

THESE

Pour l'obtention du grade de

Docteur de l'Université de Technologie de Troyes

Spécialité : RESEAUX, CONNAISSANCES ET ORGANISATIONS

Présentée par et soutenue par

Smaïn BEKHTI

le 17 décembre 2003

=====

DYPKM : UN PROCESSUS DYNAMIQUE DE DEFINITION ET DE REUTILISATION DE MEMOIRES DE PROJETS

=====

JURY

Mme S. DESPRES
Mr J.-L. ERMINE
Mr G. KASSEL
Melle N. MATTA
Mr M. ZACKLAD

ENSEIGNANT CHERCHEUR (RANG A)
HDR – PROFESSEUR INT
PROFESSEUR DES UNIVERSITES
ENSEIGNANT-CHERCHEUR
PROFESSEUR DES UNOVERSITES

Président
Examineur
Rapporteur
Directeur de thèse
Directeur de thèse

RAPPORTEUR HORS JURY

Mme C. SIMONE

PROFESSEUR ASSOCIE

Rapporteur

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I.....	7
Gestion des connaissances et mémoire d'entreprise	7
1. Introduction.....	8
2. Notion de connaissance.....	9
2.1. Caractéristiques de la connaissance.....	9
2.1.1. Les connaissances explicites.....	10
2.1.2. Les connaissances tacites.....	10
2.1.3. Transfert des connaissances.....	10
2.1.4. Connaissances individuelles et collectives.....	11
2.1.5. Connaissances statiques et dynamiques.....	11
3. La gestion des connaissances.....	11
3.1. Processus de la gestion des connaissances.....	12
3.2. La gestion des connaissances en conception et en gestion de projets.....	13
3.3. Place de l'IA dans le cycle de connaissances.....	14
3.3.1. Modélisation profonde des connaissances.....	15
3.3.2. Structuration des connaissances.....	15
3.3.3. Indexation des connaissances.....	15
4. Mémoires d'entreprise et capitalisation des connaissances.....	15
4.1. Mémoire d'entreprise.....	15
4.2. Les besoins en mémoire d'entreprise.....	16
4.2.1. Connaissances dans l'entreprise.....	17
4.2.2. Typologies des mémoires d'entreprise.....	17
4.2.3. Critères d'analyse.....	18
4.2.4. La méthode REX.....	19
4.2.5. La méthode MASK.....	21
4.2.6. La méthode CYGMA.....	25
4.2.7. L'approche Componential Framework.....	27
4.2.8. Tableau récapitulatif.....	28
5. Conclusion.....	30
CHAPITRE II.....	31
Mémoire de Projet et approches de traçabilité.....	31
1. Introduction.....	32
2. Projets de conception.....	33
2.1. Définition d'un projet.....	33
2.2. Organisation d'un projet.....	33
2.2.1. Le besoin en traçabilité.....	33
3. Définition de la mémoire de projet.....	34
3.1. Structure d'une mémoire de projet de conception.....	34
3.1.1. Mémoire du contexte du projet :.....	35
3.1.2. Mémoire de la logique de conception (<i>Design Rationale</i>).....	37

3.2.	Caractères des connaissances dans un projet de conception	37
3.3.	Méthodes de capitalisation de mémoire de projet.....	38
3.3.1.	La méthode IBIS	38
3.3.2.	L'approche QOC	41
3.3.3.	Le système DRAMA.....	42
3.3.4.	Le système DRCS	43
3.3.5.	Le formalisme DIPA	45
3.3.6.	Tableau récapitulatif.....	47
4.	Conclusion.....	48
CHAPITRE III	49
DyPKM : un processus de définition et de modélisation de mémoires de projets.....		49
1.	Introduction.....	50
2.	Critères de définition d'un processus de capitalisation des connaissances.....	52
2.1.	Simplicité de la méthode	52
2.2.	Applicabilité en temps réel.....	52
2.3.	Maturité des modèles et représentations	52
3.	Étapes du processus de traçabilité de notre méthode	53
3.1.	Représentation du contexte du projet	53
3.1.1.	Ressources nécessaires	54
3.1.2.	Acteurs/rôles.....	54
3.2.	Recueil et représentation de la logique de conception	54
3.2.1.	Prise de note semi-structurée.....	55
3.2.2.	Restructuration des rapports.....	56
3.3.	Validation.....	60
4.	Conclusion.....	62
CHAPITRE IV	64
Modèles et Structures de Représentation.....		64
1.	Introduction.....	65
2.	Cycle de gestion des connaissances et mémoire de projet.....	66
2.1.	Repérage et explicitation.....	66
2.2.	Combinaison et internalisation.....	66
3.	Intérêt de la modélisation.....	66
4.	Critères d'une Modélisation adéquate.....	67
4.1.	Complétude	67
4.2.	Evolutivité et flexibilité.....	67
4.3.	Réutilisabilité	68
5.	Représentation relationnelle.....	68
5.1.	Aspect relationnel d'une mémoire de projet	69
5.2.	Représentation dans des réseaux sémantiques	69
5.2.1.	Réseaux sémantiques.....	69
5.2.2.	Réseaux sémantiques et mémoires de projets	70
5.3.	Représentation avec la logique formelle	75
5.3.1.	Logique formelle et mémoire de projet.....	75
6.	Conclusion.....	81

CHAPITRE V	82
Expérience Pratique :	82
Définition d'une mémoire de projet au sein de l'Institut National de Recherche et de Sécurité	82
1. Contexte	83
2. Besoin de capitalisation de l'expérience	83
3. Déroulement de l'expérience	84
3.1. Collecte des données du contexte.....	84
3.2. Environnement de travail	84
3.2.1. Ressources utilisées.....	84
3.2.2. Contraintes	84
3.3. Organisation du projet.....	85
3.3.1. Objectif et produit à réaliser :	85
3.3.2. Informations sur les participants	85
3.3.3. Organisation des tâches	86
3.4. Accompagnement des réunions de l'élaboration du document	87
3.4.1. Retranscription en temps réel.....	87
3.5. Restructuration des fiches de rapport	89
3.5.1. Forme de structuration	89
3.6. Validation.....	91
3.6.1. Fréquence de validation	91
3.6.2. Validation du contenu de la mémoire	91
3.6.3. Validation de la structure de la mémoire	91
4. Conclusion.....	95
CHAPITRE VI	96
ODéRamPro : un outil de définition et de réutilisation de mémoires de projets	96
1. Introduction	97
2. Fonctionnalités de l'outil	98
2.1. Fonctionnalités relatives à la définition de la mémoire de projet	98
2.2. Fonctionnalités relatives à la réutilisation de la mémoire de projet	98
2.3. Environnement et outils de développement	99
2.3.1. Choix de l'outil de développement	99
2.3.2. Outils de développement utilisés	100
3. ODéRaMPro : Fonctionnalités et interfaces	102
3.1. fonctionnalités en rapport avec la mémorisation de projets	103
3.1.1. Interfaces de mémorisation des éléments du contexte de projets	103
3.1.2. Interfaces de mémorisation des éléments de la logique de résolution de problèmes..	104
3.2. fonctionnalités relevant de la réutilisation de la mémoire de projet	107
3.2.1. Vue "évolution des problèmes"	107
3.2.2. Vues basées sur des concepts	108
Conclusion	112
CONCLUSION GENERALE	113
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	117

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

A la fin des années 90, la gestion des connaissances est devenue d'un intérêt majeur pour les entreprises [Strassmann, 98] et [Stewart, 97]). Un ensemble de critères stratégiques permet de comprendre cet intérêt croissant pour les connaissances. Les connaissances sont actuellement considérées comme étant un capital d'une valeur économique importante, elles constituent une ressource stratégique pour augmenter la productivité, elles sont également un facteur de stabilité dans un environnement compétitif instable et dynamique, etc.

La connaissance qui représente l'ensemble des savoirs, des expériences, des règles et des expertises est, par conséquent, devenue l'objet de différentes études visant à les rendre gérables et exploitables. Les études de Nonaka et Takeuchi [Nonaka et al., 95] représentent une importante contribution dans ce domaine. Ces deux chercheurs japonais ont mis en avant l'importance de la connaissance dans l'organisation ainsi que la nécessité de la gestion du capital savoir.

L'intérêt pour les connaissances dans l'entreprise devient, donc, de plus en plus important, que ce soit dans le champ des ressources humaines qui se sont orientées vers la gestion des compétences ou dans le management qui a commencé à privilégier les connaissances de l'entreprise et leur diffusion en interne au travers des approches réunies sous le nom d'apprentissage organisationnel. Cet intérêt croissant par la gestion des connaissances a fait apparaître un nouveau concept qui est celui de la mémoire d'entreprise. Cette dernière se propose d'être un concept unificateur et ordonnateur, permettant de classer les différentes mémoires que l'on peut rencontrer au sein d'une organisation et de proposer pour chacune les démarches, les méthodes et les outils appropriés.

Dans [Heijst et al., 96], la "*mémoire d'entreprise*" est définie comme la "*représentation explicite, persistante, et désincarnée, des connaissances et des informations dans une organisation*". Pour toute opération de capitalisation des connaissances, il est important d'identifier les connaissances stratégiques à capitaliser [Grundstein et al., 96]. Une mémoire d'entreprise devrait fournir "*la bonne connaissance ou information à la bonne personne au bon moment et au bon niveau pour que cette personne puisse prendre la bonne décision*". La gestion des connaissances doit, par conséquent, permettre non seulement de définir des mémoires d'entreprises mais également de les réutiliser en les partageant et les appropriant.

La plupart des méthodes de gestion des connaissances visent la définition d'une mémoire d'entreprise considérée comme un patrimoine de connaissances de l'organisation. Nous pouvons classer ces méthodes en deux grandes catégories : les méthodes de capitalisation des connaissances et les méthodes d'extraction directe (Figure 1) :

- Les méthodes de capitalisation des connaissances utilisent essentiellement des techniques de l'ingénierie de connaissances. Ces techniques consistent principalement en un recueil (entretiens avec les experts ou recueil à partir des documents) et une modélisation des connaissances.
- Les méthodes d'extraction des connaissances visent à extraire les connaissances directement de l'activité de l'organisation. Nous pouvons distinguer plusieurs

techniques comme la fouille de données (permettant d'extraire des connaissances à partir d'analyse statistique), la fouille de texte (extraction des connaissances en se basant sur une analyse linguistique des textes, les techniques de traçabilité de communication (e-mail, forum de discussion, etc.) et de la logique de conception.

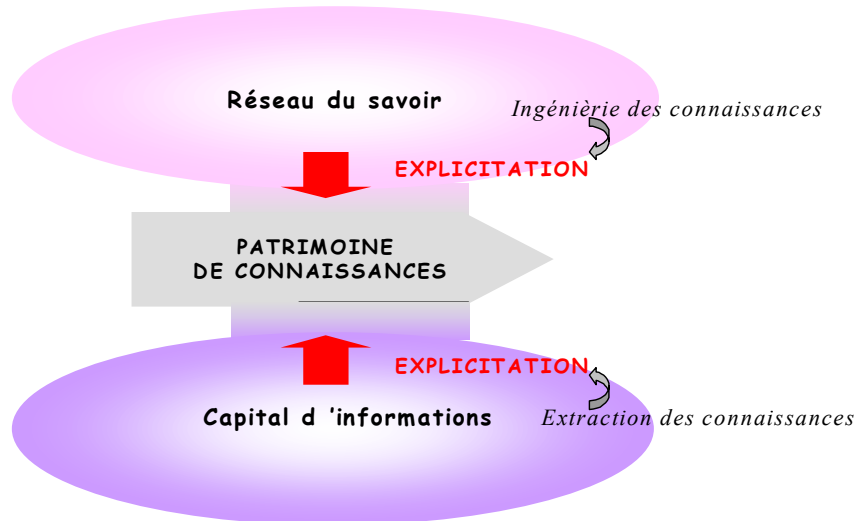


Figure. 1. Deux techniques d'explicitation de connaissances : capitalisation et extraction directe

L'ingénierie des connaissances (IC), définie comme un processus de modélisation des connaissances [Aussenac et al., 92], a, de son côté, mis en place des méthodes pour recueillir la connaissance et la structurer, en général en concevant des modèles. Elle fournit une démarche d'analyse et de modélisation d'une résolution de problèmes où les connaissances profondes sont extraites en tant que règles et actions de comportement. Les techniques de l'IC sont utilisées dans le but de fournir un accès cognitif aux connaissances produites dans une organisation. Pour ce faire, plusieurs méthodes, telles que commonKADS, MASK, CYGMA, etc., [Dieng et al., 00] ont été définies. Ces méthodes permettent d'obtenir des mémoires d'entreprises modélisant des connaissances relatives à des activités données notamment dans leurs processus de résolution de problèmes.

