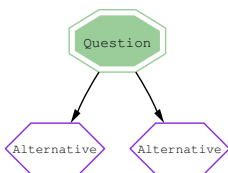
La question est l'élément déclencheur d'un processus de décision. Une question est un problème de décision associé à un résultat. Par exemple, la question "Quel type de calculateur choisir pour cet actionneur électrique ?" concerne la définition de l'architecture d'un composant d'un produit, en particulier, le type d'un calculateur..

Définition 28 Une question est une demande, une interrogation qui appelle une réponse. Elle a pour objet le résultat associé à la prise de décision. □

Une question est ensuite décomposée en plusieurs éléments appelés *éléments de décision* qui constitue la structure de l'espace de décision. Ces *éléments de décision* sont les *alternatives*, les *réponses* apportées à la *question*, les *critères*, l'*évaluation*, les *hypothèses* et les *contraintes*.

Ces éléments de décision sont décrits dans les paragraphes suivants.

8.2.2 Élément de décision : *alternative*



Le premier élément de décision que nous retenons est la notion d'alternative. Il s'agit des différentes options qui sont autant de réponses potentielles à la question posée. Les alternatives sont définies comme des variantes, autant d'états possibles que peut prendre le résultat associé au processus de décision. En poursuivant l'exemple précédent, l'état "calculateur embarqué" et "calculateur distant" sont deux alternatives.

Définition 29 Une alternative représente un état possible du résultat du processus de décision. Chaque alternative est une proposition différente. □

La figure 8.1, page 113, illustre les relations existant entre les concepts d'*alternative*, de *question* et de *résultat* associé au processus de décision.

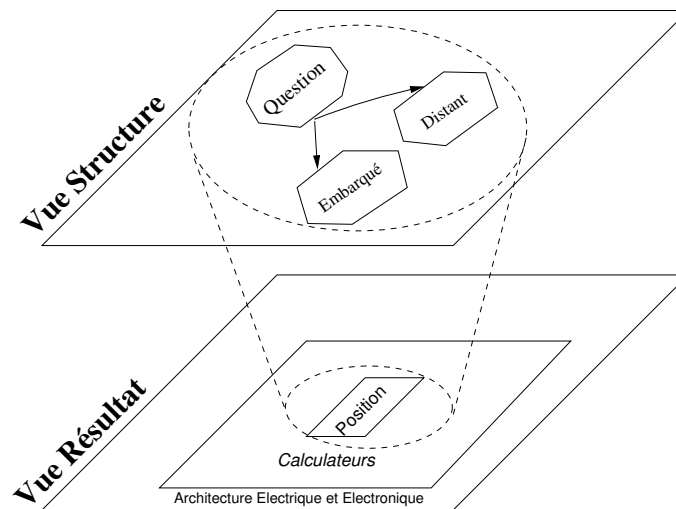
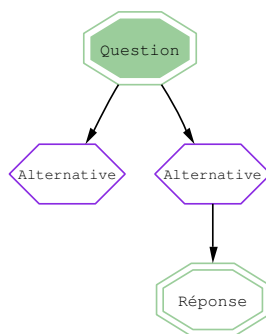


Figure 8.1 – Liens entre la vue *Résultat* et la vue *Structure* (©B.L.)

8.2.3 Élément de décision : *réponse*

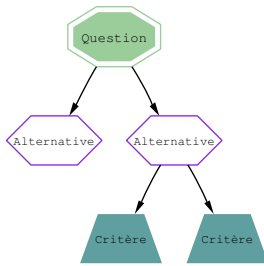
Définition 30 La réponse d'un processus de décision est une préconisation, une proposition de l'état que doit prendre le résultat associé au processus de décision. □



A l'issue d'un processus de décision, la *réponse* apportée à la *question* est l'état préconisé que doit prendre le résultat associé au processus de décision. Il s'agit de la sélection d'une alternative. Dans le processus de décision en exemple, concernant les calculateurs, la *réponse* est le choix de l'alternative "Calculateurs embarqués". La réponse contient également la justification du choix effectué, le pourquoi. Cette justification peut être réalisée par argumentation textuelle ou bien en utilisant les éléments de décision, *critères*, *évaluation*, *hypothèse*, *contrainte* décrits dans les paragraphes suivants.

8.2.4 Élément de décision : *critère*

Définition 31 Un critère de décision est l'élément auquel on se réfère pour juger, apprécier, évaluer une alternative. □



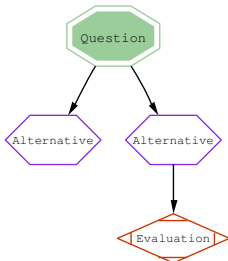
Les critères contiennent de l'information ou des données caractérisant les alternatives. L'information associée aux critères contient à la fois le nom du critère et la valeur du critère associée à l'alternative concernée. En s'appuyant sur l'exemple des calculateurs, un critère associé à l'alternative "Embarqué" est son coût. Un critère est un type (coût, taille, poids, fiabilité) auquel on associe une valeur, sous forme de donnée (100 Euros, 10kg) ou d'information (robuste, vert, cher). Dans l'exemple choisi, le tableau 8.2 regroupe les *critères* associés aux alternatives :

	Calculateurs Embarqués	Calculateurs distants
Coût	-	+
Représentativité	+	-
Délais de réalisation	-	+

Figure 8.2 – Exemple : Critères

8.2.5 Élément de décision : *évaluation*

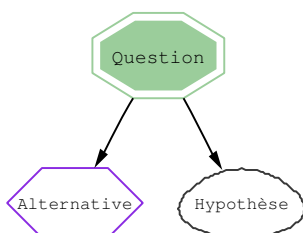
Définition 32 Une *évaluation* est l'action d'apprécier la valeur, le niveau de performance d'une alternative en vue de la comparer. □



Évaluer une alternative c'est lui associer une valeur par rapport à un référentiel donné. Cette évaluation s'appuie sur les critères correspondant à l'alternative évaluée. L'information contenue par une évaluation est à la fois la méthode employée pour évaluer et le résultat. La méthode peut être quantitative ou qualitative. L'évaluation d'une alternative peut conduire à une note, une performance absolue ou bien à une information qualitative.

8.2.6 Élément de décision : *hypothèse*

Définition 33 Une *hypothèse* est une "supposition, conjecture par laquelle l'imagination anticipe sur la connaissance pour expliquer ou prévoir la réalisation éventuelle d'un fait, pour déduire des conséquences". (Trésor de la Langue Française) □

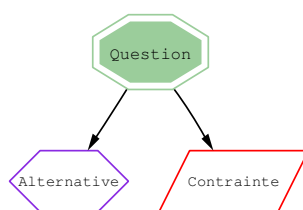


Lors d'un processus de décision les acteurs impliqués sont amenés à faire des hypothèses, à imaginer le futur. Ce constat est particulièrement vrai dans les projets de conception de produits innovants. En effet, les produits conçus sont destinés à un marché dont les caractéristiques ne sont pas connues. Dans ce cas, les hypothèses concernent aussi bien la maturité des technologies utilisées (coût et performance) mais également l'évolution de la concurrence. Concernant

l'exemple choisi, une hypothèse est, par exemple : “ 130° sera la température maximum admissible des composants électroniques des calculateurs série en 2010.”

8.2.7 Élément de décision : contrainte

Définition 34 Une contrainte est un élément restreignant les solutions possibles à un problème donné. Une contrainte est un élément fixé par l'environnement (ou éventuellement que l'on se fixe). □



Lors d'un processus de décision, certains éléments d'information restreignent les possibilités, le nombre d'alternatives et la nature même des alternatives. Ces contraintes limitent l'espace des réponses possibles. Ces contraintes peuvent être des éléments extérieurs au processus de décision (enveloppe budgétaire, délais liés à un planning) ou bien ils sont déterminés par les acteurs de la décision. Le concept de contrainte a également été introduit par [Eynard B., 1999] dans le cadre de la méthode *GRAI R&D*. Concernant l'exemple choisi, un contrainte est, par exemple : “Rester dans une enveloppe de coût de 10 000 Euros”.

8.3 Principe de décomposition récursive

8.3.1 Origine et objectifs du principe

Nous avons observé lors de réunions de pilotage d'un projet d'innovation réalisées pendant deux ans, l'adéquation entre les éléments de décision proposés par la vue structure de décision et les informations traitées par les acteurs du projet. Néanmoins, nous avons constaté que cette structure *d'éléments de décision* n'était pas suffisante. En effet, ces *éléments* sont eux-mêmes l'objet de processus de décision.

L'idée qui sous-tend le *principe de décomposition récursif* est que chaque élément de décision peut lui même faire l'objet d'une *question* et donc d'un processus de décision.

Ce constat est particulièrement vrai dans les projets d'innovation. En effet, en innovation il faut décider de tout : des critères, des alternatives et de leur évaluation, des contraintes, des hypothèses. Par exemple, l'*élément de décision hypothèse* est très souvent l'objet de processus de décision. Nous l'avons observé, en particulier lorsqu'il concerne des spécifications. Les hypothèses sont alors faites à propos des futurs comportements des consommateurs.

8.3.2 Fonctionnement de la décomposition

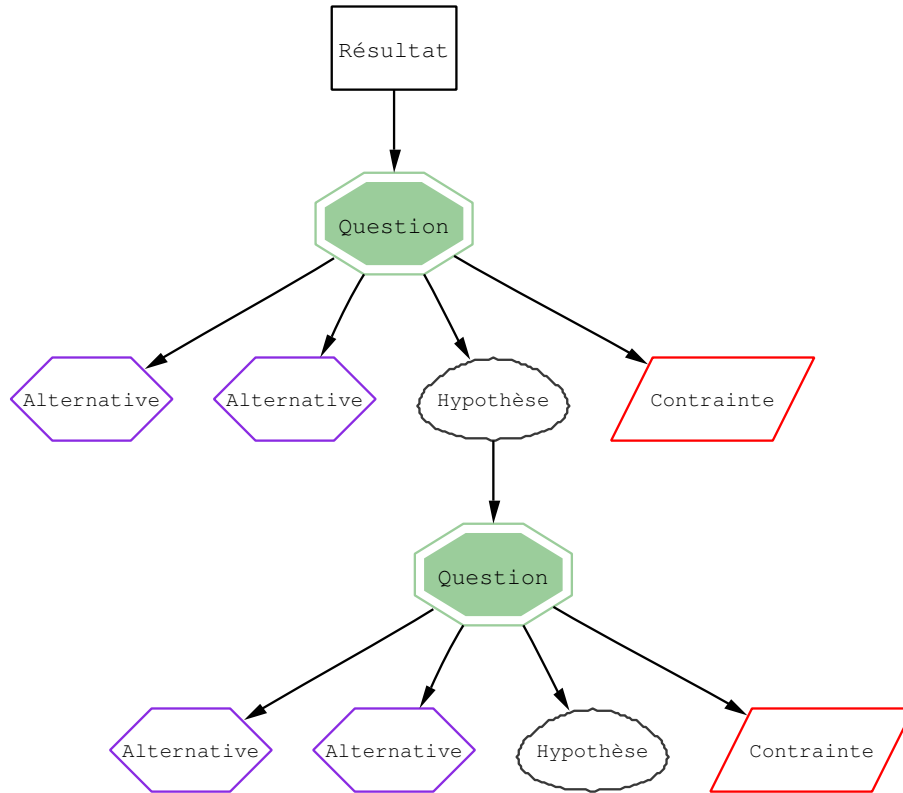


Figure 8.3 – Principe de décomposition récursive de l'espace de décision (©B.L.)

La figure 8.3 illustre le principe de décomposition récursive. La *question* initiale concerne un *résultat*. Cette question est ensuite décomposée en *éléments de décision*. Chacun de ces éléments est potentiellement l'objet d'un autre processus de décision. Prenons par exemple le cas d'une hypothèse, celle-ci devient alors l'objet d'une nouvelle question qui elle-même se décompose en éléments de décision. Notons que chacun des *éléments de décision* concerne toujours le *résultat* initial.

Par exemple, ce modèle permet d'introduire le concept d'*alternative* d'*hypothèse*. Dans l'exemple du choix de type de calculateurs, une décision a été réalisée concernant l'hypothèse à retenir. En poursuivant l'exemple, deux hypothèses différentes de température maximum admissible concernant les calculateurs à horizon 2010 sont alors deux *alternatives* d'*hypothèses*.

Nous avons considéré que l'élément de décision *réponse* ne pouvait pas faire l'objet d'une nouvelle question, qu'il ne pouvait pas être décomposé. En effet, cet élément est associé à la fin du processus lorsque un choix a été réalisé entre différentes alternatives.

Cette décomposition de la structure décision peut générer rapidement un grand nombre d'information augmentant considérablement avec le nombre de niveaux. Nous verrons dans le paragraphe 14.2.1, à partir de la validation des modèles, des exemples concrets de décompositions. Nous n'apportons aujourd'hui pas de mécanisme pour identifier le niveau de décomposition nécessaire, ce point sera également discuté dans le paragraphe 14.2.1.

8.4 Modèle UML : diagramme de classe

8.4.1 Introduction

Comme nous l'avons précisé, nous avons retenu UML [Object Management Group, 2000] comme langage de modélisation à des fins d'implantation et de validation rapide. Les modèles conceptuels ont été représentés en utilisant ce langage. Le résultat final présenté dans le paragraphe suivant est le résultat d'un processus de modélisation itératif (Cf. figure 14.1 page 193) sur lequel nous reviendrons dans le chapitre 14 consacré à la validation. En effet, nous avons également utilisé la modélisation UML comme outil de validation des concepts théoriques. Les prochains paragraphes présentent les résultats de cette démarche de modélisation.

8.4.2 Vue d'ensemble

La figure 8.4 représente une vue d'ensemble du diagramme de classe de la *vue structure de décision*. Les différentes classes sont regroupées dans un package. Chaque élément de décision est associé à un *résultat*, issu de la vue et du package du même nom.

La décomposition récursive est réalisée par l'association *ConcerneQ*. Les relations entre le concept d'*alternative* et les concepts de *critère*, *évaluation* et *réponse* sont réalisées respectivement par les associations *utilise*, *évalue* et *correspond*.

8.4.3 Contraintes OCL

a. Principe

Certains aspects des modèles conceptuels proposés ne peuvent pas être représentés directement par la syntaxe du diagramme de classe UML proposé. Nous devons alors impérativement ajouter des contraintes OCL [Object Management Group, 2000] qui permettent d'enrichir le diagramme de classe. La contrainte que nous souhaitons exprimer est que tous les éléments d'une même structure de décision sont en relation avec le même *résultat*. Cela se traduit par les deux contraintes suivantes :

1. (OCL 1) chaque *élément de décision* composant une *question* (par la composition *EstCompose*) doit être en relation avec le même *résultat* que la *question* (par les associations *sappliqueaD* et *sappliquea*).
2. (OCL 2) chaque *question* d'une décomposition récursive d'un *élément de décision* (par l'association *ConcerneQ*) doit être en relation avec le même *résultat* (par les associations *sappliqueaD* et *sappliquea*).

b. Vue conceptuelle, langage OCL

Il faut donc enrichir le diagramme UML au niveau conceptuel par les deux contraintes, exprimées alors en langage OCL par les deux formules suivantes.

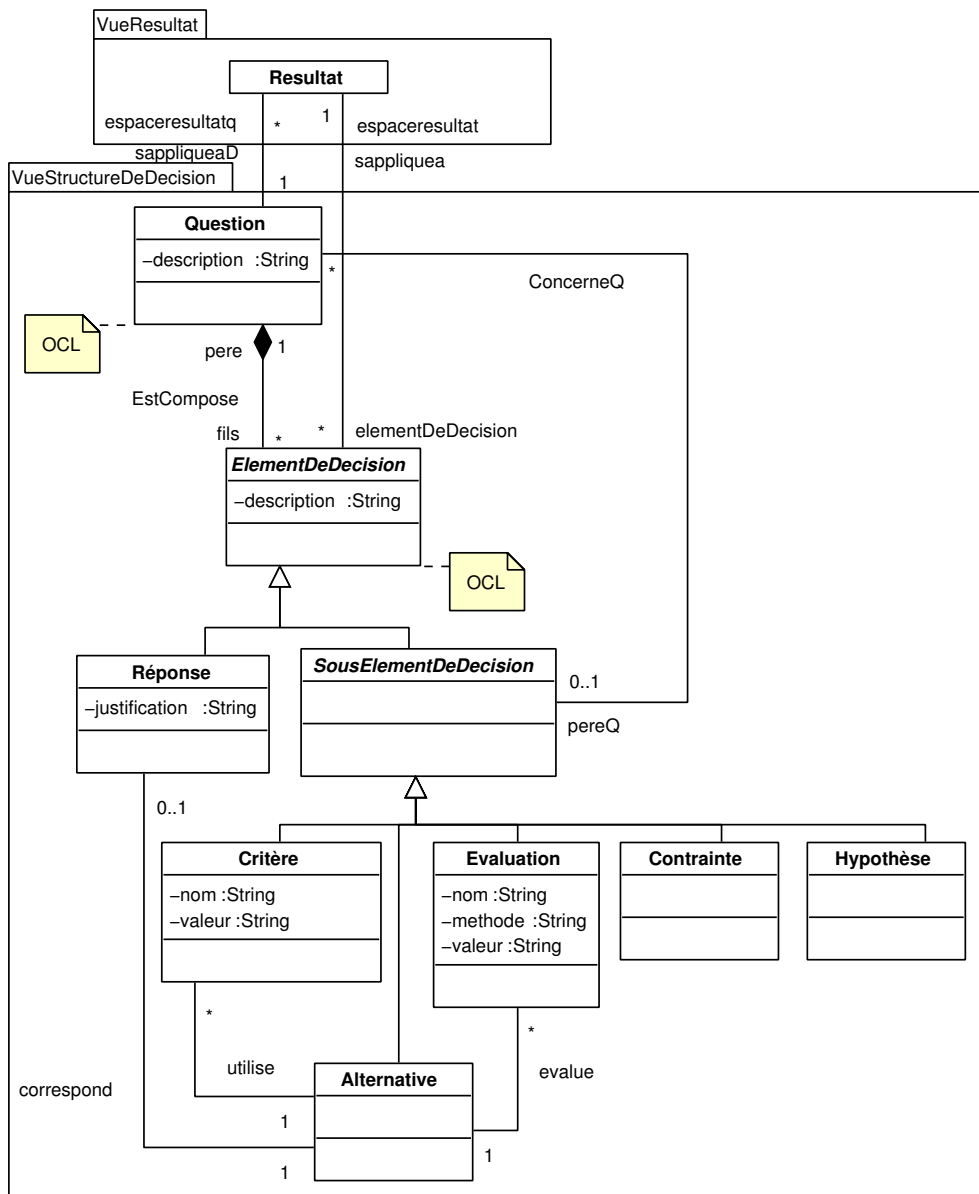


Figure 8.4 – Vue d'ensemble du package Structure de Décision (©B.L.)

Contrainte OCL 1

```

context Question inv
check_same_result_dei :
self . pereQ -> notEmpty implies
self.pereQ.espaceresultat = self.espaceresultatq

```

Contrainte OCL 2

```

Context ElementDeDecision inv
check_same_result :
self.espaceresultat = pere.espaceresultatq

```

8.5 Illustration

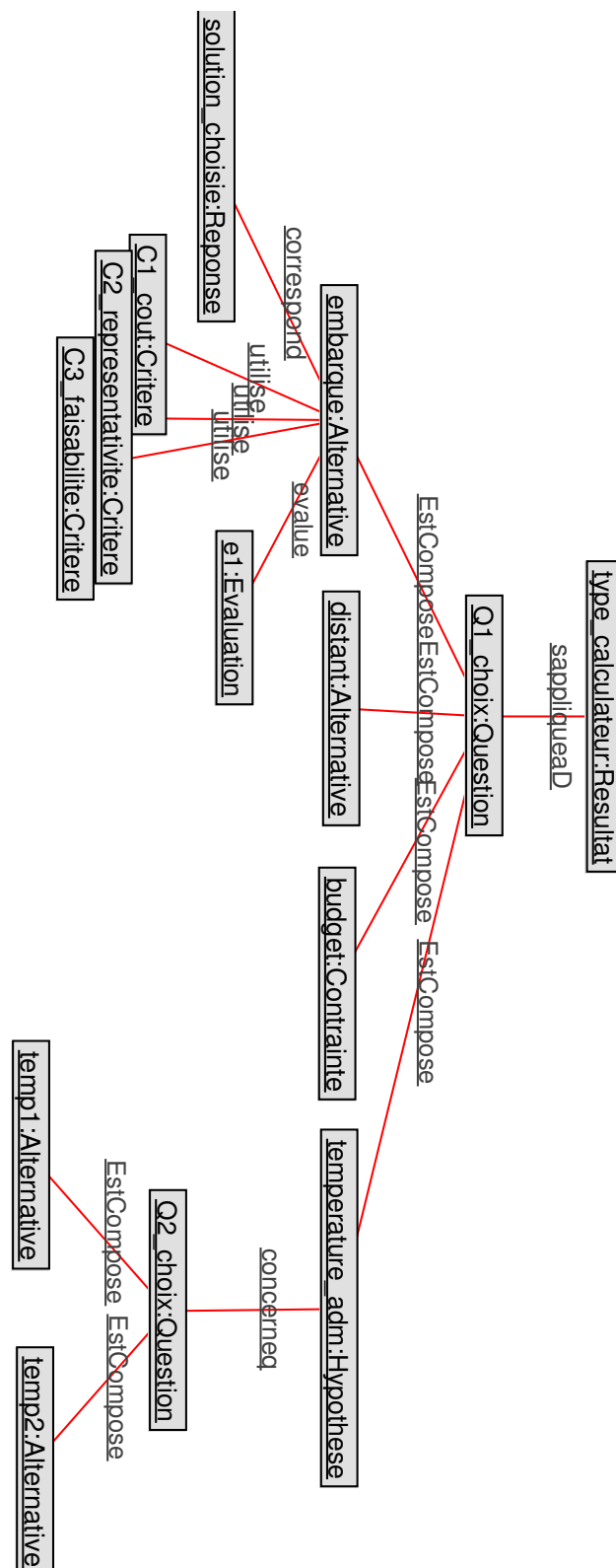


Figure 8.5 – Illustration de la vue structure de décision, diagramme d’objets (©B.L.)

La figure 8.5 présente une illustration sous forme de diagramme d’objet de la vue struc-

ture de décision. La structure représentée est celle de l'exemple associé à chacun des paragraphes précédents. Par souci de lisibilité, les associations *Sappliquea* et *SappliqueaD* n'ont pas été représentées, sauf pour l'objet *Q1choix*. Par ailleurs, les critères et évaluations associés à l'objet *distant :Alternative* n'ont pas été représentés.

La réponse choisie ici est l'alternative *calculateur embarqué*. La justification est décrite par l'attribut² *justification* de l'objet *solution choisie*.

²Non représenté figure 8.5

8.6 Synthèse et apports

La *vue structure de décision* détaillée dans ce chapitre contribue à la modélisation de la décision comme une question décomposée en ensemble d'objets, ou *éléments de décision* en interaction.

Les modèles proposés ont pour fondements les recherches menées en *Design Rationale*. Par rapport aux modèles existant, nous apportons :

1. deux nouveaux éléments qui sont les *contraintes* et les *hypothèses*, identifiés comme éléments à part entière de la décision ;
 2. la description de la structure de décision par un ensemble d'éléments dont les relations sont décrites avec précision par une modélisation UML ;
 3. un principe de décomposition récursif qui permet de représenter des structures de décision sur plusieurs niveaux.
-

*Un jour, on prend une décision, on ne sait pas comment,
et cette décision a sa propre force d'inertie.
Avec chaque année qui passe, il est un peu plus difficile de la changer.*
Milan Kundera, "L'insoutenable légèreté de l'être"

9.1 Définition : vue processus de décision

La seconde vue proposée que nous abordons est la vue *processus de décision*. Elle permet de représenter les aspects temporels de la décision ainsi que l'évolution de l'espace de décision.

La définition générique¹ retenue d'un processus de décision est illustrée par la figure 9.1. Pour développer notre approche de modélisation nous appuyons nos recherches sur les travaux de modélisation de la décision comme processus de traitement d'information (Cf. paragraphe 5.4).

Les processus de décision forment un réseau inter-connecté dans lequel certains processus peuvent apporter une contrainte ou des d'informations d'entrée à d'autres processus.

Un processus de décision est associé à une question, sa fonction est de fournir une réponse à une question posée.

¹Voir définition 26 page 102

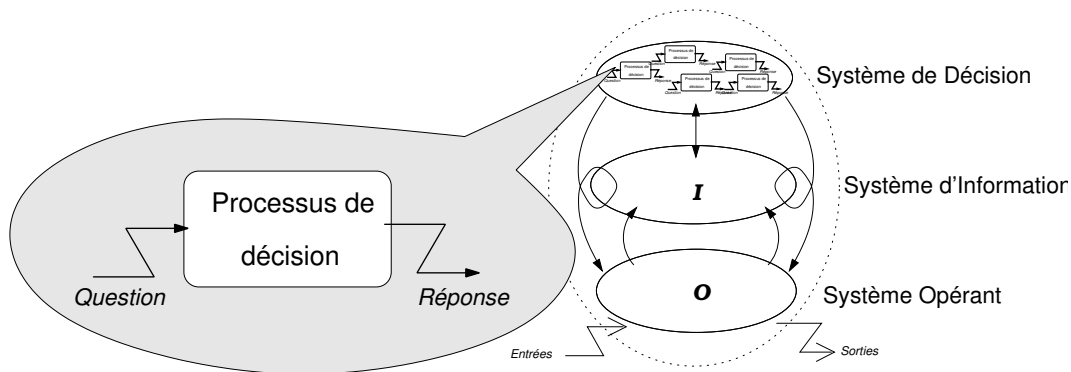


Figure 9.1 – Processus de décision (©B.L.)

9.2 Concepts représentés : activités et flux de décision

9.2.1 Structure d'un processus de décision

Nous avons représenté le processus de décision comme une boîte noire et décrit sa fonction. Nous allons maintenant décomposer sa structure. L'approche retenue implique la représentation d'activités de décision reliées par des flux de décision. Il s'agit d'un enchaînement linéaire et séquentiel d'activités tel que représenté par la figure 9.2.

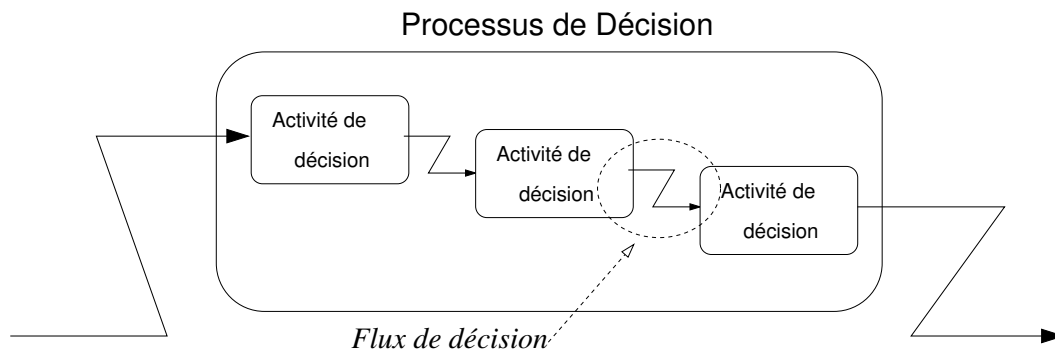


Figure 9.2 – Composition d'un processus de décision (©B.L.)

Nous précisons la définition d'une *activité de décision* :

Définition 35 Une activité de décision est une manifestation bornée dans de temps, elle transforme de l'information décisionnelle en vue de répondre à la question qui initie un processus de décision. □

Une activité de décision se manifeste généralement sous la forme d'une réunion, qu'elle soit physique ou virtuelle. Elle est caractérisée par des échanges synchrones au sein de groupes de décision qui réalisent l'activité. Néanmoins, une activité collective et continue dans le temps, réalisée par un même groupe d'individu, peut-être également considérée comme une activité de décision.

Les différentes activités d'un processus s'enchaînent de manière linéaire. Cela nous conduit à définir le concept de *flux d'information* dans un processus de décision :

Définition 36 *Un flux de décision dans un processus de décision est un flux d'informations échangé entre deux activités de décision. Il contient des informations relatives aux éléments de décision.* □

9.2.2 Différents types d'activités

Nous identifions différents types d'activités dans un processus de décision. L'objectif de cette typologie est de caractériser les différentes situations dans lesquelles les parties prenantes de la décision se situent. Nous cherchons à identifier des repères temporels au sein du processus de décision, un début, une fin, un séquençement. Il s'agit également d'identifier le rôle de chaque étape dans la définition et l'évolution de la *structure de la décision*.

Nous identifions et retenons cinq types fonctionnels d'activité récapitulés dans le tableau 9.1 et mis en perspective de celles identifiées dans la littérature. Chaque type retenu est caractérisé par les éléments de la *vue structure de décision* qu'il produit (*question, contexte, objectif et éléments de décision*). Ceci constitue un enrichissement des modèles existants qui se focalisent sur les aspects processus.

Pour réaliser cette typologie nous avons participé à un ensemble de réunions de pilotage de projets d'innovation (une cinquantaine d'une durée de 4h à 8h). Nous avons identifié des séquences dans ces réunions en essayant de les faire correspondre aux types d'activité décisionnelle identifiés dans la littérature. Il s'agit des activités du modèle canonique ICS (Intelligence Conception Sélection)² [Le Moigne J.-L., 1990] et du modèle *Decision Time Line (DTL)* [Stal-Le Cardinal J., 2000] ainsi que du modèle *decision node*³ [Hansen C. T. et Ahmed S., 2002]. Le résultat présenté dans le tableau 9.1 correspond aux types les plus pertinents dans notre contexte.

²Cf. paragraphe a. page 66)

³Cf. 5.4.5 page 72

Nom	Caractérisation	Concepts	Correspondance
Prise en compte	Initie le processus de décision par le groupe de décision qui en sera responsable en réponse à un demandeur.	<ul style="list-style-type: none"> – Question, – Objectif, – Contexte. 	Saisie (DTL), Intelligence (ICS)
Identification	Décomposition du problème, identification éventuelle de nouvelles questions, liées à de nouveaux processus.	<i>Eléments de décision :</i> <ul style="list-style-type: none"> – Alternatives, – Critères, – Contraintes. 	Identification (DTL), In- telligence (ICS)
Négociation	Discussion collective et négociation des <i>éléments de décision</i> identifiés dans l'étape d' <i>Identification</i> .	<i>Eléments de décision :</i> <ul style="list-style-type: none"> – Hypothèses, – Évaluation, – Critères 	Négociation (DTL)
Synthèse	Consiste en l'évaluation des différentes alternatives sous différents critères choisis dans les étapes préalables. Choix de la réponse à la question parmi les alternatives.	<i>Eléments de décision :</i> <ul style="list-style-type: none"> – Réponse. 	Synthèse (DTL), Sélection (ICS)
Transmission	Clôt le processus de décision. La réponse à la question posée est transmise au demandeur.	<i>Eléments de décision :</i> <ul style="list-style-type: none"> – Réponse. 	Transmission (DTL), Décision d'action (ICS)

Tableau 9.1 – Activités de décision

9.2.3 Flux de décision

Les flux de décision échangés entre les activités sont des flux d'information qui contiennent de l'information décisionnelle. Il s'agit de la construction de l'espace de décision présenté paragraphe 8 page 111, au fur et à mesure de l'avancement du processus. Les flux d'information contiennent donc des éléments de décision (*alternatives, critères, contraintes, hypothèses, réponse*) relatifs à la question associée au processus de décision comme le montre la figure 9.3.

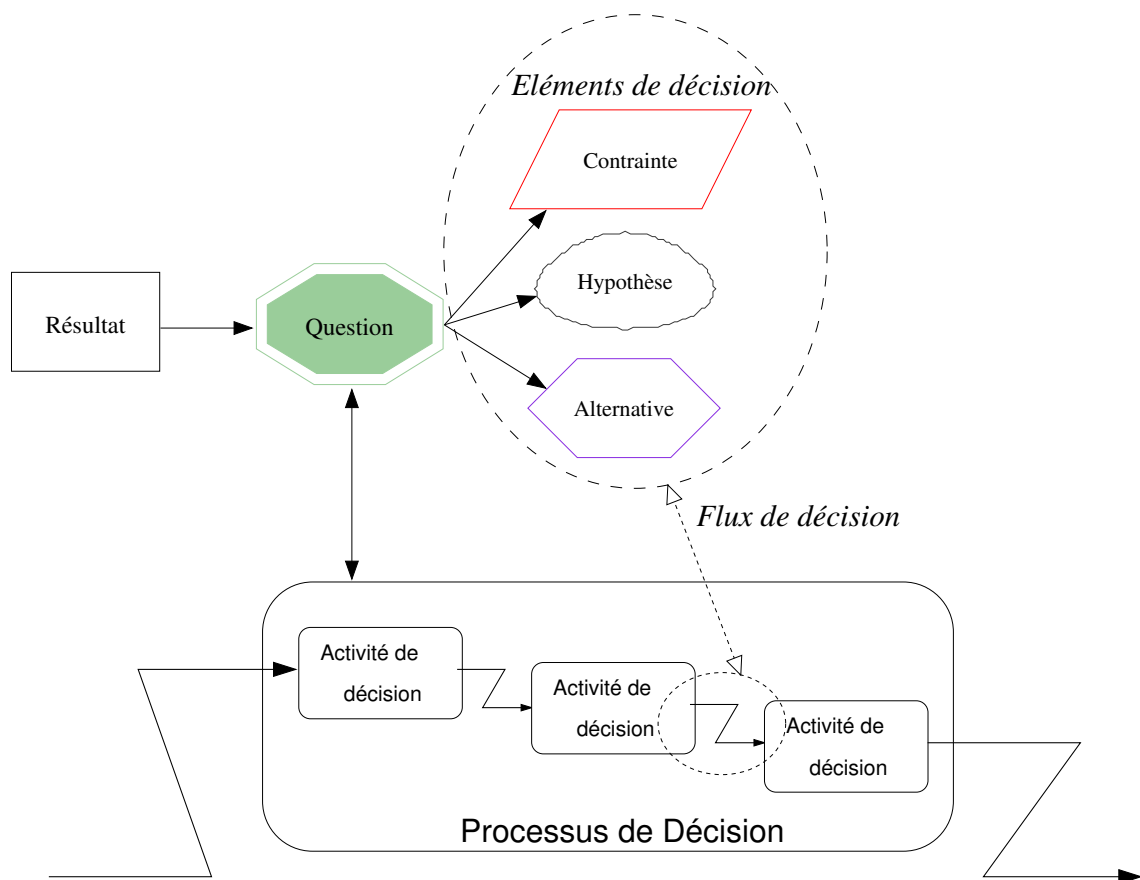


Figure 9.3 – Liens entre la structure de décision le processus (©B.L.)

Nous proposons dans le paragraphe suivant de représenter ces modèles conceptuels à l'aide d'un diagramme de classe comme nous l'avons fait pour la vue *structure de décision*.

9.2.4 Diagramme de classe

Nous proposons figure 9.4 un extrait du diagramme de classe associé aux concepts de processus, d'activité de décision et de flux d'information. Les liens avec les autres concepts ne sont pas représentés, ils sont abordés dans la section suivante.

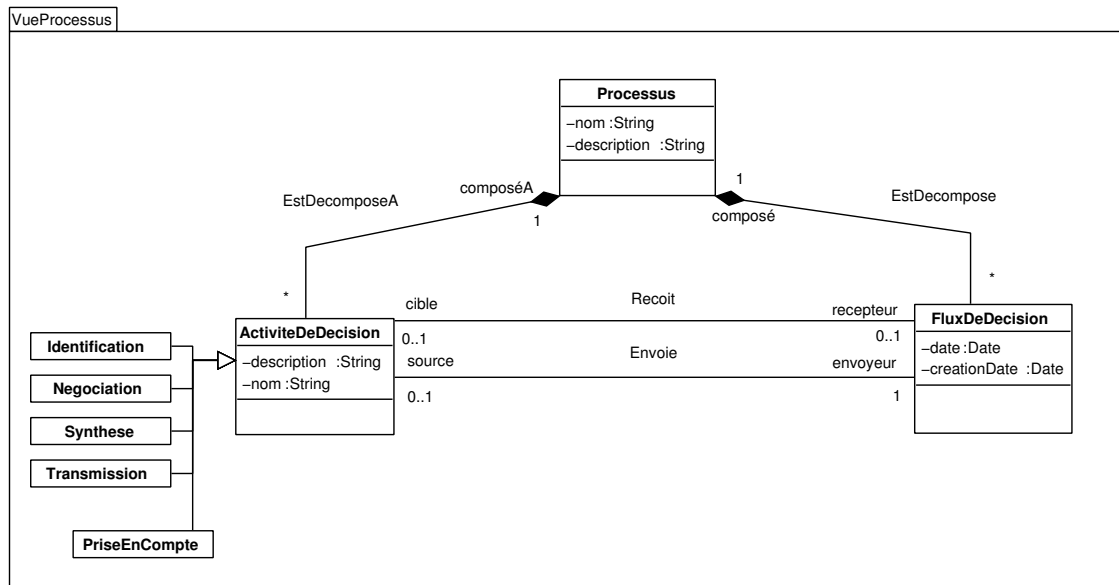


Figure 9.4 – Extrait de la vue d'ensemble du package *vue processus de décision* (©B.L.)