De leur côté, les projets de conception au sein des organisations, font émerger et mobiliser des connaissances, ces connaissances apparaissent dans les différentes étapes du processus de conception ce qui implique le rapport direct entre la connaissance et la conception. Les études de la connaissance en conception se rapprochent plus des approches d'ingénierie des connaissances qui s'intéressent principalement à la formalisation des lois de conduite [Newell, 82] relatif à un raisonnement. Les modèles de conception définis dans l'approche CommonKADS [Breuket et al., 94] en sont un exemple.

En effet, la réalisation d'un projet de conception suit généralement plusieurs étapes ascendantes jusqu'à l'aboutissement à l'objectif visé. Tout au long de ces étapes, l'idée à la base du projet, se précise au fur et à mesure jusqu'à sa concrétisation. Lors de la réalisation du projet on est souvent amené à choisir entre plusieurs alternatives tout en prenant en compte l'environnement dans lequel se déroule le projet.

Nous nous sommes intéressés dans notre travail à étudier les approches d'extraction et de modélisation des connaissances dans des projets de conception. Cette modélisation vise à définir une mémoire de projet gardant une trace structurée du déroulement du projet.

Une entreprise qui souhaite améliorer la conception de ses produits quels qu'ils soient doit se référer à ses précédents projets de conception pour réviser les qualités de ses produits conçus ; ce qui se fait normalement, mais elle doit également examiner la logique de conception ayant amenée à ce produit. Cette logique de conception constitue une partie essentielle de la mémoire de projet qui est définie comme étant l'ensemble des leçons et expériences vécues lors de la réalisation des projets [Matta et al., 00]. Il s'agit, entre autres, de tracer les stratégies mises en œuvres par l'ensemble des acteurs pour choisir les solutions. Lors d'un projet, le besoin d'information porte donc à la fois sur l'évolution de la solution courante et sur les logiques et les raisonnements mis en œuvre par les concepteurs pour faire évoluer cette solution [Karsenty, 94].

Le principal déficit dans la modélisation des connaissances des projets de conception réside dans le caractère dynamique de la connaissance ; en d'autres termes, dans la formalisation des connaissances extraites en temps réel à partir de l'activité et la représentation du contexte du projet et de son influence sur le raisonnement des participants au projet. Le processus de modélisation doit être réalisé en parallèle à l'activité de l'organisation. Ce processus doit donc s'intégrer dans cette activité ce qui amène à effectuer des changements dans l'organisation et dans la réalisation des projets.

Plusieurs méthodes de logique de conception ont été définies. Ces méthodes permettent de garder une trace de résolution collective de problèmes, extraite spécialement des réunions de prise de décision. Les techniques préconisées dans ces méthodes induisent un travail conséquent. De ce fait, elles sont de moins en moins utilisées dans les organisations. L'objectif de notre travail est de définir une méthode de modélisation dynamique simple et n'exigeant pas un travail de formalisation important, donc une méthode s'intégrant facilement dans l'activité de réalisation de projet. Nous nous basons, dans notre approche, sur la décomposition de la modélisation en plusieurs étapes, entraînant une transformant légère dans l'activité de prise des notes des réunions de conception et la structuration des rapports.

En outre, Nous nous sommes penchés sur l'étude du contexte des projets de conception et les relations entre le contexte et la logique de conception. Le contexte de projet signifie pour nous toutes les informations caractérisant la situation d'un projet à chaque étape.

Notons que peu d'approches¹ définissent des techniques pour représenter les relations entre le contexte et la résolution de problèmes dans un projet.

L'étude du contexte de projet nous a amené à examiner la représentation de l'organisation et la conduite des projets dans le domaine de la gestion des projets. Cette étude nous a permis de proposer un modèle relationnel représentant les différents rapports existant entre les éléments de la logique de conception et ceux du contexte. Notre idée est d'établir un modèle global

¹ Le lecteur peut se référer à [Dieng et al., 00] pour avoir plus de détails concernant ces méthodes.

représentant à la fois le contexte et la logique de conception mettant en avant les influences qui existent entre ces deux composantes.

La représentation du contexte dans une mémoire de projet de conception, est à la fois utile et nécessaire lors de la réutilisation de cette dernière. En effet, nous considérons que la restitution des connaissances émergeant pendant le déroulement d'un projet donné ne peut être pertinente que si ces connaissances sont reliées dans leurs contextes ce qui favorise leurs réutilisation par la suite.

Notre objectif est de construire un modèle global et flexible. Ce modèle doit représenter l'ensemble des composants de la mémoire de projet et leurs relations. Nous avons constaté que le système formel est bien adapté pour modéliser ce genre de mémoires. En effet, nous pouvons représenter les situations et les relations que l'on peut trouver dans la mémoire de projet en utilisant le langage de la logique formelle.

D'une part, une représentation avec un système formel pour modéliser la mémoire de projet permet d'avoir une structure flexible qui peut être facilement augmentée selon les spécificités des domaines. D'autre part, l'utilisation de ce système aide à générer différentes représentations selon le besoin. En effet, un système d'inférence, basé sur des relations et des concepts, permet de représenter tout type de relation qui peut exister dans un projet de conception mais également d'obtenir différentes vues sur la mémoire de projet. Cette génération donne un accès dynamique correspondant au besoin de l'utilisateur. Les vues peuvent être représentées sous une forme graphique qui met en évidence les relations et les rapports entre les composants d'un projet de conception. Ces vues peuvent être affichées selon le besoin de compréhension de l'utilisateur, dans une situation donnée, et ne doivent pas être prédéfinies comme il est souvent le cas dans les approches de logique de conception.

L'utilisateur pourrait avoir besoin, par exemple, d'obtenir tous les critères d'argumentation caractérisant la discussion d'un problème donné ou bien il souhaite voir, pour chaque problème résolu, les compétences des participants qui l'ont discuté. La représentation formelle donne, par conséquent, une flexibilité non seulement dans la représentation des connaissances mais également dans la structuration et la recherche de connaissances.

Notre approche a été appliquée dans une expérience pratique de traçabilité qui consistait à définir une mémoire de projet. Cette expérience nous a permis à la fois de la tester et d'améliorer notre méthode en profitant des remarques et suggestions des personnes avec lesquelles nous avons travaillé.

Nous avons, également, développé un outil « *ODéRaMPro* » de stockage et de réutilisation de mémoires de projet. Cet outil permet de recueillir l'ensemble des informations relatives à un projet et de les structurer dans le but d'offrir des accès adaptés à la mémoire de projet selon le besoin de l'utilisateur.

Plan du mémoire

Nous consacrons le premier chapitre de cette thèse à la gestion des connaissances et la mémoire d'entreprise. Nous présentons plusieurs définitions et description de la notion de connaissance avant d'aborder les sujets de la gestion des connaissances. Nous décrivons notamment le cycle de la gestion des connaissances pour présenter, ensuite, la mémoire d'entreprise, son importance et ses typologies.

La deuxième partie de ce chapitre est consacrée à la discussion et la comparaison des méthodes de capitalisation des connaissances et de définition de mémoires d'entreprise.

Le chapitre II est entièrement consacré à un type de mémoire d'entreprise, qui constitue l'objet de notre sujet de thèse, qui est la mémoire de projet. Avant de définir les concepts en rapport avec la mémoire de projet nous décrivons l'ensemble des éléments constituant un projet d'une manière générale. Nous définissons par la suite le concept et la structure d'une mémoire de projet. Nous présentons, ensuite, les méthodes de capitalisation des connaissances dédiées à la définition de mémoires de projet. Ces méthodes sont analysées selon des critères de performances.

Le chapitre III propose un processus de collecte et de modélisation des connaissances visant à définir une mémoire d'expérience relative à un projet de conception. Ce processus s'inscrit dans notre approche de modélisation et de réutilisation des connaissances. Le principal apport de ce processus concerne la facilité de son applicabilité et sa capacité à modéliser au fil de l'eau les connaissances émergeant pendant le déroulement de projets.

Le quatrième chapitre décrit les modèles proposés par notre approche pour la représentation de la mémoire de projet. Nous y présentons, notamment, un modèle relationnel global regroupant les éléments du contexte et de la logique de conception. Ce modèle peut être représenté en utilisant un système de logique formelle. Ce dernier possède deux avantages importants, la flexibilité de sa structure et la possibilité de générer différentes vues sur la mémoire de projet.

Le cinquième chapitre est consacré à l'expérience que nous avons menée au sein de l'INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité). Cette expérience consistait à accompagner un projet spécifique de l'élaboration, par une équipe de projet, d'un document de principes d'évaluation des risques professionnels. L'objectif de l'accompagnement est de garder une trace structurée de la réalisation du projet. Cette trace, représentée sous forme de mémoire de projet, permet de refléter l'expérience acquise dans ce projet.

Dans le dernier chapitre, Nous parlons de l'outil, prototype, élaboré dans le cadre de la thèse. Nous décrivons les différentes fonctionnalités et interfaces dont il dispose avec des illustrations. Nous présentons, notamment, la fonctionnalité de génération des différentes vues selon le choix.

CHAPITRE I

Gestion des connaissances

et

mémoire d'entreprise

1. Introduction

La concurrence pousse les entreprises, dans un souci de préserver voire d'accroître leur présence sur le marché, à tenter d'améliorer la qualité des produits à des coûts toujours plus faibles. En même temps, un nombre croissant d'entreprises sont devenues conscientes que les connaissances détenues par les employés constituent un capital "immatériel" qu'il faut gérer au même titre que le capital financier, les machines et le bien immobiliers. Cette prise de conscience est alimentée, notamment, par des départs massifs en retraite ou par des vagues de licenciements, de même que le contexte de concurrence exacerbée qui pèse sur ces entreprises. La perte de ce type de connaissances a poussé les entreprises à chercher un moyen de les capitaliser en vue d'une réutilisation ultérieure. Pour répondre à ce besoin, plusieurs méthodes ont été définies ou adaptées de l'ingénierie des connaissances pour aider à la capitalisation des connaissances de l'entreprise.

Dans ce chapitre, nous présentons les définitions de la connaissance selon différents points de vues ainsi que les caractéristiques et les classifications de cette notion en se référant, notamment, à [Nonaka et al., 95]. Le concept de connaissance nous amène à aborder les notions d'ingénierie et de gestion des connaissances et leur importance dans le processus de capitalisation des connaissances dans les entreprises ou, plus généralement, dans les organisations. Nous examinons ensuite les différentes méthodes de capitalisation des connaissances en mettant en avant les critères qui les différencient les unes des autres ainsi que leurs cadres d'application. Nous concluons par montrer les éléments qui nous ont inspiré dans ces différentes méthodes. Notre objectif est de concevoir une approche de capitalisation et de réutilisation des connaissances liées à des projets de conception.

2. Notion de connaissance

Dans le dictionnaire Webster, les connaissances sont définies comme l'ensemble des savoirs, des expériences, des règles et des expertises. Mais en vérité, la connaissance n'admet pas une définition précise, détaillée et consensuelle. Ainsi, [Ganascia, 96] distingue les deux sens communs du mot "connaissance" selon que l'on utilise le singulier ou le pluriel. Selon lui, "la connaissance d'une chose ou d'une personne vise le rapport privilégié qu'entretient un sujet avec cette chose ou cette personne. Connaître recouvre la perception du monde extérieur, vision, olfaction, toucher, et sa mémorisation ; cela recouvre aussi la perception de soi-même, de ses actes et de leur reproduction ; la connaissance est donc centrée sur un individu singulier qui perçoit et agit dans le monde".

Et d'autre part, "les connaissances se rapportent au contenu : elles désignent non plus une relation personnelle d'un sujet aux objets du monde qui l'environne, mais ce qui peut s'abstraire de cette relation, pour être retransmis à d'autres individus. Dans cette acception, les connaissances relèvent non plus des individus isolés, mais de la communauté des individus, des échanges qu'ils nouent entre eux et de ce qui autorise ces échanges, à *savoir signes, systèmes de signes, langues et langages, au moyen desquels la communication devient possible*". La connaissance apparaît donc comme une sorte de redoublement du monde, autrement dit une représentation de la réalité du monde [Ladrière, 92] transmissible sous forme de connaissances.

Une autre possibilité de définir la connaissance serait de faire référence à la notion d'information en situant celle-ci par rapport à la notion de connaissance. La distinction entre connaissance et information est cependant loin d'être évidente. Selon [Murray, 96], la connaissance est composée d'un certain volume d'information, et c'est cette complexité qui est à la base d'une distinction possible entre information et connaissance. La connaissance répond au "quoi" tout comme l'information, mais répond également au "pourquoi" et "comment". D'autres auteurs, comme [Skyrme, 94], pensent que la spécificité de la connaissance par rapport à l'information est qu'elle est dépendante d'une activité cognitive humaine. "Connaître un fait" est peu différent d'une "information", mais "connaître une technique" ou "savoir que quelque chose peut affecter les conditions d'un marché", est quelque chose qui a une importante dimension humaine : c'est une combinaison de sens du contexte, de mémoire personnelle et de processus cognitif. Cette définition rejoint celle proposée dans [Ermine et al., 96] où la connaissance est perçue comme de l'information qui prend une certaine signification dans un contexte donné.

En effet, la connaissance qui est une croyance vraie et justifiée [Nonaka, 91], attribue la croyance vraie à un individu ou à une communauté et c'est le contexte qui la justifie. Elle est donc vraie suivant une interprétation particulière. Les experts et documents sources de cette connaissance sont simplement cités comme auteurs alors que leurs rôles, leurs parcours et leurs compétences sont des éléments déterminants dans la compréhension.

2.1. Caractéristiques de la connaissance

Dans l'ouvrage de référence, " The knowledge-Creating Company ", Nonaka et Takeuchi [Nonaka et al., 95], mettent en évidence que la connaissance se présente sous deux formes différentes : une forme tacite et une forme explicite. La distinction entre connaissances

explicites et connaissances tacites est importante, car, selon qu'elles sont explicites ou tacites, les connaissances ne pourront être traitées de la même façon.

2.1.1. Les connaissances explicites

C'est la connaissance formalisée et transmissible sous forme de documents réutilisables. Ce sont les informations concernant les processus, les projets, les clients, les fournisseurs, etc. En d'autres termes, ce sont les documents qui peuvent être capturés (collectés et/ou scannés) et partagés par un système d'information.

2.1.2. Les connaissances tacites

Les connaissances tacites comportent, d'une part, un volet cognitif, à savoir les modèles mentaux [Johnson-Laird, 92] que les humains se forment sur le monde (schémas, paradigmes, croyances et points de vue fournissant des perspectives les aidant à percevoir et définir leur vision du monde) et d'autre part les volets techniques, à savoir, le savoir-faire concret, des habiletés s'appliquant dans des contextes spécifiques [DIENG et al., 00]. Autrement dit, c'est la connaissance que possèdent les individus. Elle n'est pas formalisée et difficilement transmissible. Ce sont les compétences, les expériences, l'intuition, les secrets de métiers, les tours de mains qu'un individu a acquis et échangés lors de relations à l'intérieur et à l'extérieur de son organisation.

2.1.3. Transfert des connaissances

Nonaka et Takeuchi partent de l'hypothèse que la connaissance est créée à partir des différentes interactions possibles entre connaissances tacites et connaissances explicites. Quatre modes de transfert peuvent ainsi être identifiés (Figure 2).



Figure. 2. Modes de création des connaissances d'après [Nonaka, 94]

La socialisation : représente le processus de transmission de connaissances tacites. Il s'agit donc de transmettre des modèles mentaux ou des compétences techniques. Cette transmission peut très bien se faire sans échanges verbaux. En effet, la transmission d'un tour de main s'effectue généralement par l'observation, l'imitation et surtout la pratique. Comme le soulignent Nonaka et Takeuchi, la clé pour acquérir une connaissance tacite, c'est l'expérience.

La combinaison : c'est un processus de création de connaissances explicites à partir de la restructuration d'un ensemble de connaissances explicites acquises par différents canaux de communication.

L'externalisation : c'est un processus qui permet le passage de connaissances tacites en connaissances explicites, sous la forme de concepts, modèles ou hypothèses. La modélisation d'un concept est très souvent déclenchée par le dialogue et l'échange avec d'autres individus.

L'internalisation : L'internalisation est le processus de conversion de connaissances explicites en connaissances tacites. Typiquement, cette conversion est un processus d'apprentissage avec des supports, documents, manuels, etc.

Les connaissances peuvent être perçues, également, sous d'autres angles de vue tels que collectives ou individuelles et statiques ou dynamiques :

2.1.4. Connaissances individuelles et collectives

Chaque individu possède en lui des connaissances formant à elles seules un tout : ce sont les connaissances individuelles. D'autres connaissances sont distribuées de manière complémentaire ou partagée entre les différents individus formant l'entité collective : ce sont les connaissances collectives [Duizabo et al., 96]. Celles-ci nécessitent un langage de communication commun et un objectif commun. Dans l'approche de capitalisation des connaissances que nous proposons, la notion de connaissances collectives est fondamentale et constitue un élément de départ fondamental dans la définition de nos modèles et processus.

2.1.5. Connaissances statiques et dynamiques

La plupart des méthodes de génie cognitif font la distinction entre la connaissance statique (ou déclarative) et la connaissance dynamique (ou procédurale). La première modélise les objets et les concepts du domaine considéré, la seconde modélise les stratégies d'utilisation de cette connaissance statique destinées à résoudre un ou plusieurs problèmes déterminés. La connaissance statique représente le "savoir", tandis que la connaissance dynamique, associée à ce "savoir", représente le "savoir-faire" [Ermine et al., 96].

Il convient maintenant de définir le concept important de la gestion des connaissances après avoir décrit la notion de connaissance et montrer ses différentes classifications.

3. La gestion des connaissances

Dans les organisations, la gestion des connaissances ou le *knowledge management* est né de la nécessité de gérer au mieux le capital intellectuel des organisations de façon à leur donner un avantage compétitif important. Si l'on ajoute l'émergence des techniques documentaires indispensables à la gestion des connaissances explicites, on obtient un contexte propice au développement d'une discipline comme la gestion des connaissances. Les organisations découvrent donc, petit à petit, que gérer la connaissance crée de la valeur en augmentant la productivité et l'efficacité interne ainsi qu'en favorisant l'innovation. Plus nettement, c'est dans les domaines de la conception et de la gestion de projets que les entreprises entreprennent en priorité des démarches d'amélioration dans la gestion de leurs connaissances.

A partir de là, La gestion des connaissances peut être définie comme étant l'utilisation systématique et organisée des savoirs contenus dans l'entreprise dans le but de l'aider à atteindre ses objectifs. La gestion des connaissances a donc pour mission d'améliorer la performance de l'entreprise. En outre, La gestion des connaissances permet d'obtenir une

vision d'ensemble des compétences et des savoirs de l'entreprise. Il est évident que des outils tels que les bases de connaissances informatisées et des outils collaboratifs permettent de mettre en œuvre le processus d'explicitation et de dissémination des connaissances. Ils ne sont pas à eux seuls des éléments suffisants pour assurer un succès dans ce cadre.

3.1. Processus de la gestion des connaissances

On peut décliner le processus de gestion de la connaissance en 7 grandes étapes (Figure 3) :

1. **Identifier** : dans un premier temps il est important de définir quels sont les savoirs, les savoir-faire et les compétences qui constituent le capital de connaissance de l'organisation. Ceux-ci doivent être alignés avec la stratégie générale et les objectifs définis dans l'organisation. Cette étape permet de repérer les lacunes de connaissances à combler. On utilisera à cette étape des méthodes d'analyse comme celles proposées par [Wiig, 94], [Grundstein, 95] ou [Brunet et al., 94].
2. **Collecter** : le périmètre des connaissances étant identifié, il faut rechercher et recenser les sources d'informations, extraire les informations et les saisir sous une forme qui permet une recherche et une consultation efficaces.
3. **Organiser** : la collecte produit des données ou des informations qui sont difficiles à exploiter. Il s'agit alors d'organiser les éléments de façon à ce que chaque individu puisse retrouver aisément les éléments pertinents au moment où il en aura besoin. Les informations seront donc filtrées, cataloguées, contextualisées, indexées et liées les unes aux autres. Cette étape nécessite un système informatique souple et intelligent, mais celui-ci n'est pas, à lui seul, suffisant. Un ou plusieurs "knowledge managers" sont responsables de cette tâche aidés par des experts dans les différents domaines de spécialisation. On utilisera, par exemple, des méthodes de capitalisation des connaissances comme celles présentés dans ce chapitre.
4. **Disséminer** : les informations ne sont utiles que si elles sont librement accessibles et que si les points d'entrée vers celles-ci sont efficacement communiqués. Les infrastructures en logiciel et en personnel doivent être choisies avec soin pour que cette étape délicate soit menée avec succès. Le but est de faire circuler les informations de façon à permettre un accès aux connaissances de personnes spécialistes dans un domaine, mais aussi d'alerter, si possible de façon anticipée, les collaborateurs potentiellement intéressés par une information et les mettre en contact avec le ou les spécialistes.
5. **Approprier** : chaque collaborateur concerné fait sienne la connaissance qui a été diffusée et sait mettre en pratique cette connaissance dans les situations qu'il rencontre. Il capitalise les connaissances acquises et joue un rôle actif dans la mise en œuvre de celles-ci. La formation est un jalon préalable essentiel puisqu'elle permet de sensibiliser les collaborateurs à l'apprentissage des connaissances et à la valeur de ces dernières.
6. **Partager** : la culture de partage au sein de l'organisation est importante puisqu'elle permet de transmettre les informations et les connaissances de façon intelligente. De plus, les relations humaines sont favorisées et étendues ce qui permet à des groupes ou des individus de valoriser leurs compétences. L'organisation nomme, évalue et rémunère ses collaborateurs en tenant compte de leur contribution au partage et à la création de la connaissance.

7. **Créer** : les connaissances sont un moteur puissant de l'innovation. Les groupes de projet et de recherche capitalisent les connaissances et consacrent moins de temps à la recherche de connaissance déjà acquise au sein de l'organisation. Les lacunes identifiées sont comblées et viennent enrichir le capital de connaissances et le cycle de l'acquisition de la connaissance recommence au niveau de l'identification.

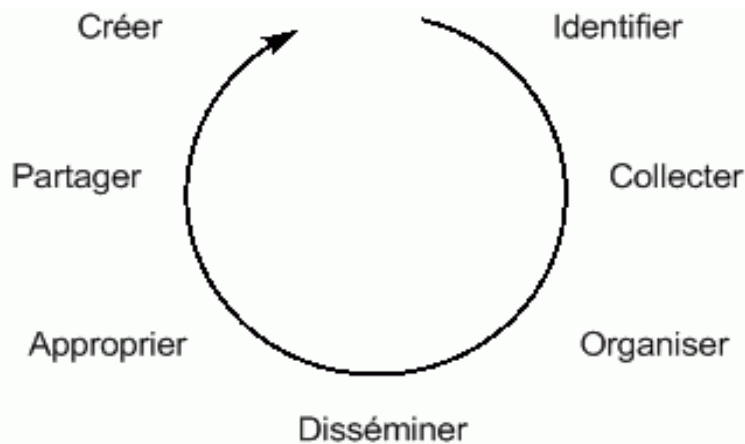


Figure. 3. Cycle de la gestion de la connaissance.

3.2. La gestion des connaissances en conception et en gestion de projets

La capitalisation des connaissances en conception contribue à une meilleure qualité des produits et une diminution des délais de conception [Tollenaere, 96]. Des résultats récents dans ce domaine sont décrits dans [Harani, 97]. Le modèle "Produit" et le modèle "Processus" proposés dans ce travail permettent aux concepteurs de réutiliser la connaissance capitalisée lors d'expériences passées pour des conceptions futures ou pour la formation des concepteurs à des problèmes nouveaux.

Quant à la gestion de projet, elle implique une organisation couvrant l'ensemble des tâches, des outils et des moyens de gestion autour d'un objectif commun désigné par projet. Pour éviter de perdre toute l'expertise et les compétences acquises durant la réalisation d'un projet, des mécanismes de mémorisation des résultats d'un projet sont nécessaires. Ainsi, [Schweyer, 96] propose la mémorisation et la réutilisation des connaissances à l'aide d'une base de connaissances commune alimentée par les projets. La tendance actuelle des entreprises est également de constituer des centres de compétences qui représentent des structures stables et donc capables de maintenir les connaissances liées à leur domaine. Ces centres de compétences sont des unités d'organisation autonomes qui maîtrisent un savoir-faire bien spécifique, ce qui rejoint le concept de "fractales" dans le modèle de l'usine fractale [Warnecke, 92]. Ils sont au service des projets dans la mesure où leurs membres peuvent ainsi participer dans un ou plusieurs projets en cours en s'impliquant avec leurs connaissances du domaine [Büyüközkan et al., 98].