9.3 Concepts associés : contexte, objectif et liens entre processus

Ces éléments ne sont pas suffisants pour modéliser la *vue processus*. Il nous faut ajouter aux modèles deux concepts qui sont issus du constat qu'on ne peut isoler un processus de décision de son environnement. Un processus se déroule dans un environnement (système de décision) dans lequel il est en interaction avec d'autres processus de décision (concept de *lien*) et chacune de ses activités est caractérisée par un environnement propre (concept de *contexte*).

9.3.1 Proposition d'un modèle du concept de contexte

a. Problème de la représentation du contexte

Le contexte est généralement perçu comme “ce qui englobe et donne du sens à quelque chose”. En modélisation, en particulier en ingénierie, la modélisation du contexte est, de notre point de vue rarement abordée ou est alors simplement définie par ce qui englobe les modèles et les rend valides [The MOKA consortium, 2001]. Le concept de contexte est complexe et fait l'objet de recherches multidisciplinaires, en particulier au sein de la communauté CONTEXT⁴ organisant les conférences du même nom (1997,1999, 2001,2003). Les approches existantes sont issues de recherches en linguistique et en sémantique [Penco C., 1999b], en modélisation [Edmonds B., 1999], en philosophie [Penco R., 2001; Penco C., 1999a] et en intelligence artificielle [McCarthy J. et Buvac S., 1997]. Par contre, comme nous l'avons montré dans [Longueville B. et Gardoni M., 2003], à notre connaissance il n'existe pas de cadre conceptuel pour supporter la modélisation du contexte en ingénierie.

⁴<http://context.umcs.maine.edu/>

Or aujourd'hui les entreprises évoluent sont confrontés environnements changeant très rapidement. Les organisations doivent alors faire évoluer leurs structures et leurs processus pour rester compétitives. Par conséquent, les modèles que nous définissons doivent également faire face à cet environnement mouvant. La notion de contexte devient alors critique et le besoin d'outils de modélisation important.

Le contexte est un concept fondamental lors de la création de modèles descriptifs. En effet, lorsqu'il s'agit d'analyser un phénomène réel tel que la décision et d'en caractériser le comportement par la modélisation, nous sommes confrontés à des problèmes d'interprétation et de réutilisation.

Les processus de décision intègrent une composante humaine prépondérante, telle que l'ont mis en évidence les recherches en management stratégique développées dans le paragraphe 5.2 de notre état de l'art. Modéliser les processus de décision c'est donc être confronté à la modélisation du contexte pour les raisons suivantes :

- La communication et la collaboration entre individus sont au cœur des processus de conception en projet. La collaboration d'individus en situation de décision génère un contexte spécifique (celui de l'interaction) qui est alors partagé uniquement par les protagonistes. Il est lié à l'interprétation de la décision, les croyances et la génération de sens pour la compréhension entre individus des logiques de la décision.
- Aujourd'hui les projets d'innovation sont très liés à leur environnement et son évolution. Le contexte apparaît donc comme contenant des contraintes liées à des facteurs externes au projet. Il s'agit alors d'événements, d'informations, de données qui sont intégrés dans la prise de décision. Dans le langage courant on parle alors de contexte économique et social par exemple. Il est alors lié à la notion de vérité des modèles et de l'information [Edmonds B., 2001].
- Le contexte est également nécessaire au niveau de la représentation des connaissances et l'interprétation de l'information. Par la nécessité de la représentation des processus projet et de leur documentation, le contexte apparaît comme déterminant à un niveau linguistique. Il est explicité dans les rapports et les comptes-rendus et donne accès à la compréhension et la réutilisation des informations générées par le projet. Ceci concerne tout particulièrement les justifications écrites de décisions prises en cours de projet.

La représentation du contexte pose alors la difficulté de son identification. Comment reconnaître les éléments contextuels à la décision alors qu'ils sont composés de l'ensemble des facteurs implicites (conditions, causes) de nos connaissances. Pour obtenir une vérité absolue, il faudrait alors représenter un nombre d'informations qui semble infini. Le contexte apparaît donc comme un concept qui peut plus être reconnu qu'inféré.

b. Proposition : une représentation du contexte en trois niveaux

Nous avons proposé dans [Longueville B. et Gardoni M., 2003], à partir d'une étude bibliographique, un cadre conceptuel pour identifier le niveau de contexte nécessaire à intégrer dans un modèle. En fonction du niveau, nous avons également proposé des pistes pour représenter le contexte nécessaire. Ces éléments sont synthétisés dans le tableau 9.2.

c. Solution retenue

En modélisation des processus de décision, compte tenu de la prépondérance des facteurs humains, nous devons faire face aux deux derniers niveaux de contexte, le contexte im-

Type de contexte	Conditions	Proposition
Pas de contexte	Si les modèles sont utilisés dans la même situation que lorsqu'ils ont été construits, la notion de contexte n'est pas nécessaire.	Inutile
Contexte explicite	Si les modèles n'intègrent pas d'interactions ou de traitements réalisés par des individus et si les modèles doivent être utilisés dans des situations différentes de celles qui ont servi à leur création.	Ce contexte est représenté par des paramètres d'entrée additionnels. Pour identifier ces paramètres il s'agit d'étudier les différents facteurs et situations qui peuvent rendre le modèle faux et d'ajouter les paramètres correspondants.
Contexte implicite	Si les modèles intègrent des facteurs humains, de l'information ou des connaissances.	Ce niveau de contexte fait appel à des connaissances qui sont partiellement représentées par des informations. Il peut être partiellement explicité par des techniques d'ingénierie des connaissances ou des observations empiriques. L'objectif est d'ici d'obtenir des représentations non formelles qui aident les individus à reconnaître le contexte lorsque c'est nécessaire.
Contexte global	Ce niveau concerne le contexte qui englobe tout modèle. Il est complexe est difficile à identifier. Il intègre l'ensemble des aspects humains tels que le comportement, la culture, la morale, les sentiments ainsi que leurs interactions dynamique.	Pas de solutions identifiées. Il est considéré comme suffisamment stable pour que toute vérité vérifiée dans les niveaux de contexte inférieurs le soit également à ce niveau.

Tableau 9.2 – Types de contextes et recommandations d'après [Longueville B. et Gardoni M., 2003]

plicite et le contexte global. Ces deux niveaux font l'objet de recherches à part entière au sein de la communauté CONTEXT. Apporter une réelle contribution dépasse l'objet de nos travaux, nous proposons néanmoins une approche pragmatique fondée sur l'analyse proposée par Edmonds [Edmonds B., 1999]. Il s'agit de développer une *approche interne* avec une démarche *bottom-up* telle que présentée dans le tableau 9.3.

Nous proposons alors dans le modèle un objet contexte associé à chaque objet activité de décision. Cet objet est représenté par la classe *Contexte*. Les attributs de cette classe correspondent aux types d'informations déterminés par l'approche interne. Ces types doivent

	Approche retenue	Alternative
Point de vue	<i>Approche interne</i> : Le contexte est considéré comme le résultat de processus d'apprentissages individuels. Il peut être étudié de manière empirique. Par exemple, les concepteurs expérimentés reconnaissent le contexte d'un problème de conception pour proposer une solution [Hansen C. T. et Ahmed S., 2002].	<i>Approche externe</i> : Le contexte est représenté par des modèles d'heuristiques, abstraites des schémas de raisonnement individuels.
Type d'approche	<i>Bottom-up</i> : propose d'induire des modèles de contexte à partir de détails issus du processus apprentissage et d'inférence tels qu'ils se passent en pratique.	<i>Top-down</i> : propose des principes généraux (codés sous forme d'algorithmes ou de règles) représentant a priori le contexte.

Tableau 9.3 – Approches de modélisation du contexte d'après [Longueville B. et Gardoni M., 2003]

donc être déterminés par une approche empirique et seront différents pour chaque projet d'innovation. Nous envisageons éventuellement des types génériques et des types spécifiques par domaine d'application (Projets d'innovation technologique ou de concept par exemple). Nous discuterons ces aspects dans le paragraphe 14.2.2 par l'étude d'un cas d'application.

9.3.2 Modélisation des liens entre les processus de décision

L'ensemble des processus de décision forme un réseau inter-connecté. En effet, un processus de décision identifié est potentiellement en relations avec d'autres processus. Nous proposons de considérer ces relations comme des flux d'informations spécifiques, appelés *liens de décision* comme l'illustre la figure 9.5.

Définition 37 *Un lien de décision est donc un flux d'information reliant deux activités de décision issues de processus différents.* □

La conséquence qu'a ce flux d'information sur l'activité de décision qui le reçoit est décrite par ses attributs. La classe *Liens* possède donc les attributs suivants :

- la date d'indentification du lien ;
- le type du lien qui est soit une contrainte, un simple information ou bien une filiation ;
- la description du lien.

Par ailleurs, un lien peut contenir des éléments de décision associés au processus dont il est issu. Il est également possible de créer un lien entre des processus issus de projets différents.

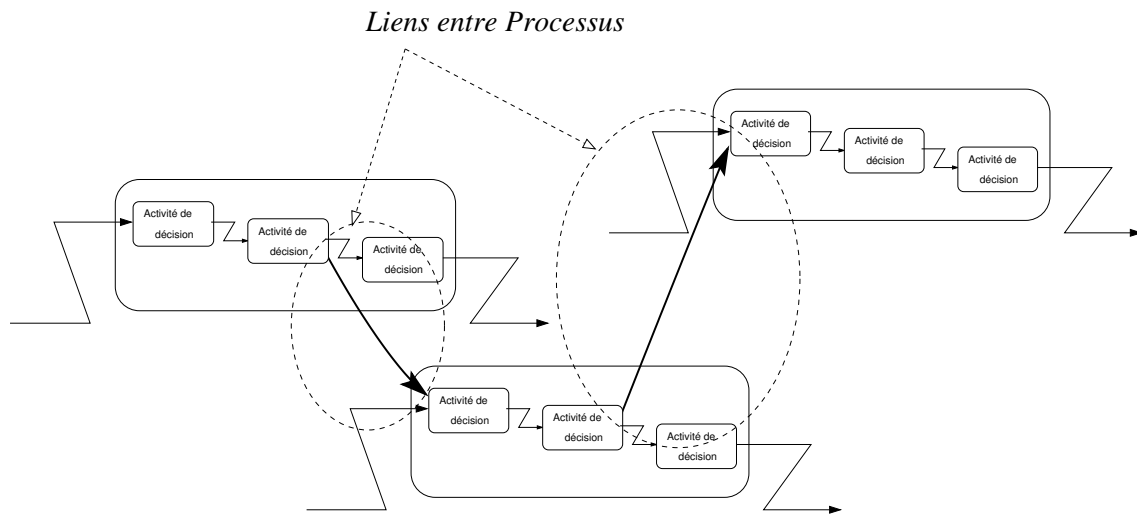


Figure 9.5 – Liens entre les processus de décision (©B.L.)

9.3.3 Concept d'objectif

Définition 38 *L'objectif associé à un processus de décision est son but déterminé, la situation à atteindre.* □

En pratique la notion d'objectif est explicitable avec difficulté par les acteurs des processus de décision. Nous proposons de la représenter par un ensemble d'objets associés à un objet *processus*. Elle est représentée par la classe *Objectif* liée à la classe *Processus*. Les attributs de cette classe sont :

- nom ;
- valeur ;
- description.

La notion d'*objectif* ne fait pas partie de structure de décision. L'*objectif* dans le modèle que nous proposons n'est donc pas un élément faisant partie de l'espace de décision. Il ne faut pas confondre la notion d'objectif proposée avec les objectifs qui font l'objet d'un processus de décision. Ces derniers sont alors représentés par la vue résultat (objet de la décision).

Tout comme pour la vue *structure de décision*, ces modèles conceptuels sont ensuite représentés à l'aide du langage UML en enrichissant le diagramme 9.4 page 128. Le résultat de cette modélisation est présenté dans les paragraphes suivants.

9.4 Modèle UML : diagramme de classes

9.4.1 Vue d'ensemble

La figure 9.6 représente une vue d'ensemble du package *vue processus de décision*. Afin d'exprimer les relations existant entre cette vue et la *structure de la décision*, nous repré-

sentons les associations *Concerne* et *Contient* vers les classes *Question* et *ElementDeDecision* du package *StructureDeDecision*. La possibilité d'ajouter des *éléments de décision* à un *lien* entre deux activités est matérialisée par une association entre la classe *Lien* et la classe *ElementDeDecision*.

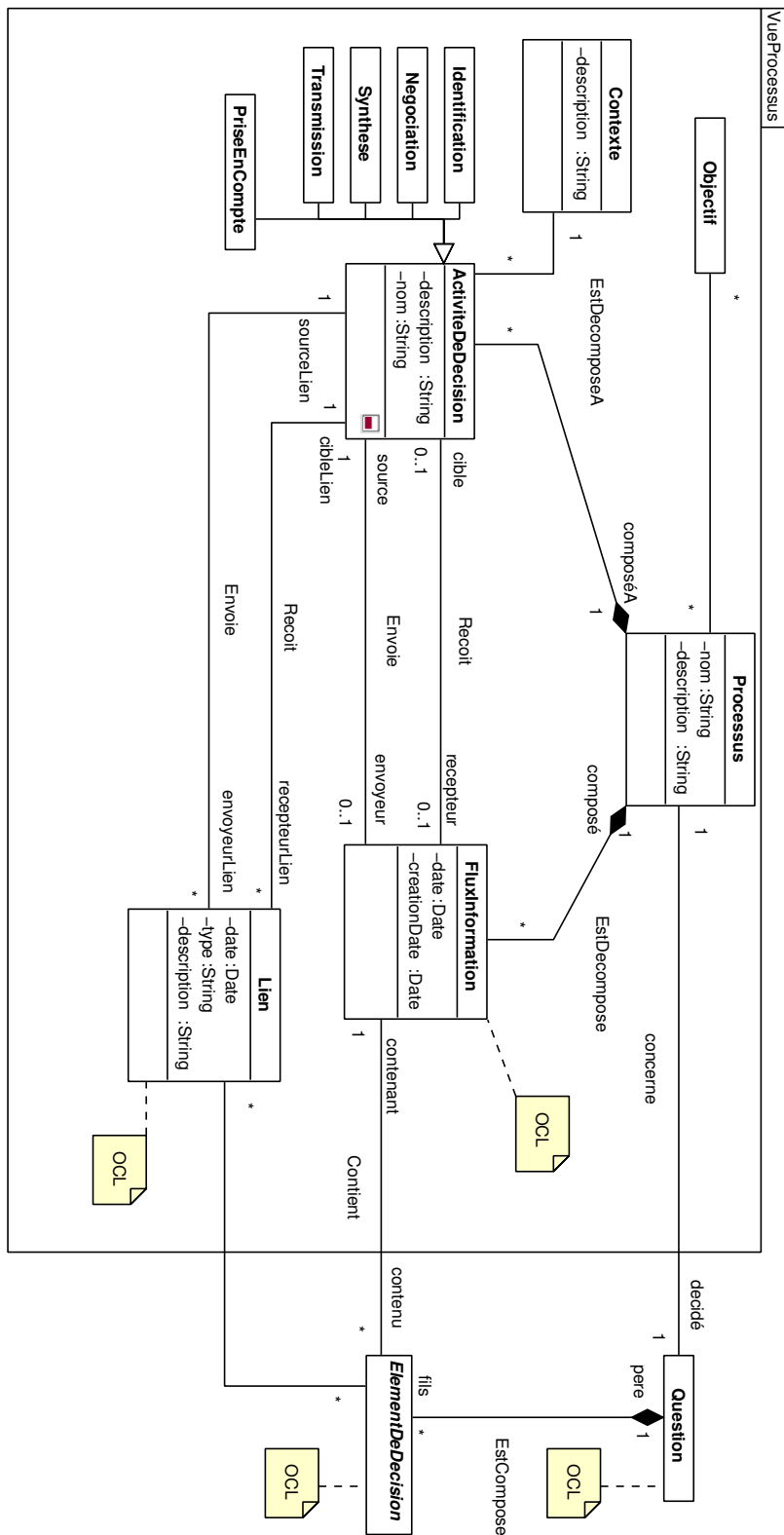


Figure 9.6 – Vue d'ensemble du package Processus de Décision (©B.L.)

9.4.2 Contraintes OCL

a. Principe

Tout comme pour la vue *structure de décision*, nous utilisons le langage OCL pour représenter des contraintes qui ne peuvent pas être aisément décrites avec la sémantique du diagramme de classe.

Les contraintes que nous souhaitons exprimer concernent les classes *FluxDeDecision* et *Lien*. Il s'agit d'exprimer le fait qu'un flux de décision appartient au même processus que les activités qu'il relie. Pour garantir la cohérence entre les vues *processus* et *structure de décision*, il faut également ajouter la contrainte exprimant qu'un flux de décision d'un processus *p* contient des éléments de décision qui appartiennent à la décomposition directe de la question associée au processus *p*. Cela se traduit par :

- (OCL 3) Un *flux de décision* appartient au même processus que l'activité source associée.
- (OCL 4) Un *Flux de decision* appartient au même processus que l'activité cible associée.
- (OCL 5) Un *Lien* ne peut exister qu'entre deux *Activités* appartenant à des *Processus* différents.
- (OCL 6) Chaque *élément de décision* contenu dans un *FluxDeDecision* doit être directement dépendant de la *Question* associée au *Processus* en cours. Autrement dit, l'*ElementDeDecision* contenu dans le *FluxDeDecision* doit avoir pour père la *Question* associée au *Processus*.

b. Vue conceptuelle, langage OCL

En syntaxe OCL, les trois contraintes concernant respectivement les *flux de décision* et les *liens* sont alors exprimées par les formules suivantes, ces formules permettent d'enrichir le diagramme de classe proposé :

Contrainte OCL 3

```
context FluxDeDecision
inv verifier_same_source :
self.compose -> includes(self.source.composeA)
```

Contrainte OCL 4

```
context FluxDeDecision
inv verifier_same_cible :
self.cible -> notEmpty implies
self.compose -> includes(self.cible.composeA)
```

Contrainte OCL 5

```
context Lien
inv pasdanslememeprocessus :
self.sourceL.composeA <> self.cibleL.composeA
```

Contrainte OCL 6

```
context FluxDeDecision
inv verifier_decompo :
self.compose.decide.fils -> includesAll (self.contenu)
```

9.5 Illustration

Nous illustrons le modèle proposé par un diagramme d'objets présenté figure 9.7. Par souci de clarté, nous ne représentons qu'un extrait d'un processus de décision. Les liens avec la vue structure de décision sont également représentés, pour cela nous nous appuyons sur l'exemple de structure présenté figure 8.5 page 119.

Sur cet exemple, sont représentés deux éléments de décision (*embarque :Alternative* et *distant :Alternative*) qui ont été produits lors de la réunion2 (*Activité de décision* de type *Identification*). Ces éléments de décision sont contenus dans un flux de décision (F1). Nous observons également les *contextes* associés aux *activités de décision* et les *objectifs* associés au *processus*.

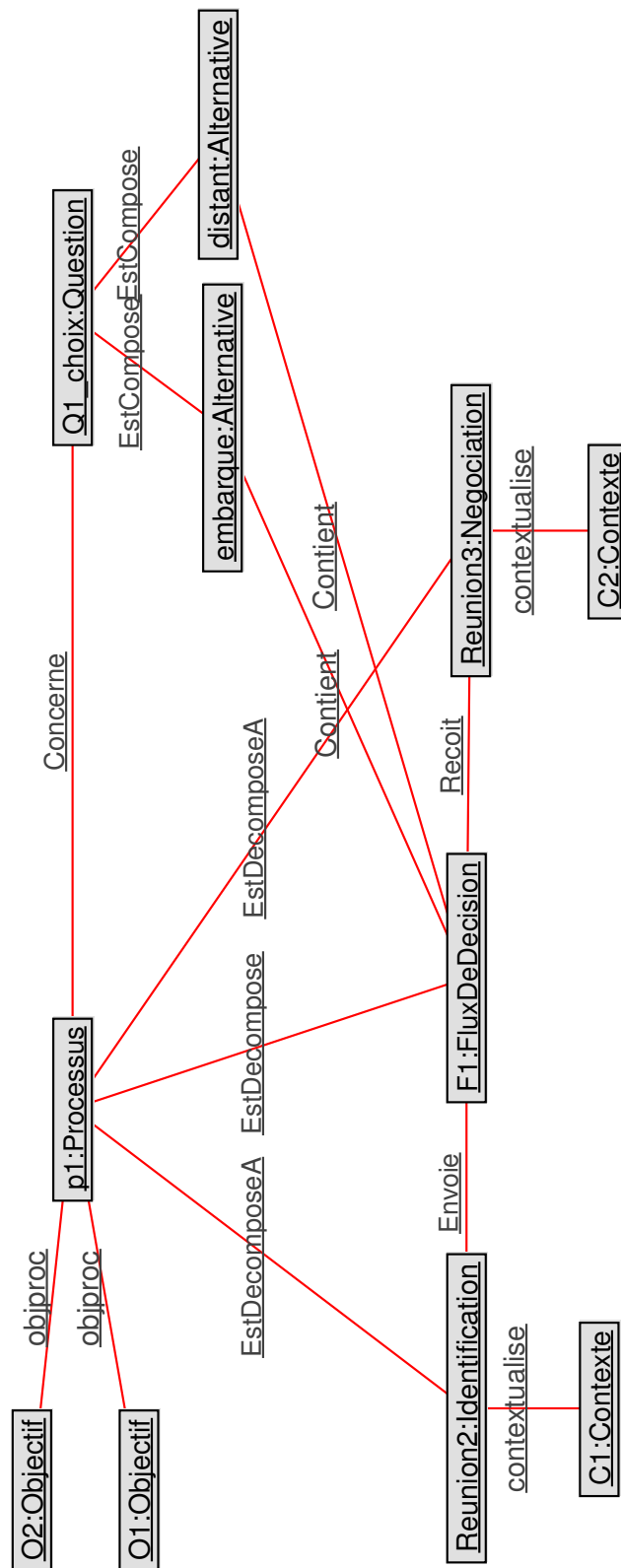


Figure 9.7 – Illustration de la vue processus de décision, diagramme d’objets

9.6 Synthèse et apports

La *vue processus de décision* détaillée dans ce chapitre contribue à la modélisation de la décision vue comme un processus composé d'un séquençement *d'activités de décision* reliées par des *flux de décision*.

Les modèles proposés ont pour fondement les modèles de processus de décision vus comme processus de traitement de l'information. Par rapport à l'existant, cette vue du modèle INDIGO contribue à :

- l'intégration d'un élément fondamental associé au *processus de décision*, la notion d'*objectif*;
 - l'intégration d'un élément fondamental associé aux *activités de décision*, la notion de *contexte*;
 - la définition des liens entre le processus de décision, en particulier les flux de décision et la structure de la décision ;
 - la définition des liens entre les différents processus de décision ;
 - une caractérisation des principales activités de décision par rapport aux informations qu'elles produisent ;
 - la description d'un processus de décision par un ensemble d'éléments dont les relations sont décrites par un modèle UML ;
-

CHAPITRE 10

INDIGO : Vue Organisation

Un homme doit choisir. En cela réside sa force : le pouvoir de ses décisions.

Paulo Coelho

10.1 Définition : vue organisation de la décision

La dernière vue que nous représentons est la *vue organisation de la décision*. Son objectif est de représenter l'organisation des acteurs impliqués dans un processus de décision. Nous étudions une organisation en projets, ces projets sont articulés et pilotés par divers comités et instances de décision. Nous cherchons à caractériser les groupes de décision qui sont constitués par un ou plusieurs individus impliqués dans les activités de décision.

Nous avons développé dans le chapitre 9, un modèle de processus de décision composé d'activités de décision. Chacune de ces activités est réalisée par un *groupe de décision*. L'objectif de la *vue organisation* du modèle *INDIGO* est de modéliser l'organisation de ces *groupes de décision*. Le but d'une telle représentation est d'être capable de représenter le rôle et les responsabilités des différents acteurs.

10.2 Concepts représentés

10.2.1 Groupes de décision

Nous précisons la définition retenue d'un *groupe de décision* :

Définition 39 *Un groupe de décision est un groupe d'individus, une entité organisationnelle impliquée dans une activité de décision.* □

Chaque activité d'un processus de décision est supportée par un *groupe de décision* comme l'illustre la figure 10.1

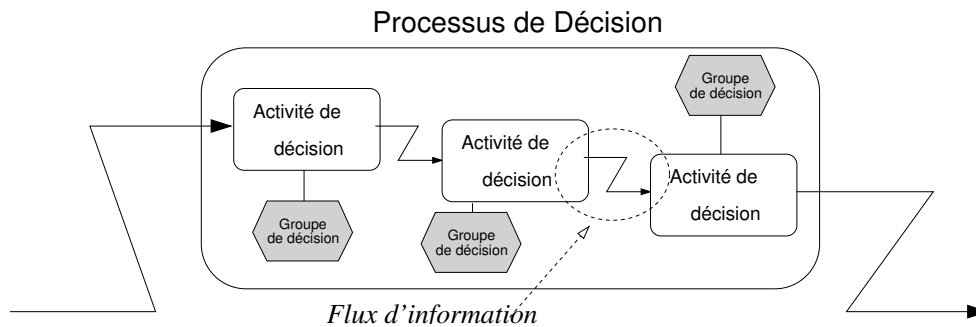


Figure 10.1 – Composition d'un processus de décision, rôle des groupes de décision

10.2.2 Les environnements

Le premier élément qui caractérise un *groupe de décision* est l'unité organisationnelle dans laquelle il agit. Nous étudions l'organisation de l'innovation en projets¹. Le système formé par l'ensemble des projets d'innovation ainsi que des diverses instances de décision responsables du pilotage de l'innovation est un système complexe. Ce système se décompose en sous-systèmes, correspondant à des domaines d'innovation. Chaque domaine comporte des projets d'innovation. Ces projets sont également décomposés en *sous-projets* ou *lots* associés aux différents livrables. Nous désignons ces systèmes et sous-systèmes par le terme *environnement* (pour environnement de travail). Nous avons donc identifié :

- les environnements équipe projet, ou lots, ou sous-projets ;
- les environnements projets ;
- les environnements domaines d'innovation, ou services, ils regroupent plusieurs projets ;
- l'environnement direction innovation ;
- l'environnement entreprise.

Cette liste est illustrée par la figure 10.2. Elle peut être adaptée en fonction de l'entreprise étudiée. S'il s'agit, par exemple, d'un projet d'innovation réalisé entre deux entreprises en co-conception, le projet s'intégrera alors dans un environnement de type *partenariat*.

10.2.3 Rôles des groupes de décision

Le second élément que nous identifions pour caractériser un groupe de décision, c'est son rôle vis-à-vis du processus de décision. Pour cela nous proposons un modèle correspondant à chaque environnement. Le modèle OID associé à chaque *environnement* est présenté

¹telle que nous l'avons présentée paragraphe 2.3

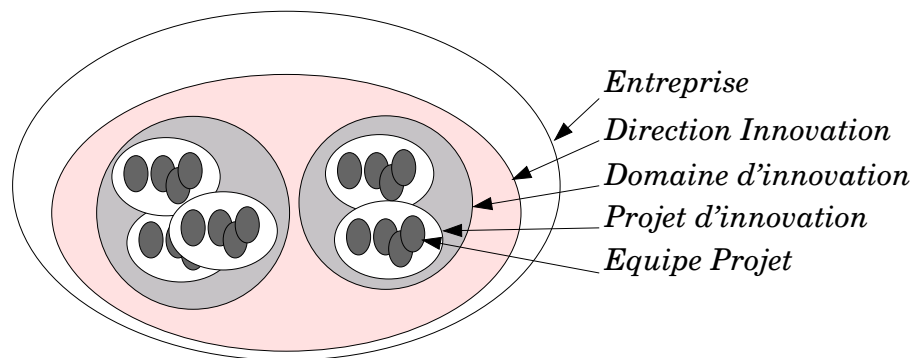


Figure 10.2 – Les différents environnements

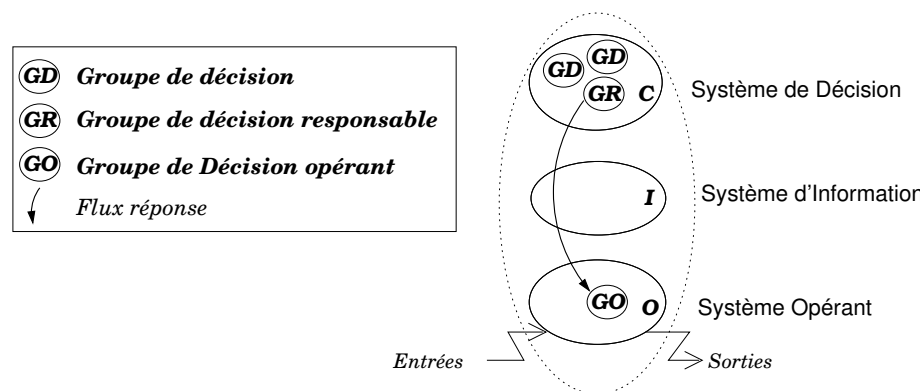


Figure 10.3 – Modèle OID

figure 10.3. L'utilisation de ce modèle repose sur le caractère complexe² de l'environnement étudié. Ce modèle permet d'identifier plusieurs types de groupes de décision :

- les *groupes de décision*, ils sont impliqués dans le processus de décision ;
- les *groupes de décision responsables*, ils assument la responsabilité de la prise de décision et transmettent la décision au système opérant ;
- les *groupes de décision opérants* qui reçoivent la décision au sein du système opérant et la mettent en action.

Le modèle intègre également la définition des *flux de réponse* entre le système de décision et le système opérant.

Définition 40 *Un flux de réponse est issu du groupe de décision responsable de la décision. C'est un flux d'information qui via le système d'information est reçu par un groupe du système opérant, le groupe de décision opérant, qui conduira une action.* □

²voir A.2 218

10.2.4 Types de groupes de décision en fonction des activités de décision

La table 10.1 représente les groupes de décision impliqués dans les différents types d'activité de décision de la *vue processus*.

Nom	Caractérisation	Groupes de décision
Prise en compte	Un groupe de décision initie le processus de décision. Il sera responsable de la décision, il identifie la <i>question</i> qui doit être traitée.	<ul style="list-style-type: none"> – groupe de décision responsable ; – groupes de décision.
Identification, Né-gociation et Synthèse	Ces activités peuvent être réalisées par n'importe quel groupe de décision.	<ul style="list-style-type: none"> – groupes de décision.
Clôture	Le <i>groupe responsable</i> de la décision clôt le processus de décision. La réponse à la question posée est transmise au groupe qui la met en action, le <i>groupe opérant</i> .	<ul style="list-style-type: none"> – groupe de décision responsable ; – groupe de décision opérant

Tableau 10.1 – Types d'activité et groupes de décision

10.2.5 Concept de strate de décision

Afin de caractériser les groupes de décision, l'organisation humaine du système étudié est représentée par diverses strates. Au coeur se trouve l'acteur, le niveau suivant est constitué d'équipes projets, puis vient le niveau management de projet et la strate management (par exemple le service responsable de ces projets) et enfin la strate entreprise. Chaque groupe de décision est donc caractérisé par sa strate dans l'organisation et par son rôle vis à vis de cette strate. Il peut faire partie du système opérant de la strate concernée ou bien du système de décision de cette même strate.

Par exemple un comité de pilotage est un *groupe de décision responsable* de la strate management de projet lorsqu'il prend des décisions impactant ses équipes projets. Comme le montre la figure 10.4, il est également un *groupe de décision opérant* quand il reçoit des objectifs pour son projet par les diverses instances de décision de la strate management.

Le concept de strate permet de caractériser les groupes d'individus intervenant dans un processus de décision. En particulier dans des organisations complexes, cela permet de modéliser les interactions entre différents projets et les actions des différentes instances de décision (pilotage des projets).

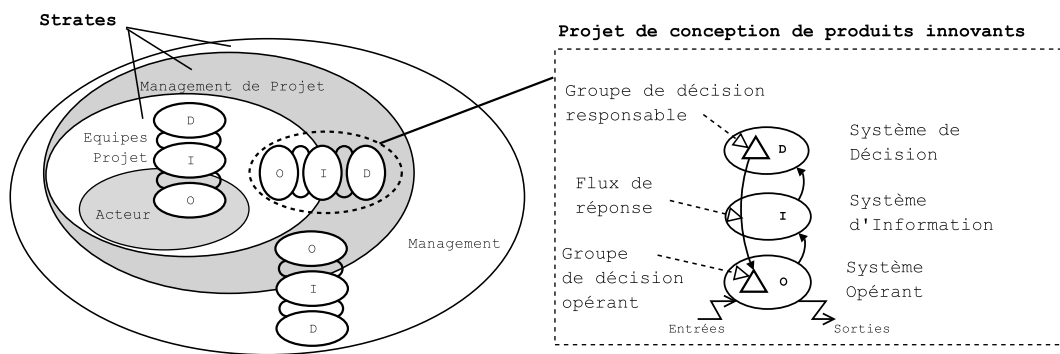


Figure 10.4 – Organisation des processeurs de décision

10.2.6 Acteurs

Les groupes de décision sont composés d'individus appelés *acteurs*. Pour chaque acteur d'un groupe, nous représentons son rôle dans le cadre de chacun de ses environnements de travail. Ceci nous permet de caractériser les processeurs par les fonctions et les compétences de leurs membres dans l'organisation mais également par les individus qui les composent.

10.3 Modèle UML : diagramme de classes

La modélisation de la vue organisation sous la forme d'un diagramme de classe est représentée figure 10.5. L'ensemble des concepts de cette vue appartient au package *VueOrganisation*.

La figure 10.5 représente également les relations entre *organisation* et *processus*. Chaque activité d'un processus de décision implique des *groupes de décision*. Ce lien est représenté par l'association *EstImplique* entre les classes *GroupeDeDecision* et *ActiviteDeDecision*. Par ailleurs, nous avons identifié dans le tableau 10.1 des rôles particuliers de groupes de décision en fonction des activités du processus. Ces rôles sont modélisés par les associations *EstResponsable* et *EstOperant* dans lesquelles le groupe de décision a respectivement les rôles de *groupe responsable* et le *groupe opérant*.

10.4 Illustration

Nous illustrons le modèle proposé par un diagramme d'objets représenté figure 10.6. Les liens entre la vue organisation et la vue processus sont également mis en évidence par cette figure. Seul un acteur est représenté sur ce diagramme par souci de clarté. Trois exemples de responsabilité des *groupes de décision* dans les *activités de décision* sont illustrés. Le groupe *Comité de pilotage* est impliqué dans l'activité *Réunion3 :Négociation*. Concernant l'activité *Réunion5 :Transmission*, il est responsable de la prise de décision qui sera transmise au groupe de décision *Equipe Implantation*.