3.3. Place de l'IA dans le cycle de connaissances

A côté des techniques classiques liées au traitement de l'information, la gestion des connaissances fait appel à des techniques développées en intelligence artificielle directement applicables à la manipulation de connaissances. En effet, l'un des objectifs des recherches en intelligence artificielles étant de simuler le raisonnement humain, il est nécessaire de modéliser les connaissances d'une façon utilisable par la machine.

On utilise, entre autres, les notions d'intelligence artificielle suivantes :

- les représentations logiques,
- les réseaux sémantiques,
- les réseaux de neurones artificiels,
- l'écriture de règles,
- ainsi que des mélanges.

Plus récemment l'intérêt pour l'étude des interactions entre agents intelligents a donné naissance à une nouvelle branche appelée intelligence artificielle distribuée. Celle-ci s'intéresse à la construction de systèmes d'agents artificiels en vue de la résolution de problèmes complexes. A ce titre l'approche peut être extrêmement intéressante pour construire des systèmes de gestion et de capitalisation de connaissances. Par ailleurs l'intelligence artificielle s'est beaucoup intéressée aux problèmes de traitement de la langue naturelle par exemple en vue d'extraire le sens d'un texte pour en expliquer son contenu. Ces techniques sont des composantes indispensables à la constitution de systèmes de gestion capables de distribuer et d'expliquer les connaissances qu'ils contiennent.

Dans le développement d'un système informatisé de gestion des connaissances, le concepteur choisit une technique de représentation de connaissances. Il peut par exemple :

- utiliser les techniques d'ingénierie des connaissances pour analyser et modéliser la connaissance,
- exploiter une approche hypertextuelle pour structurer les connaissances,
- ou indexer directement les connaissances identifiées dans des documents

3.3.1. Modélisation profonde des connaissances

Ce cas correspond à l'utilisation d'une des techniques de représentation explicite des connaissances développées en ingénierie des connaissances, notamment au niveau conceptuel où les rôles que jouent les connaissances dans la résolution de problèmes sont mis à jour [Charlet, 02]. Une fois les connaissances représentées, l'intelligence artificielle fournit les outils pour les manipuler (faire des raisonnements), donc les transmettre et éventuellement les expliquer. Toutefois, le développement de systèmes experts a montré que la difficulté ne résidait pas dans la manipulation des connaissances une fois représentées, mais dans la

construction du modèle de connaissances. Pour aider le concepteur, de nombreuses méthodes ont été développées pour faciliter l'acquisition des connaissances.

3.3.2. Structuration des connaissances

Souvent il n'est pas nécessaire de réaliser un modèle conceptuel des connaissances. Une structuration sous forme, par exemple, d'hyperdocuments suffit. Marchand et Guérin ont apporté récemment des améliorations à cette technique en introduisant le concept d'expertexte [Marchand et al., 03]. Un expertexte est un hypertexte couplé à un réseau neuronal capable d'apprendre la façon dont l'utilisateur travaille et de modifier l'hypertexte en conséquence. Une autre technique de structuration des connaissances est l'utilisation de bases de cas [Kolodner, 93]. Cette approche, très utilisée pour les "hotlines", consiste à décrire et à structurer des informations dans une base de données dite base de cas.

3.3.3. Indexation des connaissances

Lorsque la quantité de documentation existante est importante, il serait illusoire de modéliser ces connaissances de façon profonde ou même d'essayer des les indexer. Dans ce cas, il est possible de recourir à des techniques linguistico-statistiques de traitement direct du texte correspondant. Les techniques de traitement du langage naturel développées en intelligence artificielle permettent en particulier de résumer automatiquement des textes [Planès et al., 93], ou de produire des explications.

4. Mémoires d'entreprise et capitalisation des connaissances

La capitalisation des connaissances dans une organisation a pour objectifs de favoriser la croissance, la transmission et la conservation des connaissances dans cette organisation [Steels, 93]. Elle nécessite la gestion des ressources de connaissances de l'entreprise afin de faciliter leur accès et leur réutilisation [O'Leary, 98]. Ce problème très complexe peut être abordé de plusieurs points de vue : socio-organisationnel, économique, financier, technique, humain, et légal [Barthès, 96].

4.1. Mémoire d'entreprise

Dans [Heijst et al., 96], la "mémoire d'entreprise" est définie comme la "représentation explicite, persistante, et désincarnée, des connaissances et des informations dans une organisation". Elle peut inclure par exemple, les connaissances sur les produits, les procédés de production, les clients, les stratégies de vente, les résultats financiers, les plans et buts stratégiques, etc. La construction d'une mémoire d'entreprise repose sur la volonté de "préserver, afin de les réutiliser plus tard ou le plus rapidement possible, les raisonnements, les comportements, les connaissances, même en leurs contradictions et dans toute leur variété" [Pomian 96]. Le processus de capitalisation des connaissances permet de réutiliser, de façon pertinente, les connaissances d'un domaine donné, précédemment stockées et modélisées, afin d'accomplir de nouvelles tâches [Simon, 96]. Le but est de "localiser et rendre visible les connaissances de l'entreprise, être capable de les conserver, y accéder et les actualiser, savoir comment les diffuser et mieux les utiliser, les mettre en synergie et les valoriser" [Grundstein, 95].

Comme l'a noté [Nonaka, 91], la chaîne des connaissances repose sur plusieurs étapes : faire le bilan des connaissances existantes, déterminer les connaissances requises, développer de nouvelles connaissances, assigner les nouvelles connaissances et celles existantes, les appliquer, les mettre à jour, retirer celles obsolètes. La définition proposée par [Heijst et al.,

96], peut être étendue en considérant une mémoire d'entreprise comme la "représentation explicite et persistante des connaissances et des informations dans une organisation, afin de faciliter leur accès et leur réutilisation par les membres adéquats de l'organisation pour leur tâche". Nous adoptons la gestion d'une mémoire d'entreprise comme reposant sur les étapes suivantes [Dieng et al., 98] :

1. Détection des besoins en mémoire d'entreprise,
2. Construction de la mémoire d'entreprise
3. Diffusion de la mémoire d'entreprise,
4. Utilisation de la mémoire d'entreprise,
5. Evaluation de la mémoire d'entreprise,
6. Maintenance et évolution de la mémoire d'entreprise.

De ce fait, il faut prendre en compte aussi bien les aspects organisationnels et méthodologiques que les aspects techniques, ce qui exige une approche pluridisciplinaire.

4.2. Les besoins en mémoire d'entreprise

Une entreprise est non seulement une unité de production de biens ou de services conformes aux espérances des clients, dans les meilleures conditions de coût, de délai et de qualité, mais c'est également une *unité de production de connaissances* [Grundstein, 95]. La nature de la mémoire d'entreprise et les efforts nécessaires pour sa construction dépendent de la taille de la société. Les motivations de la capitalisation des connaissances peuvent être diverses :

- Eviter la perte de savoir-faire d'un spécialiste après sa retraite ou sa mutation,
- Exploiter l'expérience acquise des projets passés, et conserver les leçons du passé, afin d'éviter de reproduire certaines erreurs,
- Exploiter la cartographie des connaissances de la société à des fins stratégiques : un inventaire régulier du savoir-faire de l'entreprise devrait améliorer la capacité de l'entreprise à réagir et à s'adapter aux changements dans son environnement,
- Améliorer la circulation de l'information et la communication dans l'entreprise,
- Améliorer l'apprentissage des employés (nouveaux comme anciens) de l'entreprise,
- Intégrer les différents savoir-faire d'une organisation.

4.2.1. Connaissances dans l'entreprise

Plusieurs typologies de connaissances dans l'entreprise ont été proposées dans la littérature [Baumard, 96]. Elles peuvent être utiles pour déterminer les connaissances essentielles à capitaliser par l'organisation. [Grundstein, 95], [Grundstein et al., 96] distinguent d'une part,

le savoir-faire (capacité de concevoir, établir, vendre et supporter des produits et des services) et, d'autre part, les qualifications individuelles et collectives (capacité d'agir, de s'adapter et d'évoluer). Ces auteurs distinguent les éléments tangibles (données, procédures, plans, modèles, algorithmes, documents d'analyse et synthèse) et les éléments intangibles (capacités, talents professionnels, connaissances privées, connaissances sur l'historique de l'entreprise et les contextes de décision...). Par conséquent, lors d'une opération de capitalisation, les éléments tangibles peuvent être pris en considération pour la capitalisation (gestion des données techniques, gestion de documents, gestion de configuration), alors que les éléments intangibles requièrent la formalisation de savoir-faire (acquisition et représentation de savoir-faire et de raisonnement sur un tel savoir-faire). Le savoir-faire, les faits techniques, les spécifications de produit, la logique de conception, l'expérience ou l'expertise sont des exemples de types de connaissance utiles pour la mémoire d'entreprise. Par ailleurs, [de Azevedo, 97] introduit la distinction entre connaissances expertes et connaissances d'usage. Ces dernières sont liées à l'organisation même de l'entreprise et non à ses métiers de base.

4.2.2. Typologies des mémoires d'entreprise

La mémoire d'une entreprise inclut non seulement "une mémoire technique" obtenue par capitalisation du savoir-faire de ses employés mais également "une mémoire organisationnelle" (ou "mémoire managériale") liée aux structures organisationnelles passées et présentes de l'entreprise (ressources humaines, management, etc...) et des "mémoires de projet" pour capitaliser les leçons et l'expérience de certains projets [Pomian, 96].

[Tourtier, 95] distingue :

- La "*mémoire métier*", composée des référentiels, documents, outils, et méthodes employés dans un métier donné,
- La "*mémoire société*" liée à l'organisation, à ses activités, à ses produits, aux participants (par exemple clients, fournisseurs, sous-traitants de l'entreprise),
- La "*mémoire individuelle*" caractérisée par le statut, les compétences, le savoir-faire, les activités d'un membre donné de l'entreprise,
- La "*mémoire de projet*", l'objet de notre travail de thèse (cf chapitre II), qui comporte généralement la définition du projet, ses activités, son historique et ses résultats.

[Grundstein et al., 96] distinguent les connaissances critiques (c.-à -d. utilisées quotidiennement à l'intérieur de l'entreprise, ses départements, ses services, ses filiales, par les employés pour réaliser leur travail quotidien) et les connaissances stratégiques définies par les managers ou les chefs d'entreprise.

Un certain nombre de méthodes ont été définies particulièrement pour aider à la capitalisation des connaissances. D'autres méthodes ont été empruntées à l'ingénierie de connaissances et adaptées pour aider à la définition de mémoires d'entreprise [Matta et al., 00]. Nous présentons dans ce qui suit quelques-unes de ces méthodes, afin de donner une vision globale sur les différentes approches de capitalisation de connaissances existantes. Nous avons analysé ces méthodes selon des critères en rapport avec l'étendue de l'activité représentée, les types de représentation utilisés et les formes de présentation adoptées dans chaque méthode.

4.2.3. Critères d'analyse

4.2.3.1. Etendue de l'activité représentée

Nous entendons par étendue de l'activité représentée, le niveau de représentation des composantes de l'activité notamment la partie résolution de problèmes et la partie contexte de l'activité. Cette dernière partie comprend tous les éléments caractérisant le déroulement de l'activité tels que l'organisation de tâches, les règles, les directives et les influences, etc.

4.2.3.2. Types de représentation

Nous avons distingué deux types de représentation. : la représentation par différents types de modèles dans le but d'aider à compréhension d'un ou de plusieurs aspects de l'activité et la représentation des situations de résolution de problèmes ou de prise de décision.

4.2.3.3. Formes de présentation

Nous avons identifié trois formes dans les méthodes étudiées : présentation graphique, présentation textuelle et présentation mixte.

4.2.4. La méthode REX

La méthode REX a été définie au départ dans le but de capitaliser les expériences de conception de réacteurs nucléaires au sein du CEA [Malvache et al., 93]. La méthode a été ensuite utilisée dans divers types d'applications tels que la spécification de systèmes de contrôle dans le domaine électrique, la conception de générateurs électriques, la conception aéronautique, etc. [Dieng et al., 00].

Le principe de base de la méthode consiste à constituer des "éléments d'expériences", extraits d'une activité quelconque et à restituer ces éléments pour qu'un utilisateur puisse les valoriser. Les éléments d'expérience ainsi définis sont stockés dans une mémoire d'expérience appelée (CEMem) avant d'être restitués (Figure 4).

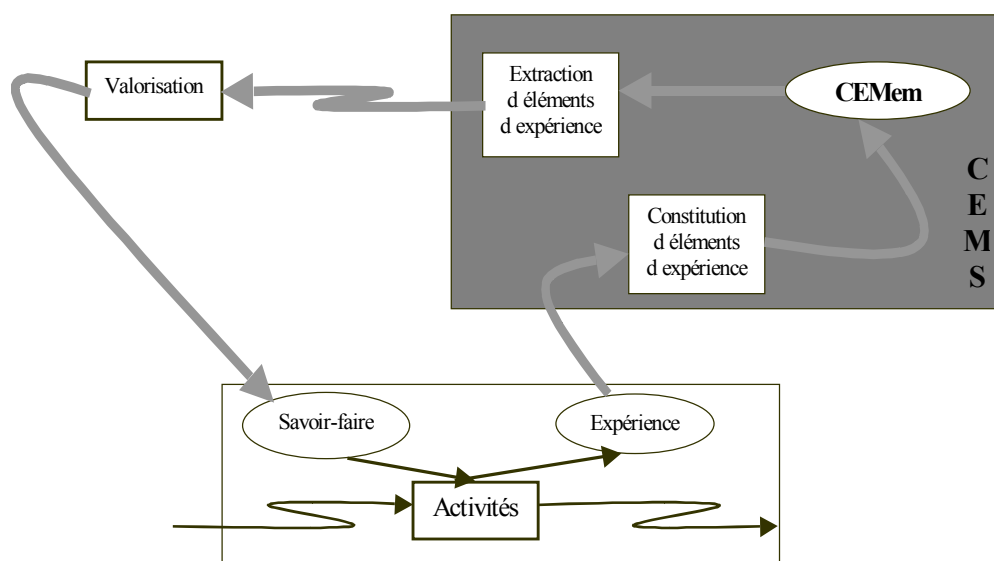


Figure 4. Le principe de base de la méthode REX.

Etendue de l'activité représentée

La méthode REX définit des éléments d'expérience (Figure 5) à travers :

- Un contexte d'un problème ou d'une situation de résolution de problème.
- Une description ou corps
- Une liste de références

Le corps est décomposé lui-même en trois parties:

- Une description neutre d'un fait.
- Une opinion propre et des commentaires
- Des recommandations

Les éléments d'expérience sont définis principalement à l'issue des entretiens auprès d'experts et à partir des documents relatant une activité (i.e. documents de synthèses, bases de données). On remarque que dans la fiche des éléments d'expertise, on y présente des éléments relatifs à une description d'une expérience de résolution de problème et de prise de décision. Par contre, On y trouve pas des représentations des éléments du contexte au sens caractéristiques du déroulement de l'activité.

Entête
<p>Nom: Traversée d'un carrefour Origine: Expert1, Référence entretien N.3 Auteur: Cogniticien Date d'émission: Janvier 1996 Domaine: Psychologie Contexte: Analyse des stratégies adoptées par un conducteur pour traverser la route</p>
Corps
<p>Observation: Le choix de la stratégie (traverser en une seule fois versus traverser en plusieurs fois) dépend d'un certain nombre d'attentes liées au volume du trafic. Si le trafic est faible, il y a de très grandes chances que le conducteur n'ait pas besoin de s'arrêter au milieu. Si le trafic est dense, on va être obligé de s'arrêter au milieu. Donc, quelqu'un qui arrive et voit que le trafic est faible, pense n'avoir pas besoin de traverser au milieu et choisit la stratégie de traverser sans arrêt. Et comme il s'attend à pouvoir traverser sans arrêt, on peut faire l'hypothèse qu'il est préparé à ce qu'il n'y ait personne.</p> <p>Hypothèses: Trafic faible implique une stratégie de traversée sans arrêt au milieu. Trafic dense implique une stratégie de traversée avec arrêt au milieu.</p> <p>Commentaires: Les attentes du conducteur sont différentes selon la stratégie choisie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Stratégie de traverser en deux coups: le conducteur simplifie le problème en s'occupant d'abord du flux de gauche, puis du flux de droite. - Stratégie de traversée en un coup: la solution la plus difficile. La plus dure, parce qu'il faut évaluer le créneau, simultanément de chaque côté, avec des durées de validité d'informations qui se conditionnent mutuellement, et qui supposent que l'on va même faire vite pour traverser.

Figure. 5. Un exemple d'un élément d'expérience dans le domaine de l'analyse d'accident [DIENG et al., 00].

Types de représentation

La méthode REX utilise des éléments d'expérience pour décrire des situations de prise de décision précises. Il s'agit donc de fiches de définition de problème donnée et de description de sa résolution. La méthode ne permet pas de décrire des modèles génériques pour représenter les processus de résolution de problème.

Formes de présentation

Le mode de présentation est textuel. On le voit clairement dans les fiches d'éléments d'expérience notamment dans la partie *corps* où il y a les observations, les hypothèses et les commentaires.

Notons également que la méthode REX utilise un *réseau terminologique* qui est un réseau terminologique nommé aussi lexique "lexical items network" est défini pour permettre des requêtes proches du langage naturel. Ce réseau est constitué d'objets qui peuvent être des mots ou des phrases nominales, appartenant au vocabulaire du domaine considéré. Le réseau est structuré avec des relations syntaxiques de type "sorte-de" et "concerne".

Un élément d'expérience est considéré comme élémentaire dans la mémoire. Il est rattaché à un ensemble d'objets définis dans les points de vues. Cette opération peut être automatique. Elle est basée sur une reconnaissance lexicale des termes identifiés dans le texte de l'élément d'expérience. Mais, le choix final du lien à établir est laissé au cognicien. Ce type d'association permet une vue descriptive du domaine. La représentation textuelle d'un élément d'expérience peut être indexée automatiquement en reliant les termes identifiés dans le texte au réseau terminologique défini [Malvache et al., 93].

4.2.5. La méthode MASK

MASK (Méthode d'acquisition et de structuration des connaissances) est une extension de la méthode de gestion des connaissances MKSM développée au CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) [Ermine, 02]. La méthode se base principalement sur un triangle sémiotique (Figure 6) où trois dimensions sont prises en compte : la syntaxe, la sémantique et la pragmatique. L'analyse des connaissances dans une organisation suit ces trois dimensions, qui consiste à considérer l'information (syntaxe), la signification (sémantique) et le contexte (pragmatique) [Ermine, 02]. L'analyse de ces dimensions est guidée par l'étude du traitement des données, des tâches et de l'activité du domaine (Figure 7).

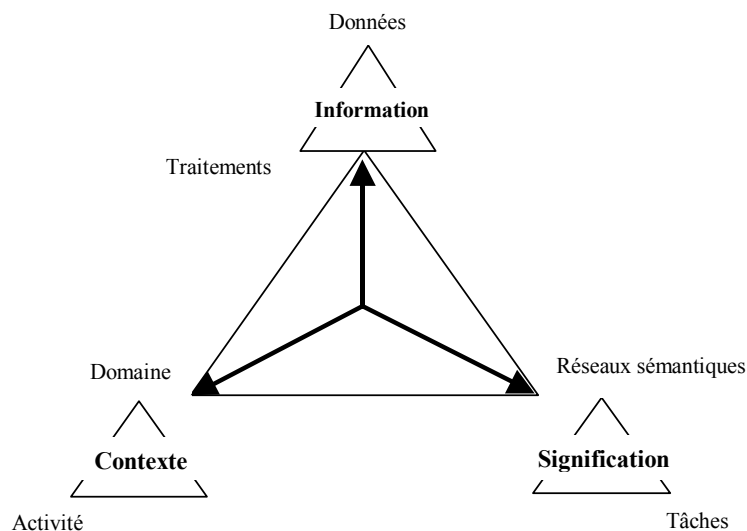


Figure. 6. Le triangle sémiotique [Ermine, 02].

Une modélisation du système des connaissances est également considérée. Cette modélisation représente les flots de connaissances et d'informations, les acteurs (ou agents) producteurs et consommateurs de la connaissance. Chaque agent est défini par son rôle dans l'entreprise, les informations consommées, les informations produites, les connaissances consommées et les connaissances produites. Cette modélisation (Figure 7) est représentée sous forme d'un diagramme SADT dans lequel des informations sur les agents sont représentées, le système de décision définit l'environnement et la capacité d'organisation et de structuration et le système d'information rassemble les documents et les bases de données de l'entreprise.

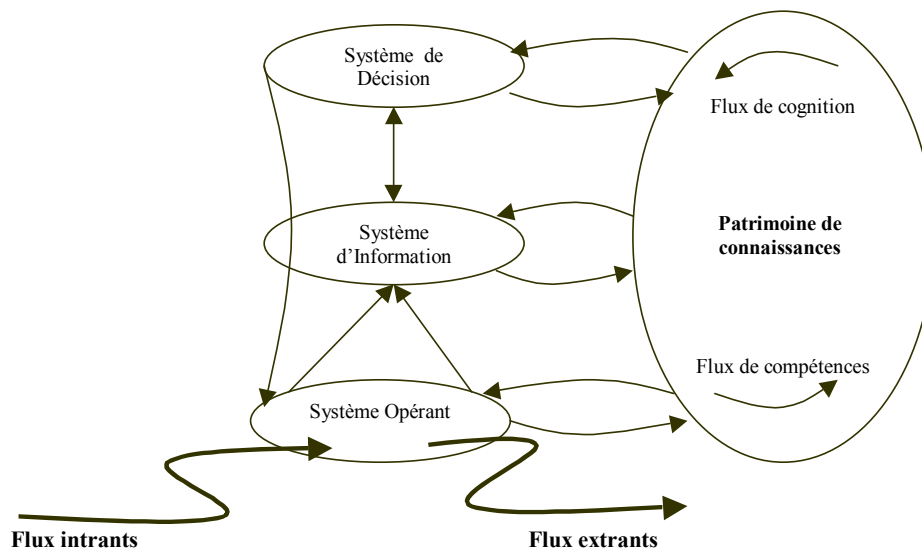


Figure. 7. Modélisation du système de connaissances [Ermine, 02].

Le patrimoine de connaissances comporte deux éléments principaux : le livre de connaissances et le système opérationnel de gestion de connaissances. La méthode MASK préconise des techniques pour représenter des modèles de connaissances suivant le triangle sémiotique défini ci-dessus (Figure 6).

Etendue de l'activité représentée

La méthode permet de représenter des éléments du contexte de l'activité ainsi que la résolution de problèmes.

Modélisation du contexte

La méthode MASK définit deux modèles pour représenter le contexte : un modèle du domaine et un modèle de l'activité.

Le modèle du domaine

Deux types de connaissances sont mis en évidence dans le modèle du domaine: 1- le type du flot des connaissances (matériel, énergie, information, etc.) et 2- les sources et cibles des connaissances (Figure 8).

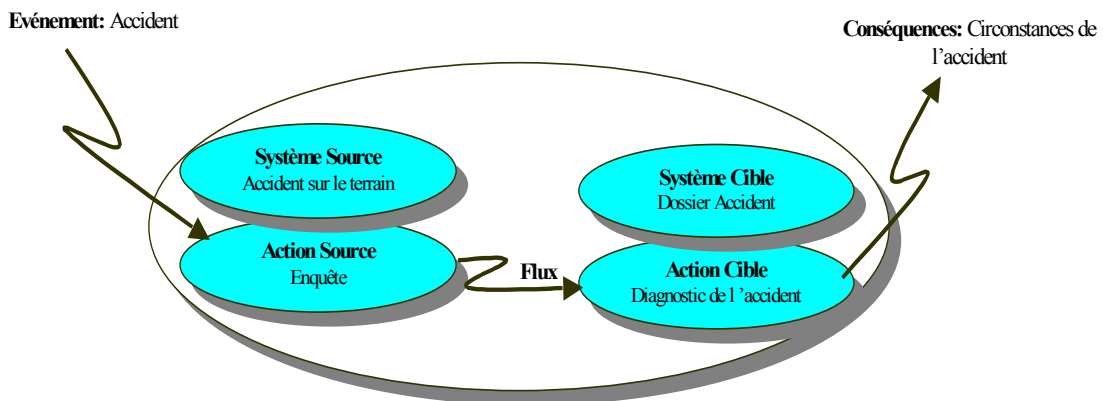


Figure. 8. Modèle du domaine [Ermine, 02]

Le modèle de l'activité

Il représente le flot de données dans les activités. Il est défini sous une forme proche d'un actigramme SADT (Figure 9). Ce flux décrit les entrées, sorties, ressources et acteurs d'une activité. Une activité peut être décomposée en plusieurs activités, représentées par plusieurs diagrammes.