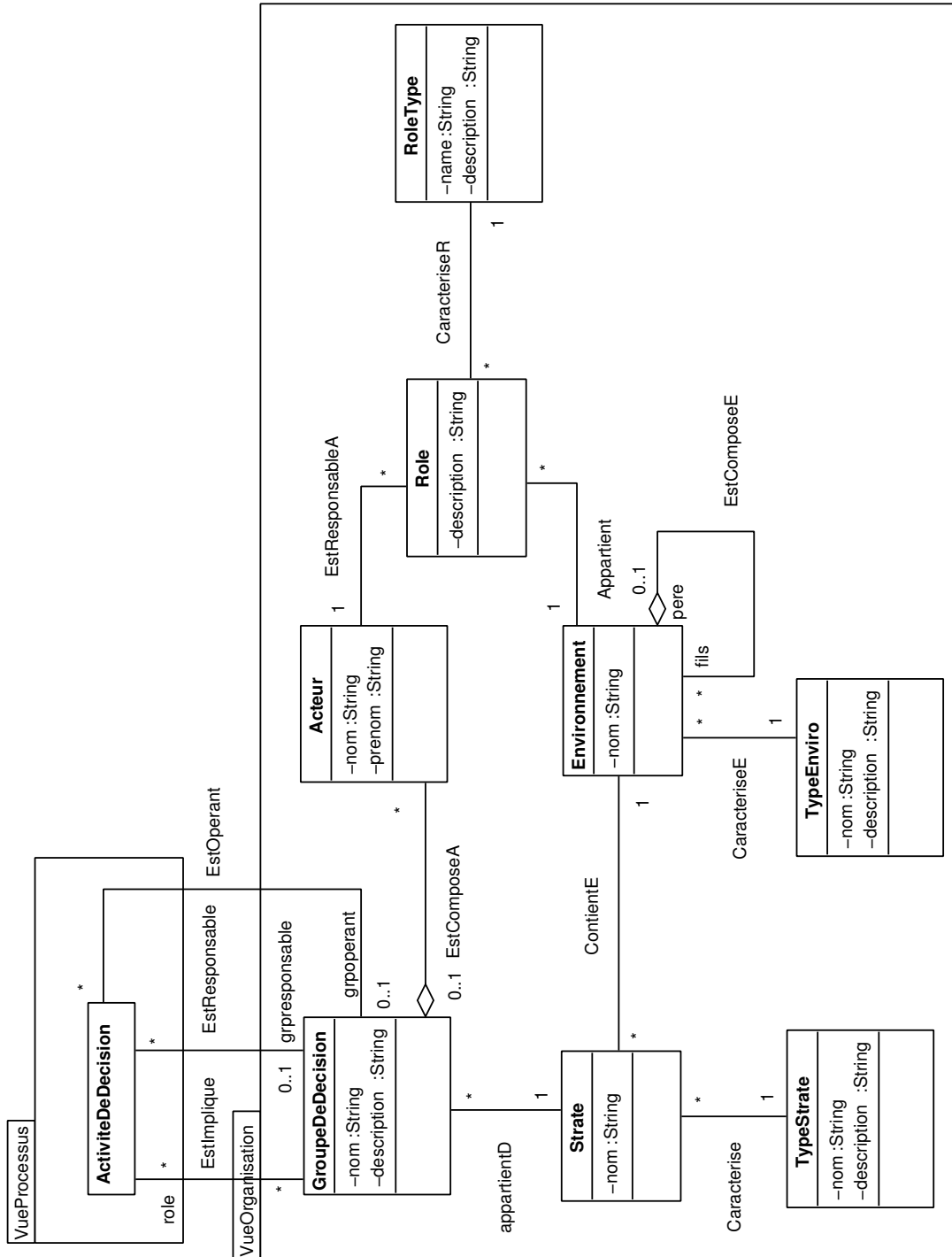


Figure 10.5 – Vue d'ensemble du package Organisation Decision

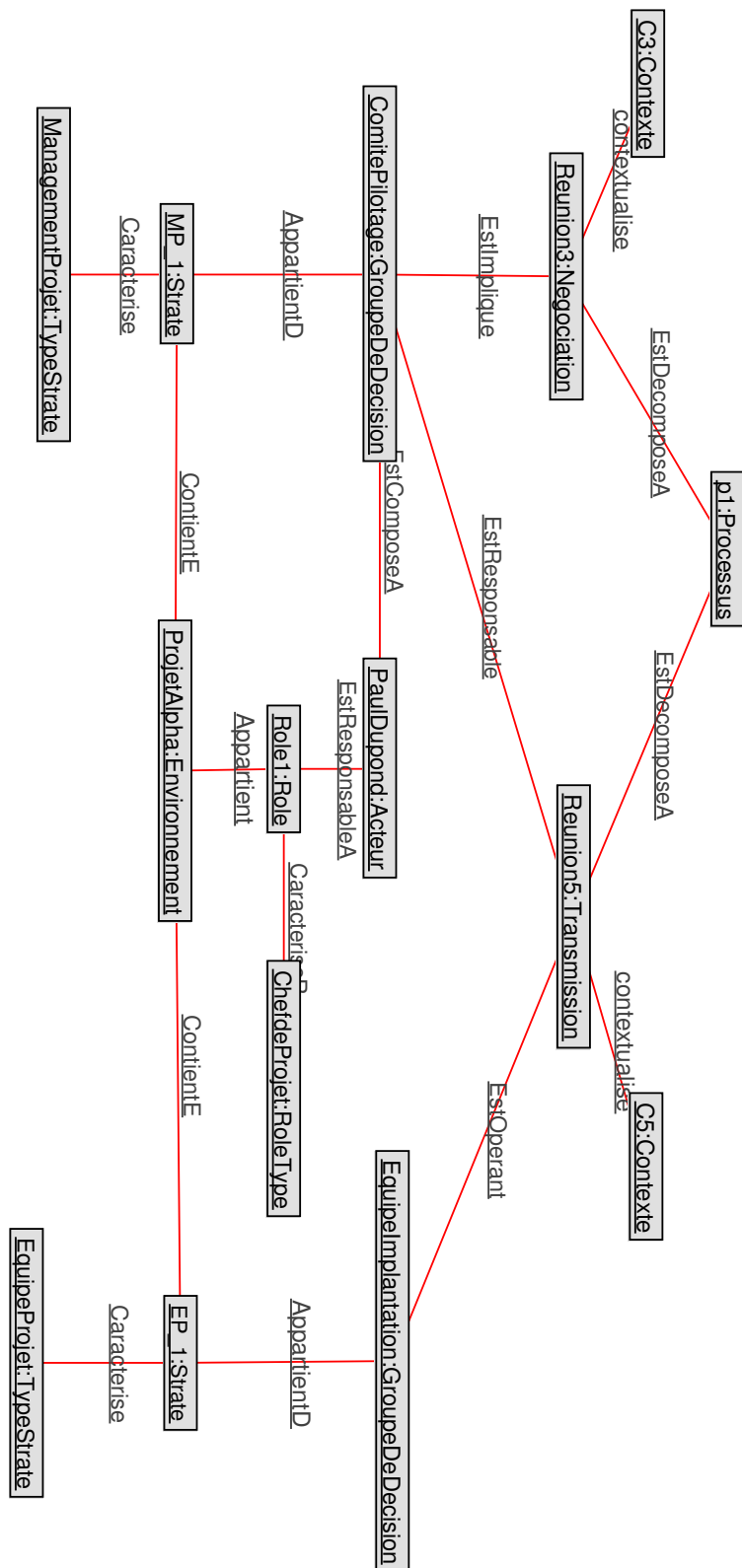


Figure 10.6 – Illustration de la vue organisation de décision, diagramme d’objets

10.5 Synthèse et apports

La *vue organisation de la décision* détaillée dans ce chapitre contribue à la modélisation de l'organisation de la décision. Cette partie du modèle se concentre sur la caractérisation des *groupes de décision* qui sont des groupes d'individus impliqués dans les activités de décision.

Les modèles proposés ont pour fondement théorique l'approche systémique [Le Moigne J.-L., 1977]. Nos contributions sont :

1. l'identification et la modélisation de strates de décision permettant de caractériser les groupes de décision et leur organisation ;
 2. la caractérisation des rôles des différents groupes de décision en fonction des activités de décision qu'ils supportent ;
 3. l'intégration de ces différents éléments dans un modèle UML en relation avec la *vue processus*.
-

INDIGO : Intégration des vues, exemple et synthèse

11.1 Indigo, vue d'ensemble

11.1.1 Intégration

Nous avons présenté dans les chapitres précédents les différentes vues du modèle de manière indépendante. Dans ce chapitre, nous présentons le modèle intégré INDIGO qui met en place au sein du même modèle quatre vues. Les liens entre les vues ont été présentés indépendamment dans les chapitres précédents, l'objectif est ici de donner une vue d'ensemble et de l'illustrer par un exemple.

11.1.2 Diagramme de classe

Les quatre packages UML correspondant aux différentes vues sont regroupés dans un modèle unique, le diagramme de classe présenté figure [11.1](#). Les liens entre les différentes vues sont réalisés par des associations entre classes.

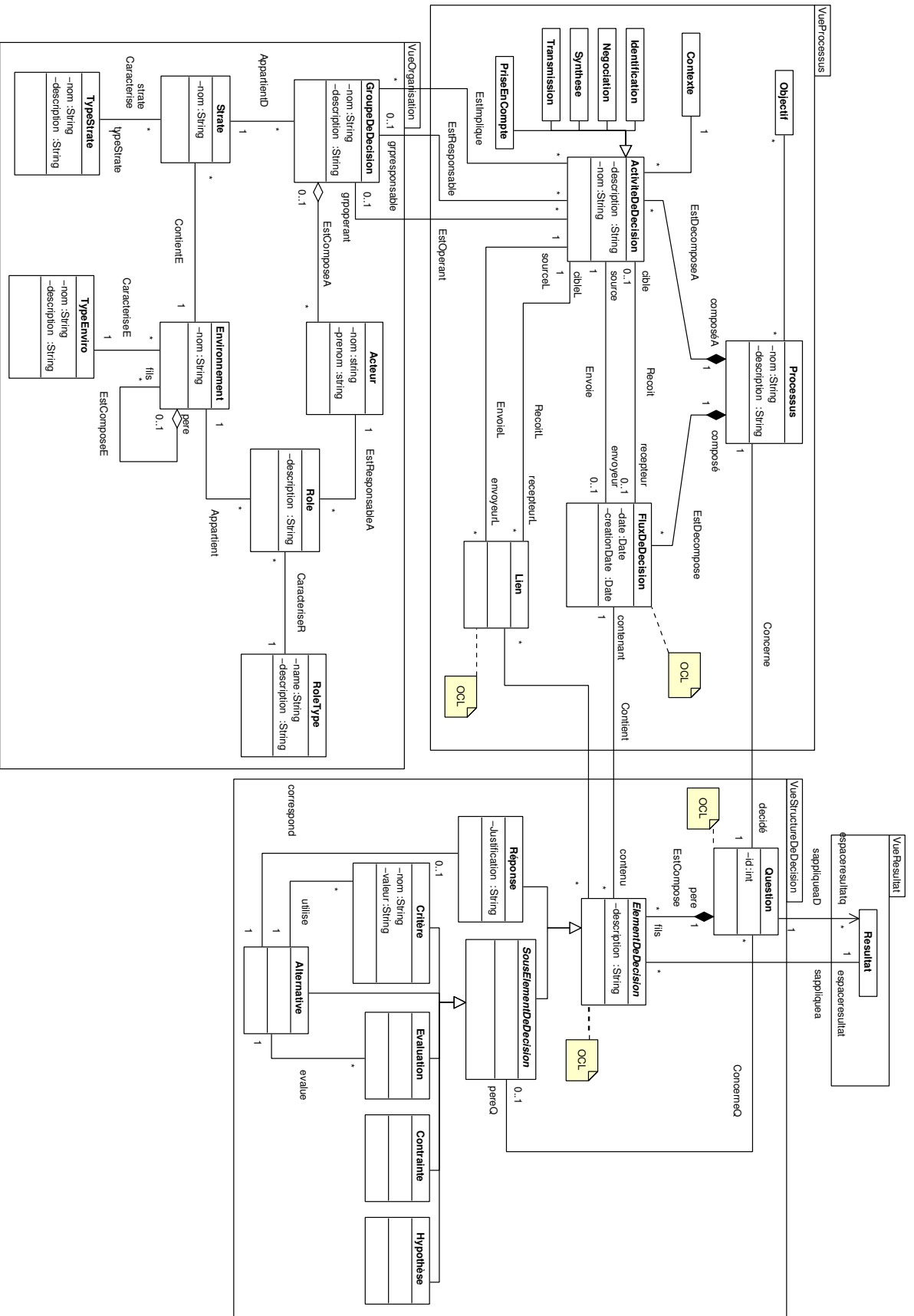


Figure 11.1 – Indigo, vue d'ensemble du modèle UML (©B.L.)

11.1.3 Dépendances entre les vues

La figure 11.2 met en évidence les dépendances qui existent entre les différentes vues du modèle. La vue *structure de décision* s'appuie sur la vue résultat. Cette composante du modèle offre une représentation de l'espace décisionnel des différents objets manipulés dans un projet. Ces derniers sont décrits par la *vue résultat*. La *vue organisation* est indépendante, ses modèles peuvent être utilisés sans faire appel aux autres vues du modèle. La *vue processus* se situe au cœur du modèle INDIGO, elle utilise des objets issus de la *vue organisation* et de la *vue structure de décision*.

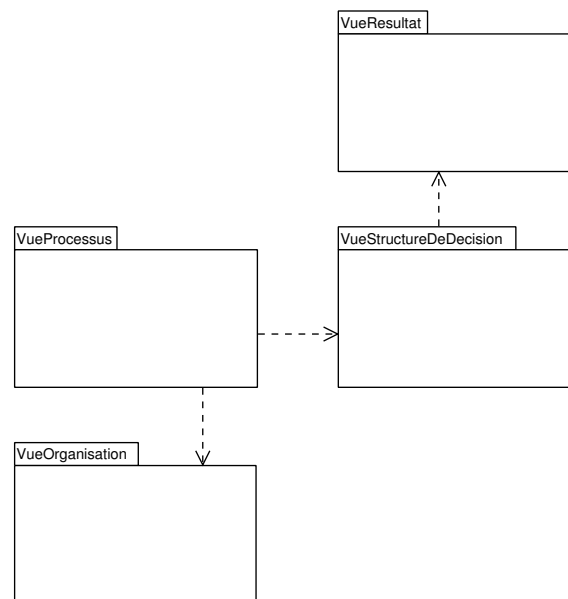


Figure 11.2 – Dépendances entre les vues du modèle (©B.L.)

11.2 Exemple

11.2.1 Principe

Nous proposons dans cette section une illustration de l'utilisation du modèle INDIGO sur un exemple concret. Nous avons choisi pour cela un processus de décision identifié dans un projet d'innovation de notre terrain d'application (PSA PEUGEOT CITROËN). Il s'agit d'un projet de conception de système de direction innovant réalisé avec un fournisseur. Pour des raisons de confidentialité, une partie des informations fournies par le modèle est volontairement non détaillée.

Cette illustration consiste en la représentation d'un processus de décision concernant une spécification. Les informations nécessaires à la modélisation ont été recueillies lors de la participation aux réunions de pilotage du projet et par interviews avec les acteurs impliqués.

Nous allons présenter chronologiquement cet exemple en construisant les 4 vues du modèle. Les diagrammes présentés sont les diagrammes objets. Pour simplifier les représentations, nous n'allons pas représenter systématiquement tous les objets.

11.2.2 Modèles : diagrammes d'objets

a. Etape de prise en compte du problème

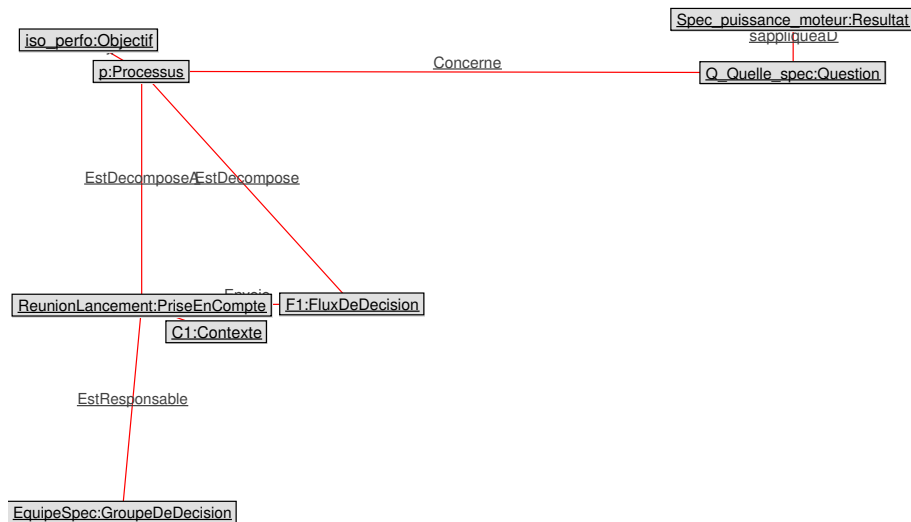


Figure 11.3 – Etape de prise en compte

Nous nous intéressons au processus de décision concernant le choix d'une spécification fonctionnelle d'un moteur électrique utilisé dans un actionneur. La figure 11.3 présente les modèles construits chronologiquement et correspondant à la première activité de décision (*Prise en Compte*). Cette étape initie le processus de décision (*p*), ce dernier *concerne* la spécification du moteur (*le résultat*). Elle permet également de lui associer des objectifs, dans ce cas, la spécification devait se faire à *iso performance* par rapport à l'existant. Cette étape est réalisée par le groupe de décision "Equipe spécification (*EquipeSpec*)" de la strate *équipe projet* du projet Alpha.

La figure 11.4 intègre la modélisation du groupe de décision *EquipeSpec*. Ce diagramme représente les acteurs composant le groupe de décision ainsi que le rôle qu'ils tiennent dans l'environnement projet. Ce groupe de décision appartient à la strate *Equipe projet*.

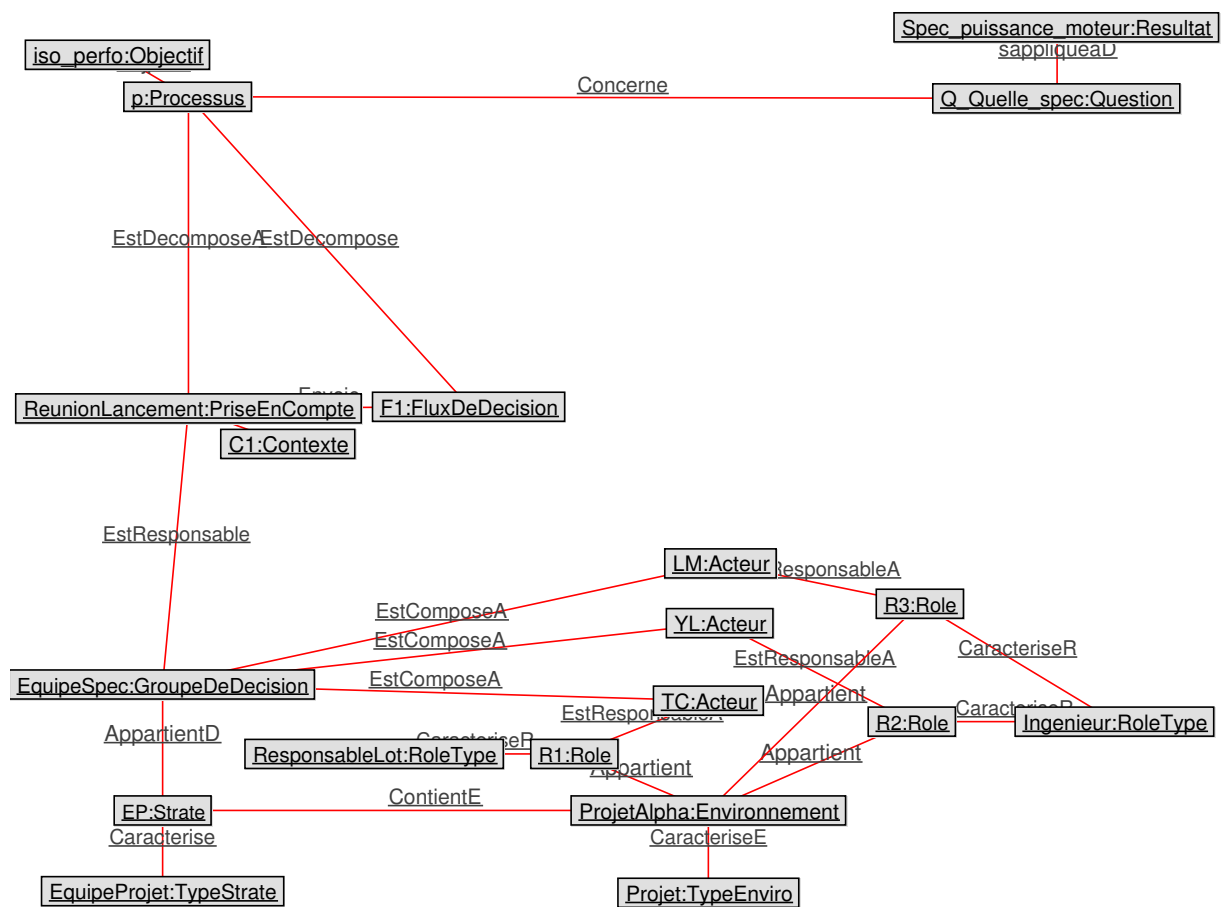


Figure 11.4 – Etape de prise en compte, représentation de l’organisation

b. Etape d'identification

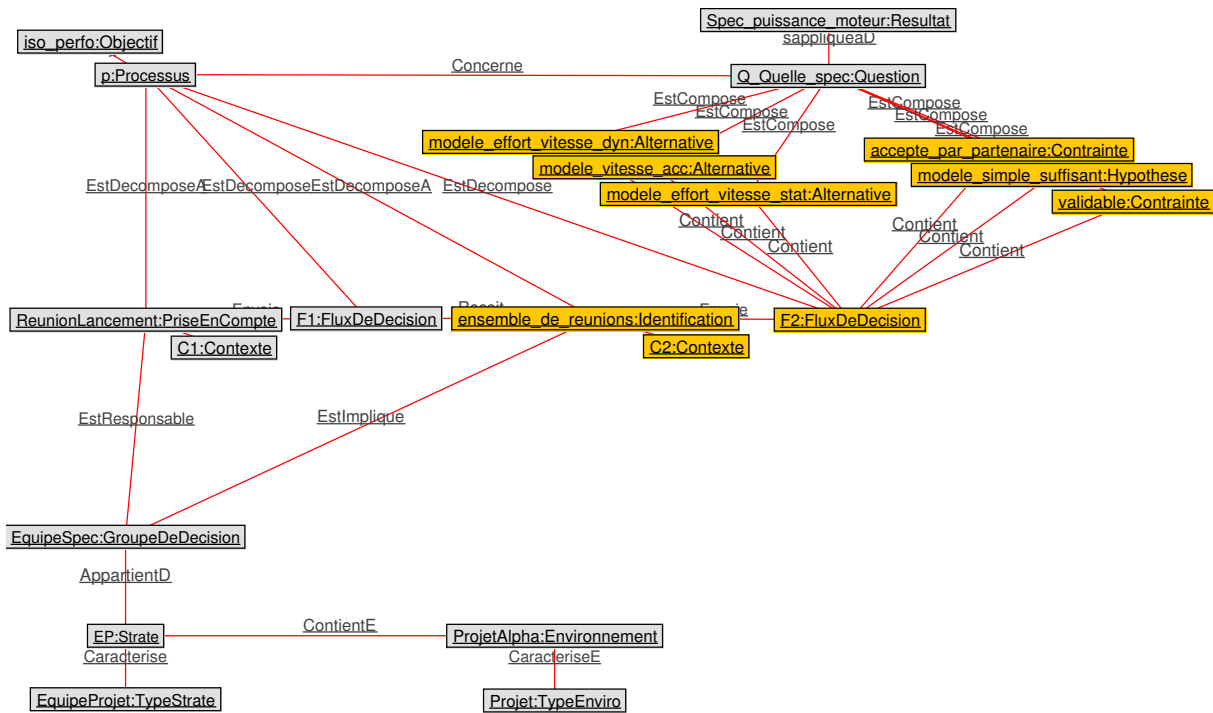


Figure 11.5 – Etape d'identification

La deuxième étape du processus de décision implique le même groupe de décision. Il s'agit de plusieurs réunions qui se concluent par un *flux de décision* (F2) contenant un ensemble d'éléments de décision :

- trois alternatives : trois méthodes de calcul de puissance moteur ;
- deux contraintes : la spécification doit être acceptée par le fournisseur et la spécification doit être validable expérimentalement et théoriquement ;
- une hypothèse : des modèles simples sont estimés suffisants ;

Les objets associés à cette étape sont représentés en jaune. Nous avons néanmoins simplifié les objets de la vue organisation sur ce diagramme ne détaillant pas les acteurs impliqués.

c. Etape de Synthèse

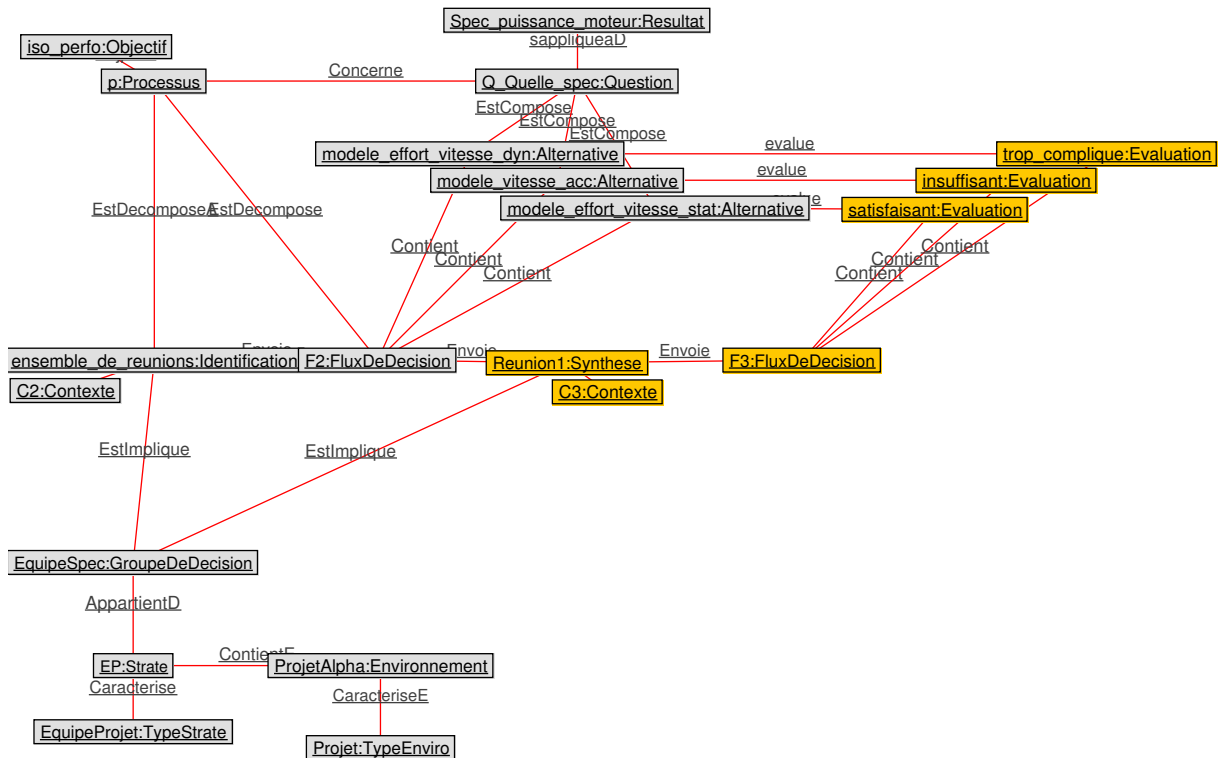


Figure 11.6 – Etape de synthèse

Une activité de *synthèse* est ensuite identifiée lors d'une réunion (*Réunion1*). Cette activité conduit le groupe de décision *Equipe Spécification* à évaluer les différentes alternatives identifiées. Nous n'avons pas représenté sur la figure 11.6 les différents critères associés à chaque alternative. Ce groupe de décision identifie une seule alternative (le modèle effort / vitesse statique) comme satisfaisante.

Afin de ne pas surcharger la figure, les acteurs et leurs rôles ne sont plus représentés.

d. Etape de négociation

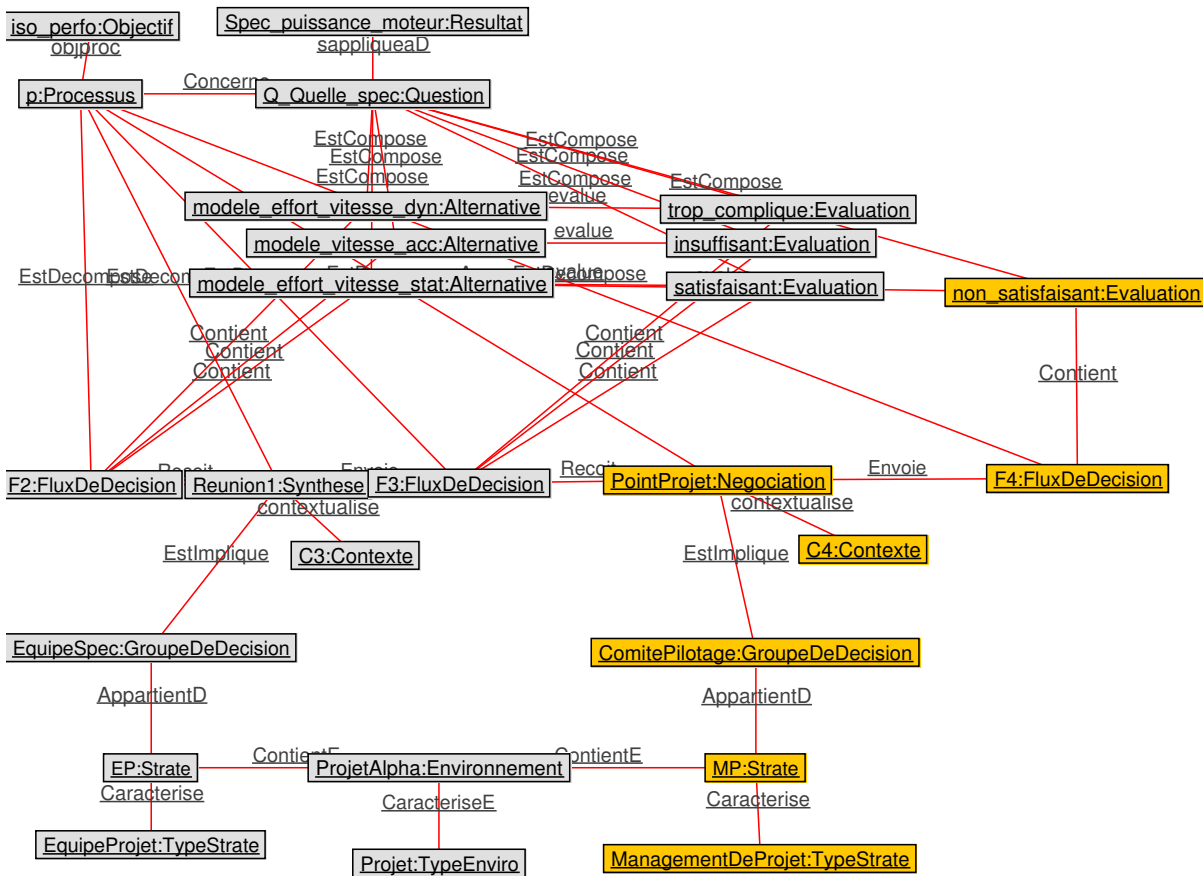


Figure 11.7 – Etape de négociation

Suite à la *Réunion 1*, le comité de pilotage du projet se réunit lors d'un point projet. Dans le cadre de ce processus, cette réunion est identifiée comme une activité de décision de type *négociation*. En effet, le comité de pilotage du projet est composé d'individus issus des deux parties du projet (Entreprise et fournisseur) qui vont arriver à un consensus. Suite à cette réunion, l'alternative retenue lors de l'activité précédente est remise en cause et finalement jugée non satisfaisante.

Cet exemple est une illustration de l'intégration des vues du modèle. Il a permis de représenter un processus de décision non trivial. En particulier, à l'issue de cette modélisation sont mis en évidence :

- le rôle des différents groupes de décision vis à vis des activités de décision ;
- les alternatives étudiées, les évaluations de ces alternatives ;
- la solution retenue et sa justification (temporelle et argumentaire).

11.3 Généricité des modèles proposés

Le modèle que nous proposons a été construit à partir d'observations de processus de décision en situation (Projets d'innovation automobile) mais également par une analyse détaillée de la littérature. L'objectif du modèle INDIGO est initialement de proposer une réponse à la problématique de description des processus de décision en projets d'innovation. Il est légitime de s'interroger sur la généricité des modèles que nous proposons. Le tableau 11.9 détaille cet aspect, vue par vue.

Hormis la vue *résultat*, l'ensemble des concepts modélisés a un degré de généricité qui dépasse le contexte des projets d'innovation. Ce constat doit être éprouvé par des études complémentaires.

Vue	Aspects génériques	Aspects spécifiques
Résultat	Identification de cette vue comme indépendante du processus de décision.	Représente les objets manipulés par le projet d'innovation. Pour une application dans un autre domaine ce modèle est à reconstruire.
Structure	Peut s'appliquer à tout type d'activité intégrant des processus de décision. A fait l'objet d'applications dans le domaine des projets d'innovation, de l'ingénierie produit/process [Lardeur E. et Longueville B., 2003], d'un projet de ré-organisation.	Cette vue utilise des objets de la vue résultat.
Organisation	Construite à partir d'observations faites pendant des projets d'innovation, cette vue est néanmoins générique.	Son intérêt en terme de représentation se focalise essentiellement sur des organisations multi-projets. Le principal apport de ce modèle est la représentation de la complexité de ces organisations. Dans un autre contexte, hors projet par exemple, l'utilisation de cette vue a moins d'intérêt.
Processus	Les principes de décomposition d'un processus de décision en activité, flux, liens sont génériques. Tout comme la vue structure de décision, ce modèle a été testé dans le domaine des projets d'innovation mais également dans le domaine de l'ingénierie produit/process et d'un projet de ré-organisation.	Les types d'activité de décision ont été identifiés dans un contexte de projet d'innovation.

Figure 11.9 – Aspects génériques et aspects spécifiques du modèle proposé

11.4 Synthèse et apports

Le modèle INDIGO de processus de décision que nous proposons dans cette partie contribue à la modélisation descriptive de la décision.

Les principales contributions du modèle INDIGO sont :

1. la vue organisation qui caractérise les groupes d'individus impliqués dans la décision ;
2. la vue processus qui caractérise l'enchaînement des activités de décision dans le temps ainsi que les liens entre les différents processus ;
3. la vue structure de décision qui caractérise les objets de l'espace de décision ;
4. la définition d'une vue résultat qui associe la décision à l'objet du monde réel qui est décidé ;
5. l'intégration des différentes vue au sein d'un même modèle INDIGO.

Ce modèle n'est pas spécifique aux activités des projets d'innovation, il s'adapte à tout type de décision dans le cadre d'un projet.

INDIGO sert de base à la conception d'un système de gestion des connaissances dont les principes et le fonctionnement sont respectivement décrits dans les chapitres [12](#) et [13](#). La validation industrielle du modèle est abordée dans le chapitre [14](#) par l'utilisation d'un outil informatique implémentant les modèles proposés.

Cinquième partie

Meydiam, un Système de Gestion des Connaissances pour l'Innovation

Présentation de la partie

Nous présentons dans cette partie nos contributions à la problématique de la gestion des connaissances pour les processus de décision.

- Le chapitre 12 propose un nouveau type de Système de Gestion des Connaissances. Appelé MEYDIAM, il s'appuie sur un nouveau paradigme de gestion des connaissances qui est présenté.
- Le chapitre 13 est consacré à la définition de la composante principale de MEYDIAM : le système d'information. Notre positionnement par rapport à l'existant (i.e. les mémoires de projet) est présenté et les fonctionnalités du système sont décrites. Les composants du système sont ensuite détaillés.
- Le chapitre 14 est consacré à la validation de nos travaux. La démarche de validation retenue est présentée, un retour d'expérience concernant les modèles proposés est détaillé ainsi qu'un retour d'expérience sur leur application industrielle.

Proposition d'un Système de Gestion des Connaissances : Meydiam

*En changeant ce qu'il connaît du monde,
l'homme change le monde qu'il connaît.*

Theodosius Dobzhansky

12.1 Introduction

Nous avons présenté dans le paragraphe 4.2, la première composante de la problématique de nos travaux : la Gestion des Connaissances pour les projets d'innovation. Cette problématique se décompose en deux éléments qui sont, d'une part la définition d'une approche de *GC*, et d'autre part, la matérialisation de cette approche par un Système de Gestion des Connaissances.

Ce chapitre dresse le constat, dans la section 12.2, que les approches existantes de type ingénierie des connaissances ne sont pas adaptées au domaine de l'innovation en projet. Une nouvelle approche de Gestion des Connaissances est donc proposée dans la section 12.3. Cette approche est matérialisée par un Système de Gestion des Connaissances, MEYDIAM, présenté dans la section 12.4. Ce chapitre est clos par une synthèse et une mise en évidence des apports.

12.2 Orientations

12.2.1 Positionnement de nos travaux

La problématique présentée chapitre 4.2 page 43, nous oriente vers le développement de Systèmes de Gestion des Connaissances de type "outil" pour supporter les processus

d'innovation en projet. De plus, nous nous focalisons sur les connaissances liées à la décision.

L'état de l'art présenté chapitre 6 nous a permis de situer ce nouveau domaine de recherche à l'intersection d'un ensemble de travaux en *GC*. Ces travaux concernent les recherches à propos de la conception, des projets (en particulier dans le cas de l'innovation), des processus de décision et plus spécifiquement des mémoires de projets.

12.2.2 Paradigme des approches outils, l'ingénierie des connaissances

Les approches “outil¹” que nous avons identifiées dans l'état de l'art s'appuient sur l'ingénierie des connaissances². Le paradigme qui sous-tend ces travaux a été développé dans le domaine de l'intelligence artificielle en adoptant l'hypothèse cognitive. Comme le montre *Varela* dans [*Varela F., 1996*], ces approches considèrent que la cognition est un processus de traitement de l'information par “la manipulation de symboles à partir de règles”. Ce processus est mis en place par “n'importe quel dispositif pouvant représenter et manipuler des éléments physiques discontinus : des symboles”. La performance du système cognitif est alors issue de l'adéquation entre les symboles et le monde réel. Ces approches supposent alors que la cognition est “une représentation de l'état du monde” et que “l'activité cognitive se fait à partir de représentations internes”.

12.2.3 Constat

Comme nous l'avons développé dans l'état de l'art³, l'ingénierie des connaissances est performante lorsqu'elle est utilisée pour des problèmes très structurés tels que la conception routinière. Nous avons également mis en évidence, en nous appuyant sur de nombreux travaux⁴, que les approches de Gestion des Connaissances de type ingénierie des connaissances ne sont pas adaptées aux contextes des processus projet, de surcroît lorsqu'ils concernent l'innovation et la décision.

Nous constatons donc que les approches visant la modélisation des connaissances ne peuvent être utilisées dans le cadre d'activités de décision, en particulier dans le domaine de l'innovation organisée en projet.

¹également appelées approches technologiques.

²Voir en particulier 6.2.1 page 79 dans le domaine de la conception et 6.3.3 page 84 dans le domaine des projets

³Cf. la synthèse proposée en 6.6 page 6.6

⁴Cf. paragraphe 6.3.3 page 84 et paragraphe c. page 86

12.2.4 Vers un nouveau paradigme de Gestion des Connaissances

Ce constat nous impose alors de définir une nouvelle approche de Gestion des Connaissances qui permette de développer des *SGC* à composante outil. Il nous faut apporter une réponse aux difficultés identifiées dans la littérature concernant la performance de ce type de solution.

Pour cela, nous proposons de revenir aux fondements des Systèmes de Gestion des Connaissances, en étudiant les paradigmes de base de leur fonctionnement. Dans cet objectif, nous nous appuyons sur les travaux de *Varela* sur le concept de l'*enaction* [Varela F., 1993; Varela F., 1996]. Il s'agit alors de trouver des alternatives aux approches cognitivistes fondées sur l'hypothèse que la cognition est une représentation du monde extérieur.

Varela [Varela F., 1996] fait le constat qu'il manque aux approches fondées sur le cognitivisme l'intégration du "sens commun". Cet auteur postule que "le contexte et le sens commun ne sont pas des artefacts résiduels pouvant être progressivement éliminés grâce à des règles plus sophistiquées. Ils sont en fait l'essence même de la cognition créatrice". Cet auteur propose l'*enaction* qui est alors une nouvelle approche de la cognition.

Nous proposons dans la section suivante une nouvelle approche de Gestion des Connaissances fondée sur ces hypothèses.

12.3 Proposition d'une approche de Gestion des Connaissances

12.3.1 Quelle alternative à la représentation des connaissances ?

Il s'agit de mettre en oeuvre l'hypothèse de base de l'*enaction* qui est que "les facultés cognitives sont inextricablement liées à l'historique de ce qui est vécu, de la même manière qu'un sentier au préalable inexistant apparaît en marchant".

Nous proposons donc d'utiliser des Systèmes de gestion de connaissances à base de systèmes d'informations qui ne soient pas des représentations formelles de connaissances mais des outils mettant en place des processus cognitifs.

"Si la clef de voûte de la cognition est sa faculté de faire-émerger la signification, c'est donc que l'information n'est pas préétablie comme un ordre intrinsèque, mais qu'elle correspond aux régularités émergeant des activités cognitives elles-mêmes." [Varela F., 1996]

12.3.2 Principes

Les cycles existant dans la littérature en Gestion des Connaissances, s'appuient sur des étapes intégrant la capture ou la représentation des connaissances. Par exemple, [Barthes J.P. et Grundstein M., 1996] proposent les étapes de *repérage*, *préservation*, *valorisation* et *actualisation*. L'étape que nous souhaitons remettre en cause dans l'approche que nous

proposons est l'étape de *préservation*. En effet, nous ne souhaitons pas bâtir une approche de Gestion des Connaissances reposant sur la modélisation de connaissances.

Nous nous appuyons sur le cycle naturel de création et d'utilisation des connaissances dans l'action. Nous considérons la connaissance comme inséparable de l'action. Celle-ci utilise des connaissances mais est également créatrice⁵ de nouvelles connaissances qui seront utilisées par la suite. C'est un phénomène naturel et préexistant à toute démarche de Gestion des Connaissances.

L'objectif de la *GC* consiste alors en l'accompagnement, le "support" à ces processus de création et d'utilisation de connaissances. Pour cela nous proposons de nous appuyer sur l'information en deux grandes étapes :

1. Supporter la création de connaissances. Il s'agit d'utiliser un langage de communication (informations graphiques et textuelles) interprétable par les acteurs, générant du sens. Ce langage, utilisé de manière collective par les acteurs en situation de communication, est le support de la cognition.
2. Supporter l'utilisation des connaissances créées précédemment. Il s'agit d'utiliser l'information générée pendant la création de connaissances. Celle-ci est recontextualisée, réinterprétée par les individus.

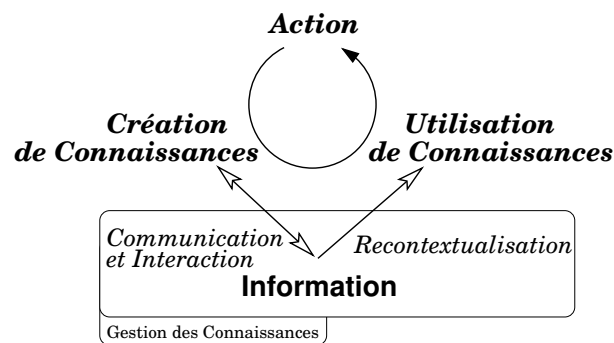


Figure 12.1 – Proposition d'une approche de Gestion des Connaissances (©B.L.)

La Gestion des Connaissances est définie alors comme la démarche support à la mise en place de processus cognitifs. Le principe de base repose sur la manipulation d'informations, comme l'illustre la figure 12.1. Il s'agit d'utiliser les informations comme objets permettant l'interprétation simple (sémantique) et non comme des représentations de la cognition. L'information (textuelle ou graphique) est alors interprétée comme générant du sens. Il ne s'agit pas ici de comprendre comment cette génération de sens a lieu.

L'enjeu de la conception d'une démarche de GC de ce type réside alors dans la définition des informations utilisées. Ces informations doivent être conçues comme un langage de communication qui n'est pas vu comme un moyen de transfert d'information entre personnes mais un outil de "modelage mutuel d'un monde au moyen d'une action conjuguée" [Varela F., 1993].

⁵Au sens large du terme, des connaissances peuvent être détruites ou modifiées

12.3.3 Cas des connaissances liées à la décision

Nous appliquons l'approche proposée aux processus de décision. Nous avons mis en évidence les boucles de création et d'utilisation de connaissances dans les processus de décision dans le paragraphe b. page 223. Ces deux interactions sont présentées figure 12.2.

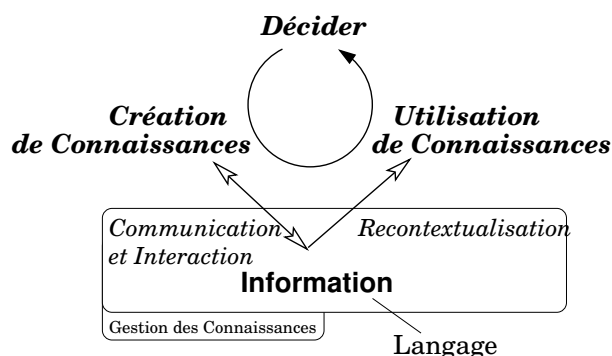


Figure 12.2 – Proposition d'une approche de Gestion des Connaissances pour la décision (©B.L.)

La Gestion des Connaissances repose alors sur l'utilisation d'informations associées aux processus de décision. Nous devons :

- utiliser un langage structuré de représentation des processus de décision ;
- intégrer ce langage à un outil informatique ;
- faire utiliser ce langage par les acteurs décideurs des projets pour leur processus de décision ;
- faire utiliser ce langage de représentation pour servir de trame à la constitution de connaissances.

Il s'agit de définir des nouveaux objets intermédiaires, qui sont des représentations sémantiques des processus de décision. Le cycle de Gestion des Connaissances dans ce contexte devient :

1. création mutuelle de connaissances par interaction à l'aide d'un langage à la sémantique déterminée, capture des informations échangées ;
2. ré-interprétation des informations dans un autre contexte et utilisation des connaissances associées.

Comme nous l'avons précisé dans la problématique, en 4.2.2, notre objectif est ensuite de définir un Système de Gestion des Connaissances pour rendre opérationnelle, au niveau industriel, l'approche de Gestion des Connaissances proposée. Cet aspect est abordé dans la section suivante.

Axe	Description
Utilisateurs	<p>Les individus concernés :</p> <ul style="list-style-type: none"> – les acteurs des projets d'innovation (Chefs de projet, Responsables de lots, ingénieurs) ; – les fonctions support qualité ; – les instances de pilotage des projets (responsables de domaines, chefs de services, commission) ; – les projets de développement. <p>Les processus concernés sont les processus de décision des projets d'innovation.</p>
Objectifs	<p>Ce système a pour objectif d'améliorer la performance des projets d'innovation. Cela se traduit par :</p> <ul style="list-style-type: none"> – améliorer les processus d'innovation ; – pallier les déficiences de l'organisation par projets.
Connaissances Manipulées	<p>L'objet qu'il manipule, i.e. les connaissances traitées par le système.</p> <ul style="list-style-type: none"> – type : connaissances collectives et individuelles ; – nature : connaissances tacites ; – utilisation : connaissances exploitées ; – lieu de production : dans l'entreprise durant l'activité des projets.
Fonctions	<ul style="list-style-type: none"> – créer des connaissances ; – utiliser les connaissances ; – conserver les connaissances.
Structure	<p>La structure du <i>SGC</i> se décompose en trois éléments.</p> <ul style="list-style-type: none"> – un outil : une mémoire de projet ; – une organisation : un pilote utilisateur ; – des processus : intégration dans les pratiques des projets.

Tableau 12.1 – Définition d'un *Système de Gestion des Connaissances* pour les projets d'innovation (©B.L.)

12.4 Proposition d'un Système de Gestion des Connaissances : MEYDIAM

12.4.1 Principes

Nous proposons dans cette section un Système de Gestion des Connaissances qui est la matérialisation opérationnelle des principes présentés dans la section précédente. Pour cela nous nous appuyons sur la caractérisation des *SGG*⁶ proposée par [Longueville B. et Dudézert A., 2003].

Le système que nous proposons s'intitule : MEYDIAM (MEmorY of DecIision for Analysis and Management). Il est décrit par une grille d'analyse Mymac présentée dans le tableau 12.1. Le principe de cette grille a été détaillé dans le paragraphe 4.2.3 page 44. Chacune

⁶ La définition d'un *SGC* a été détaillée chapitre 3.2 page 36

des composantes de la grille est étudiée dans la suite de cette section.

Ce système est conçu de manière générique dans le contexte des projets d'innovation. Néanmoins, comme nous le mettons en évidence dans la suite de cette section, certains aspects doivent être précisés en fonction du contexte industriel réel. Ces points seront alors identifiés et abordés dans le chapitre dédié à la validation de nos travaux (chapitre 14).

12.4.2 Utilisateurs

a. Individus

Les utilisateurs du système proposé sont l'ensemble des acteurs impliqués dans les processus de décision liés aux projets d'innovation. Ces acteurs sont :

- les acteurs des projets d'innovation, chefs de projets, responsables de lots, ingénieurs ;
- les acteurs impliqués dans le support qualité (assistant qualité) chargé de garantir l'utilisation de démarche qualité au sein des projets ;
- les managers, responsables de domaines d'innovation, de services ou parties prenantes des différentes instances de décision et de pilotage des projets d'innovation.

Les différents types identifiés n'ont pas les mêmes modes d'utilisation du système. Nos travaux se focalisent sur les acteurs projet⁷. Cette caractéristique est spécifique au contexte industriel ; en effet, de l'organisation réelle choisie par l'entreprise dépend l'identification des acteurs impliqués.

b. Processus

Les processus impactés par le système sont les processus de décision dans le cadre des projets d'innovation. Comme nous nous focalisons sur acteurs projets, il s'agit des processus de décision internes au projet d'innovation.

12.4.3 Objectifs

Les objectifs d'un système de Gestion des Connaissances pour l'innovation ont été discutés dans le chapitre 3, en particulier dans le paragraphe 3.1.2 c. page 35. Nous cherchons à améliorer la performance des projets d'innovation. MEYDIAM a donc pour objectifs :

- améliorer les processus d'innovation par un meilleur accès aux connaissances, en dépassant les modes naturels de transmission des connaissances ;
- pallier les déficiences de l'organisation par projets en favorisant la réutilisation des connaissances des projets passés.

Cette définition des objectifs est générique à toute organisation par projet de l'innovation.

⁷Cf. besoin industriel en 3.1.1

12.4.4 Connaissances manipulées

L'approche de Gestion des Connaissances que nous avons retenue propose de ne pas s'intéresser à la représentation des connaissances (connaissances formalisées et formalisables). Les connaissances manipulées par le système sont donc des connaissances *tacites*⁸. Ce sont les connaissances utilisées et générées par les acteurs durant les processus de décision. Celles-ci sont donc *exploitées* au sein de l'entreprise. L'action de décider revêt à la fois des aspects individuels et collectifs comme nous l'avons montré dans l'état de l'art⁹. MEYDIAM manipule donc des connaissances individuelles et collectives.

Cette caractérisation des connaissances manipulées est générique quelle que soit l'entreprise concernée.

12.4.5 Fonctions

Les fonctions mises en place par le système concernent les connaissances manipulées. L'approche de Gestion des Connaissances retenue implique les fonctions suivantes :

1. Créer des connaissances : le système doit supporter la création de connaissances associées aux processus de décision.
2. Utiliser des connaissances : le système doit permettre d'utiliser et de ré-utiliser les connaissances créées.

Les fonctions identifiées le sont de manière générique. Des adaptations ou raffinements sont possibles en fonction des contextes industriels.

12.4.6 Structure

La structure du système est décrite par trois points de vue : outil, processus et organisation. Compte tenu de l'approche retenue, c'est la composante outil qui prédomine.

a. Outil

La partie outil du SGC est la partie informatique du système. C'est un logiciel de type système d'information qui met en oeuvre les deux processus de base de l'approche de Gestion des Connaissances proposée. Il permet l'interaction et la communication d'informations liées aux processus de décision. Cette première étape correspond à la création de connaissances liées à la décision. Puis il met en place la re-contextualisation de ces informations par les individus impliqués et la ré-utilisation de connaissances.

Le chapitre 13 est consacré à la conception de cette partie outil, appelée *mémoire de projet*.

⁸Cf. la typologie présentée paragraphe c. page 76

⁹Cf. paragraphe 5.2.2 page 56

b. Organisation

Ce point de vue décrit les ressources humaines nécessaires au bon fonctionnement du *SGC*. Nos travaux se situant en amont d'un déploiement industriel, il est difficile de faire des hypothèses sur le type de solution à apporter. Néanmoins en faisant un parallèle avec les systèmes existants (KBE ou serveurs de connaissances), le minimum requis pour qu'un tel système soit adopté et utilisé est la désignation d'un pilote utilisateur. Cet acteur est chargé de l'animation de l'utilisation de l'outil. Il joue également le rôle d'interface entre les utilisateurs et l'équipe responsable de la conception du système, propose des évolutions et transmet les retours ou difficultés d'utilisation.

Cet aspect est spécifique au contexte industriel, il est discuté dans le chapitre 14.

c. Processus

Cette composante décrit les processus mis en place par le système. Il s'agit de la création de nouveaux processus industriels ou de la modification de processus existants.

Le principe de base de fonctionnement du système de Gestion des Connaissances proposé implique des modifications des processus qui existent. En effet, pour réaliser la première étape du cycle de Gestion des Connaissances proposé, la création de connaissances par interaction, l'outil doit être utilisé au sein de l'activité projet. Il s'agit alors de repenser des processus tels que la préparation des réunions, la rédaction des comptes-rendus et des synthèses.

Cet aspect est spécifique au contexte industriel, il est discuté dans le chapitre 14.

12.5 Synthèse et apports

Ce chapitre contribue à la définition d'une approche de Gestion des Connaissances pour l'innovation qui s'appuie sur un cycle d'interaction et de recontextualisation d'informations. Un système de Gestion des Connaissances, MEYDIAM est proposé pour la mettre en oeuvre.

Ce système se démarque des Systèmes de Gestion des Connaissances existant car il ne vise pas la représentation explicite des connaissances. Il supporte en effet la création et l'utilisation de connaissances associées à la décision par l'utilisation d'un langage représentant les processus de décision.

Meydiam : présentation de la composante système d'information

Ainsi les idées dont j'usais précédemment pour me figurer un cheval que je n'avais pas encore vu étaient de purs signes, comme les empreintes sur la neige étaient des signes de l'idée de cheval : et on use des signes et des signes de signes dans le seul cas où les choses nous font défaut.

Umberto ECO, "Le nom de la rose"

13.1 Objectif de la composante outil du SGC MEYDIAM

MEYDIAM est un Système de Gestion des Connaissances fondé sur une approche qui ne vise pas la représentation des connaissances. Comme nous l'avons présenté dans le paragraphe 12.4, le cycle de Gestion des Connaissances que nous proposons s'appuie sur un langage de représentation de l'information décisionnelle. L'objectif de la composante logicielle du *SGC* MEYDIAM a pour but d'instrumenter ce langage.

Dans ce chapitre après une présentation du positionnement retenu, les fonctionnalités de l'outil sont présentées ainsi que son architecture. Chacun des composants de l'outil est ensuite décrit : la base de données, les interfaces appelées objets de connaissance et les processus d'utilisation et de réutilisation des informations décisionnelles.

13.2 Positionnement retenu

Dans l'état de l'art, paragraphe 6.5, nous avons identifié les *mémoires de projet* comme des outils qui intègrent la représentation d'informations décisionnelles. Néanmoins, nous

avons également mis en évidence des problèmes liés à l'utilisation de ce type de système, dans un contexte de projet d'innovation. Ces problèmes justifient que l'on ne peut pas utiliser sans amélioration ces approches pour répondre à notre problématique.

Par conséquent, nous choisissons d'utiliser une approche de type mémoire de projet, en proposant des améliorations comme l'illustre le tableau 13.1.

Problème identifié	Proposition
Manque d'intégration de la mémoire de projet dans les activités quotidiennes des projets, outils perçus comme une tâche supplémentaire.	L'approche de GC retenue repose sur l'utilisation de l'outil comme support à l'activité décisionnelle quotidienne. L'outil est orienté vers l'utilisation immédiate et non la réutilisation.
Manque d'intégration des différentes vues de la décision dans les modèles de <i>design rationale</i>	Cette mémoire de projet intègre un langage de représentation des processus de décision. Nous verrons dans le paragraphe 13.4.2 que le modèle retenu est INDIGO (présenté dans la partie IV) qui propose l'intégration des différentes vues de la décision.
Outils orientés vers la conception routinière	Nous proposons un nouveau principe de fonctionnement, fondé sur une nouvelle approche de Gestion des Connaissances, conçue dans une perspective de projets d'innovation.

Tableau 13.1 – Positionnement retenu par rapport aux mémoires de projets (©B.L.)

13.3 Point de vue fonctionnel : processus de capture et de réutilisation

13.3.1 Périmètre

Nous proposons d'utiliser un outil commun à tous les projets d'innovation. L'objectif est de pouvoir mutualiser les informations des différents projets et de pouvoir créer des liens. Chaque projet dispose néanmoins d'un accès spécifique (gestion des droits et de la confidentialité).

13.3.2 Cas d'utilisation

Les fonctionnalités à remplir par le Système de Gestion des Connaissances ont été décrites dans le paragraphe 12.4.5, elle sont associées à la notion de connaissances.

La mémoire de projet, la composante outil du SGC, est un système d'information. Elle ne peut donc pas manipuler de la connaissance, mais uniquement de l'information. Les fonctions du SGC sont donc transformées en fonctions de traitement d'information, en s'appuyant sur le paradigme exposé 12.3.3 :

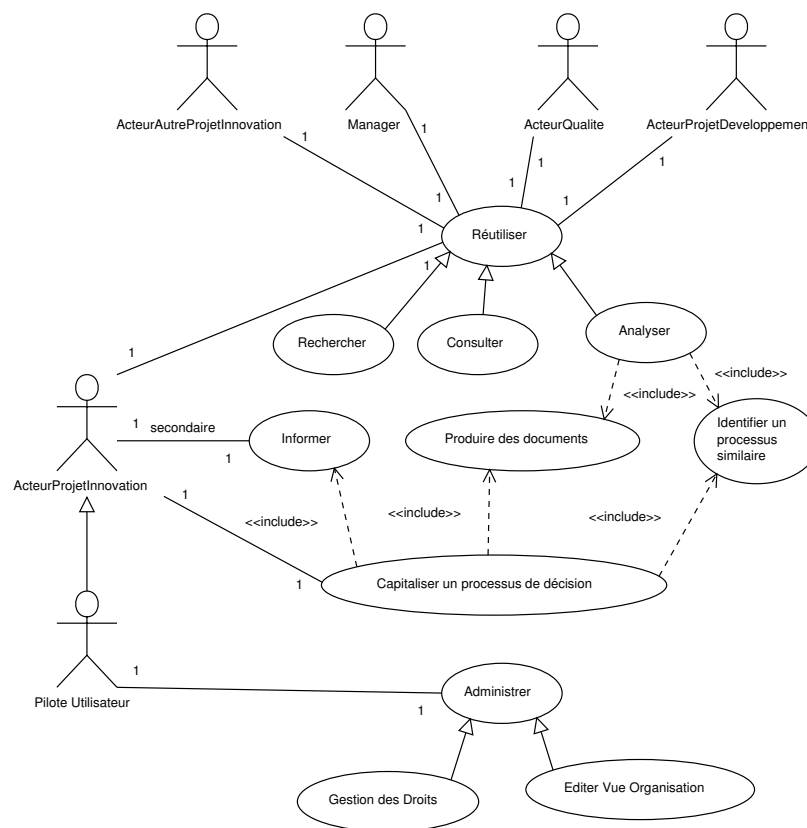


Figure 13.1 – Diagramme de cas d'utilisation (©B.L.)

1. La fonction "Créer des connaissances" devient alors pour la *mémoire de projet* "Permettre l'interaction et la communication entre les acteurs par l'utilisation d'un langage de représentation et de capture des décision".
2. La fonction "Utiliser les connaissances" devient alors pour la *mémoire de projet* "Permettre d'accéder aux informations utilisées dans les processus passés et supporter leur recontextualisation".

Ces deux modes principaux d'utilisation du système sont présentés par le diagramme de cas d'utilisation UML illustré figure 13.1.

Le premier cas concerne la création de connaissances. Il est matérialisé par la capitalisation des processus de décision. Il consiste en la génération, au fil de l'eau, d'informations concernant des processus de décision en cours, par les acteurs du projet d'innovation. Ces informations sont capitalisées par le système.

Le second cas est dédié à l'utilisation et la réutilisation des connaissances. Il s'appuie sur la réutilisation des informations décisionnelles stockées qui sont alors recontextualisées. Ces cas concernent également les acteurs du projet mais également les acteurs qualité, les acteurs des autres projets ainsi que les managers. Une dernière classe d'utilisateurs est l'ensemble des acteurs des projets de développement qui réutilisent les résultats des projets d'innovation terminés.

Nous avons ajouté un troisième cas qui concerne un acteur projet spécifique, le pilote utilisateur. Il est responsable de l'administration du système, en particulier de la gestion des

droits d'accès et de la modélisation de l'organisation (identification des acteurs, définitions des rôles et création des groupes de décision).

13.4 Architecture du système

13.4.1 Composants

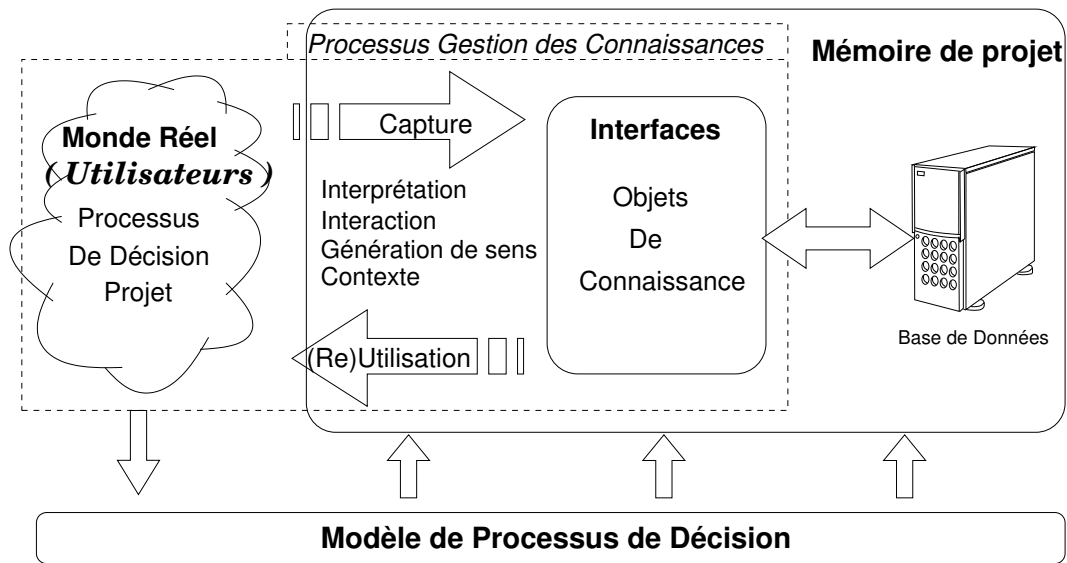


Figure 13.2 – Principe de fonctionnement de la composante outil de MEYDIAM (©B.L.)

Les fonctionnalités de la mémoire de projet sont réalisées par le dispositif illustré figure 13.2. Les interfaces appelées *objets de connaissances* supportent les processus capture et de réutilisation de l'information décisionnelle. Ces informations sont stockées dans une base de données.

Les processus de Gestion des Connaissances (création et réutilisation de connaissances) sont réalisés par l'interaction entre les utilisateurs et la mémoire de projet.

La mémoire de projet repose sur un modèle de processus de décision. Il a pour but de représenter les processus de décision du monde réel, en projets. Il est utilisé pour définir la base de données qui gère l'ensemble des informations décisionnelles. Les moyens d'interfaces homme / machine appelées *objets de connaissance* sont également définis à l'aide de ce modèle.

Définition 41 *Les objets de connaissances sont des interfaces homme / machine qui permettent de capturer et de ré-utiliser des informations associées aux processus de décision. Ils sont le support à la communication et l'interaction génératrice de connaissance et à la re-contextualisation d'informations permettant de réutiliser des connaissances. □*

13.4.2 Utilisation du modèle INDIGO

Comme nous l'avons évoqué dans le paragraphe 12.3.3, l'enjeu d'un tel système réside en la définition du langage utilisé pour porter les informations. Ce langage doit permettre, une fois intégré, de supporter la communication à propos des décisions entre les différents acteurs liés à un projet (pilotage, management et acteurs des projets). Il doit aider à la prise de la décision par élicitation de l'espace de décision et de ses diverses contraintes, aider à la rédaction de documents de justification. Il doit également assister la réutilisation des processus passés (réutilisation simple, ou généralisation à partir des situations récurrentes).

L'ensemble du système d'information repose sur un modèle de processus de décision. Ce modèle est utilisé à la fois pour définir la base de données et les objets de connaissances. Il est donc le fondement de la définition du langage utilisé pour supporter l'interaction et la recontextualisation de l'information décisionnelle. Nous proposons d'utiliser le modèle INDIGO car il répond aux impératifs suivants :

- il est capable de représenter la complexité des processus de décision en projet d'innovation ;
- il intègre les différentes vues de la décision (résultat, structure, organisation et processus) ;
- il correspond à un contexte de projets d'innovation.

Nous allons dans les sections suivantes définir les composants de l'outil proposé. Il s'agit de :

- définir la base de données (section 13.5) ;
- choisir les interfaces (objets de connaissances) qui composent le langage de représentation de l'information décisionnelle (section 13.6) ;
- définir les objets de connaissances utilisés pour la capture des informations et les processus associés (section 13.7) ;
- définir les objets de connaissances utilisés pour la réutilisation des d'information et les processus associés (section 13.8).

13.5 Conception de la base de données

Le premier composant à définir est la structure de données, matérialisée par une base de données, dans laquelle seront stockées les informations décisionnelles.

Cette base de données est réalisée à partir du modèle intégré INDIGO. Le modèle utilisé est celui présenté figure 11.1 page 148. Ce diagramme de classe est converti en schéma relationnel de base de données, puis au niveau physique, en base de données relationnelle en langage SQL.

Chaque classe d'objets est alors transformée en relation possédant les mêmes attributs. La base de données ainsi définie permet de capturer l'ensemble des informations associées aux modèles UML.

Un exemple du passage de la vue conceptuelle à la vue physique (Schéma de base de données) est proposé en annexe page 225.

13.6 Définition des Objets de Connaissances

13.6.1 Principe

Les objets de connaissances sont des informations structurées sous forme de textes ou de graphiques. Ils sont les éléments de base du langage utilisé pour supporter les processus d'interaction et de recontextualisation des informations liées aux processus de décision. Nous avons adopté une approche empirique pour les définir. Les formalismes proposés s'appuient sur les différents principes de modélisation des processus de décision proposés. Ils ont ensuite évolué en fonction des réactions observées.

13.6.2 Approche de conception

Deux principes de fonctionnement sont envisagés :

1. Des objets de connaissances dynamiques sont principalement utilisés pour capturer les informations liées à la décision. Ils peuvent interagir dynamiquement avec les utilisateurs qui peuvent les déplacer, les créer, les modifier. L'intérêt d'une telle approche est de proposer des outils support à la réflexion collective. Ces interfaces dynamiques peuvent être redondées, le cas échéant, par des interfaces statiques.
2. Des objets de connaissances statiques sont utilisés pour la réutilisation des informations. Ils sont visualisés par navigation. L'intérêt d'une telle approche est de faciliter le processus de re-contextualisation. Ces interfaces statiques peuvent être redondées, le cas échéant, par des interfaces dynamiques restreintes à la navigation.

13.7 Processus de capture des informations : capitaliser un processus de décision

13.7.1 Objets de connaissances associés à la capture des informations

L'approche retenue pour supporter la capture des informations des processus de décision est d'utiliser comme point d'entrée, la vue *Structure de décision*. Nous proposons d'utiliser une interface logicielle permettant de créer des informations décisionnelles de manière interactive. Il s'agit en fait de construire au fil de l'eau les éléments de décision contenus dans les *flux de décision*.

La figure 13.3 représente l'objet de connaissance utilisé pour la capture des informations décisionnelles. Il s'agit d'une carte dynamique représentant les différents éléments de connaissances de la *structure de décision* associés à la question en cours de traitement. Ce graphe n'est pas statique, les éléments sont placés automatiquement, mais ils peuvent également être déplacés et explorés. Les *éléments de décision* sont représentés par des icônes qui sont associées par des liens conformément au modèle UML. Un court texte

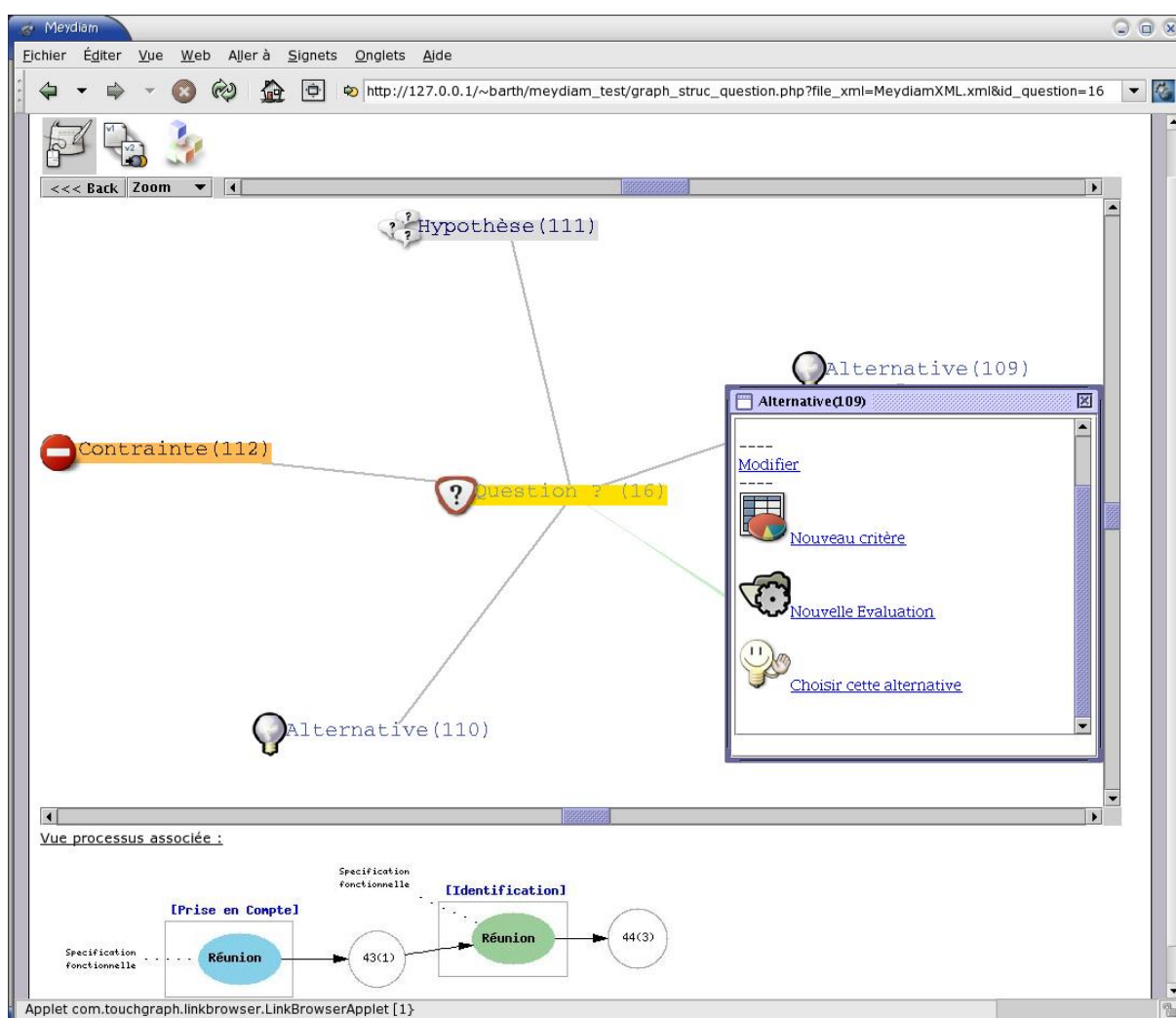


Figure 13.3 – Objets de connaissances utilisés pour la capture d'information (©B.L.)

présente leur nom. Chaque élément de décision, lorsqu'il est survolé par la souris, est détaillé dans une fenêtre *pop-up*. Cette fenêtre donne accès aux informations associées aux éléments de décision (description de la *question*, valeur des *critères*,...).

En dessous de la carte est représenté le processus en cours et, en particulier, le flux de décision auquel sont ajoutés les éléments de décision. La description de la *vue processus* est abordée dans le paragraphe 13.8.1.

Deux types de moyens d'action, illustrés figure 13.4 sont accessibles par cet objet de connaissances :

1. Au centre de la carte, la *question* en cours de traitement est représentée par une ellipse de couleur et une icône qui représente un point d'interrogation. Une fois survolé par la souris, un menu permet d'ajouter des éléments de décision au flux de décision en cours : des *alternatives*, des *hypothèses* et des *contraintes*.
2. A partir des éléments de type *alternative*, un menu permet de leur associer des éléments de décision *critère* et *évaluation*. Cette alternative peut également être sélectionnée pour créer la *réponse* et lui associer une justification.

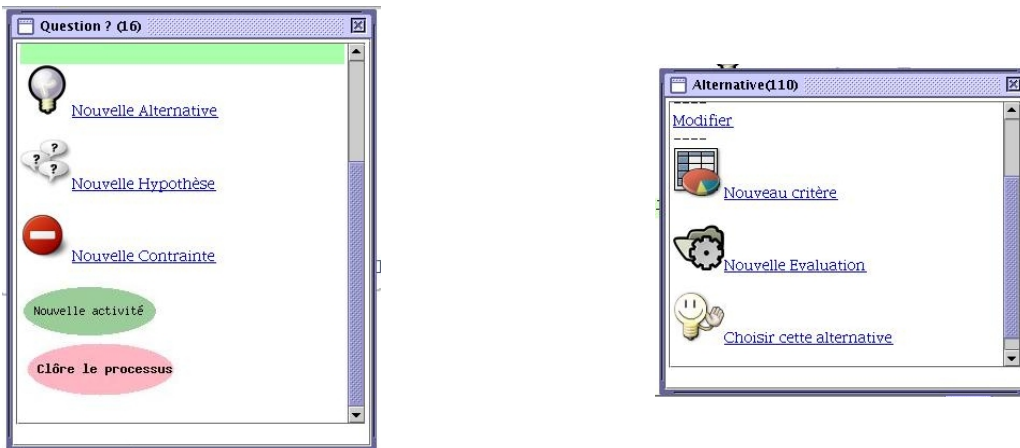


Figure 13.4 – Menus accessibles à partir d'un élément *question* et *alternative* (©B.L.)