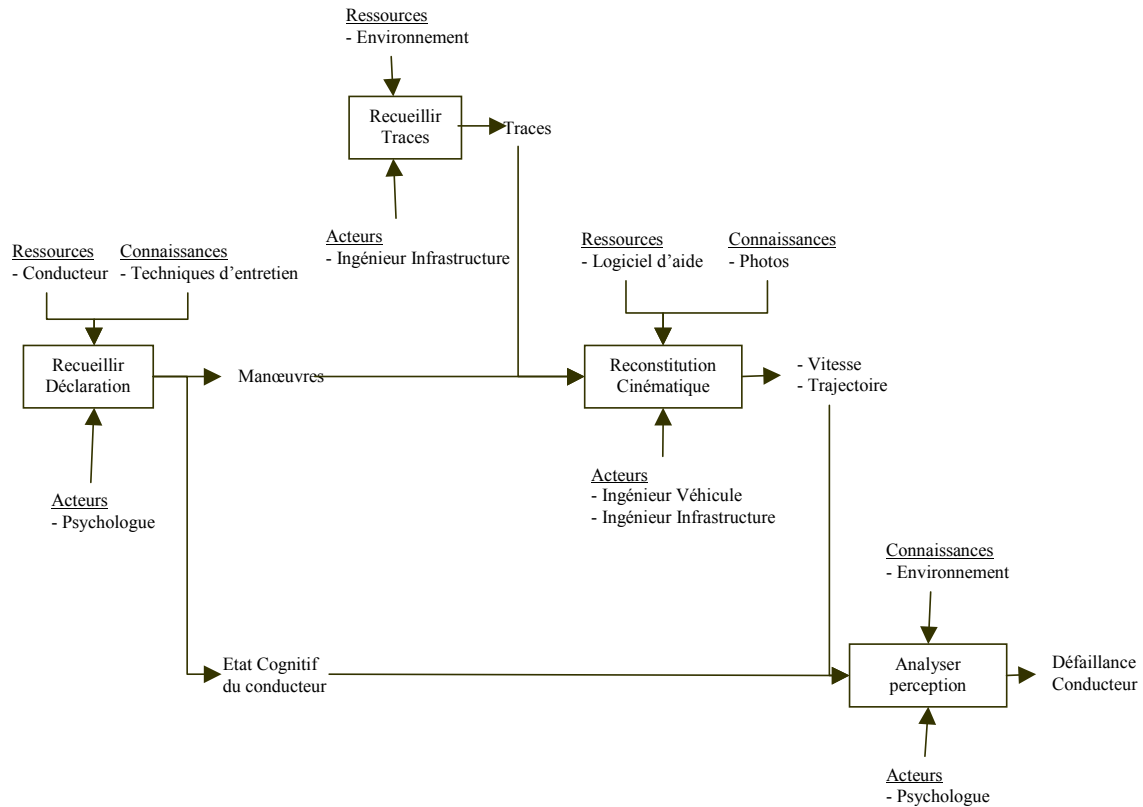


Figure. 9. Modèle de l'activité [Ermine, 02].

Modélisation de la résolution de problèmes

MASK modélise également la signification à travers deux types de modèles : un modèle de concepts (Figure 10) et un modèle de tâches (Figure 11).

Un concept représente une catégorie d'objets qui partagent les mêmes propriétés qui sont définies comme attributs du concept et le réseau de concepts et relations est proche d'un réseau sémantique où une sémantique peut être attribuée à un lien.

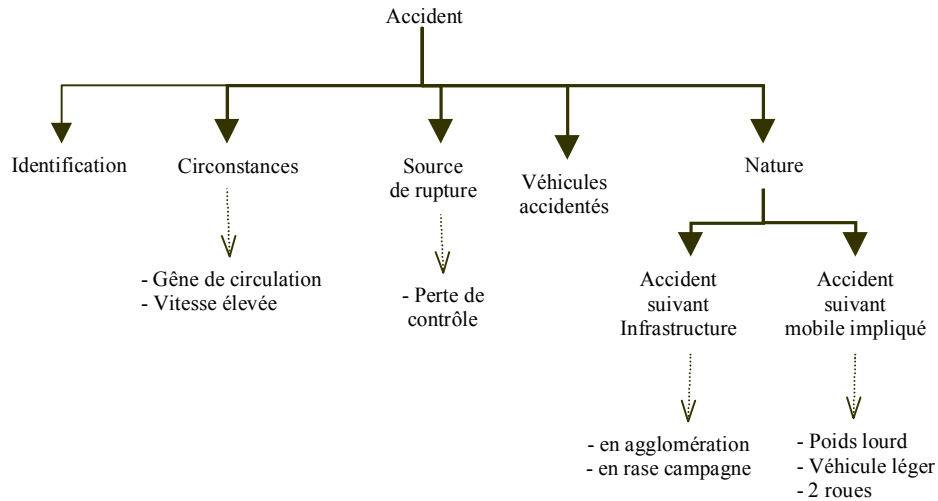


Figure. 10. Le modèle de concepts [Ermine, 02].

Le modèle de tâches (Figure 11) est une "représentation de la stratégie mise en œuvre pour résoudre les problèmes" [Ermine, 02].

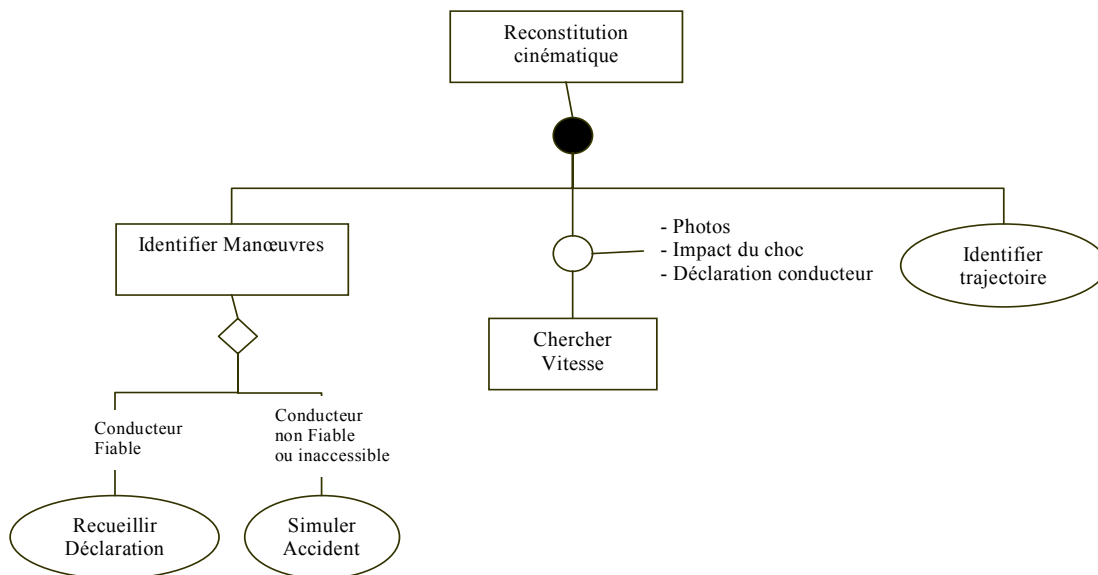


Figure. 11. Le modèle de tâches

A travers ces différents modèles, on voit clairement que la méthode MASK modélise à la fois la résolution de problème à travers le modèle de tâches et de concepts, ainsi que les éléments caractérisant le contexte de l'activité au biais des modèles du domaine et de l'activité.

Types de représentation

Dans la méthode MASK les présentations sont sous formes de modèles décrivant chacun un aspect de l'activité. On n'y trouve pas des descriptions de situations de résolution de problèmes comme dans la méthode REX.

Forme de présentation

MASK opte pour la présentation graphique. En effet, les modèles proposés par la méthode sont tous du type graphique.

4.2.6. La méthode CYGMA

CYGMA (CYcle de vie et Gestion des Métiers et des Applications) a été définie par la société KADE-TECH. Cette méthode a été appliquée dans les industries manufacturières et spécialement dans l'activité de conception (bureau d'études, de méthodes et d'industrialisation).

CYGMA prévoit 6 catégories de connaissances industrielles [DIENG et al., 00]: Connaissances singulières, terminologiques, structurelles, comportementales, stratégiques et opératoires. La méthode permet, en se basant sur ces catégories, de définir des référentiels métiers appelés "Bréviaire de connaissances de filière métier" et de Bases de Connaissances, exploitables par des algorithmes de raisonnement déductif. Ces Bases de connaissances sont appelés AMI (Applications Métier Industrielles ou Assistants Métier de l'Ingénieur).

La méthode CYGMA préconise des entretiens avec les experts et une étude de la documentation de l'entreprise afin de définir un "bréviaire de connaissances". Ce bréviaire sera ensuite validé avec les experts. Les connaissances dans ce bréviaire sont structurées en quatre documents: le glossaire métier, le livret sémantique, le cahier de règles et le manuel opératoire [DIENG et al., 00].

Etendue de l'activité représentée

Dans *le cahier de règles* on trouve certains éléments du contexte de l'activité. En effet, Le cahier de règles est défini d'une façon textuelle dans un document en langage naturel (Figure12).

Projet: Enquête	Ref. Visi-Infra-2	Date d-1 : 23/9/95	Date d : 1/1/96
Type de règle : -- Privé -X- Publique		Version : 1.0	
Titre : Règle concernant une gêne à la visibilité			
Historique : L'analyse de certains accidents a révélé qu'une des causes d'accidents peut être une gêne à la visibilité.			
Source : Enquêteur Infrastructure			
Genèse : La visibilité est un facteur important à prendre en compte dans l'analyse d'un accident.			
Objectif : Gêne de visibilité			
Description : L'état de l'habitacle du véhicule comme les vitres sales ou encombrées, les objets suspendus, rétroviseurs cassés peut entraîner une gêne à la visibilité. De même, la nature des abords de la route (arbres, arbustes, talus, haie, poteaux, etc.) peut gêner la visibilité du conducteur.			
Remarques :			
Schéma :			

Figure. 12. Un extrait du cahier de règles.

Chaque règle est définie suivant une fiche dont l'entête met en avant : le projet, la référence, la date de l'avant-dernière modification et de la dernière modification, le type de la règle et le titre, et dont le corps permet de décrire l'historique, les sources (auteur de la règle, document, norme, service), la genèse de la règle, son objectif, sa description et des remarques ainsi qu'un schéma permettant de l'illustrer. Ce sont donc des éléments caractérisant le cadre de l'activité.

De même, le *manuel opératoire* de la méthode CYGMA (Figure 13), qui rassemble les connaissances stratégiques ou méta-connaissances, décrit un élément important du contexte qui est le processus d'enchaînement d'activités. Les connaissances opératoires qui sont représentées sous forme d'enchaînement d'activités décrivant le processus de résolution. On y trouve donc un élément important du contexte qui est le processus d'enchaînement d'activités. La représentation du processus de résolution modélise en même le processus de résolution de problème

En effet, le manuel opératoire comporte trois parties:

- La carte, décrivant l'enchaînement des phases du processus de résolution. Les diagrammes SADT sont utilisés pour représenter ces phases (Figure 13).