13.7.2 Diagramme d'activité

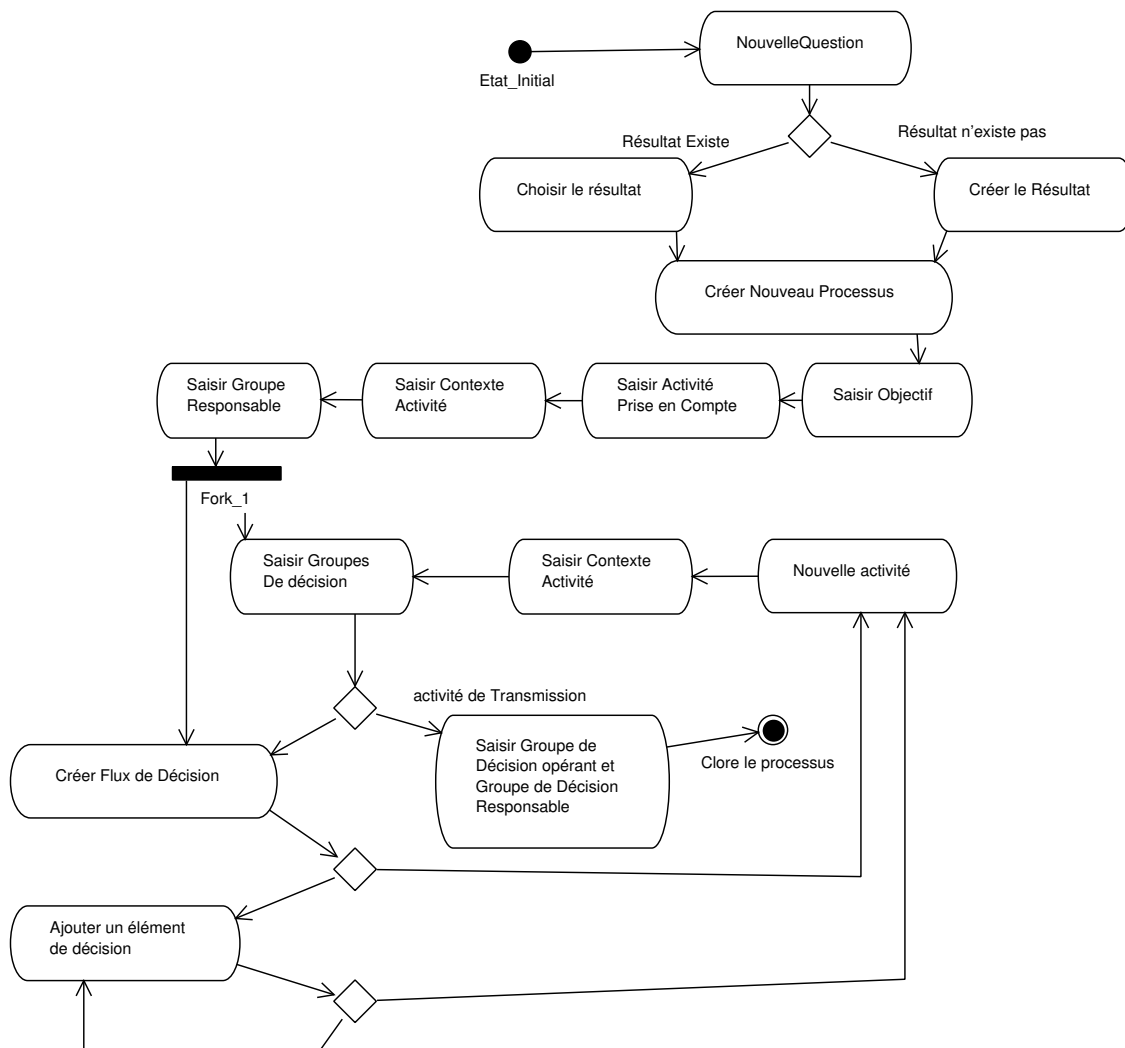


Figure 13.5 – Diagramme d'activité, capitalisation d'un processus de décision (©B.L.)

La description du cas d'utilisation, *capitaliser un processus de décision*, est complétée par le diagramme d'activité UML représenté figure 13.5. Ce diagramme met en évidence l'ensemble des activités à réaliser pour capitaliser les informations correspondant à un processus de décision.

La première activité est la création de la *question* associée à un *résultat*. Ce dernier s'il n'existe pas dans la base de donnée est ajouté. L'objectif du processus de décision est ensuite renseigné. Les étapes suivantes permettent de capturer l'ensemble des activités du processus de décision, leur contexte, les flux de décision qui les séparent et les éléments de décision qu'ils contiennent. Le processus est clos par une activité de transmission, la réponse à la question est alors envoyée au groupe de décision qui mettra en oeuvre le réponse, le groupe de décision opérant¹.

13.7.3 Scénario d'utilisation : capitaliser un processus de décision

La description du cas d'utilisation "*capitaliser un processus de décision*" est complétée par la description d'un scénario d'utilisation présenté par un diagramme de séquence UML.

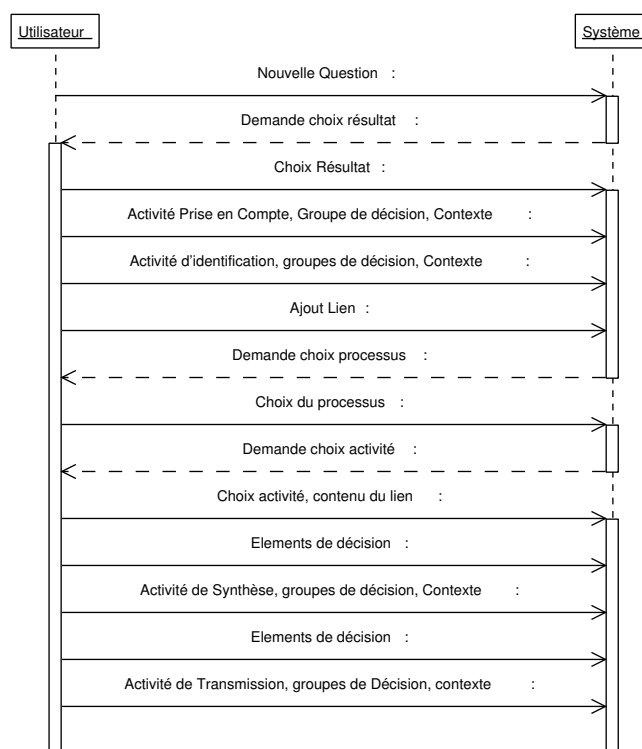


Figure 13.6 – Diagramme de séquence, scénario saisie d'un processus de décision. (©B.L.)

Le scénario illustré figure 13.6 représente le déroulement de la capture des informations concernant un processus de décision. Le processus capitalisé se décompose par exemple en 4 activités, prise en compte, identification, synthèse et transmission. La particularité de ce processus réside en l'ajout d'une contrainte entre l'activité d'identification et une activité d'un autre processus. Cette contrainte est représentée par un lien.

¹Cf. 10.2.4 page 142

13.8 Processus de réutilisation des informations

13.8.1 Objets de connaissance associés à la vue processus

L'objet de connaissance utilisé pour représenter les processus de décision est un graphe statique associé à chaque processus. Il représente l'enchaînement des *activités de décision* ainsi que les *flux de décision* reliant les activités. Il représente également les *groupes de décision* supportant les activités et les liens issus d'autres processus de décision.

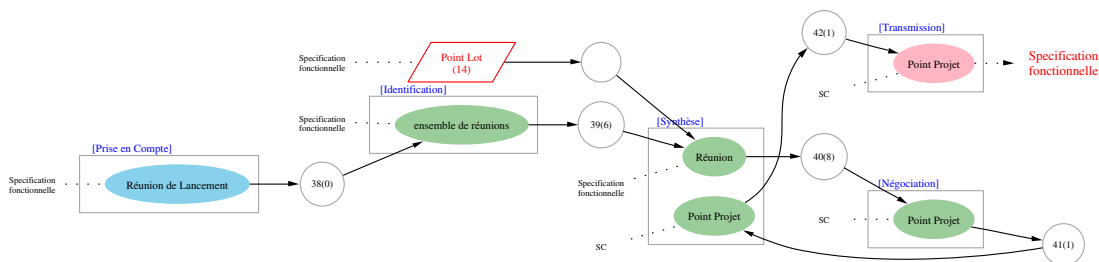


Figure 13.7 – Objet de connaissance associé à un processus (©B.L.)

La figure 13.7 propose un exemple de graphe généré. Cette figure est présentée agrandie en annexe B.2 page 227. Ce graphe est navigable et chaque zone est un point d'entrée vers un autre objet de connaissance :

- Les groupes sont représentés par leur nom relié à l'activité par un trait pointillé. Via les groupes de décision, le graphe donne accès à l'objet de connaissance correspondant à la vue organisation associée.
- Les flux sont représentés par un disque reliés aux activités de décision. Via les flux de décision, le graphe donne accès aux éléments de décision correspondant à la vue structure de décision associée.
- Les liens sont représentés par un disque en relation avec l'activité du processus extérieur représentée par un parallélogramme. Via les liens, le graphe donne accès aux processus en relation avec le processus étudié.

Nous proposons également un graphe représentant l'ensemble des processus en relation par le concept de *lien*. Ce graphe, illustré figure 13.8 est également navigable.

13.8.2 Objets de connaissance associés à la vue structure de décision

La figure 13.9 représente l'ensemble de la structure de décision statique associée à l'exemple traité paragraphe 11.2 page 149. Il s'agit de la structure en fin de processus, une fois que ce dernier est clos. Chaque élément de décision est représenté par un élément géométrique. Les icones de l'objet dynamique de capture des informations n'ont pas été réutilisées ici afin de bien distinguer ces deux activités.

Nous proposons également de donner accès uniquement aux éléments de décision contenus dans un *flux de décision* choisi par l'utilisateur. Pour cela l'utilisateur visualise l'objet de connaissance *processus*. Pour chaque *flux de décision* entre deux *activités de décision*, il

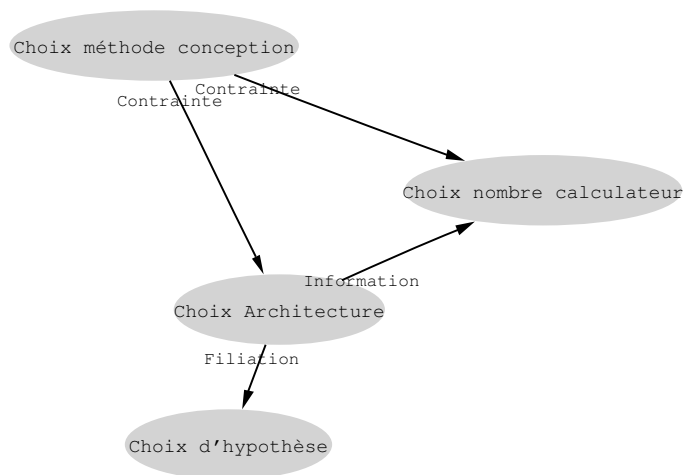


Figure 13.8 – Objet de connaissance représentant les liens entre les processus (©B.L.)

a possibilité de visualiser les *éléments de décision* issus de l'activité précédente, contenus dans le flux. L'objet de connaissance utilisé pour représenter la *structure de décision* associée à une *question* est illustré par la figure 13.9

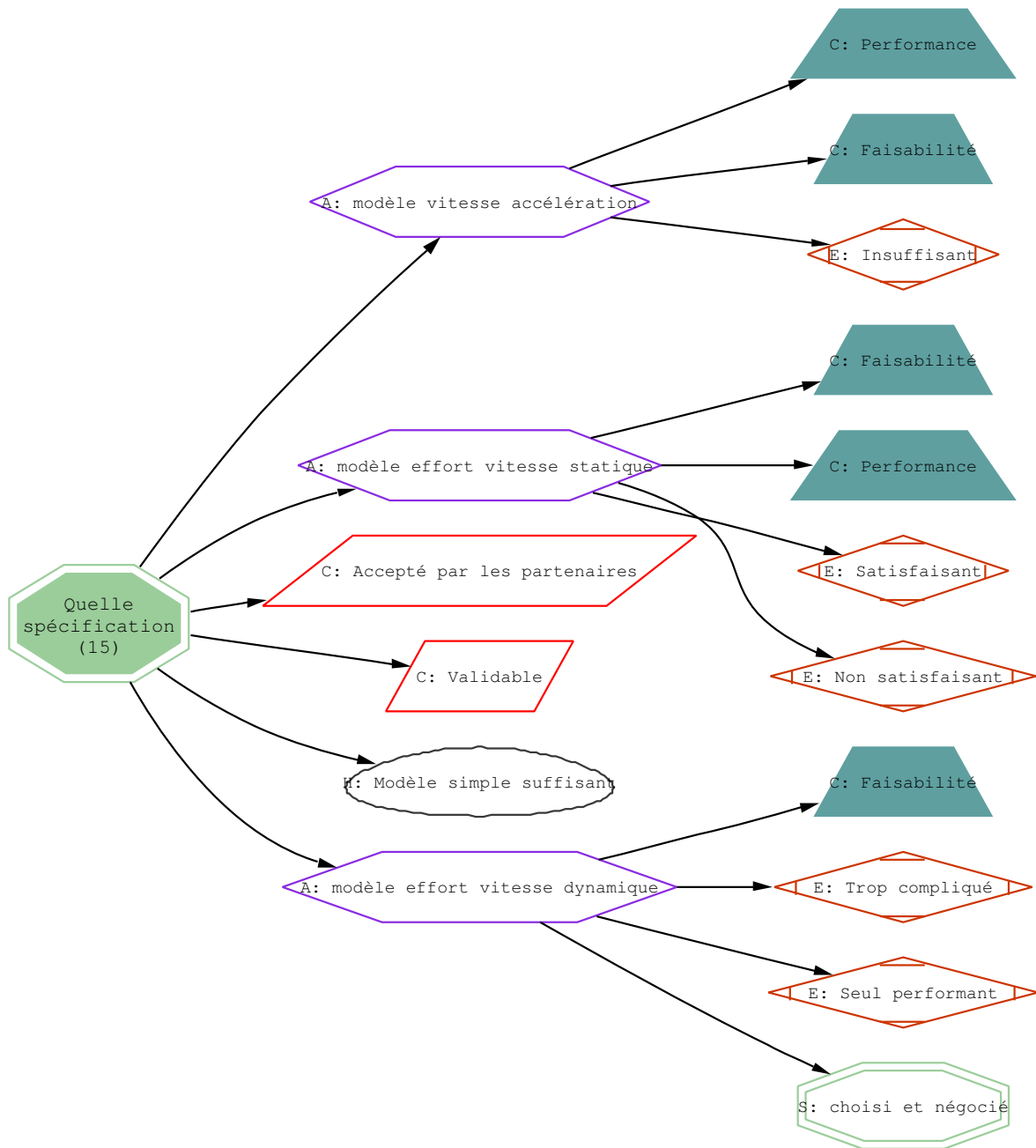


Figure 13.9 – Structure statique (©B.L.)

13.8.3 Objets de connaissances associés à la vue organisation

a. Graphe d'organisation

La figure 13.10 propose une illustration de l'objet de connaissance associé à la vue organisation. Il s'agit d'un graphe qui représente les groupes de décision, la strate de décision à laquelle ils appartiennent, le type de cette strate. On retrouve également sur ce graphe les environnements de travail et le rôle des acteurs dans ces environnements. Les acteurs

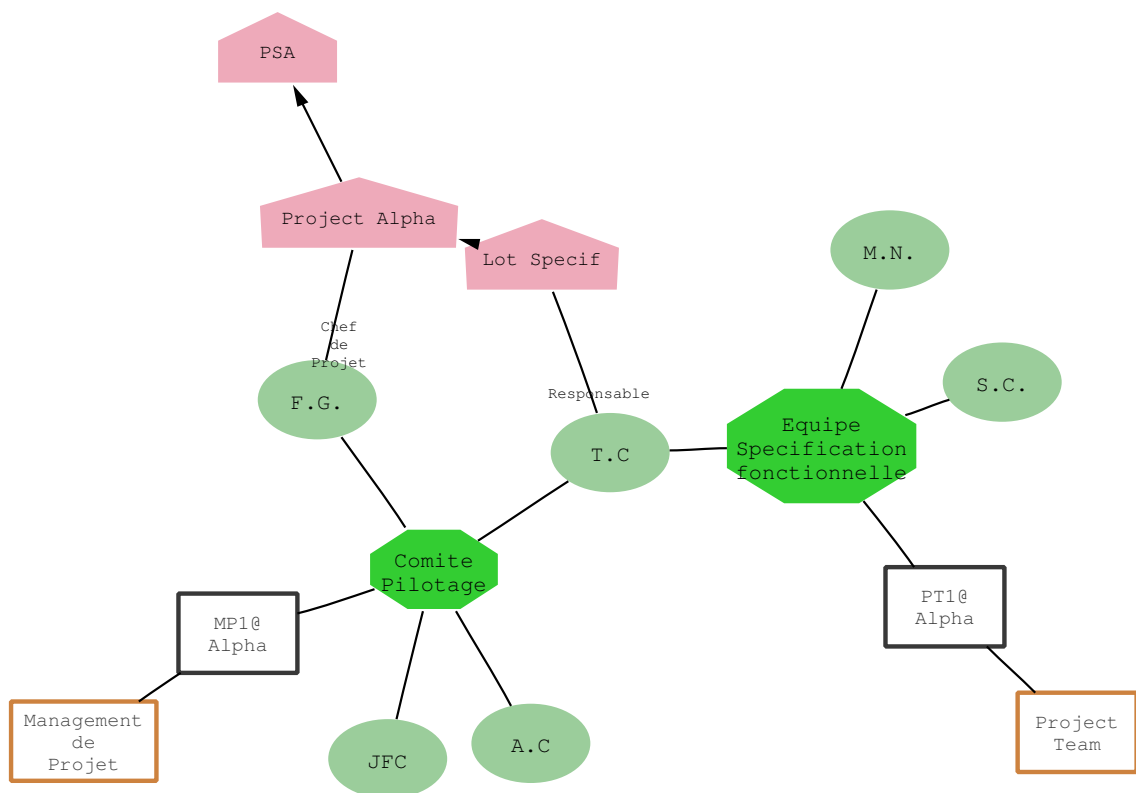


Figure 13.10 – Vue Organisation (©B.L.)

sont représentés par des disques, les groupes de décision par des octogones et les strates et leur type par des rectangles de couleur différente.

b. Matrice de synthèse des décisions

Objectifs : Le second objet de connaissance utilisant la vue *organisation de la décision* est une matrice de synthèse des liens entre les processus de décision. L'ensemble des processus est analysé. Les objectifs de cette matrice sont :

- identifier les décisions prises dans un projet en fonction de paramètres extérieurs (autres projets, management ou fournisseurs),
- identifier les différents groupes de décision extérieurs au projet ayant eu une influence sur ces décisions ;
- identifier les décisions prises sans influences extérieures connues ;

La figure 13.11 présente un exemple d'une telle matrice.

Fonctionnement : Nous avons précisé dans le paragraphe 9.3.2 page 131, la définition des liens dans la vue processus. Il s'agit d'un flux d'information reliant deux activités de décision issues de processus différents.

Les lignes de la matrice carrée représentent les groupes de décision responsables² des processus de décision dont sont issus les *liens*. Les colonnes représentent les groupes de décision responsables des processus de décision qui subissent ces liens. Ces groupes sont classés par entité organisationnelle puis par strates de décision à l'intérieur de ces entités.

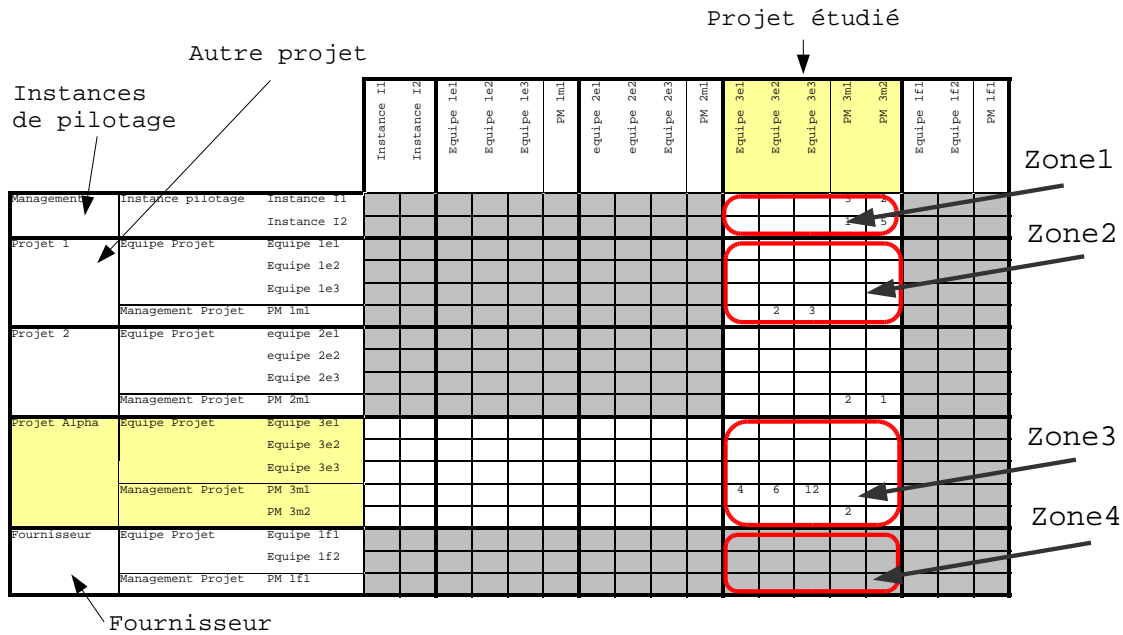


Figure 13.11 – Matrice de synthèse des liens entre processus (©B.L.)

La figure 13.11 propose, à titre d'exemple, cinq entités organisationnelles : le niveau management, deux projets internes, le projet Alpha que nous étudions et un fournisseur. Nous nous intéressons aux colonnes représentant le projet étudié. Nous identifions plusieurs zones dans cette colonne :

- la zone 1 représente des décisions prises au niveau management ayant eu une incidence sur le projet étudié ;
- la zone 2 représente des décisions prises dans un autre projet ayant eu une incidence sur le projet étudié ;
- la zone 3 représente des décisions prises en interne du projet étudié ayant eu une incidence sur le projet lui-même ;
- la zone 4 représente des décisions prises par le fournisseur ayant eu une incidence sur le projet étudié.

A l'intérieur de chaque zone, en fonction des strates de décision, un chiffre indique le nombre de décisions concernées. Ces décisions peuvent ensuite être explorées par les autres objets de connaissance.

Cette matrice fonctionne sur le même principe que les DSM (*Design Structure Matrixes*) [Steward D.V, 1981]. Notre contribution réside ici en l'application de ce concept aux flux

²Il s'agit du groupe de décision identifié lors de l'activité de transmission qui clôt le processus.

de décision.

13.8.4 Exemple de scénario d'utilisation : réutilisation, génération d'une synthèse

Le cas d'utilisation *Réutiliser / Analyser* est illustré par le diagramme de séquence UML représenté figure 13.12. Il consiste en l'analyse d'un projet via la matrice proposée paragraphe 13.8.3. Le scénario proposé se focalise uniquement sur un type identifié de décision (décision concernant le produit par exemple). A partir de la matrice d'analyse, une synthèse (un document) est réalisée, regroupant l'ensemble des décisions prises dans le projet en fonction d'informations extérieures (venant d'un fournisseur par exemple).

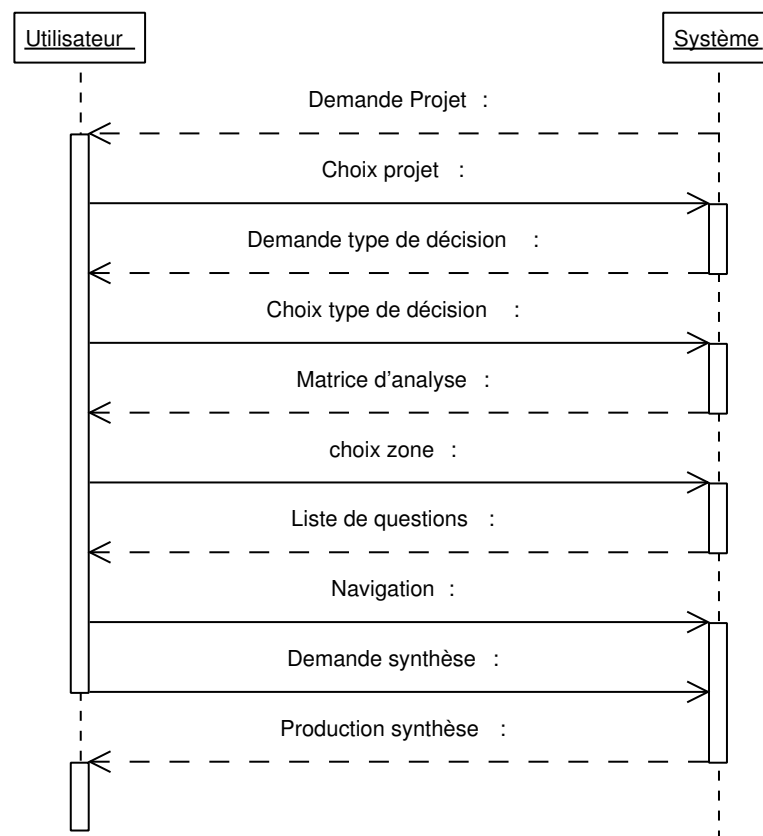


Figure 13.12 – Diagramme de séquence, Production d'une synthèse. (©B.L.)

13.9 Synthèse et apports

Ce chapitre est consacré à la partie système d'information, la partie outil du Système de Gestion des Connaissances proposé est défini chapitre [12](#).

Les contributions apportées dans ce chapitre sont :

1. la définition d'une mémoire de projet, reposant sur une nouvelle approche dédiée aux projets d'innovation ;
 2. la définition des composants de cette mémoire de projet :
 - la définition de la structure de données utilisée ;
 - la définition des objets de connaissances utilisés comme interfaces homme / machine pour représenter et interpréter l'information associée aux processus de décision ;
 - la définition des processus de capitalisation et de réutilisation des informations associées aux processus de décision.
-

*Tel livre où on n'avait rien trouvé d'utile,
lu avec les yeux d'une expérience plus avancée, portera leçon.*
Eugène Delacroix, "Journal, 1822-1863"

14.1 Démarche de validation

14.1.1 Points à valider

Ce chapitre est consacré à la validation des différentes contributions de ce mémoire. Les points à aborder, dans le cadre d'expérimentations industrielles sont :

- la mémoire de projet (le système d'information développé dans le chapitre 13), en particulier l'utilisation des différents objets de connaissances proposés ainsi que les processus de capture et de réutilisation d'informations ;
- le modèle multi-vues INDIGO, proposé dans la partie IV, il est au cœur de la mémoire de projet ;
- l'approche de gestion des connaissances et le Système de Gestion des Connaissances proposés dans le chapitre 12, en particulier, les processus de création et d'utilisation de connaissances.

14.1.2 Réalisation d'une maquette de démonstration

Afin de réaliser des expérimentations pour valider l'ensemble des principes théoriques proposés, nous avons développé une maquette logicielle. Elle réalise les principales fonctionnalités de la mémoire de projet et elle intègre le modèle INDIGO. Les détails de la conception de cette maquette sont présentés en annexe B.3 page 228.

Les fonctionnalités implémentées sont :

1. le stockage des informations dans une base de données dont le schéma logique correspond au modèle INDIGO ;
2. les processus de capture d'information, ils permettent de formaliser les informations décisionnelles définies par le modèle INDIGO ;
3. les processus de réutilisation des informations par la production de matrices d'analyse, de documents de synthèse, de graphes de liens entre processus ;
4. la possibilité de rejouer un processus de décision, activité par activité et de visualiser l'évolution de la structure de décision ;
5. les processus de recherche par mots clefs, par type de décisions, par dates.

Le *contexte*¹ des activités est simplement représenté par un champ contenant des informations textuelles. Le modèle de données de la vue *résultat* est représenté par une table ayant pour colonne les items : *identifiant*, *nom*, *type* (produit, processus, organisation), *sous-type* (fonction, composant) et *description*.

La gestion des droits d'accès n'est pas prise en compte. La maquette est réalisée sur un PC portable, non connecté au réseau de l'entreprise.

14.1.3 Approche de validation

a. Protocole de validation

Comme nous l'avons précisé dans l'introduction générale du mémoire², nous avons collaboré avec un projet d'innovation PSA PEUGEOT CITROËN pendant toute la durée de la thèse. Une expérimentation en situation réelle de fonctionnement, en proposant l'utilisation de la maquette à l'ensemble des acteurs du projet, sur une longue période n'a pas pu être réalisée. En effet, La date de livraison de la maquette logicielle correspondant avec la fin du projet, la charge de travail des acteurs du projet était très élevée. Par ailleurs, ce type d'expérimentation nécessite des développements logiciels beaucoup plus importants visant l'implantation au sein du système d'information de l'entreprise qui dépassent le cadre d'un prototype (liens avec le système documentaire, lien avec la messagerie).

Afin de faire face à ces problèmes, nous avons adopté trois approches de validation de nos travaux.

1. Approche au fil de l'eau : le fonctionnement de la maquette et du modèle INDIGO ont été validés, au fil de l'eau, pendant la durée du projet étudié, sans intervention directe de la part des acteurs du projet dans le processus de formalisation.
2. Approche qualitative : une quinzaine d'heures d'entretiens a été réalisée en utilisant la maquette avec quatre des principaux acteurs du projet étudié.
3. Approche temps réel : nous avons testé également la maquette avec le responsable d'un service devant subir une réorganisation. L'objectif était de valider la capture d'un processus de décision en situation réelle.

¹Cf. description de ce concept dans le paragraphe 9.3.1

²Cf. page 6

b. Approche qualitative

Les interviews se sont déroulées en quatre étapes :

1. présentation de la méthode, des modèles et du vocabulaire utilisé ;
2. utilisation de la maquette pour interpréter un processus de décision préalablement formalisé, via les objets de connaissances consacrés à la réutilisation (Vue statique de structure de décision, vue processus et vue organisation) ;
3. utilisation de la maquette pour formaliser un processus de décision (en cours ou terminé) via l'objet de connaissance consacré à la capture des informations décisionnelles ;
4. utilisation de la maquette pour interpréter un second processus formalisé par un autre acteur durant une précédente interview.

Les enregistrements des entretiens ont ensuite été découpés en séquences. Celles-ci ont été classées et répertoriées dans deux tableaux d'analyse concernant respectivement la validation des contributions (fonctionnement des modèles, de la mémoire de projet et du Système de Gestion des Connaissances) et les apports industriels.

c. Approche fil de l'eau

Un fois le modèle UML INDIGO réalisé, il a été implémenté dans une base de données. En premier lieu, celle-ci a permis de tester le fonctionnement du modèle à l'aide des informations recueillies lors de la participation aux réunions de pilotage du projet de conception de systèmes de direction étudié. Cette première phase a duré 6 mois. Elle a permis d'enrichir les modèles proposés, en particulier la définition des attributs des classes du modèle UML INDIGO. Les possibilités d'analyse des données recueillies étaient limitées car seule un outil de base de données était utilisé.

Ensuite, une fois l'ensemble de la maquette réalisé, le fonctionnement du modèle INDIGO a pu être testé à nouveau, par l'utilisation des objets de connaissances. Ce test a permis d'utiliser les fonctionnalités de réutilisation de MEYDIAM, en particulier les matrices d'analyse et l'étude des liens entre les processus.

d. Approche temps réel

Le projet concerné est un projet d'innovation organisationnelle. Il s'agit d'une réorganisation d'un service suite à la fusion de deux entités. L'outil a alors été utilisé pour formaliser le processus de décision en cours d'activité. Son utilisation comme support à la réflexion a alors été mise en évidence. Nos échanges avec le responsable de la définition de cette réorganisation ont également été enregistrés.

e. Synthèse des points couverts

Le tableau 14.1 synthétise les aspects validés par les trois démarches. Il représente également trois niveaux de validation : les modèles (INDIGO), le système d'information (Mémoire de projet) et Système de Gestion des Connaissances (MEYDIAM). Le symbole (X) entre parenthèse est utilisé pour mettre en évidence les points testés sans intervention des acteurs de l'entreprise.

		Qualitatif	Temps réel	Fil de l'eau
INDIGO	Vue Structure	X	X	(X)
	Vue Processus	X	X	(X)
	Vue Organisation	X		(X)
	Aspect Intégrés	X	X	(X)
Mémoire de projet	Objets de connaissances capture	X	X	(X)
	Objets de connaissances réutilisation	X		X
	Processus de capture d'information	X	X	(X)
	Processus de réutilisation d'information	X		X
SGC	Processus création de connaissances	X	X	(X)
MEYDIAM	Processus de réutilisation des connaissances	X		(X)

Tableau 14.1 – Matrice de synthèse des tests de validation (©(B.L.))

14.1.4 Résultats de la validation

Cette étape de validation donne lieu à deux types de résultats :

1. un retour d'expérience sur les contributions proposées dans ce mémoire ;
2. un retour d'expérience sur l'application en contexte industriel des contributions de ce mémoire.

Ces deux aspects sont abordés dans les sections suivantes. Elles présentent toutes deux une synthèse des points observés durant les trois étapes de validation présentées dans la section [14.1.3](#).

14.2 Retour d'expérience sur les contributions

Le premier retour d'expérience que nous abordons concerne les contributions présentées dans ce mémoire. Sont discutés dans cette section :

1. les faits marquants de la démarche de modélisation utilisée ;
2. les faits marquants de la validation du modèle indigo ;
3. les faits marquants de la validation du SGC MEYDIAM.

14.2.1 A propos de la démarche de modélisation

L'approche de modélisation, présenté en [7.2.5](#), a été très utile pour améliorer les principes théoriques proposés. La figure [14.1](#) met en évidence les boucles de modélisation permettant le passage de modèles conceptuels à des modèles applicables dans un outil par la modélisation UML. Ce langage de modélisation et son implémentation sous forme de base de données a permis de vérifier en plusieurs étapes la cohérence des modèles en les confrontant aux données recueillies.

UML n'a pas été utilisé pour présenter les concepts aux acteurs des projets. Pour communiquer à propos des modèles proposés, nous avons utilisé les objets de connaissances

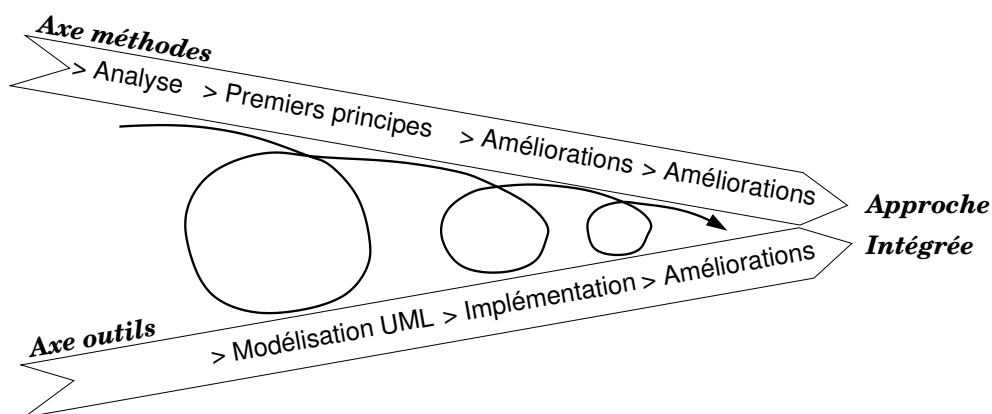


Figure 14.1 – Approche Méthodes et outils intégrée (©B.L.)

décrits dans le chapitre précédent. En revanche, UML a été utilisé pour décrire avec précision et sans interprétation possible le fonctionnement des modèles.

14.2.2 Validation du modèle INDIGO

a. Éléments de décision

Chaque type d'élément de décision a été utilisé lors des tests. Cela ne garanti pas la complétude du modèle proposé, néanmoins nous n'avons pas identifié de concept jugé nécessaire par les acteurs interviewés ne pouvant pas être représentés.

Des commentaires recueillis, il ressort que le principal apport du modèle INDIGO est la possibilité de représenter les *hypothèses* et les *contraintes* ainsi que d'identifier leur origine par le concept de *liens* entre processus. Ces deux points sont généralement omis dans la documentation d'un projet.

b. Principe de décomposition récursive d'une question

Validité du principe : le modèle INDIGO repose sur la structuration de l'espace de décision en *questions* se décomposant en *éléments de décision*³. Ces éléments peuvent également faire l'objet de *questions* tel que nous l'avons proposé en décrivant le principe de décomposition récursive dans le paragraphe 8.3.

Afin de valider les principes proposés, nous avons étudié un ensemble de décisions issues du projet de conception de nouveau système de direction. Nous avons pour cela utilisé un document, associé aux compte-rendus des comités de pilotage du projet. Ce document trace les différentes questions à traiter entre deux comités. Sur une durée de deux ans, 350 questions ont été identifiées par les membres du comité de pilotage. Ces questions doivent être traitées par les différents lots du projet avec une échéance définie par le comité de pilotage.

Un premier traitement a permis d'identifier 150 questions concernant l'organisation et le processus du projet (dates de réunions, planning, démarche de conception). Sur les 200

³Ce concept est défini en 8.2

restantes, 133 correspondent à une situation de décision telle que définie dans le modèle INDIGO. Les questions restantes sont en réalité associées à des problèmes de transferts d'informations entre les différentes parties prenantes du projet (envois de compte-rendu, de présentations).

Ces 133 questions concernent le produit conçu par le projet (un système de direction). Elles ont ensuite été caractérisées pour identifier quel était leur objet :

- 52 questions concernent directement le produit, par exemple “Quel véhicule choisir pour le réaliser le premier prototype ?” ;
- 14 questions concernent un choix *d'hypothèses* associées au produit à concevoir, par exemple, “Quelle hypothèse de coût de production série dans 5 ans retenir dans le cadre du choix du type de calculateur” ;
- 25 concernent l'identification *d'alternatives* associées au produit, par exemple, “Quelles propositions pour le système de refroidissement ?” ;
- 11 concernent le choix de *critères* à prendre en compte pour évaluer des alternatives, “Quels critères prendre en compte pour le choix du véhicule où implémenter le prototype” ?
- 23 concernent le choix *d'évaluations*, par exemple, “Comment comparer les deux véhicules identifiés dans le choix du prototype ?”
- 6 concernent le choix de contraintes à intégrer, par exemple, “Quelles contraintes se fixer pour dans le choix du véhicule où implémenter le prototype” ?

Cette évaluation quantitative des différentes questions ne préjuge pas de leur importance, ni de l'ensemble des décisions prises au sein du projet. Néanmoins, cela permet de mettre en évidence l'intérêt du principe de décomposition proposé paragraphe 8.3 page 115.

En effet, dans cet exemple, 60% des décisions identifiées par le comité de pilotage du projet sont en réalité des sous-questions, c'est à dire des questions qui concernent un *élément de décision* issu d'une décomposition associée à une question principale. Nous illustrons ce constat par la figure 14.2, page 195 qui met en évidence sur un exemple, une sous-question concernant le choix d'hypothèse utilisée dans la décision de type de calculateur. Deux *alternatives d'hypothèses* sont alors envisagées.

Acceptation par les utilisateurs : le principe de décomposition a été bien intégré par les personnes interviewées. Par ce biais, des processus de décision jugés complexes “à expliquer” ont pu être représentés. Dans les cas traités, nous n'avons jamais été amenés à dépasser deux niveaux de décomposition (question et sous-question).

c. Types de décision et niveau de détail nécessaire

Nous avons constaté que l'approche proposée n'est pas adaptée à toutes les décisions. Par exemple, dans le cas des décisions de planification, les principes des modèles proposés s'appliquent, mais ils génèrent une trop grande quantité d'informations. En revanche, l'approche proposée a un véritable intérêt lorsque les décisions de planification sont identifiées comme des *contraintes* (par le concept de *lien* entre processus de décision) impactant une décision. Par exemple, cela permet de mettre en évidence l'impact de la contrainte de temps sur les choix concernant le produit conçu.

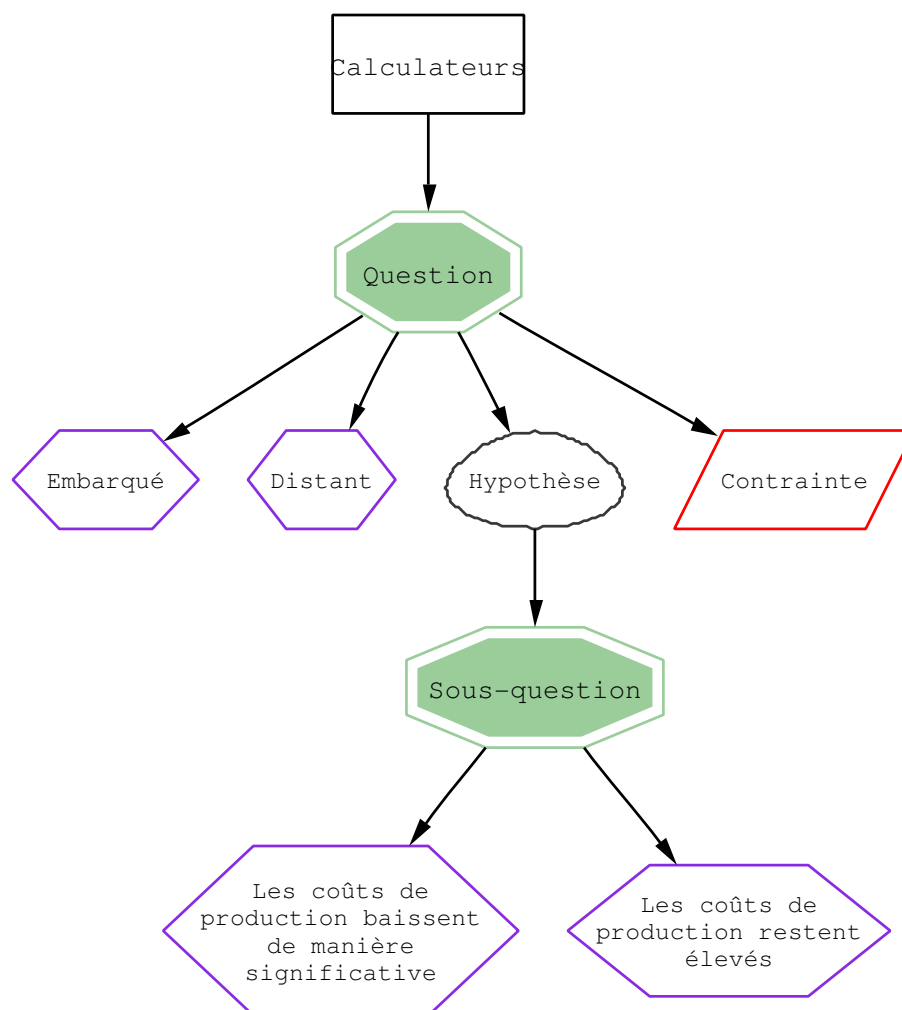


Figure 14.2 – Illustration du principe de décomposition récursif de l’espace de décision

Par ailleurs, compte tenu de l’effort nécessaire à la saisie des informations décisionnelles, toutes les décisions ne peuvent pas être capturées. Dans un premier temps nous nous sommes focalisés sur les décisions jugées importantes par les acteurs du projet. Cette approche induit de fait un biais car il n’est pas possible de juger à priori de l’importance d’un choix. Cette étape de validation a mis en évidence un réel besoin d’identification des décisions intéressantes à capitaliser.

d. Modélisation du contexte

La notion de contexte, associée à celle d’activité de décision a pour rôle de fournir un ensemble d’informations servant à recontextualiser une décision. Dans le cas du projet de conception de système de direction, les informations que nous avons utilisées pour représenter le contexte des réunions étaient : le lieu de la réunion, l’animateur de la réunion et le rédacteur du compte-rendu. Nous avons utilisé ces informations après avoir constaté que les acteurs du projet y faisaient appel pour restituer une prise de décision.

Nous avons néanmoins été confrontés à des difficultés de représentation du contexte. En

effet, lors des interviews, nous avons mis en évidence que les acteurs du projet faisaient appel à un bien plus grand nombre d'informations. Le principal problème est que ces informations couvrent un vaste domaine, y compris au niveau extra-professionnel. Par exemple, un ingénieur pourra faire référence à un retard d'avion, à des conditions climatiques particulières, à la tenue vestimentaire de tel fournisseur, ou à d'autres réunions vécues dans le même intervalle de temps.

L'approche proposée en 9.3.1 est satisfaisante dans son principe. Elle considère que le contexte est le résultat d'un processus individuel d'apprentissage et qu'il faut le représenter à partir de détails issus de ce processus d'apprentissage. En revanche, les expérimentations conduites sont insuffisantes pour apporter un cadre de représentation du contexte pertinent.

e. Aspects intégrés

L'intégration dans un même modèle des différentes vues de la décision a été très bien perçue et comprise pendant les entretiens de validation. Ce principe multi-vues propose une approche pragmatique de représentation de la complexité des processus de décision. Les décisions jugées très complexes par les acteurs interviewés, ont été représentées de manière satisfaisante, grâce à la maquette. Les acteurs ont jugé qu'ils n'auraient pas été capables de le faire aussi rapidement et aussi précisément en rédigeant un document.

Le point essentiel retenu lors interviews est la possibilité de pouvoir représenter l'évolution de l'espace de décision tout en identifiant des repères temporels et en associant les personnes impliquées dans la prise de décision. Par exemple, dans le projet concerné, il y a eu beaucoup d'aller-retour entre PSA PEUGEOT CITROËN et un fournisseur. Le modèle permet de représenter le rôle joué par chaque partie prenante de la décision.

Par exemple, par l'utilisation de la maquette, nous avons mis en évidence le rôle joué par le fournisseur⁴. Il s'agissait d'une décision concernant un choix de principe technique pour réaliser une fonction. Nous avons mis en évidence :

- une première partie du processus de décision durant laquelle PSA PEUGEOT CITROËN a convergé vers une solution reconnue comme la plus performante parmi plusieurs alternatives ;
- nous avons ensuite mis en évidence que la solution finale retenue, moins performante a été "imposée" par le fournisseur qui ne désirait pas s'impliquer dans le développement de la solution choisie par PSA. La principale raison émise était le coût généré par un nouveau développement.

Cet exemple illustre l'apport du modèle INDIGO dans une perspective de réutilisation en identifiant les décisions prises dans un contexte spécifique.

14.2.3 Validation du Système de Gestion des Connaissances : MEYDIAM

L'évaluation des Systèmes de Gestion des Connaissances est un sujet de recherche à part entière. Il est très difficile, par le caractère intangible de la connaissance, d'obtenir une

⁴Dans le cadre d'un processus de décision identifié comme stratégique par les acteurs interviewés

estimation du retour sur investissement des systèmes en place. En revanche, les expérimentations conduites ont permis de mettre en évidence, de manière qualitative le rôle joué par le système proposé.

a. A propos du principe de fonctionnement du SGC MEYDIAM

MEYDIAM regroupe un système d'information (une mémoire de projet), des processus (l'intégration de la démarche dans la pratique quotidienne dans les projets) et une organisation (un pilote utilisateur).

Nous n'avons pas déployé l'ensemble du SGC, seule la mémoire de projet a été testée. Il ressort des interviews qu'il n'est pas envisageable de proposer des outils de capitalisation nécessitant un effort supplémentaire et n'ayant pas de bénéfices immédiats. Dans ce contexte, MEYDIAM correspond aux besoins d'outils qui assistent, au quotidien, les tâches du projet (préparation de réunions, réalisation de comptes-rendus, communication des informations aux diverses parties prenantes du projet).

La maquette proposée a été jugée comme apportant un réel bénéfice immédiat. D'une part, elle supporte la réflexion en proposant une interface qui permet d'identifier aisément les différents éléments d'un problème donné. D'autre part, elle permet de produire des documents de justification plus rapidement.

Un tel Système de Gestion des Connaissances impose de modifier une partie des processus et de l'organisation du projet. Il faut désigner des acteurs responsables de la capitalisation et utiliser l'outil pour produire les synthèses et préparer les réunions.

Les personnes interviewées ont insisté sur l'importance du rôle du pilote utilisateur chargé d'animer l'utilisation de ce type d'outil. Ils ont également insisté sur le fait que ces outils doivent être imposés avec l'accord des utilisateurs pour pouvoir fonctionner. Il faut également impérativement définir dans quel cadre ils doivent être utilisés et préciser leurs processus de mise en oeuvre.

b. Processus de capture d'information

L'approche proposée par MEYDIAM, i.e. utiliser l'outil en premier lieu pour supporter la prise de décision au fil de l'eau a été très bien perçue. En particulier la production de comptes-rendus et la préparation des réunions par l'identification des questions sont appréciées. Des améliorations ont même été proposées, en particulier au niveau des interfaces (objet de connaissances). Afin de faciliter le processus de capture, les personnes interviewées ont proposé de s'appuyer sur une base d'informations contenant des listes de critères, d'objectifs prédéfinis.

Par ailleurs, l'objet de connaissance utilisé pour capturer les informations est un véritable outil support à la réflexion. Il permet de manière dynamique de créer une structure de décision qui, tel un tableau blanc, permet d'identifier les différents éléments de décision à prendre en compte. Nous avons pu tester ce point lors de l'expérimentation en "temps réel" effectuée pour le projet de réorganisation d'un service.

Acteur 2 : "Est-ce que l'outil fait la cohérence entre deux hypothèses contradictoires ?"

Comme l'illustre cette citation, le principal problème identifié correspond au paradigme choisi, celui de traiter de l'information décisionnelle plutôt que des données. En effet, MEYDIAM ne permet pas, par exemple :

- de gérer des problèmes de cohérence entre des hypothèses contradictoire ;
- de proposer une évaluation quantitative de critères ;
- de définir des alternatives par un ensemble de paramètres

Ces aspects ont été identifiés utiles dans des domaines d'expertise technique.

Par ailleurs, le rôle fondamental de l'interface de l'outil a été mis en évidence. Même si ce point peut paraître anecdotique, une mauvaise définition de l'ergonomie est jugée rédhitoire.

c. Processus de réutilisation d'informations

La réutilisation n'a pas été testée dans un contexte industriel. Pour cela il aurait fallu pouvoir proposer à un projet de développement ou à un nouveau projet d'innovation des informations capitalisées.

Nous avons néanmoins proposé aux acteurs interviewés d'interpréter, en utilisant la maquette, l'historique d'une décision à laquelle ils n'avaient pas participé. La décision qui sert d'exemple est le processus de choix de spécification traité en illustration en 11.2.

Nous avons en premier lieu confronté la vue statique de la structure de décision capitalisée à la personne interviewée. Malgré les informations qui décrivent les éléments de décision⁵, la compréhension est jugée insuffisante. En revanche, en utilisant la représentation du processus de décision, et en observant l'évolution de la structure de décision, la personne a réussi à interpréter l'historique de manière satisfaisante.

L'analyse des réactions met en évidence un réel apport lié à la représentation du processus d'évolution de l'information décisionnelle.

d. Création et utilisation de connaissances

Ces aspects nous ont posé de réels problèmes de validation lorsqu'il s'agit de "mesurer" l'impact de MEYDIAM sur les connaissances des individus qui l'ont utilisé. Dans l'absence de métrique, la validation de ces aspects se fait par interprétation sur des cas spécifiques. Nous sommes, à ce niveau, réellement confrontés à un manque de théories et de méthodes d'observation et d'évaluation.

A titre personnel, l'interaction avec l'outil et la représentation d'informations liées au processus de décision avec les acteurs interviewés a permis d'acquérir des connaissances concernant les processus de décisions traités pendant les interviews. Par ailleurs, concernant le projet de réorganisation, l'utilisation des objets de connaissances de capture d'information a permis de susciter un échange. Cet échange a remis en cause certains aspects du problème, en particulier il a permis d'identifier de nouvelles alternatives.

Le principal élément qui ressort de la validation est le rôle des objets de connaissances proposés comme support de la communication entre les individus.

⁵critères, alternatives, contraintes, hypothèses, réponse choisie et justification

14.3 Retour d'expérience industriel

Dans ce paragraphe sont synthétisés les résultats industriels concernant l'application du SGC proposé, en particulier de sa composante outil (mémoire de projet).

14.3.1 Représentation des processus de décision

Acteur 2 : “Je ne sais plus pourquoi on avait décidé ça, je sais qu'on avait une bonne raison”.

Cette citation illustre le principal résultat industriel mis en évidence par l'utilisation de la maquette. Il s'agit de la traçabilité des décisions par la représentation des informations décisionnelles. Par la mémoire de projet, il est désormais possible de capitaliser l'ensemble des décisions d'un projet. L'outil permet de mettre en évidence les décisions prises, par qui et pour quelles raisons.

L'outil joue également le rôle “d'amplificateur cognitif” lors de la réutilisation des informations en identifiant de manière globale les liens entre les différents processus de décision. Il permet, en particulier, de connaître les choix pris en fonction de paramètres extérieurs. Cet aspect a été particulièrement apprécié par les personnes interviewées. Il a été mis en évidence qu'un résultat comme celui obtenu par la matrice de synthèse présentée au paragraphe 13.8.3 permettait de représenter des éléments tacites, non représentés par ailleurs.

Acteur 4 : “Je trouve que c'est utile, pas forcément pour justifier, mais pour avoir une traçabilité. Parce que là il y a un aspect temporel, les choses évoluent, le contexte, les hypothèses. Tu n'as pas tous les éléments au même moment”.

Comme l'illustre cette citation, la possibilité de représenter l'évolution de la décision dans le temps, au fil de l'eau, est un réel avantage par rapport à la rédaction d'un document “classique”. Le principal avantage tiré de cette représentation est la production de documents de synthèse.

Au niveau industriel, l'approche proposée constitue donc un réel apport qui répond au besoin identifié dans le paragraphe 3.1.1, d. Elle répond aux enjeux de la représentation des processus de décision identifiés dans la problématique (Cf. paragraphe 4.3.6).

14.3.2 Apports méthodologiques

Un aspect essentiel émerge des interviews. Il s'agit de l'utilisation de la démarche proposée dans une perspective méthodologique.

Acteurs 3 : “Est-ce que j'ai bien été exhaustif dans mes alternatives”

Acteur 1 : “A aucun moment on s'est posé la question, on a fait différents choix sans chercher à être exhaustif, avec cet outil cela n'aurait pas été pareil.”

Acteur 4 : “Si on s’était bien posé la question, on aurait certainement évité ce problème”

Comme le montrent ces citations, l’utilisation de MEYDIAM a été jugée pertinente pour identifier les situations de non-décision, ou de “mauvaise” décision (i.e. avec une unique alternative). En effet, le recours à l’outil pousse les individus à se poser un ensemble de questions qui ne sont généralement pas étudiées.

Nous avons, par exemple, identifié lors d’une interview, un processus de décision qui a conduit à un dysfonctionnement dans le projet. Il s’agissait du choix d’une solution physique pour réaliser une fonction. La personne responsable de cette activité est arrivée en cours de projet. Elle n’a pas eu accès aux justifications de la solution retenue qui ne s’est pas avérée satisfaisante. L’outil a montré, par l’interview de deux acteurs présents au début du projet, qu’en réalité, il n’y avait eu qu’une alternative étudiée.

Acteur 1 : “C’est l’inventivité des gens, si tu y pense pas, tu ne l’étudies même pas.”

Les aspects réutilisation sont jugés pertinents dans un cadre de créativité. L’accès aux processus passés permet d’identifier les alternatives étudiées et enrichir la réflexion actuelle.

Les apports de l’outils perçus par les personnes interrogées sont synthétisés dans le tableau 14.2.

<i>Eviter un examen incomplet des alternatives et la non-réévaluation d’alternatives rejetées au départ</i>	L’utilisation de l’objet de connaissances de capture des informations décisionnelles incite les utilisateurs à identifier et évaluer les alternatives. MEYDIAM permet également de mémoriser l’ensemble des alternatives, celles-ci peuvent être réutilisées par la suite.
<i>Eviter une recherche d’information limitée qui vient de la méconnaissance des processus de décision qui ont conduit aux choix précédents.</i>	MEYDIAM donne accès à l’historique des décisions prises dans le projet.
<i>Ne pas définir les hypothèses qui justifient un choix</i>	MEYDIAM permet d’identifier les hypothèses choisies.
<i>Pas de responsable identifié de la décision</i>	MEYDIAM impose de définir les groupes de décisions impliqués dans une décision
<i>Pas de diffusion de l’information une fois la décision a été prise, pas d’identification des situations de non-décision.</i>	MEYDIAM met en évidence les questions closes et les questions laissées sans réponses
<i>Pas d’identification des facteurs externes qui justifient un choix</i>	MEYDIAM met en évidence par le concept de <i>lien</i> entre les processus qui ont influencé la décision.

Tableau 14.2 – Amélioration des processus de décision (©B.L.)

Les situations de non-décision sont révélées par des questions restant sans réponses dans l’outil. La mauvaise qualité d’un processus de décision est évaluée par une alternative

unique ou un manque de critères. Il n'y a pas de mécanisme implémenté dans l'outil capable de mettre en évidence ce type de problème, mais ceci constitue une réelle perspective de développement.

14.3.3 Communication

Acteur 4 :“Pas vraiment de besoin pour les gens qui sont clairs, par contre ça pourrait servir à pas mal de monde”

Les concepts utilisés dans MEYDIAM, en particulier les différents objets de connaissances ont été appréciés. Ils sont jugés très utiles dans une perspective de communication au sein d'un projet.

Nous avons pu confronter des représentations d'un même processus réalisées par des acteurs différents et montrer ainsi les différentes perceptions d'un même problème. Dans ce cadre l'outil est envisagé pour supporter la communication et la construction d'une vision commune des processus de décision.

De nouvelles fonctionnalités d'envoi d'information par mail à différentes étapes d'un processus de décision ont été proposées par les personnes interviewées. La vue organisation de la décision a été jugée utile dans ce sens. En fonction du niveau de décision, l'envoi à des groupes de diffusion de l'information est envisagée.

14.4 Synthèse

Ce chapitre est consacré à la validation des contributions de ce mémoire qui a été réalisée par des expérimentations à partir d'une maquette informatique.

Un retour d'expérience a été proposé concernant le modèle INDIGO ainsi que le SGC MEYDIAM. L'applicabilité des modèles proposé au contexte industriel a été validée.

Une synthèse du retour d'expérience industriel a ensuite été proposée. Elle a permis de mettre en évidence les principaux résultats de la démarche obtenus dans le cadre des tests de validation.

Les conclusions tirées à propos de ces résultats d'expérimentation par rapport à la réponse à la problématique décrite dans la partie II sont abordés en conclusion de ce mémoire.

Sixième partie

Conclusion Générale

Résultats Scientifiques : synthèses, apports, limites et perspectives

Les contributions de ce travail de thèse se décomposent en deux parties qui sont respectivement dans le domaine de la modélisation des processus de décision et dans celui de la Gestion des Connaissances. Les publications issues de ces travaux de recherche sont présentées en annexe [C](#).

Modélisation des processus de décision

Synthèse

INDIGO, un modèle descriptif des processus de décision a été proposé. Son objectif est de représenter l'ensemble des informations associées aux processus de décision des projets d'innovation. Il est défini, à partir de l'étude de la littérature et de travaux empiriques, par l'intégration des différents aspects de la décision. Ces derniers sont regroupés en un modèle unique, multi-vues. Il s'agit :

- de la *vue résultat de décision* qui représente l'objet de la décision, ce qui est décidé ;
- de la *vue structure de décision* qui représente l'espace de décision par un ensemble de concepts en interaction ;
- de la *vue processus de décision* qui représente un réseau de processus de décision composés d'activités reliées par des flux) ;
- de la *vue organisation de la décision* qui représente les groupes d'individus impliqués dans les activités de décision ;

Les concepts proposés ont été enrichis par des observations faites pendant près de 2 ans au sein d'un projet d'innovation du groupe PSA PEUGEOT CITROËN. Ces concepts ont été représentés à l'aide du langage de modélisation objet UML. Cette modélisation a permis de réaliser une maquette informatique qui a servi de plate-forme de validation.

Apports

Ce modèle répond aux objectifs fixés dans la problématique :

- il intègre et couvre la complexité des processus de décision en projet, pour cela il s'appuie sur quatre vues complémentaires ;
- il est permet de représenter l'ensemble des processus de décision, quel que soit le niveau de détail.
- il est applicable et compris aisément pas les acteurs des projets et il s'intègre facilement dans un contexte industriel comme l'a montré la validation.

Par rapport aux méthodes identifiées dans l'état de l'art, le Modèle INDIGO propose une approche nouvelle qui consiste en la représentation des différents aspects de la décision dans un modèle unique. Plus que l'intégration de plusieurs points de vues, le modèle proposé apporte également des contributions aux modèles existants.

Il enrichit les modèles de *design rationale*⁶, en intégrant de nouveaux concepts et un nouveau principe de décomposition de l'espace de décision permettant de représenter des situations de décision complexes. INDIGO enrichit également les modèles issus des approches *processus*⁷ en proposant une typologie d'activités dans le domaine de l'innovation et la définition des flux de décision reliant ces activités. Il apporte la définition des notions de contexte et d'objectifs associées aux processus. Enfin, il propose une représentation de l'organisation des acteurs impliqués dans la décision qui permet d'identifier les rôles tenus par les différentes parties prenantes de la décision.

Limites

L'étape de validation a mis en évidence une limitation non résolue aujourd'hui. Elle concerne le niveau de détail de l'information représentée dans le modèle. En effet, INDIGO permet de représenter l'ensemble des décisions d'un projet, quelle que soit leur granularité. Les informations décisionnelles peuvent atteindre un niveau de détail très fin. Dans ce cadre, l'effort à fournir pour modéliser une décision est être important. A l'heure actuelle nous n'apportons pas de contribution permettant d'identifier quelle décision il faut représenter. Nous nous appuyons sur l'expérience des acteurs des projets pour identifier quelles décisions sont pertinentes, mais cela pose des problèmes de biais de jugement.

Perspectives

Une première perspective de recherche concerne donc l'intégration d'une méthode d'évaluation des décisions. L'objectif de cette dernière serait de proposer un cadre conceptuel capable d'identifier quelles décisions doivent être représentées et à quel niveau de détail.

Par ailleurs, nous envisageons d'utiliser ce modèle pour conduire des analyses de processus de décision dans d'autres cadres industriels que l'innovation. Dans un premier temps, il

⁶Cf. État de l'art, paragraphe 5.3

⁷Cf. État de l'art, paragraphe 5.4

s'agit de vérifier le caractère générique du modèle. Dans un second temps, l'objectif de la démarche est de mieux connaître les situations réelles de décision, d'identifier les bonnes pratiques, les dysfonctionnements pour proposer un cadre méthodologique (prescriptif) pour améliorer les processus de décision en projet. Ce cadre devra ensuite être déployé et sa performance évaluée. Par exemple, il pourrait être utilisé pour faire de la planification de décisions.

Une autre perspective de recherche est envisagée. Il s'agit de coupler le modèle descriptif avec des outils d'aide à la décision. Des générateurs automatiques d'alternatives peuvent ainsi être proposés, ou bien des outils d'estimations de critères (Coûts, délais).

Gestion des connaissances

Le second domaine de contribution de ces travaux de thèse est la Gestion des Connaissances.

Synthèse

MEYDIAM, un Système de Gestion des Connaissances, a été proposé. Il est fondé sur une nouvelle approche de *Gestion des Connaissances*.

Il permet la création et la réutilisation de connaissances liées à la décision par l'utilisation d'informations représentant les processus de décision. Il est principalement constitué d'un système d'information (une mémoire de projet). Cet outil, au moyen d'interfaces appelées *objets de connaissances*, permet de capturer, au fil de l'eau, des informations associées aux processus de décision et de les réutiliser.

La création et la réutilisation de connaissances sont alors matérialisées respectivement par des processus de représentation et de recontextualisation des informations liées à la décision. Dans cet objectif le modèle INDIGO est utilisé pour définir la structure des informations de MEYDIAM.

Ce SGC a été testé grâce à une maquette informatique par des expérimentations au sein d'un projet d'innovation du groupe PSA PEUGEOT CITROËN.

Apports

Par rapport à l'existant, nos travaux contribuent à la définition de la Gestion des Connaissances associées aux processus de décision dans le cadre de projets d'innovation. Nous avons identifié dans l'état de l'art que ce domaine était émergent et se situait à l'intersection de plusieurs problématiques de recherches.

L'approche que nous proposons permet de pallier le manque d'outils supportant la Gestion des Connaissances dans des environnements dynamiques tels que les projets et l'innovation. Nous avons proposé un nouveau paradigme qui permet d'utiliser des informations

représentant les processus de décision pour supporter les processus création et la réutilisation de connaissances.

Nous avons également proposé la définition d'un outil de mémoire de projet qui permettent de réaliser ces processus.

Le SGC MEYDIAM répond aux besoins identifiés :

- Il améliore les processus d'innovation par un meilleur accès à la connaissance en dépassant les modes naturels de transmission.
- Il pallie les déficiences de l'organisation par projet, il favorise la réutilisation des connaissances acquises.

En effet, les processus de capture des informations décisionnelles permettent aux acteurs des projets de partager leurs connaissances associées à la décision. Par ailleurs, les processus de réutilisation permettent de donner accès à des connaissances passées par la recontextualisation d'informations.

Attendu	Réalisé	Limites
Réduction de l'incertitude s'appuyant sur les connaissances de projets en simultané	de en sur L'incertitude concernant à la fois le nombre d'alternatives à étudier et le choix à retenir est réduite par l'utilisation des processus de réutilisation de la mémoire de projet. En effet, par navigation et recherche, un utilisateur peut avoir accès à l'expérience des projets passés.	L'identification et la caractérisation de processus de décision génériques ainsi que la proposition de patrons réutilisables est à définir.
Réduction de la spécificité des processus de décision	de la MEYDIAM permet de confronter la réflexion concernant une décision actuelle à l'ensemble des décisions capitalisées, prises dans d'autres contextes. Cela permet donc aux acteurs d'identifier quels sont les aspects spécifiques et génériques des problèmes qu'ils traitent.	Cf. ci-dessus
Profiter des aspects cumulatifs en s'appuyant sur l'expérience accumulée	Les processus de réutilisation permettent de réutiliser les informations issues des processus de décision passés.	Dans l'approche proposée il n'existe pas de moyen de proposer un retour d'expérience à posteriori sur la façon dont s'est déroulé un processus de décision et de relater les problèmes rencontrés.
Intégrer et maîtriser les aspects collectifs	MEYDIAM permet de diffuser et de partager des informations décisionnelles qui n'étaient pas représentées auparavant	L'outil n'intègre pas la réflexion collective distribuée synchrone.
Réduire l'irréversibilité des processus d'innovation	MEYDIAM permet de remettre en cause plus facilement des choix faits en ayant un meilleur accès aux raisons qui les justifient. Il permet de retrouver les alternatives rejetées et de les évaluer dans un nouveau contexte.	La possibilité de rejouer des processus de décision en modifiant certains des paramètres et d'en identifier les impacts n'est pas possible.

Tableau 14.3 – Résultats concernant l'amélioration du processus d'innovation (©B.L.)

Nous avons mis évidence, dans le paragraphe 4.4, quels étaient les gains attendus au

seins des processus d'innovation en projet, d'une problématique s'articulant à la fois sur le management des connaissances et sur la représentation des processus de décision. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau 14.3.

Limites

La principale limite dans le domaine de la Gestion des Connaissances est le manque de démarche scientifique de validation des contributions que nous apportons. L'évaluation de la pertinence de la démarche proposée a été faite qualitativement ce qui n'est pas satisfaisant. Par ailleurs, les bénéfices apportés par le SGC MEYDIAM dans les processus d'innovation n'ont pu être vérifiés.

L'approche proposée devra donc faire l'objet d'un plus grand nombre d'expérimentations industrielles, sur une durée plus longue, pour mettre en évidence l'impact d'un SGC tel que MEYDIAM sur les processus d'innovation.

Par ailleurs, un des aspects de la problématique n'est pas couvert par le SGC. Au sein des problèmes identifiés dans l'organisation par projet, nous avons mis en évidence, dans le chapitre 3.1.2, l'objectif d'identification de connaissances génériques à partir d'activités spécifiques (projets). Ce point n'est pas traité directement par MEYDIAM aujourd'hui.

Perspectives

Les perspectives ouvertes par nos travaux sont multiples. La combinaison de la modélisation des processus de décision avec une approche de Gestion des Connaissances permet d'envisager plusieurs types de recherches.

La première perspective est liée aux problèmes de validation de l'approche proposée. Aujourd'hui nous n'avons ni les outils méthodologiques ni le cadre théorique pour évaluer un Système de Gestion des Connaissances. L'approche innovante que nous avons proposée a pu uniquement être évaluée qualitativement par des observations ponctuelles.

Dans la perspective d'un déploiement industriel de la Gestion des Connaissances pour la décision, il faudrait être capable de quantifier ses gains. Pour cela, une première étape serait consacrée à la définition d'une méthode de mesure de l'impact de la Gestion des Connaissances. Il s'agirait dans un premier temps d'utiliser le modèle INDIGO pour décrire des réunions de prises de décisions au sein d'un projet. Puis il faudrait comparer les résultats obtenus avec des expérimentations conduite en mettant à disposition des acteurs du projet un outil de type MEYDIAM.

Par ailleurs, nous envisageons également un cadre pour proposer un retour d'expérience sur les processus de décision. Celui-ci devrait permettre de décrire les dysfonctionnements identifiés au cours de la décision ou *a posteriori* afin d'éviter de les reproduire.

L'intégration des formalismes proposés est également envisagée dans le cadre du développement d'outils collaboratifs de prises de décision. Il s'agirait d'un ensemble d'outils

de communication synchrones pour pouvoir élaborer des décisions collectivement et à distance.

La dernière perspective à envisager est l'extraction de connaissances génériques à partir des informations spécifiques capitalisées dans l'outil de mémoire de projet. Pour cela nous envisageons d'appliquer des processus d'extraction de connaissances à partir de bases de données, appelés *KDD (Knowledge Discovery in Databases)*. Le principe d'une telle démarche est d'accumuler le maximum d'informations recueillies à partir de processus de décision existants, puis de les analyser. Le *KDD* permet de faire émerger des comportements d'ensemble à partir d'éléments spécifiques. Cette technologie permettrait de constituer des patrons génériques de processus de décision permettant d'assister plus efficacement la réutilisation des connaissances.

Résultats industriels : synthèse, apports, limites et perspectives

Ce chapitre est consacré aux résultats industriels que nous avons apportés au sein de PSA PEUGEOT CITROËN.

Synthèse

Ce travail de thèse se situe dans le cadre de la Gestion des Connaissances pour les projets d'innovation. Ces projets ont pour but de concevoir des produits spécifiés pour devenir des innovations sur le marché. L'objectif de la Gestion des Connaissances est de tendre à l'optimisation des flux de connaissances entre les différents acteurs et systèmes de l'entreprise. Il s'agit de la préservation, du partage et de la création de connaissances.

Un réel besoin d'outils de Gestion des Connaissances émerge des défaillances constatées dans les projets d'innovation. Ces problèmes sont issus :

- des caractéristiques des projets (unicité du résultat et discontinuité temporelle) qui perturbent la transmission des connaissances entre plusieurs projets et la réutilisation des résultats d'un projet passé, en particulier l'accès aux raisons qui justifient les choix faits ;
- des caractéristiques de l'innovation qui nécessite à la fois une création de connaissances et un meilleur accès à la connaissance, en dépassant les modes naturels de transmission. Il s'agit dans ce cas de créer une vision partagée au sein d'un projet des différents processus de décision en cours, de leur état d'avancement, de leur justification.

Nous avons proposé un Système de Gestion des Connaissances, appelé MEYDIAM, dédié aux connaissances associées aux processus de décision. Il se matérialise par un outil de type mémoire de projet qui permet à la fois de créer des connaissances, de les pérenniser et les réutiliser. Cet outil repose sur un ensemble de processus matérialisés par des interfaces logicielles.

Nous avons testé cet outil par la réalisation d'une maquette logicielle utilisée dans le cadre d'un projet d'innovation.

Apports

Nos contributions apportent une réponse au besoin identifié dans le paragraphe 3.1.1. Nous avons proposé un SGC capable de gérer les connaissances liées à la décision dans les projets d'innovation. La validation de MEYDIAM, a mis en évidence que l'approche proposée permettait :

- un support à la création de connaissances associées à la décision ;
- une réponse au besoin de traçabilité des décisions ;
- un support méthodologique qui améliore la prise de décision
- un partage des informations et connaissances liées à la décision.

L'outil réalisé a été jugé pertinent lors des tests. En effet, il permet de mettre en évidence un grand nombre d'informations utiles à un meilleur déroulement du projet. Ces informations jusqu'alors n'étaient pas accessibles. MEYDIAM place la décision au coeur du processus d'innovation et fournit un ensemble d'outils pour bâtir une vision partagée et réutilisable des processus de décision. L'utilisation de cette mémoire de projet s'intègre aux pratiques quotidiennes des projets, en apportant un bénéfice immédiat.

Par ailleurs, nous avons également contribué pendant toute la durée de la thèse à faire émerger les besoins en terme de Gestion des Connaissances au sein de la Direction Recherche et Innovation Automobile du groupe PSA PEUGEOT CITROËN. Durant ces trois années de thèse, cette direction a vu émerger une entité dont une des missions est la mise en place de Systèmes de Gestion des Connaissances. La problématique de la définition des mémoires de projet est aujourd'hui prise en charge par cette entité.

Limites

Néanmoins, si les aspects de partage d'information, et de capitalisation des informations décisionnelles ont pu être validés, il n'en est pas de même pour la gestion des connaissances. En effet, nous sommes confrontés à un manque de théories et de méthodes pour évaluer l'impact de l'approche proposée autrement que de manière qualitative.

Perspectives

Il reste un grand nombre de points à vérifier et à explorer. La Gestion des Connaissances associées aux processus de décision est un domaine d'application nouveau. Les expérimentations que nous avons conduites n'ont pas permis de vérifier intégralement les principes théoriques. En particulier les problèmes de réutilisation des connaissances nécessiteraient de conduire des tests à plus long terme.

Par ailleurs, des améliorations sont à apporter à l'outil pour pouvoir matérialiser les fonctionnalités envisagées de communication avec les système documentaire et la messagerie.