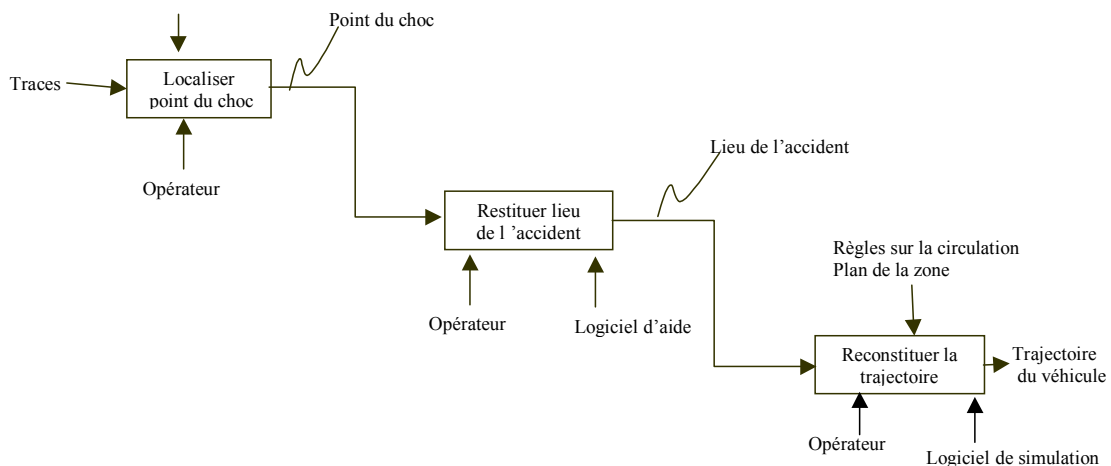


Figure. 13. Un exemple de la carte extraite du manuel opératoire.

- Le parcours décrivant graphiquement les multiples chemins possibles d'enchaînements des étapes (Figure 14).

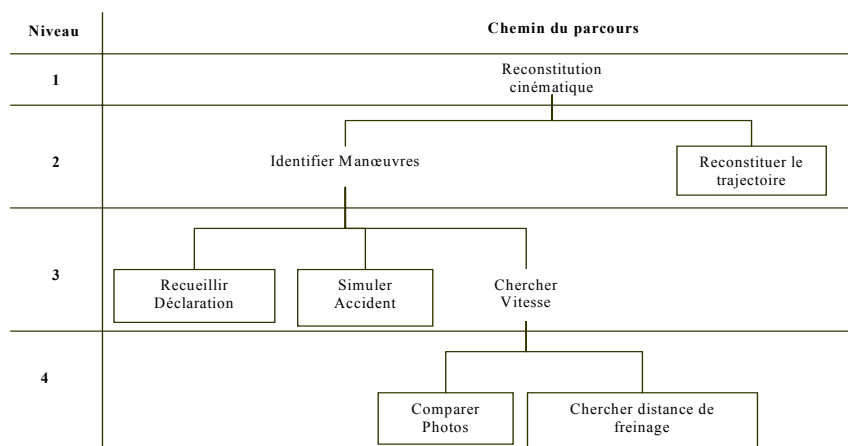


Figure. 14. Exemple d'un parcours extrait du manuel opératoire [DIENG et al., 00].

- Les étapes (Figure 15), mettant à jour quelques éléments de l'environnement de l'activité à savoir: les agents (opérateurs, règles, outils d'assistance, etc.), les actions mises en œuvre et les moyens utilisés (succession de choix, référence aux règles, nom d'outils, etc.).

ETAPE ELEMENTAIRE : "RECONSTITUER LA TRAJECTOIRE"		
Agent	Action	Moyen
Opérateur	Calculer la trajectoire du véhicule pendant l'accident	Logiciel de simulation des trajectoires de véhicules
Règle	Gêne de circulation causée par le trafic dû au type de la zone (commerciale, industrielle, etc.)	Circulation-001
Règle	Visualiser le plan de la route	Plan-002

Figure. 15. Un exemple d'une étape extraite du manuel opératoire.

Types de représentation

La méthode CYGMA représente la résolution de problème à travers un modèle de processus de résolution. On n'y trouve pas de représentation par situation et par cas. De même le contexte de l'activité est représenté à travers un nombre de modèles complémentaires.

Forme de présentation

Comme dans la méthode MASK, on remarque que dans CYGMA c'est plutôt la présentation graphique qui domine.

4.2.7. L'approche Componential Framework

La méthode "Componential Framework" a été définie dans le cadre de l'acquisition des connaissances pour développer des systèmes à base de connaissances. Cette méthode a été ensuite adaptée pour supporter la gestion des connaissances dans une entreprise. Dans cette méthode, une activité peut être définie selon trois perspectives [Steels, 93]: tâche, information et méthode (Figure 16).

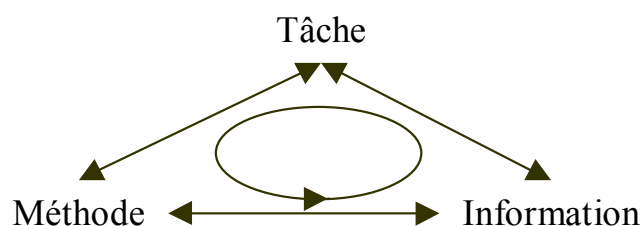


Figure. 16. Les trois perspectives tâche, méthode et information

Une tâche décrit les objectifs à atteindre, l'information met en avant les informations et les connaissances consultées et construites pour réaliser les tâches et la méthode met en évidence comment les informations ont été utilisées pour réaliser les tâches. La définition de ces trois perspectives forme un cycle dans lequel chaque perspective évoque des connaissances à définir dans une autre perspective.

Etendue de l'activité représentée

On trouve dans l'approche "Componential Framework" des représentations de quelques éléments de l'environnement de l'activité. Par exemple, la décomposition des tâches est décrite graphiquement grâce à un arbre de tâches appelé "structure de tâches" (Figure 17) et les différents types d'information sont organisés sous forme de deux sortes de modèles : modèle du domaine et modèles de cas.

La résolution de problème de son côté est prise en compte par l'approche à travers un "diagramme de contrôle" qui permet de décrire graphiquement un flot de contrôle sous forme d'un automate fini, auquel est attribué un état initial, un état de succès et un état d'échec. Aussi, on trouve dans le modèle de cas une spécialisation de certaines informations du modèle du domaine, évoquées dans la résolution d'un problème donné.

Types de représentation

L'approche "Componential Framework" permet de décrire des modèles de représentation de l'activité globale d'une expertise mais nous pouvons également, comme évoqué ci-dessus, trouver des modèles de cas qui correspondent à des descriptions de situations spécifiques de résolution de problèmes.

Forme de présentation

"Componential Framework" utilise des présentations mixtes : graphiques et textuelles. On note qu'un logiciel a été défini comme support de la méthode. Ce logiciel permet de représenter les différentes perspectives ainsi que les diagrammes de relations entre ces perspectives. Des liens hypertextes sont aussi définis. Ils permettent une navigation entre les descriptions graphiques et textuelles ainsi que les logiciels associés.

4.2.8. Tableau récapitulatif

Nous présentons dans le tableau ci-dessous une classification récapitulative des méthodes étudiées selon les trois critères : étendue de l'activité représentée, type de représentation et forme de présentation.

Méthodes	étendue de l'activité représentée	type de représentation	forme de présentation
REX	Résolution de problèmes	Situations de résolution de problèmes	Textuelle
MASK	Résolution de problèmes + contexte (processus)	Modèles de résolution de problèmes	Graphique
CYGMA	Résolution de problèmes + contexte (processus, règles).	Modèles de résolution de problèmes	Graphique
Componential Framework	Résolution de problèmes + contexte (tâches à réaliser)	Modèles + situations de résolution de problèmes	Mixte : graphique et textuelle

Figure. 17. Tableau de comparaison entre les méthodes de capitalisation des connaissances étudiées dans ce chapitre

Il faut souligner que la représentation des éléments du contexte diffère d'une méthode à une autre. Le terme contexte dans le tableau veut dire que l'approche représente au moins une partie des éléments du contexte. Rappelons que par contexte nous désignons tous les éléments qui forment l'environnement dans lequel l'activité se déroule. Par ailleurs, le terme contexte n'a pas le même sens dans ces différentes méthodes.

5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la notion de connaissance et nous avons décrit le cycle de la gestion des connaissances. De même nous avons présenté le concept de mémoire d'entreprise et son rapport avec l'ingénierie et la gestion des connaissances. Notre travail de thèse s'insère dans le cycle de la gestion de connaissances puisqu'il s'agit d'une approche de capitalisation et d'exploitation d'une mémoire de projet de conception. Notre étude s'insère également dans la typologie des mémoires d'entreprise vu que la mémoire d'entreprise inclut, entre autres, des mémoires de projets.

Nous avons présenté également des méthodes de capitalisation de connaissances. Etant donné que notre travail a pour objectif de capitaliser des connaissances pour définir une mémoire de projet, l'étude des méthodes de capitalisation des connaissances nous a largement intéressé. Il faut souligner que ces méthodes concernent la capitalisation des connaissances dans des activités individuelles alors que notre approche est orientée plutôt activités collectives.

Nous avons analysé ces méthodes de capitalisation selon des critères qui nous ont aidé à construire notre approche. En effet, le critère "étendue de l'activité représentée" nous a permis de constater (cf chapitre II et chapitre III) que la représentation de la résolution de problèmes sans la représentation du contexte restera une présentation partielle de l'activité car les deux parties sont étroitement liées et on ne peut comprendre l'une sans comprendre l'autre. Ainsi, nous nous sommes intéressés à la représentation du contexte de projet de conception ainsi qu'aux influences des éléments du contexte sur le processus de résolution de problème.

Le second critère d'étude à savoir le type de représentation, c'est-à-dire les modèles et les représentations de situations ou des cas, nous a permis d'observer que les deux manières de représentation peuvent être complémentaires et ensemble permettent de définir d'une façon plus exhaustive une mémoire d'activité.

En outre, l'étude des modèles nous a montré l'utilité de ses représentations dans la démarche d'aide à l'extraction guidée par des modèles et classifications des connaissances ainsi qu'à leur structuration. Enfin, nous avons constaté que la présentation mixte c'est-à-dire graphique et textuelle est la mieux adaptée à notre travail. La présentation textuelle fournit plus de descriptions complémentaires par rapport à une présentation graphique qui permet de donner une vue synthétique.

CHAPITRE II
Mémoire de Projet
et
approches de traçabilité

1. Introduction

Actuellement, dans de plus en plus d'entreprises, les concepteurs se réfèrent à ce qu'on appelle des mémoires de projets dans l'objectif de faire évoluer une solution existante ou d'essayer de reprendre une solution ancienne pour l'ajuster à un nouveau besoin. La réutilisation de mémoires de projets est motivée en outre par la prise en compte des contraintes de temps, de coûts, d'efficacité et de recherche d'une fiabilité maximum ; ce qui peut susciter un saut qualitatif significatif dans l'efficacité des organisations. En situation de réutilisation, les concepteurs tentent toujours de comprendre les choix effectués dans les projets passés. Ils se posent notamment des questions en rapport avec les circonstances et les justifications des décisions prises.

L'utilité et la nécessité de mémoires de projets, ont poussé certains chercheurs à concevoir des méthodes pour la capitalisation des connaissances émergeant pendant des projets de conception de telle sorte à permettre de garder une trace des précédentes expériences. Les méthodes définies visent particulièrement deux parties fondamentales : la logique de conception et le contexte de la prise de décision.

Dans ce chapitre, nous définissons la notion et la structure d'un projet de conception. Nous développons également le concept de mémoire de projet ainsi que sa structure et ses composantes. Nous étudions par la suite les différentes approches de représentation de mémoires de projet en examinant dans chaque approche des critères importants de performance, notamment, l'applicabilité et la complétude.

2. Projets de conception

2.1. Définition d'un projet

La norme X50-105 de l'AFNOR [AFNOR, 91], définit le projet comme "une démarche spécifique qui permet de structurer méthodiquement et progressivement une réalité à venir" et ajoute "un projet est défini et mis en œuvre pour élaborer une réponse au besoin d'un utilisateur, d'un client ou d'une clientèle et implique un objectif et des actions à entreprendre avec des ressources données". Un projet, c'est aussi : un ensemble fini comportant un début et une fin, un caractère unique, une aventure mêlant des expériences positives et négatives.

Une telle définition, qui conduit à la mise en place d'une organisation temporaire et spécifique, implique que l'on puisse observer des projets dans des entreprises de toutes tailles et tous secteurs.

La difficulté dans la conduite du projet réside, entre autres, dans la multiplicité des acteurs qu'il mobilise. En effet, contrairement aux projets personnels ou aux projets internes à faible envergure pour lesquels le besoin et la réponse à ce besoin peuvent être réalisés par la même personne ou par un nombre limité d'intervenants, dans un projet, au sens professionnel du terme, l'expression du besoin et la satisfaction de ce besoin sont portés par des acteurs généralement distincts

2.2. Organisation d'un projet

L'organisation d'un projet dépend du choix d'une structure dans laquelle œuvrent des participants :

Organisation fonctionnelle :

C'est une organisation par fonction (production, finance, commercial,..) qui correspond à une spécialisation plus ou moins poussée par type de compétence.