Nous avons également identifié un réel intérêt en terme de support méthodologique par l'utilisation du modèle INDIGO. Une des perspectives de ces travaux serait alors de cher-

cher des pistes de déploiement de la structuration de la décision proposée sous forme de guide de bonne pratiques.

MEYDIAM a été conçu dans une perspective visant la représentation de l'ensemble des décisions au sein des projets. Le modèle INDIGO étant générique, des applications industrielles sont aujourd'hui envisagées, en particulier des applications destinées aux chefs de projets et aux responsables de lots.

Annexes

Typologie des connaissances des projets d'innovation

A.1 Démarche : vers une typologie des Connaissances des projets d'innovation

Une des caractéristiques définissant un SGC est la nature des connaissances qu'il manipule. Il n'existe pas de *SGC* générique capable de traiter tout type de connaissances. Nous sommes donc confrontés à des choix et des arbitrages. Sur quel type de connaissance doit s'appuyer le système conçu pour répondre à la problématique ? Afin de répondre à cette question nous proposons dans cette section de construire une typologie des connaissances des projets d'innovation. Pour cela nous proposons d'identifier, par la modélisation, les différents flux de connaissances existant au sein du système formé par l'ensemble des projets d'innovation.

Comme le souligne *Le Moigne* [[Le Moigne J.-L., 1977](#)], la compréhension du complexe s'acquiert par sa modélisation systémique. Nous proposons donc d'utiliser la théorie de la systémique qui s'applique aux systèmes complexes pour bâtir un modèle du système formé par les projets d'innovation.

Dans le paragraphe [A.2](#), nous montrons, en premier lieu, que le système étudié est complexe. Puis, dans le paragraphe [A.3](#), nous construisons un modèle capable de représenter les différents sous-systèmes d'un système complexe dont le système *patrimoine de connaissances*. Ceci nous permet d'identifier les flux de connaissances qui serviront de base à notre typologie présentée dans le paragraphe [A.4](#). Enfin, une synthèse est proposée dans le paragraphe [A.5](#)

A.2 Caractérisation des Projets d'innovation : Complexité

Définition 42 *Un système complexe “est quelque chose qui poursuit des finalités, dans un environnement actif et évolutif, exerçant une activité, en s’organisant et en évoluant sans perdre son identité”*[Le Moigne J.-L., 1990] □

La complexité d'un projet d'innovation a deux origines, la complexité issue des processus d'innovation et celle issue de l'organisation par projet. Ces deux aspects sont détaillés dans les paragraphes suivants et synthétisés dans le tableau A.1.

Un projet d'innovation est donc un système complexe, il est “irréductible à un modèle fini”. Cela implique l'imprévisibilité, l'émergence possible de comportements nouveaux.

La structure organisationnelle (Service ou département) regroupant l'ensemble des projets est également un système complexe. Cette structure relève en effet de la composition des projets d'innovation assortie de nouveaux processus tels que le pilotage de l'innovation ainsi que d'un grand nombre d'interactions entre les différents systèmes projets.

Complexité du système projet *Marle* [Marle F., 2002] met en évidence la complexité d'un système projet. En s'appuyant sur la définition de *Le Moigne* [Le Moigne J.-L., 1990] il propose sept critères pour caractériser cette complexité présentés dans le tableau A.1 page 219.

Complexité inhérente à l'innovation En s'appuyant sur les mêmes fondements théoriques ([Le Moigne J.-L., 1990]), *Temri* [Temri L., 2000] met en évidence les caractéristiques de l'innovation qui rendent ce phénomène complexe. Il est marqué par “*la présence du désordre, du hasard, en relation dialogique avec l'ordre, l'organisation; il est plus que compliqué; les interactions entre les acteurs du processus construisent une organisation, en relation récursive avec le projet d'innovation; cette organisation fait émerger de nouvelles propriétés, et inhibe certaines potentialités; elle est capable d'auto-organisation.*” Nous proposons de nous appuyer sur ces travaux afin de compléter le tableau A.1 page 219.

A.3 Modélisation systémique : le système de référence

Modélisation systémique Une fois la complexité du système, formé par l'ensemble des projets avérée, nous pouvons appliquer la théorie de la systémique [Le Moigne J.-L., 1977]. Cette approche nous permet de considérer une organisation regroupant un ensemble de projets de conception de produits innovants comme un système, une modélisation d'un objet actif, finalisé, physique ou immatériel, en interaction avec son environnement par l'intermédiaire de flux sur lesquels il exerce une action.

Caractéristique	Contexte Projet	Contexte Innovation
(1) Réalité perçue incomplète ou inachevée	Il n'est pas possible de connaître l'ensemble du projet à un instant donné du fait du grand nombre d'éléments le caractérisant (coûts, délais, ...)	Il est impossible de connaître tous les aspects d'une innovation, en particulier ses facteurs de réussite, à cause du décalage entre sa conception et sa mise sur le marché.
(2) Le tout et les parties sont liés de façon dynamique	L'état d'avancement du sous-projet influe sur celui du projet et l'abandon du projet conduit à l'abandon des sous-projets	Les acteurs d'un projet d'innovation travaillent de manière coordonnée. Chacun d'eux peut remettre en cause une innovation (par la créativité par exemple) donnant naissance à de nouveaux processus.
(3) Liens de causalité et récursivité rendant les phénomènes incompréhensibles	Cette caractéristique est due à la présence d'Homme collaborant dans une structure organisationnelle	L'innovation en tant que résultat d'un processus génère le processus qui le produit et l'organisation qui le supporte. Toute modification de l'un se répercute sur l'autre, il est généralement impossible de déterminer la cause d'un état à un moment donné.
(4) Auto-organisation	La structure organisationnelle, prescrite initialement, évolue en fonction des interactions entre les individus	L'innovation implique la création et la mise en place d'un processus de conception.
(5) Incertitude et indécidabilité	Ces deux caractéristiques sont présentes dans tout projet. L'incertitude est due à la nature même des projets et l'indécidabilité à la composante humaine non modélisable des décisions prises.	Incertitude liée à la réaction du marché lors de l'introduction de l'innovation. L'indécidabilité est liée à l'incertitude de la réaction de l'environnement en fonction des choix faits à propos de l'innovation lors de sa conception
(6) Instabilité	Le déroulement d'un projet peut être bousculé par l'arrivée d'une nouvelle personne ou par une décision	Une modification de l'environnement peut remettre en cause la conception d'une innovation.
(7) Coexistence de logiques différentes	Ceci est du à l'intervention de nombreuses personnes au sein d'un projet avec des problèmes de partage de responsabilité.	Lié aux relations conflictuelles des acteurs de l'innovation ainsi qu'aux paradoxes de l'innovation : proposer un produit nouveau dans des domaines de connaissance inexplorés tout en maîtrisant sa performance technologique et son coût.

Tableau A.1 – Caractérisation de la complexité d'un projet d'après [Marle F., 2002] et d'un processus d'innovation (©B.L.)

Afin de mettre en évidence la connaissance dans ce modèle, nous utilisons les travaux de *Ermine* [Ermine J.-L., 1999b] sur la méthode *MKSM*¹. Nous modélisons dans un premier temps ce système par 3 sous-systèmes en interactions. Il s'agit du modèle *OID* (Opération

¹détaillée dans l'état de l'art paragraphe 6.2.2

Information Décision) [Le Moigne J.-L., 1977]. Le système *opérant* réalise les tâches de conception. Il est piloté par le système de décision au travers du système d'information qui agit comme une interface pour les flux d'information et comme un système de mémorisation. Nous ajoutons ensuite au modèle le sous-système *patrimoine de connaissances* qui intègre l'ensemble des connaissances du système. Le modèle devient alors un modèle *OIDC* (Opération Information Décision Connaissances)[Ermine J.-L., 1999b]. Ce modèle est présenté figure A.1 page 220.

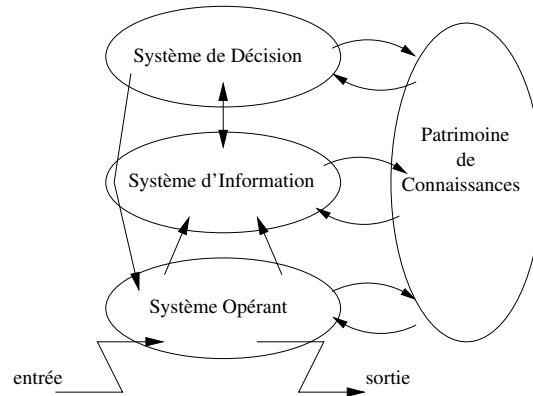


Figure A.1 – Modèle OIDC [Ermine J.-L., 1999b]

Le système que nous étudions est alors représenté par :

- sa finalité : l'innovation produit ;
- ses frontières avec l'environnement qui sont de deux types : son environnement proche, l'entreprise, et son environnement externe à l'entreprise, le reste du monde ;
- ses sous-systèmes : le système d'information, le système opérant, le système de décision et le système ou patrimoine de connaissances.

L'objectif de cette modélisation est d'obtenir une typologie des connaissances du système. Pour cela nous allons détailler les sous-systèmes ainsi que les flux qui les relient, en particulier les flux de connaissances.

A.3.1 Les sous-systèmes

Nous allons détailler les caractéristiques générales des sous-systèmes [Le Moigne J.-L., 1990].

- *Le système opérant* transforme les entrées du système en sorties. Cette transformation résulte de l'activité de l'ensemble des sous-systèmes mais ce système les rend opérationnelles en leur donnant une dimension physique. Il est le lieu des activités opérationnelles de conception (e.g. : dimensionnement, calculs) et de réalisation (e.g. : fabrication de prototypes, production de documents).
- *Le système de décision* (ou système de pilotage) pilote le système opérant. Il regroupe l'ensemble des activités décisionnelles du système : pilotage du projet, choix d'acteurs, décisions concernant le produit conçu, stratégiques ou opérationnelles.
- *Le système d'information* est l'intermédiaire entre le système opérant et le système de décision. Il constitue le lieu de l'ensemble des situations informationnelles.

- L'existence du *patrimoine de connaissances*, en tant que sous-système actif, a pour origine le postulat que la connaissance n'est pas un "attribut propre" des autres sous-systèmes [Ermine J.-L., 1999b; Ermine J.-L., 1999a; Ermine J.-L., 1998]. Il contient l'ensemble des connaissances du système, qu'elles soient tacites ou explicites (formalisées)².

A.3.2 Les flux de connaissances

La méthode MKSM [Ermine J.-L., 1999b; Ermine J.-L., 1999a; Ermine J.-L., 1998] identifie deux types de flux reliant le patrimoine de connaissance aux autres sous-systèmes. Ils sont différenciés par leur orientation. La figure A.2 page 221 présente ces concepts.

- les flux de cognition partent du patrimoine de connaissances et s'orientent vers les autres sous-systèmes, ils correspondent aux différentes situations d'appropriation du patrimoine de connaissances ;
- les flux de compétence partent des sous-systèmes vers le patrimoine de connaissances, ils correspondent à l'évolution (enrichissement) du patrimoine dans le temps.

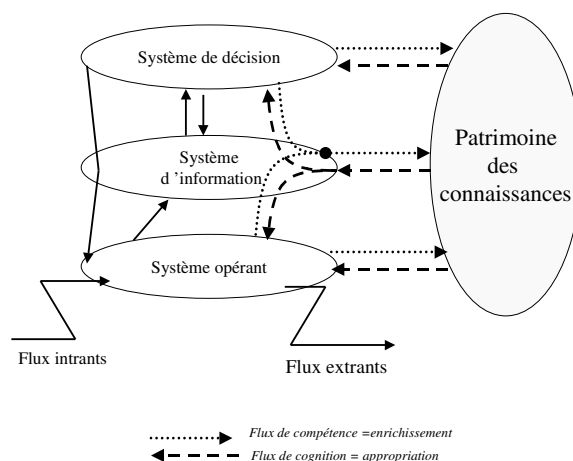


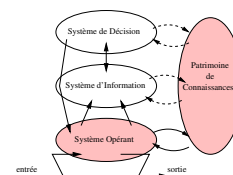
Figure A.2 – Mise en évidence des flux cognitifs

A.4 Typologie des connaissances

La modélisation du système d'innovation proposée en A.3 permet de proposer une typologie des connaissances utilisées et créées dans les projets d'innovation.

a. Connaissances liées au système opérant

Connaissances et conception En premier lieu nous considérons les flux de connaissances reliant le *Système Opérant* et le patrimoine de connaissances. Un grand nombre de connaissances sont mises en oeuvre par le système opérant. Compte tenu du contexte de nos travaux, nous ne retenons que les connaissances de conception.



²La distinction entre ces notions est abordée paragraphe c. page 76

Conception routinière, “innovative” et créative Ce paragraphe a pour but d’identifier les différents types de connaissances de conception mis en oeuvre par le système opérant.

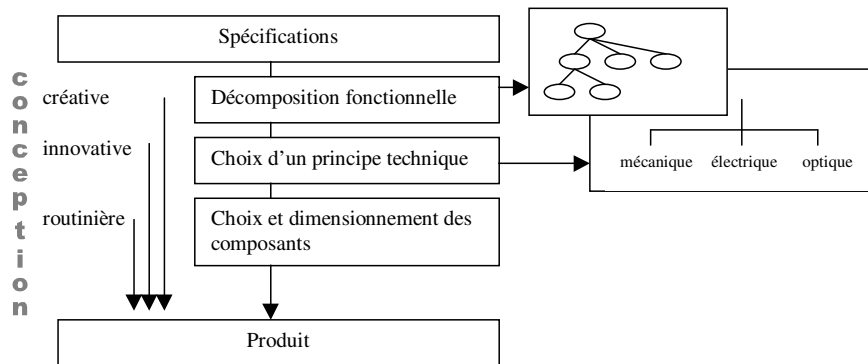


Figure A.3 – Schéma global de conception, [Sellini f., 1999]

*Kota et Ward*³ cités dans [Sellini f., 1999] distinguent trois types de conceptions : créative, “innovative” et routinière, (figure A.3 page 222). Cette classification est communément admise (e.g., [Eynard B., 1999]).

- Conception routinière : les processus de conception sont connus et les connaissances à mettre en oeuvre sont issues de conceptions similaires. On parle également de “re-conception”, comme une étape de modification des caractéristiques d’une structure produit existante (Allocations des fonctions et natures des composants connus)
- Conception “innovative” : les fonctions du futur produit sont connues, les cahiers des charges définis. Il s’agit alors d’allouer les fonctions aux composants à concevoir. Ce type de conception s’appuie sur des connaissances existantes, dans le domaine fonctionnel et organique lorsque la nature des composants est connue. Elle génère également de nouvelles connaissances pour des produits nouveaux.
- Conception créative : l’espace de conception est inconnu. Ces activités de conception ont pour objectif bien sûr de concevoir un nouveau produit, mais elles déterminent également son cahier des charges et les fonctionnalités qu’il remplit. Les connaissances nécessaires à ce type de conception sont à acquérir pendant la conception. La définition fonctionnelle et structurelle du produit est inconnue.

Dans notre contexte, nous sommes confrontés essentiellement à des activités de conception créative et “innovative” compte tenu de la nature des produits à concevoir. Ces activités conduisent à la création de nouvelles connaissances. Celles-ci sont acquises en fonctions des nouvelles technologies intégrées (conception innovante) et des nouvelles fonctionnalités des produits conçus (conception créative). Ces connaissances ne sont pas sanctionnées. En effet, les produits conçus étant uniques, les produits n’étant pas mis sur le marché à la fin des projets, il est difficile d’estimer la valeur des connaissances acquises.

Cependant, certaines tâches de conception relèvent du domaine de la conception routinière. Elles correspondent aux composants dont la technologie est déjà maîtrisée et ne nécessite donc pas de développements innovants. Pour cela les équipes projets intègrent

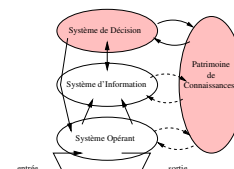
³ S. Kota and A.-C Ward, Functions, structures and constraints in conceptual design, ed . A.-C Ward, University of Michigan, 1991

des ressources spécialisées dans le développement de produits, apportant leur expertise. Ces connaissances sont intégrées dans des systèmes de gestion des connaissances pour la conception routinière, tels que des livres de connaissances, des serveurs de connaissances et des KBE⁴ utilisés dans les entités de développement automobile.

En conclusion, les principales connaissances du système opérant sont des connaissances liées à la conception innovante et créative (*appelées Type 2*). Les connaissances issues des processus routiniers (*appelées Type 1*) ne sont pas spécifiques à l'innovation.

b. Connaissances liées au système de décision

La réussite d'un projet de conception de produits innovants est le résultat d'un processus de décision qui intègre la perception du client et de son environnement ainsi que l'évolution des technologies, des contraintes de production, des compétences des fournisseurs.



Tarondeau [Tarondeau J.-C., 1998] met en évidence les liens entre connaissances et décision.

“Toutes les actions menées dans l'organisation consomment et génèrent du savoir. Les décisions prises par les dirigeants, celles que l'on qualifie habituellement de stratégiques, n'échappent pas à la règle. Le décideur apprend et mémorise à partir de ses expériences[...] La décision stratégique est donc un processus cognitif”.

De plus, dans les projets d'innovation, devoir faire face sans cesse à de nouveaux problèmes nécessite de mettre en oeuvre de nouvelles connaissances et de les enrichir par des mécanismes de type essai/erreur. Être en situation de décision c'est alors synthétiser de nombreuses informations dans des situations difficiles et peu stables, évaluer de nombreuses alternatives et concevoir les critères associés.

Par ailleurs, dans la prise de décision, en particulier dans les organisations en projet, le savoir n'est qu'une composante du processus de décision [Ballay J.-F., 1999a]. La part restante concerne une composante collective de la décision, moins rationalisable. En effet, il paraît peu concevable de pouvoir reconstituer *a posteriori* le processus exact qui a conduit aux résultats, en particulier à cause des composantes humaines et donc complexes.

La décision est également l'élément déclenchant qui va orienter le projet vers l'exploration de telle ou telle poche de connaissance [Moisdon J.-C et Weil B., 2000]. En fonction des choix faits les domaines de connaissances explorés ne seront donc pas les mêmes. Cela implique que les facteurs déterminant les connaissances créées sont liés à la décision.

Nous désignons les connaissances liées aux processus de décision par le *type 3*.

A.5 Synthèse

⁴Knowledge Based Engineering

<i>Type de Connaissance</i>			<i>Caractéristiques</i>
<i>Système Opérant</i>			
Type 1	Conception routinière	routinière	Stables dans le temps (Cycle de vie long), validées par l'expérience, sanctionnées par le client final. Elles sont à la fois tacites (Cas des experts) et explicites (Documents de référence), et à la fois collectives et individuelles. Elles sont utilisées dans les processus d'innovation
Type 2	Conception vante	Innovante	Dynamiques (Cycle de vie court), non validées par l'expérience, non sanctionnées par le client final. Essentiellement tacites (Peu de documents formalisés) et collectives. Elles sont créées par les processus d'innovation. Elles sont très variées et sont liées aux technologies utilisées dans les produits conçus.
<i>Système de décision</i>			
Type 3	Décision et Pilotage		Essentiellement tacites, collectives. Instables et très contextuelles. Peu partagées et peu réutilisées, elles sont à la fois utilisées et créées dans les processus d'innovation. Elles sont très variées mais de nature indépendante des produits conçus.

Tableau A.2 – Typologie des Connaissances en Innovation

B.1 Conception de la base de données

B.1.1 Passage du modèle UML vers le modèle relationnel

Afin d'illustrer le passage du modèle UML au modèle relationnel, nous proposons de traiter un exemple concernant les classes *Question*, *ElementDeDecision* et *Résultat* de la vue structure de décision présentée figure 8.4 page 118.

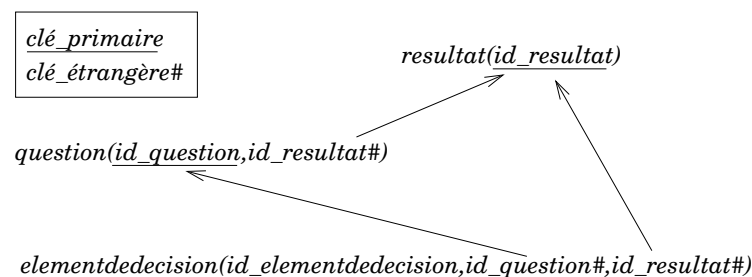


Figure B.1 – Extrait du schéma relationnel

Le schéma relationnel que nous retenons est présenté figure B.1.

B.1.2 Vue Physique, contraintes OCL

Au niveau physique, ces contraintes OCL se traduisent par un trigger sur les relations (tables) associées aux classes du modèle UML.

La contrainte OCL 2 présentée page 118 est alors réalisée par la programmation d'un *trigger* sur la relation *ElementDeDecision*. En utilisant une base de donnée *PostgreSQL* et *Pl/PgSQL* comme langage de programmation, nous obtenons l'expression suivante :

```

/*
*****
CONTRAINTE OCL SUR CLASSE ELEMENTDEDECISION
*****
*/
CREATE FUNCTION ocl_check_same_result() RETURNS OPAQUE AS '
DECLARE
num int;
BEGIN
    SELECT INTO num id_resultat FROM question
        WHERE id_question = NEW.id_question ;
    IF num <> NEW.id_result THEN
        RAISE EXCEPTION
            'Erreur OCL, le resultat du
            nouvel élément de décision (%)
            doit être le meme que celui de la
            question associée (%)', NEW.id_resultat,num;
        RETURN NULL;
    END IF;
    RETURN NEW;
END;
'
LANGUAGE 'plpgsql';

CREATE TRIGGER ocl_check_ifsameresultindecision
    BEFORE INSERT OR UPDATE ON elementdedecision
    FOR EACH ROW
    EXECUTE PROCEDURE ocl_check_resultindecision();

```

B.2 Objet de connaissance vue processus

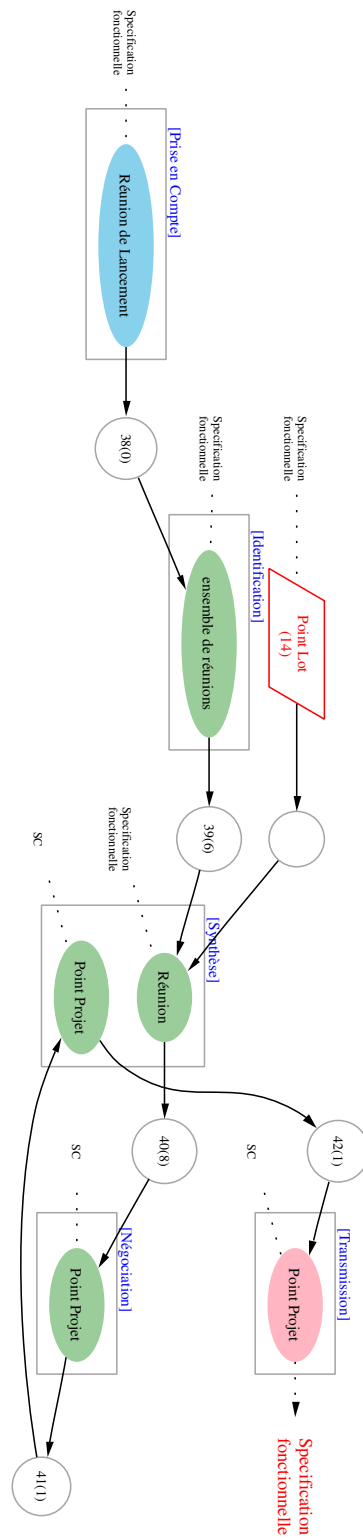


Figure B.2 – Objet de connaissance associé à un processus (©B.L.)

B.3 Réalisation de la maquette

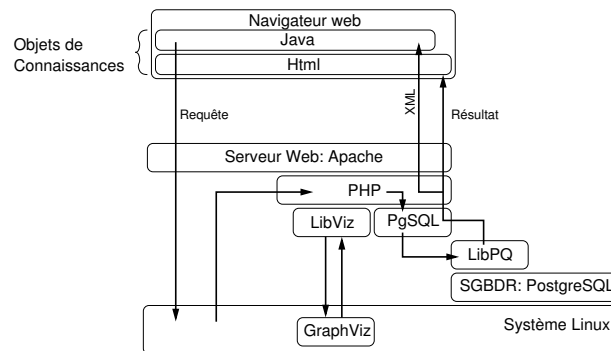


Figure B.3 – Architecture logicielle retenue pour la maquette

Nous avons retenu une architecture logiciel libre LAPP (*Linux, Apache, PostgreSQL, PHP*) illustrée par la figure B.3. Les raisons de ce choix sont la performance de cette architecture et la disponibilité d'un grand nombre de composants logiciels déjà réalisés par la communauté. Il s'agit d'une architecture client/serveur. Le client est un logiciel de type navigateur web. Afin de proposer des interfaces homme / machine qui puissent mettre en oeuvre les objets de connaissances définis dans le chapitre 13, nous avons implémenté une applet JAVA. Elle est utilisée pour la capture des informations décisionnelles qui sont alors échangées avec le serveur au moyen du langage XML¹.

Les graphiques utilisés pour les objets de connaissances nécessaires à la ré-utilisation des informations (graphes de processus, de structure et d'organisation) sont générés au moyen du logiciel *GraphViz*².

La page d'accueil de l'outil est présentée figure B.4



Figure B.4 – Ecran d'accueil (©B.L.)

Les développements logiciels réalisés sont :

¹Extensible Markup Language est un format de fichier textes, dérivé du *SGML* (ISO 8879)

²<http://www.research.att.com/sw/tools/graphviz/>

- le cœur du système codé en php, il met en place l'ensemble des processus ;
- les bibliothèques php utilisées pour générer les objets de connaissances (accès au logiciel graphviz) et à l'applet Java Touchgraph³ ;
- l'adaptation de l'applet java Touchgraph afin de matérialiser l'objet de connaissance de saisie des informations ;
- la base de données programmée en SQL et PlpgSQL à partir du diagramme de classe du modèle INDIGO.

³<http://www.touchgraph.com/>

ANNEXE C

Publications

Ces travaux de recherche ont donné lieu à un ensemble de publications dans plusieurs domaines.

Thèmes	Gestion des Connaissances	Modélisation de la décision
[Longueville B. et Dudézert A., 2003]	x	
[Longueville B. et Gardoni M., 2003], [Lardeur E. et Longueville B., 2003]		x
[Longueville B. <i>et al.</i> , 2003b], [Longueville B. <i>et al.</i> , 2002a], [Longueville B. <i>et al.</i> , 2001]	x	
[Longueville B. <i>et al.</i> , 2003c], [Longueville B. <i>et al.</i> , 2002b], [Longueville B. <i>et al.</i> , 2003a]	x	x

Tableau C.1 – Publications par domaines

Table des figures

1	Mémoire de projet (©B.L.)	4
2	Vues du modèle INDIGO (©B.L.)	5
3	Plan illustré de la thèse (©B.L.)	6
4	Plan illustré de la thèse	9
5	Apport, figure ou table originale (©B.L.)	11
1.1	Processus de réalisation d'un projet d'innovation	17
1.2	Étapes du développement d'un nouveau véhicule	17
2.1	Carte des concepts liés à l'innovation (©B.L.)	23
2.2	Repères temporels (©B. Longueville)	25
4.1	Complexité et stratégie d'après [Temri L., 2000]	48
5.1	Analyse quantitative des publications de type revue par domaines (©B.L.)	54
5.2	Carte mentale des modèles de décision (©B.L.)	55
5.3	Exemple : Application de la méthode QOC	62
5.4	Évolution du nombre de publications dans le domaine du <i>Design Rationale</i> (©B.L.)	64
5.5	Le modèle Canonique du processus de décision-résolution organisationnelle	66
5.6	Modélisation du système de conception, d'après [Eynard B., 1999]	69
5.7	Activités de conception et de décision, GRAI R&D, d'après [Eynard B., 1999]	69

5.8	Interaction entre un centre de décision et un centre de conception [Eynard B., 1999]	70
5.9	DTL, Decision Time Line d'après [Stal-Le Cardinal J., 2000]	71
5.10	Synthèse des méthodes de modélisation des processus de décision (©B.L.)	74
6.1	Schéma de transmission de l'information d'après <i>Shanon</i>	76
6.2	Connaissances organisationnelles [Nonaka I. et Takeuchi H., 1995]	78
6.3	Le processus de valorisation des connaissances [Ballay J.-F., 1999b]	78
6.4	Évolution du nombre d'articles de revues en <i>Knowledge Management</i> appliqué aux projets (©B.L.)	83
6.5	Évolution du nombre d'articles de revues en <i>Knowledge Management</i> appliqué à l'innovation (©B.L.)	86
6.6	Le processus de décision des DSS d'après [Shim J.P. <i>et al.</i> , 2002]	88
6.7	Un modèle de mémoire de projet, d'après [Matta N. <i>et al.</i> , 1999a]	92
6.8	Synthèse par domaine de l'état de l'art en Gestion des Connaissances (©B.L.)	95
7.1	Modèle INDIGO en quatre vues (©B.L.)	102
7.2	Positionnement du modèle INDIGO (©B.L.)	103
7.3	Vue Résultat, aspects produits (©PSA Peugeot Citroën)	104
7.4	Vue structure de décision (©B.L.)	105
7.5	Comparaison approche Ingénierie Système vs modélisation des Décisions (©B.L.)	107
7.6	Modèle Canonique OID [Le Moigne J.-L., 1990]	108
7.7	<i>Démarche de modélisation en 3 niveaux</i>	109
8.1	Liens entre la vue <i>Résultat</i> et la vue <i>Structure</i> (©B.L.)	113
8.2	Exemple : Critères	114
8.3	Principe de décomposition récursif de l'espace de décision (©B.L.)	116
8.4	Vue d'ensemble du package Structure de Décision (©B.L.)	118
8.5	Illustration de la vue structure de décision, diagramme d'objets (©B.L.)	119
9.1	Processus de décision (©B.L.)	124
9.2	Composition d'un processus de décision (©B.L.)	124
9.3	Liens entre la structure de décision le processus (©B.L.)	127
9.4	Extrait de la vue d'ensemble du package <i>vue processus de décision</i> (©B.L.)	128

9.5	Liens entre les processus de décision (©B.L.)	132
9.6	Vue d'ensemble du package Processus de Décision (©B.L.)	134
9.7	Illustration de la vue processus de décision, diagramme d'objets	137
10.1	Composition d'un processus de décision, rôle des groupes de décision	140
10.2	Les différents environnements	141
10.3	<i>Modèle OID</i>	141
10.4	<i>Organisation des processeurs de décision</i>	143
10.5	<i>Vue d'ensemble du package Organisation Décision</i>	144
10.6	Illustration de la vue organisation de décision, diagramme d'objets	145
11.1	Indigo, vue d'ensemble du modèle UML (©B.L.)	148
11.2	Dépendances entre les vues du modèle (©B.L.)	149
11.3	Etape de prise en compte	150
11.4	Etape de prise en compte, représentation de l'organisation	151
11.5	Etape d'identification	152
11.6	Etape de synthèse	153
11.7	Etape de négociation	154
11.8	Etapas de synthèse et de transmissions	155
11.9	Aspects génériques et aspects spécifiques du modèle proposé	157
12.1	Proposition d'une approche de Gestion des Connaissances (©B.L.)	166
12.2	Proposition d'une approche de Gestion des Connaissances pour la décision (©B.L.)	167
13.1	Diagramme de cas d'utilisation (©B.L.)	175
13.2	Principe de fonctionnement de la composante outil de MEYDIAM (©B.L.)	176
13.3	Objets de connaissances utilisés pour la capture d'information (©B.L.) . .	179
13.4	Menus accessibles à partir d'un élément <i>question</i> et <i>alternative</i> (©B.L.) . .	180
13.5	Diagramme d'activité, capitalisation d'un processus de décision (©B.L.) .	180
13.6	Diagramme de séquence, scénario saisie d'un processus de décision. (©B.L.)	181
13.7	Objet de connaissance associé à un processus (©B.L.)	182
13.8	Objet de connaissance représentant les liens entre les processus (©B.L.) . .	183
13.9	Structure statique (©B.L.)	184

13.10	Vue Organisation (©B.L.)	185
13.11	Matrice de synthèse des liens entre processus (©B.L.)	186
13.12	Diagramme de séquence, Production d'une synthèse. (©B.L.)	187
14.1	Approche Méthodes et outils intégrée (©B.L.)	193
14.2	Illustration du principe de décomposition récursif de l'espace de décision .	195
A.1	Modèle OI DC [Ermine J.-L., 1999b]	220
A.2	Mise en évidence des flux cognitifs	221
A.3	Schéma global de conception, [Sellini f., 1999]	222
B.1	Extrait du schéma relationnel	225
B.2	Objet de connaissance associé à un processus (©B.L.)	227
B.3	Architecture logicielle retenue pour la maquette	228
B.4	Ecran d'accueil (©B.L.)	228

Liste des tableaux

1	Guide de lecture par centre d'intérêt	10
2.1	Innovation et critères de performance	21
2.2	Caractéristiques de l'innovation automobile (©B.L.)	26
3.1	Typologie des Connaissances en Innovation (©B.L.)	38
4.1	Définition d'un <i>Système de Gestion des Connaissances</i> , d'après [Longueville B. et Dudézert A., 2003]	45
5.1	Principaux modèles de décision stratégique d'après [Tarondeau J.-C., 1998]	57
5.2	Dysfonctionnement dans la prise de décision collective, adapté de [Vidaillet B. et Gamot G., 2001]	58
5.3	Les méthodes de Design Rationale	63
6.1	Typologie des connaissances d'une mémoire d'entreprise [Barthes J.P., 1998]	77
9.1	Activités de décision	126
9.2	Types de contextes et recommandations d'après [Longueville B. et Gardoni M., 2003]	130
9.3	Approches de modélisation du contexte d'après [Longueville B. et Gardoni M., 2003]	131
10.1	Types d'activité et groupes de décision	142

12.1 Définition d'un <i>Système de Gestion des Connaissances</i> pour les projets d'innovation (©B.L.)	168
13.1 Positionnement retenu par rapport aux mémoires de projets (©B.L.)	174
14.1 Matrice de synthèse des tests de validation (©(B.L.)	192
14.2 Amélioration des processus de décision (©B.L.)	200
14.3 Résultats concernant l'amélioration du processus d'innovation (©B.L.)	208
A.1 Caractérisation de la complexité d'un projet d'après [Marle F., 2002] et d'un processus d'innovation (©B.L.)	219
A.2 Typologie des Connaissances en Innovation	224
C.1 Publications par domaines	231

Bibliographie

- [Abidi S.S.R, 2001] Abidi S.S.R. Knowledge management in healthcare : toward "knowledge-driven" decision-support services. *International Journal of Medical Informatics*, 63, 2001. |Cf. pages: 89
- [AFITEP, 1992] AFITEP. *Vocabulaire de gestion de projet*. 1992. |Cf. pages: 24
- [Ahmed S. et al., 1999] Ahmed S., Blessing L., et Wallace K. The relationships between data, information and knowledge based on a preliminary study of engineering designer. In *Proceedings of DETC99, ASME Design Theory and Methodology*, Las Vegas, Nevada, USA, Septembre 1999. |Cf. pages: 72
- [Alavi M. et Leidner D., 2001] Alavi M. et Leidner D. Review : Knowledge management and knowledge management systems : Conceptual foundations and research issues. *MIS Quarterly*, 25(1) :106–136, 2001. |Cf. pages: 36, 41
- [Arregle J.-L., 2001] Arregle J.-L. Policy capturing et modèles linéaires hiérarchiques : une démarche de collecte et d'analyse des décisions managériales. In *Actes de la Xème Conférence Internationale de l'AIMS*, Québec, Juin 2001. |Cf. pages: 56, 58
- [Ba S. et al., 1997] Ba S., Lang K. R., et Whinston A. B. Enterprise decision support using Intranet technology. *Decision Support Systems*, 20 :99–134, 1997. |Cf. pages: 90
- [Balasubramanian P. et al., 1999] Balasubramanian P., Nochur K., Henderson J. C., et Kwan M. M. Managing process knowledge for decision support. *Decision Support Systems*, (27) :145–162, 1999. |Cf. pages: 67, 90
- [Ballay J.-F., 1997] Ballay J.-F. Capitalisation collective du savoir-faire. l'expérience du projet diademe à EDF. In *Actes du Deuxième Congrès Franco-Québécois de Génie Industriel*, Albi, Albi, 1997. EDF-GDF. |Cf. pages: 76
- [Ballay J.-F., 1999a] Ballay J.-F. *Capitaliser et transmettre les savoir-faire de l'entreprise*. Paris, éditions eyrolles édition, 1999. |Cf. pages: 223
- [Ballay J.-F., 1999b] Ballay J.-F. Les processus clés de la gestion des savoirs. *L'Expansion Management Review*, pages 111–119, Décembre 1999. |Cf. pages: 78, 234

- [Barthes J.P. et Grundstein M., 1996] Barthes J.P. et Grundstein M. An industrial view of the process of capitalizing knowledge. In *Proceedings of ISMICK'96*, Rotterdam, the Netherlands, Septembre 1996. IIIA, Framatome, UTC. |Cf. pages: 165
- [Barthes J.P., 1997] Barthes J.P. Capitalisation des connaissances et intelligence artificielle. In *Journées Franco-Finlandaises de Tampere.*, Compiègne, 1997. |Cf. pages: 77, 80
- [Barthes J.P., 1998] Barthes J.P. Can knowledge management be reduced to document management. 1998. |Cf. pages: 77, 237
- [Bekthi S. et Matta N., 2002] Bekthi S. et Matta N. Traceability and knowledge modelling. In *ECAI'02 OM Workshop*, 2002. |Cf. pages: 63, 92
- [Ben Mahmoud-Jouini S., 1999] Ben Mahmoud-Jouini S. Stratégies d'offres innovantes et processus de conception. Le cas des grandes entreprises générales de Bâtiment françaises. In *Actes de la VIIIème Conférence Internationale de l'AIMS*, Ecole Centrale Paris, Chatenay-Malabry, 1999. CRG Ecole Polytechnique, Université Cergy Pontoise. |Cf. pages: 19, 20
- [Bertola P. et Teixeira J.C., 2003] Bertola P. et Teixeira J.C. Design as a knowledge agent how design as a knowledge process is embedded into organizations to foster innovation. *Design Studies*, 24 :181–194, 2003. |Cf. pages: 86
- [Bès J.L et Bouillon M.-P., 1997] Bès J.L et Bouillon M.-P. Retour d'expérience et mémoire technique : vers la notion de qualité mémoire. In *Deuxième Congrès Franco-Québécois de Génie Industriel*, Albi, 1997. LIRHE IUT-UPS, LERASS IUT-UPS. |Cf. pages: 76
- [Beynon M. et al., 2002] Beynon M., Rasmequan S., et Russ S. A next paradigm for computer-based decision support. *Decision Support Systems*, 33 :127–142, 2002. |Cf. pages: 73, 88
- [Bhatt G.D., 2002] Bhatt G.D. The enabling role of decision support systems in organizational learning. *Decision Support Systems*, 32 :297–309, 2002. |Cf. pages: 89
- [Bolloju N. et al., 2002] Bolloju N., Khalifa M., et Turban E. Integrating knowledge management into enterprise environments for the next generation decision support. *Decision Support Systems*, 33 :163–176, 2002. |Cf. pages: 89
- [Booch G., 1991] Booch G. *Object-Oriented Design with Applications*. Redwood City, CA, 1991. |Cf. pages: 108
- [Bourgeon L., 1999] Bourgeon L. La capitalisation des apprentissages dans l'organisation transversale. Le cas des projets de développement de nouveaux produits. In *Actes de la VIIIème Conférence Internationale de l'AIMS*, Ecole Centrale Paris, Chatenay-Malabry, 1999. HEC, Montréal. |Cf. pages: 85
- [Bourgeon L., 2002] Bourgeon L. Time and organizational learning in new product development projects. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 83
- [Bracewell R.H et Wallace K.M., 2003] Bracewell R.H et Wallace K.M. A tool for capturing design rationale. In *ICED 03, 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm, Sweden, Août 2003. |Cf. pages: 63
- [Brady T. et Marshall T., 2002] Brady T. et Marshall T. Making sense of learning landscapes in project-based organisations. In *OKCL 2002, The third European Conference*

- on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 84
- [Bresnen M. *et al.*, 2003] Bresnen M., Edelman L., Newell S., Scarbrough H., et Swan J. Social practices and the management of knowledge in project environments. *International Journal of Project Management*, 21(3) :157–166, 2003. |Cf. pages: 83, 84
- [Buckingham Shum S. *et al.*, 1997] Buckingham Shum S., MacLean A., Bellotti V. M.E., et V. Hammond N. Graphical argumentation and design cognition. Rapport Technique KMI-TR-25, The open university, Rank Xerox Research Centre, Apple Research Laboratories, University of York, UK, 1997. |Cf. pages: 61, 92
- [Buckingham Shum S. et Selvin A.M., 2000] Buckingham Shum S. et Selvin A.M. Rapid knowledge construction : a case study in corporate contingency planning using collaborative hypermedia. In *KMAC 2000 : Knowledge Management beyond the Hype*, Birmingham, UK, 2000. KMI, <http://kmi.open.ac.uk>, Aston Business School, Aston University. |Cf. pages: 61
- [Buckingham Shum S., 1997a] Buckingham Shum S. Balancing formality with informality : user-centred requirements for knowledge management technologies. In *Artificial Intelligence in Knowledge Management, AAAI Spring Symposium*, pages 127–133, Stanford University, Mars 1997. Stanford University, Knowledge Media institute. |Cf. pages: 61
- [Buckingham Shum S., 1997b] Buckingham Shum S. Representing hard-to- formalise, contextualised, multidisciplinary, organisational knowledge. In *Artificial Intelligence in Knowledge Management, AAAI Spring Symposium*, pages 134–141, Stanford University, Mars 1997. Stanford University, Knowledge Media institute. |Cf. pages: 61
- [Burge J. E., 1998] Burge J. E. Design Rationale. Rapport de recherche DR-Rpt98, Worcester Polytechnic institute - Computer Science - Artificial Intelligence in Design Groups, Fall, 1998. |Cf. pages: 61
- [Burge J. et Brown C., 2000] Burge J. et Brown C. Reasoning with design rationale. In *Artificial Intelligence in Design'00*, éditeur Gero J. Kluwer Academic, 2000. |Cf. pages: 61, 63
- [Butler T., 2002] Butler T. Exploring the reality of knowledge management systems : A case study. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 86
- [Cantzler O., 1996] Cantzler O. *Une architecture conceptuelle pour la perenisation d'historique globaux de conception de produits industriels complexes*. PhD thesis, Ecole Centrale Paris, Laboratoire productique logistique, Paris, 1996. |Cf. pages: 46, 55, 75, 76, 107
- [Carlsson C., 2002] Carlsson C. DSS : directions for the next decade. *Decision Support Systems*, 33 :105–110, 2002. |Cf. pages: 87, 89
- [Chen J.Q. et Lee S.M., 2003] Chen J.Q. et Lee S.M. An exploratory cognitive dss for strategic decision making. *Decision Support Systems*, 36 :146–160, 2003. |Cf. pages: 89
- [Choo C.W., 1996] Choo C.W. The Knowing Organization : How Organizations Use Information to Construc Meaning, Create Knowledge and Make Decision. *International Journal of Information Management*, 16(5) :329–340, 1996. |Cf. pages: 90

- [Conklin J. et Begeman M., 1988] Conklin J. et Begeman M. gIBIS : A Hypertext Tool for Exploratory Policy Discussion. *ACM Transaction on Office Information Systems*, 6(4) :303–331, Septembre 1988. |Cf. pages: [61](#), [92](#)
- [Courtney J.F., 2001] Courtney J.F. Decision making and knowledge management in inquiring organizations : toward a next decision-making paradigm for DSS. *Decision Support Systems*, 31 :17–38, 2001. |Cf. pages: [89](#)
- [Cummings J.L et Teng B.-S., 2003] Cummings J.L et Teng B.-S. Transferring r&d knowledge : the key factors affecting knowledge transfer success. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20 :39–68, 2003. |Cf. pages: [87](#)
- [Currie W.L., 2003] Currie W.L. A knowledge-based risk assessment framework for evaluating web-enabled application outsourcing projects. *International Journal of Project Management*, 21 :207–217, 2003. |Cf. pages: [80](#), [84](#)
- [Damaskopoulos P., 2002] Damaskopoulos P. Passages from organisational knowledge to innovation : New economy dynamics, intangible assets and organisational design. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: [86](#)
- [Damm D. et Schindler M., 2002] Damm D. et Schindler M. Security issues of a knowledge medium for distributed project work. *International Journal of Project Management*, 20 :37–47, 2002. |Cf. pages: [85](#)
- [Dellen B. et al., 1997] Dellen B., Maurer F., et Pews G. Knowledge-based techniques to increase the flexibility of workflow management. *Data & Knowledge Engineering*, 23 :269–295, 1997. |Cf. pages: [85](#)
- [Dieng et Al., 1999] Dieng et Al. Projet Accacia. Rapport d'activité. Rapport technique, INRIA, Project Accacia, Sophia, 1999. |Cf. pages: [80](#)
- [Dieng r. et al., 1998] Dieng r., Corby O., Giboin A., et Rybière M. Methods and tools for corporate knowledge management. Rapport technique, INRIA, Projet ACCACIA, Sofia, 1998. |Cf. pages: [80](#), [81](#)
- [Dieng R. et al., 2000] Dieng R., Corby O., Giboin A., Golebiowska J., Matta N., et Rybière M. *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances*, chapitre Mémoire de projet. Stratégies et système d'information. Paris, dunod édition, 2000. |Cf. pages: [80](#)
- [Doumeingts G. et al., 1987] Doumeingts G., Vallespir B., Darracar D., et M. Roboam. Design methodology for advanced manufacturing systems. *Computers in Industry*, 9(4) :271–296, 1987. |Cf. pages: [68](#)
- [Edmonds B., 1999] Edmonds B. The Pragmatic Roots of Context. In *Modeling and Using Context : The proceedings of CONTEXT'99*, Lecture Notes in Computer Science VOL 1688, pages 119–132, Trento, Italy, Septembre 1999. |Cf. pages: [128](#), [130](#)
- [Edmonds B., 2001] Edmonds B. What if all truth is context-dependant. Rapport Technique 00-77, CPM, Centre for Policy Modeling, Manchester Metropolitan University, 2001. |Cf. pages: [129](#)
- [Ermine J.-L., 1998] Ermine J.-L. Capter et créer le capital savoir. *Annales de l'Ecole des Mines*, 1998. |Cf. pages: [79](#), [81](#), [82](#), [107](#), [221](#)
- [Ermine J.-L., 1999a] Ermine J.-L. La gestion des connaissances, un levier de l'intelligence économique. *Revue d'Intelligence Economique*, 1999. |Cf. pages: [79](#), [81](#), [221](#)

- [Ermine J.-L., 1999b] Ermine J.-L. *Traité IC2 (Information, Communication, Commande)*, volume Capitalisation Des Connaissances, chapitre Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode mksm. Paris, hermès édition, 1999. |Cf. pages: 75, 81, 219, 220, 221, 236
- [Eteläpelto A., 2000] Eteläpelto A. Contextual and strategic knowledge in the acquisition of design expertise. *Learning and Instruction*, 10 :112–136, 2000. |Cf. pages: 83
- [Eynard B. et al., 2001] Eynard B., Lemerrier M., et Matta N. Apports des technologies Internet et du langage XML dans la constitution d’une mémoire de projet en conception de produits. In *Actes du colloque CITE2001, Coopération, Innovation et Technologies*, pages 267–283. Laboratoire Tech-Cico, Novembre 2001. |Cf. pages: 93
- [Eynard B., 1999] Eynard B. *Modélisation du produit et des activités de conception. Contribution à la conduite et à la traçabilité du processus d’ingénierie*. PhD thesis, Université de Bordeaux I, Bordeaux, 1999. |Cf. pages: 68, 69, 70, 92, 107, 115, 222, 233, 234
- [Fernie S. et al., 2003] Fernie S., Green S.D., Welle S.J., et Newcombe R. Knowledge sharing : context, confusion and controversy. *International Journal of Project Management*, 21 :177–187, 2003. |Cf. pages: 84
- [Fujita K., 2002] Fujita K. Embedding real engineering decisions and sometimes-consequent errors in a small design project toward reflective learning. In *Proceedings of DETC’02, ASME 2002 Design Engineering Technical Conferences and Computer and Information in Engineering Conference*, Montreal, Septembre 2002. Osaka University. |Cf. pages: 83, 89
- [Gardoni M., 1999] Gardoni M. *Maitrise de l’information non structurée et capitalisation de savoir et savoir-faire en ingénierie intégrée. cas d’étude aérospatiale*. PhD thesis, Université de Metz, Metz, 1999. |Cf. pages: 91
- [Gartiser-Schneider N., 1999] Gartiser-Schneider N. *Analyse contingente du processus d’innovation. Application aux établissements industriels de la région Alsace*. PhD thesis, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, Strasbourg, 8 Septembre 1999. |Cf. pages: 22
- [Gilbert M. et Cordey-Hayes M., 1996] Gilbert M. et Cordey-Hayes M. Understanding the process of knowledge transfer to achieve successful technological innovation. *Technovation*, 16(6) :301–312, 1996. |Cf. pages: 86, 87
- [Gogu g., 1999] Gogu g. Méthodologie d’innovation : la résolution des problèmes créatifs. In *Deuxième Université d’Automne PRIMECA*, Nancy, Octobre 1999. |Cf. pages: 22
- [Hansen C. T. et Ahmed S., 2002] Hansen C. T. et Ahmed S. An analysis of decision-making in industrial practice. In *Proceedings of the DESIGN 2002, 7th International Design Conference*, éditeur D. Marjanovic, Cavtat - Dubrovnik - Croatie, Mai 2002. |Cf. pages: 72, 125, 131
- [Haque B.U. et al., 2000] Haque B.U., Belecheanu R.A., Barson R.J., et Pawar K.S. Towards the application of case based reasoning to decision-making in concurrent product development (concurrent engineering). *Knowledge-Based Systems*, 13 :101–112, 2000. |Cf. pages: 90
- [Harani Y., 1997] Harani Y. Capitalisation du savoir-faire des concepteurs à des fins de réutilisation. In *Deuxième Congrès Franco-Québécois de Génie Industriel*, Albi, 1997. LGIPM équipe AGIP. |Cf. pages: 81

- [Hong P. *et al.*, 2002] Hong P., Doll W. J., Nahm A., et Xiao L. Sharing knowledge in integrated product development. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 83
- [Huang J.-C et Wang S.F., 2002] Huang J.-C et Wang S.F. Knowledge conversion abilities and knowledge creation and innovation : A new perspective on team composition. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 86
- [Huang J.C. et Newell S., 2003] Huang J.C. et Newell S. Knowledge integration processes and dynamics within the context of cross-functional projects. *International Journal of Project Management*, 21 :167–176, 2003. |Cf. pages: 85
- [ISO/IEC, 2000] ISO/IEC. Iso15288 cd2, life cycle management & system life cycle processes, 2000. |Cf. pages: 106
- [Johannessen J.-A. *et al.*, 1999] Johannessen J.-A., Olsen B., et Olaisen J. Aspects of innovation theory based on knowledge-management. *International Journal of Information Management*, 19 :121–139, 1999. |Cf. pages: 86
- [Kamara J. M., 2002] Kamara J. M. A CLEVER approach to selecting a knowledge management strategy. *International Journal of Project Management*, 20 :205–211, 2002. |Cf. pages: 84
- [Karsenty L., 1996] Karsenty L. An empirical évaluation of design rationale documents. In *Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems*, Vancouver, British Columbia, Canada., Avril 1996. IRIT. |Cf. pages: 63
- [Klein M., 1993] Klein M. Capturing design rationale in concurrent engineering teams. *IEEE Computer*, 26(1) :39–47, 1993. |Cf. pages: 62, 92
- [Klein M., 1995] Klein M. iDCSS : Integrating Workflow, Conflict and Rationale Based Concurrent Engineering Coordination Technologies. *Journal of Concurrent Engineering Research and Applications*, 3(1), 1995. |Cf. pages: 62, 92
- [Klein M., 1997] Klein M. Capturing Geometry Rationale for Collaborative Design. In *Proceedings of the Sixth IEEE Workshop on Enabling Technologies : Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET ICE'97)*, MIT, Juin 1997. IEEE Computer Press. |Cf. pages: 92
- [Krifa H., 2001] Krifa H. Concurrence oligopolistique et concentration dans le secteur automobile. In *Neuvième rencontre internationale du GERPISA*, 2001. |Cf. pages: 20
- [Lardeur E. et Longueville B., 2003] Lardeur E. et Longueville B. Mutual enhancement of concurrent engineering and knowledge management through process modeling : toward an integrated framework. In *CESA, Invited Session on Object Oriented Approaches for Production Systems Modelling*, Lille, France, Juillet 2003. |Cf. pages: 106, 157, 231
- [Le Cardinal J. et Mekhilef M., 1997] Le Cardinal J. et Mekhilef M. Capitalisation des processus de conception en vue de réutilisation : etat de l'art. CER 97-06 laboratoire Productique Logistique, Ecole Centrale Paris, 1997. |Cf. pages: 80
- [Le Moigne J.-L., 1977] Le Moigne J.-L. *La théorie du système en général. Théorie de la modélisation*. Paris, presses universitaires de france édition, 1977. |Cf. pages: 106, 107, 146, 217, 218, 220

- [Le Moigne J.-L., 1990] Le Moigne J.-L. *La modélisation des systèmes complexes*. Afcet Systèmes. Paris, dunod édition, 1990. |Cf. pages: [65](#), [66](#), [68](#), [76](#), [106](#), [107](#), [108](#), [125](#), [218](#), [220](#), [234](#)
- [Lecler Y. et al., 1996] Lecler Y., Perrin J., et Villelval M.C. Ingénierie concurrente et apprentissage institutionnel : une comparaison entre équipementier français et japonais. In *Gerpisa : Actes 19*, Evry, 1996. [gerpisa http://www.univ-evry.fr/labos/gerpisa](http://www.univ-evry.fr/labos/gerpisa). |Cf. pages: [80](#)
- [Lewkowicz M. et Zacklad M., 1998] Lewkowicz M. et Zacklad M. La capitalisation des connaissances tacites de conception à partir des traces des processus de prise de décision collective. In *Actes d'Ingénierie des Connaissances 98 (IC98)*, Pont-à-Mousson, 1998. Tech-Cico. |Cf. pages: [61](#), [93](#)
- [Lewkowicz M. et Zacklad M., 1999] Lewkowicz M. et Zacklad M. L'écriture collective d'une argumentation dans la prise de décision : un outil de traçabilité des connaissances en conception. *Document Numérique*, 1999. |Cf. pages: [93](#)
- [Lewkowicz M. et Zacklad M., 2001] Lewkowicz M. et Zacklad M. Rationalisation of decision-making processes in design teams with a new formalism of design rationale. *AI and Society*, 15(4) :395–408, 2001. |Cf. pages: [93](#)
- [Lewkowicz M. et Zacklad, 2002] Lewkowicz M. et M. Zacklad. A structured groupware for a collective decision-making aid. *European Journal of Operational Research*, 136(2) :333–339, 2002. |Cf. pages: [63](#), [93](#)
- [Liebowitz J. et Megbolugbe I., 2003] Liebowitz J. et Megbolugbe I. A set of frameworks to aid the project manager in conceptualizing and implementing knowledge management initiatives. *International Journal of Project Management*, 21 :189–198, 2003. |Cf. pages: [84](#)
- [Longueville B. et al., 2001] Longueville B., Stal Le Cardinal J., et Bocquet J.-C. La gestion des connaissances pour les projets de conception de produits innovants. In *Actes du 7ième colloque sur la conception mécanique intégrée AIP-PRIMECA '01*, pages 388–395, La Plagne, Avril 2001. |Cf. pages: [231](#)
- [Longueville B. et al., 2002a] Longueville B., Stal Le Cardinal J., et Bocquet J.-C. Decision based knowledge management for design project of innovative products. In *Proceedings of the DESIGN 2002, 7th International Design Conference*, éditeur D. Marjanovic, pages 379 – 384, Cavtat - Dubrovnik - Croatie, Mai 2002. |Cf. pages: [231](#)
- [Longueville B. et al., 2002b] Longueville B., Stal Le Cardinal J., et Bocquet J.-C. Decision based project memory for design projects of innovative products. In *Workshop on Project Memory, Fifth International Conference on the Design of Cooperative Systems*, Saint Raphaël, 4 Mai 2002. |Cf. pages: [231](#)
- [Longueville B. et al., 2003a] Longueville B., Stal Le Cardinal J., et Bocquet J.-C. Mémoire de projet pour la conception de produits innovants. In *Actes du 8ième colloque sur la conception mécanique intégrée AIP-PRIMECA '03*, La Plagne, Avril 2003. |Cf. pages: [231](#)
- [Longueville B. et al., 2003b] Longueville B., Stal Le Cardinal J., et Bocquet J.-C. Meydiam, a project memory for innovative product design. In *IAMOT03, THE 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF TECHNOLOGY*, éditeur Tarek Khalil and Laure Morel-Guimaraes Yasser A. Hosni, Nancy, France, Mai 2003. |Cf. pages: [231](#)

- [Longueville B. *et al.*, 2003c] Longueville B., Stal Le Cardinal J., et Bocquet J.-C. Toward a project memory for innovative production design, a decision-making process model. In *ICED 03, 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm, Sweden, Août 2003. |Cf. pages: [231](#)
- [Longueville B. et Dudézert A., 2003] Longueville B. et Dudézert A. Mysmac, une méthode d'analyse et de suivi des systèmes de gestion des connaissances. In *5ieme Congrès International de Génie Industriel*, Laval, Canada, Octobre 2003. |Cf. pages: [36](#), [44](#), [45](#), [168](#), [231](#), [237](#)
- [Longueville B. et Gardoni M., 2003] Longueville B. et Gardoni M. A survey of context modelling : approaches, theories and use for engineering design researches. In *ICED 03, 14th International Conference on Engineering Design*, Stockholm, Sweden, Août 2003. |Cf. pages: [128](#), [129](#), [130](#), [131](#), [231](#), [237](#)
- [Longueville B., 2000] Longueville B. Analyse du besoin en gestion des connaissances pour l'innovation : application à l'automobile. Master's thesis, Ecole Centrale de Paris, Paris, Septembre 2000. |Cf. pages: [6](#)
- [Marle F., 2002] Marle F. *Modèles d'informations et méthodes pour aider à la prise de décision en management de projet*. PhD thesis, Ecole Centrale Paris, 25 Novembre 2002. |Cf. pages: [93](#), [218](#), [219](#), [238](#)
- [Matta N. *et al.*, 1999a] Matta N., Corby O., et Ribière M. Définition d'un modèle de mémoire de projet. Rapport technique, INRIA, Sofia Antipolis, 1999. |Cf. pages: [63](#), [91](#), [92](#), [234](#)
- [Matta N. *et al.*, 1999b] Matta N., Corby O., et Ribière M. Methodes de capitalisation de mémoire de projet. Rapport technique, INRIA, Sophia, 1999. |Cf. pages: [62](#)
- [Matta N. *et al.*, 2002] Matta N., Eynard B., Roucoules L., et Lemercier M. Continuous capitalization of design knowledge. In *ECAI'02 OM Workshop*, 2002. |Cf. pages: [92](#)
- [Mazouz S., 2001] Mazouz S. Les styles de décision en action. In *Actes de la Xème Conférence Internationale de l'AIMS*, Québec, Juin 2001. |Cf. pages: [57](#), [58](#)
- [McCarthy J. et Buvac S., 1997] McCarthy J. et Buvac S. *Computing Natural Language*, chapitre Formalizing Context (Expanded Notes), pages 13–50. 1997. |Cf. pages: [128](#)
- [Merlo C. et Girard P., 2001] Merlo C. et Girard P. Un environnement multi-agent support à la conduite en conception. In *Actes du 7ième colloque sur la conception mécanique intégrée AIP-PRIMECA '01*, pages 388–395, La Plagne, Avril 2001. |Cf. pages: [68](#)
- [Midler C., 1998] Midler C. *L'auto qui n'existait pas*. Paris, dunod édition, 1998. |Cf. pages: [84](#)
- [Mintzberg H. *et al.*, 1976] Mintzberg H., Raisinghani D., et Theoret A. The structure of "unstructured" decision processes. *Administrative Science Quarterly*, 21 :246–275, Juin 1976. |Cf. pages: [73](#), [87](#)
- [Mira Bonnardel S., 2000] Mira Bonnardel S. Pour un management conjoint des connaissances et des compétences. In *IXième Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique*, Montpellier, Mai 2000. |Cf. pages: [75](#)
- [Mirchandani D. et Pakath R., 1999] Mirchandani D. et Pakath R. Four models for a decision support system. *Information & Management*, 35 :31–42, 1999. |Cf. pages: [88](#)

- [Mohrman S.A. *et al.*, 2003] Mohrman S.A., Finegold D., et Mohrman A. M. An empirical model of the organization knowledge system in new product development firms. *Journal of Engineering and Technology Management*, 20(3) :7–38, 2003. |Cf. pages: [86](#)
- [Moisdon J.-C et Weil B., 2000] Moisdon J.-C et Weil B. La capitalisation technique pour l'innovation : expériences dans la conception automobile. *Annales de l'Ecole des Mines*, 2000. |Cf. pages: [33](#), [36](#), [77](#), [80](#), [223](#)
- [Moreno L. *et al.*, 2001] Moreno L., Aguilar R.M., Pineiro J.D., Estevez J.I., Sigut J.F., et Gonzalez C. Using KADS methodology in a simulation assisted knowledge based system : application to hospita management. *Expert Systems With Applications*, 20 :235–249, 2001. |Cf. pages: [81](#)
- [Myers K. L. *et al.*, 1999] Myers K. L., Zumel N. B., et Garcia P. Automated Capture of Rationale for the Detailed Design Process. In *Proceedings of the Eleventh Conference on Innovative Applications of Artificial Intelligence (IAAI99)*, 1999. |Cf. pages: [64](#)
- [Myers K. L. et Garcia P., 2000] Myers K. L. et Garcia P. Acquiring Design Rationale Automatically. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 14(2) :115–135, 2000. |Cf. pages: [64](#)
- [Nonaka I. et Takeuchi H., 1995] Nonaka I. et Takeuchi H. *The knowledge creating company*. Japan, 1995. |Cf. pages: [77](#), [78](#), [79](#), [234](#)
- [Object Management Group, 2000] Object Management Group. Omg unified modeling language specification, version 1.4, Septembre 2000. |Cf. pages: [108](#), [109](#), [117](#)
- [Pedersen M. K. et Larsen M. H., 2001] Pedersen M. K. et Larsen M. H. Distributed knowledge management based on product state models - the case of decision support in health care administration. *Decision Support Systems*, 31 :139–158, 2001. |Cf. pages: [90](#)
- [Penco C., 1999a] Penco C. Objective and cognitive context. In *Modeling and Using Context : The proceedinds of CONTEXT'99*, Lecture Notes in Computer Science VOL 1688, Trento, Italy, Septembre 1999. |Cf. pages: [128](#)
- [Penco C., 1999b] Penco C. Three alternatives on context. In *Modeling and Using Context : The proceedinds of CONTEXT'99*, Lecture Notes in Computer Science VOL 1688, Trento, Italy, Septembre 1999. |Cf. pages: [128](#)
- [Penco R., 2001] Penco R. Local Holism. In *Modelling and using Context - CONTEXT'01*, Lecture Notes in Computer Science, Dundee, Scotland, 2001. |Cf. pages: [128](#)
- [Pender S., 2001] Pender S. Managing incomplete knowledge : why risk managment is not sufficient. *International Journal of Project Management*, 19 :79–87, 2001. |Cf. pages: [85](#)
- [Polanyi M., 1967] Polanyi M. *The tacit dimension*. New York, 1967. |Cf. pages: [76](#)
- [Project Management Institute, 2000] Project Management Institute. *A Guide to the Project Management Body Of Knowledge*. Project Management Institute, USA, 2000. |Cf. pages: [24](#), [34](#)
- [Ramaprasad A. et Prakash A.N., 2003] Ramaprasad A. et Prakash A.N. Emergent project management : how foreign managers can leverage local knowledge. *International Journal of Project Management*, 21 :199–205, 2003. |Cf. pages: [84](#)

- [Regli W.C *et al.*, 2000] Regli W.C, Hu X., et Sun W. A survey of Design Rationale Systems : Approaches, Representation, Capture and Retrieval. *Engineering with Computers*, 16 :209–235, 2000. |Cf. pages: 59, 60, 63, 64
- [Reix R., 1995] Reix R. Savoir tacites et savoir formalisés dans l'entreprise. *Revue française de gestion*, Les sciences de gestion et les savoir de l'entrepris :17–28, Septembre 1995. |Cf. pages: 76, 79, 80
- [Reynaud E., 1999] Reynaud E. Vers une meilleure compréhension des décisions stratégiques : l'apport de la méthode des scenarii. In *Actes de la VIIIème Conférence Internationale de l'AIMS*, Ecole Centrale Paris, Mai 1999. Euristik, IAE Lyon. |Cf. pages: 56
- [Rivière M. *et al.*, 1998] Rivière M., Matta N., et Cointe C. A proposition for managing project memory in concurrent engineering. In *proceedings International Conference on Computational Intelligence and Multimedia Applications (ICCIMA '98)*, Churchill, Australia,, Février 1998. |Cf. pages: 93
- [Rivière M. et Matta N., 1998] Rivière M. et Matta N. Virtual Enterprise and Corporate Memory. In *Proceedings of Building, maintaining and using organizational memories, Workshop, The 13th Biennial European conference on Artificial Intelligence, ECAI'98*, Brighton, England, Août 1998. |Cf. pages: 93
- [Roy B., 1985] Roy B. *Méthodologie Multicritère d'aide à la Décision*. Paris, economica édition, 1985. |Cf. pages: 58
- [Rubenstien-Montano B., 2000] Rubenstien-Montano B. A surevey of knowledge-based information systems for urban planning : moving towards knowledge management. *Computer, Environment and Urban Systems*, 24 :155–172, 2000. |Cf. pages: 89
- [Schindler M. et Eppler M.J., 2003] Schindler M. et Eppler M.J. Harvesting project knowledge : a review of project learning methods and success factors. *International Journal of Project Management*, 21 :219–228, 2003. |Cf. pages: 93
- [Schreiber et Al., 1999] Schreiber et Al. *Knowledge Engineering and Management*. USA, mit press édition, 1999. |Cf. pages: 81
- [Sellini f., 1999] Sellini f. *Contribution à la représentation et à la vérification de modèles de connaissances produit en ingénierie d'ensembles mécaniques*. PhD thesis, Ecole Centrale de Paris, Chatenay, 1999. |Cf. pages: 33, 77, 78, 81, 82, 222, 236
- [Shim J.P. *et al.*, 2002] Shim J.P., Warkentin M., Courtney J.F., Power D.J., Sharda R., et Carlsson C. Past, present, and future of decision support technology. *Decision Support Systems*, 33 :111–126, 2002. |Cf. pages: 87, 88, 89, 234
- [Simon H.-A., 1991] Simon H.-A. *Sciences des systèmes, Sciences de l'artificiel*. Paris, dunod édition, 1991. |Cf. pages: 22, 65, 67, 87
- [Soderquist K.E. et Prastacos G.P., 2002] Soderquist K.E. et Prastacos G.P. Knowledge transfer in npd projects : lessons from 12 global corporations. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 84, 85, 87
- [Spangler W. E., 2001] Spangler W. E. A model of distributed knowledge and action in complex systems. *Decision Support Systems*, 31 :103–125, 2001. |Cf. pages: 90

- [Stal-Le Cardinal J., 2000] Stal-Le Cardinal J. *Etude des disfonctionnement des processus de décision, application au choix d'acteur*. PhD thesis, Ecole Centrale de Paris, Châtenay Malabry, 2000. |Cf. pages: 71, 107, 125, 234
- [Steward D.V., 1981] Steward D.V. The design structure system : a method for managing the design of complex systems. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 28 :71–94, 1981. |Cf. pages: 186
- [Szykman S. et al., 2001] Szykman S., Sriram R.D., et Regli W. C. The role of knowledge in next-generation product development systems. *Journal of computing and information Science in Engineering*, 1(1) :3–11, 2001. |Cf. pages: 60, 61, 63
- [Taggart W. et Robey D., 1981] Taggart W. et Robey D. Minds and Managers : On the Dual Nature Of Human Information Processing And Management. *Academy of Management Review*, 6(2) :187–195, 1981. |Cf. pages: 56, 65
- [Tah J.H.M. et Carr V., 2001] Tah J.H.M. et Carr V. Towards a framework for project risk knowledge management in the construction supply chain. *Advances in Engineering Software*, 32 :835–846, 2001. |Cf. pages: 85
- [Tarondeau J.-C., 1998] Tarondeau J.-C. *Le management des savoirs*. Paris, puf édition, 1998. |Cf. pages: 57, 80, 223, 237
- [Temri L., 2000] Temri L. Les processus d'innovation : une approche par la complexité. In *Actes de la IXème Conférence Internationale de l'AIMS*, Montpellier, 2000. Faculté d'Administration et Gestion. Université Montpellier I. |Cf. pages: 20, 47, 48, 218, 233
- [The MOKA consortium, 2001] The MOKA consortium. *Managing Engineering Knowledge. MOKA : Methodolgy for Knowledge Based Engineering Applications*. London, melody stokes édition, 2001. |Cf. pages: 81, 82, 128
- [Ullman D.G., 1988] Ullman D.G. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, volume 1, chapitre A model of the mechanical design process based on empirical data, pages 33–52. Oregon, USA, academic press limited édition, 1988. |Cf. pages: 63
- [Un C.A. et Cuervo-Cazurra A., 2002] Un C.A. et Cuervo-Cazurra A. Complements or substitutes ? : Organization an project team strategies for developing the capability to mobilize and create new knowledge. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: 84, 85, 87
- [Varejao F.M. et Garcia A.C.B., 1996] Varejao F.M. et Garcia A.C.B. ADD-GHS : S structured annotations based proposal for ADD's extension. Rapport de Recherche MCC38/96, inf.puc-rio.br, 1996. |Cf. pages: 64
- [Varela F., 1993] Varela F. *L'inscription corporelle de l'esprit*. Points. Editions du Seuil, 1993. |Cf. pages: 165, 166
- [Varela F., 1996] Varela F. *Invitation aux sciences cognitives*. Points. Editions du Seuil, 1996. |Cf. pages: 164, 165
- [Vargas C. et al., 1995] Vargas C., Saucier A., et Yvars P.A. Un environnement pour la réalisation d'un système d'aide à la conception d'organes mécaniques. *Revue de CFAO et d'Informatique graphique*, 10 :113–128, 1995. |Cf. pages: 81
- [Vidaillet B. et Gamot G., 2001] Vidaillet B. et Gamot G. Processus de décision en groupe restreint : application du modèle du groupthink à une fusion. In *Actes de*

- la Xème Conférence Internationale de l'AIMS*, Québec, Juin 2001. |Cf. pages: [56](#), [57](#), [58](#), [237](#)
- [Wang X.T. et Xin K., 2002] Wang X.T. et Xin K. Social-organizational knowledge and managerial decision-making. In *OKCL 2002, The third European Conference on Organizational Knowledge, Learning and Capabilities*, Athens, Greece, Avril 2002. |Cf. pages: [85](#)
- [Yen S.J. *et al.*, 1999] Yen S.J., Fruchter R., et Leifer L.J. Facilitating tacit knowledge capture and reuse in conception design activities. In *Proceedings of the 1999 ASME Design Engineering Technical Conferences*, Septembre 1999. |Cf. pages: [85](#)

Résumé : Ce travail de thèse s'intéresse à l'étude des processus de conception de produits dans le cadre de projets d'innovation. L'approche proposée se focalise sur les connaissances associées aux processus de décision, identifiées comme critiques dans ces projets. Les contributions de ce travail de recherche sont centrées sur la compréhension des mécanismes de décision et le support à leur bon déroulement. En premier lieu, un modèle de processus de décision, appelé INDIGO est proposé. Il a pour objectif de représenter l'ensemble des informations associées aux processus de décision, regroupées en un modèle unique, multi-vues. Il s'agit de la vue structure de la décision (les éléments d'information de l'espace de décision), de la vue processus de décision (les activités de décision), de la vue organisation de la décision (les acteurs impliqués dans la décision). Un Système de Gestion des Connaissances, appelé MEYDIAM est ensuite proposé. Il est fondé sur la proposition d'une nouvelle approche de Gestion des Connaissances. Il permet la création et la réutilisation de connaissances liées à la décision par l'utilisation d'informations structurées par le modèle INDIGO. MEYDIAM est principalement constitué d'une mémoire de projet. Cet outil, au moyen d'interfaces appelées objets de connaissances, permet de capturer, au fil de l'eau les informations associées aux processus de décision et de les réutiliser. Les contributions ont été validées via une maquette informatique testée dans le cadre des projets d'innovation du groupe PSA PEUGEOT CITROËN.

Mots clés : processus de décision, gestion des connaissances, système de gestion des connaissances, mémoire de projet, design rationale, innovation, automobile, conception.

Abstract : This thesis deals with the study of design processes in the context of innovative product design projects. The proposed approach focuses on knowledge associated with decision-making processes, identified as crucial. The first contribution of this research work is an integrated decision-making model, called INDIGO. Its purpose is to represent the information associated with the decision-making processes by multiple views. The structure view deals with the information of the decision space, the process view represents decision-making activities, the organization view characterizes the people involved in the decision-making. The second contribution of this thesis is a Knowledge Management System, called MEYDIAM. It is based on a new Knowledge Management approach, aiming at supporting knowledge creation and knowledge reuse processes. An Information System based on the INDIGO model materializes these processes. This tool, through interfaces, called knowledge objects, allows project stakeholders to capture information associated to decision-making processes. This work was validated during innovation projects, by the use of prototype software at PSA PEUGEOT CITROËN.

Keywords : decision-making process, knowledge management, knowledge management systems, project memory, design rationale innovation, automotive, design.