Organisation divisionnelle :

Cette organisation sépare les divisions opérationnelles, définies sur des critères de lignes de produits et/ou de marchés et relativement indépendantes les unes des autres. Dans ce contexte, chaque division se structure à son tour, le plus souvent en faisant appel à la forme fonctionnelle.

Organisation matricielle :

Croise la vision divisionnelle par produit, avec la vision fonctionnelle pour au moins une fonction. "L'objectif poursuivi par cette forme organisationnelle est de combiner les avantages de la spécialisation (favoriser par l'organisation fonctionnelle) et la limitation des problèmes de coordination de l'ensemble des activités liées à un produit (obtenue par l'organisation divisionnelle)" [GIARD, 91].

2.2.1. Le besoin en traçabilité

La réalisation d'un projet passe par plusieurs étapes avant d'aboutir à l'objectif pointé. Pendant le déroulement du projet, les participants choisissent une solution parmi plusieurs en se basant sur un raisonnement collectif qui prend en compte tous les éléments influençant, directement ou indirectement, le processus de conception. En plus, les participants doivent toujours prendre les décisions appropriées au moment convenable.

De ce fait, chaque étape d'un projet de conception est d'une importance fondamentale dans le processus de conception et il est difficile de comprendre les décisions finales ou intermédiaires sans examiner le raisonnement des concepteurs pendant chaque étape, les circonstances des décisions ainsi que le cadre dans lequel évolue leur raisonnement.

En effet, pour pouvoir comprendre l'évolution d'un projet ainsi que les décisions prises pendant son déroulement, le concepteur, en situation de réutilisation, a besoin d'examiner les informations relatives à des problèmes rencontrés dans des expériences proches, de connaître et comprendre les solutions envisagées ainsi que les options rejetées, leurs justifications et les décisions prises à la fin de chaque phase. Comprendre le contexte de la résolution des problèmes a autant d'importance que la résolution elle-même car le concepteur a besoin aussi de situer ces problèmes dans leur environnement pour pouvoir comprendre les raisons derrière l'acceptation ou le rejet de telle ou telle solution. Il est vrai que pendant le processus de conception, des traces de réalisations intermédiaires peuvent être gardées telles que les croquis, les dessins, les cahiers des charges, les lettres, les compte-rendus, les emails, les échantillons, les maquettes, etc. Ces traces forment une partie du capital acquis pendant la réalisation du projet. "Une autre partie de ce capital naît aussi de l'apprentissage des stratégies déployées pour résoudre les problèmes et surmonter les obstacles". Cette partie du capital n'est généralement pas gardée alors qu'elle fait partie du déroulement du projet et elle est, de ce fait, d'une importance essentielle et mérite d'être représentée dans une mémoire de projet.

La capitalisation de l'expérience acquise est, donc, d'une importance majeure. Elle doit amener à définir une mémoire de projet réutilisable dans le futur de telle sorte à pouvoir répondre à des questions de compréhension relatives à la résolution des problèmes et à la prise de décision. Les concepteurs peuvent se demander, par exemple, [Karsenty, 96] pourquoi tel élément est nécessaire, pourquoi tel élément a été préféré à tel autre, comment on a résolu un inconvénient connu lié à tel élément présent dans la solution, quels autres choix ont été explorés, etc.

3. Définition de la mémoire de projet

"Une mémoire de projet peut être considérée comme étant une mémoire des connaissances et des informations acquises et produites au cours de la réalisation des projets" [Matta et al., 99]. Elle décrit l'historique d'un projet [Tourtier, 95], et l'expérience acquise pendant la réalisation d'un projet [Pomian, 96]. A partir de ces définitions, on peut dire qu'une mémoire de projet doit contenir des informations décrivant la partie résolution des problèmes et prise de décision ainsi que la partie représentant les caractéristiques et le contexte du projet.

3.1. Structure d'une mémoire de projet de conception

Une mémoire de projet doit contenir des éléments d'expérience provenant tant du contexte que de la résolution de problèmes. Ces éléments ont une forte influence (Figure 18) mutuelle de sorte que si le contexte est omis, la restitution de la résolution de problèmes est insuffisante.

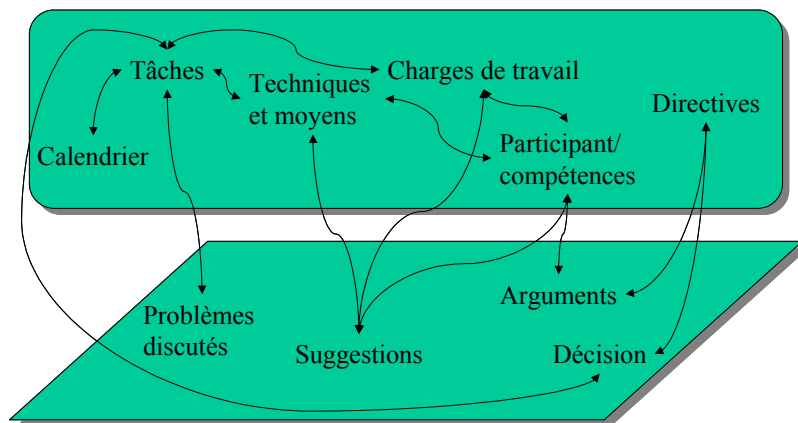


Figure. 18. Influences mutuelles entre éléments du projet

3.1.1. Mémoire du contexte du projet :

Nous entendons par le terme "contexte" l'ensemble d'éléments caractérisant le déroulement et l'organisation de projet de conception. Ces éléments doivent être clairement définis dans un projet. En effet, les chercheurs en gestion et conduite de projets comme dans [Marcha, 01], [GIARD, 91], étudient, entre autres, l'organisation des projets qui comporte les éléments indispensables pour définir un projet.

Notons qu'il y a des éléments plus primordiaux par rapport à d'autres :

- Délais : définissent la façon dont vont s'inscrire les différentes étapes du projet dans le calendrier. Dans chaque projet, un calendrier prévisionnel est donc défini
- Qualité : dépend du type de projet. Dans le cas d'un projet industriel, les objectifs de qualité puisqu'ils sont consignés dans le cahier de charge du produit qui résultera du projet et ils correspondent aux performances attendues du produit. Dans le cas d'un projet de service, les objectifs en terme de qualité sont plus difficiles à fixer, car certains critères sont subjectifs.
- Coûts : ils sont généralement déterminés en fonction du niveau de qualité attendu du produit et les délais requis par les ressources pour l'atteindre.

Les trois critères s'articulent dans le triangle coûts/qualité/délais (figure19).

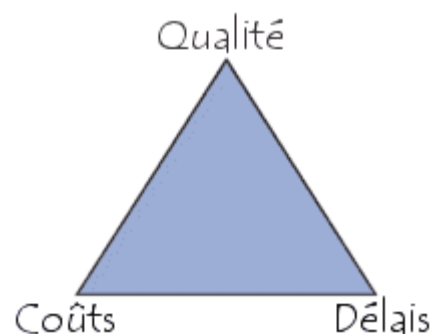


Figure. 19. Le triangle coûts/qualité/délais

En plus de ces trois critères importants dans tout projet, d'autres éléments le sont également pour pouvoir définir le contexte du déroulement de projet. Il s'agit notamment de :

- L'objectif : il définit la finalité générale du projet. Bien entendu, l'objectif est l'objet d'un consensus entre les différents participants au projet.
- Le produit : c'est le résultat d'un projet. Le produit peut être intellectuel, notamment dans le cadre d'un projet services ou tangible lorsqu'il s'agit d'un projet de fabrication industrielle.

Les éléments du contexte que nous avons cité et d'autres éléments que nous privilégions peuvent être classés, selon nous, dans deux catégories principales (Figure 20):

- **L'environnement de travail** : Il s'agit de toutes les composantes du projet représentant les différents moyens et outils utilisés ainsi que les contraintes, obligations et règles à respecter. La mémoire de projet doit, donc, contenir toutes ses informations dans le but de déterminer leurs influences sur la résolution des problèmes. Dans l'environnement de travail on peut trouver, par exemple, les moyens de communication, les outils utilisés, les techniques employées, les documents de références, le coût du projet, le planning à respecter, etc.
- **L'organisation du projet** : regroupe l'ensemble des éléments en rapport avec la structure du projet et la manière avec laquelle ils sont organisés. Il s'agit, entre autres, de l'objectif du projet, les participants au projet, leurs rôles, compétences et provenances (ou appartenance), la définition et l'organisation des tâches à réaliser.

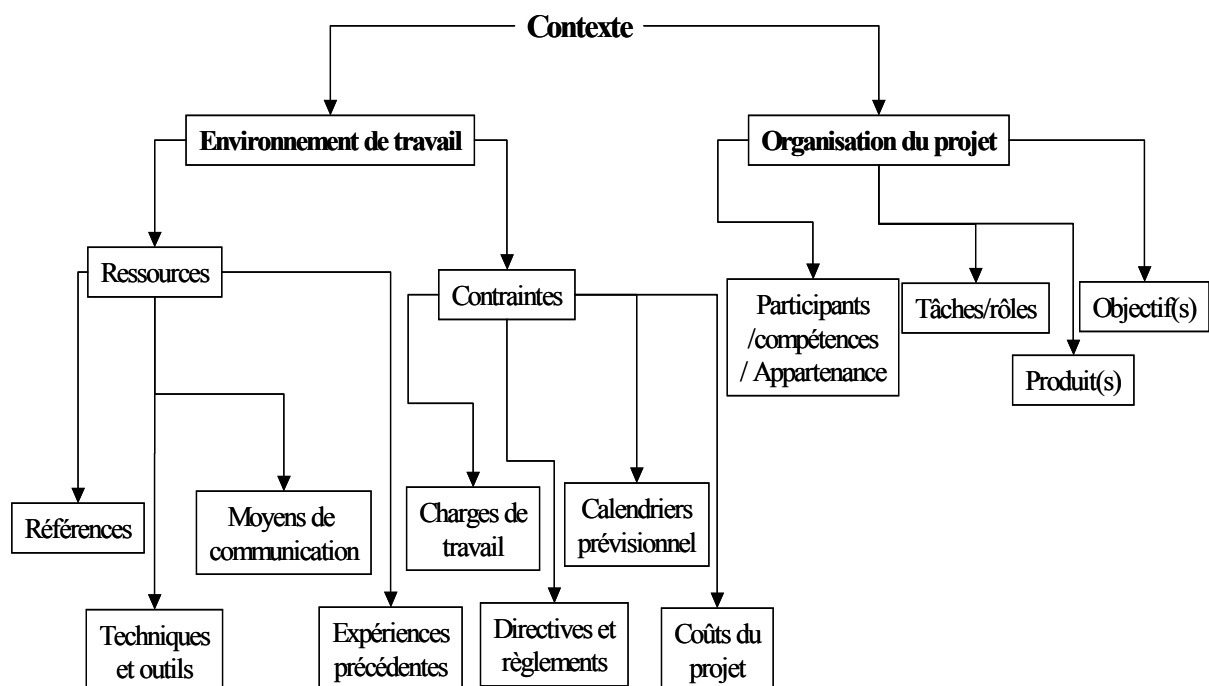


Figure. 20 . Eléments formant le contexte d'un projet

3.1.2. Mémoire de la logique de conception (*Design Rationale*)

Cette mémoire représente les connaissances investies dans la résolution des problèmes et les prises de décisions pendant la réalisation d'un projet. Il s'agit donc de l'espace de discussion des problèmes rencontrés dans le but de les résoudre. Pendant la discussion chaque participant peut avoir sa propre approche de résolution d'un problème donnée basée sur des arguments qui seront confrontés aux autres arguments des autres participants. Pendant le processus de résolution des problèmes, les participants se posent toujours des questions du genre : quoi ?, qui ?, quand ?, comment ?, pourquoi ?, etc. Le but étant d'analyser le problème rencontré pour trouver une solution satisfaisante. La solution proposée par un participant, qui représente à priori une suggestion, est défendue en se basant sur des critères de choix. La décision du choix d'une suggestion parmi les autres dépend d'une part des arguments et des critères mis en avant par les participants. Nous considérons (cf. chapitres III et IV) que la prise de décision ne dépend pas uniquement de des éléments de l'espace de résolution des problèmes mais en outre des éléments du contexte du projet.

Ainsi, les composantes fondamentales de la logique de conception sont les suivantes :

- **Problèmes rencontrés:** un problème peut être aussi bien un objectif à atteindre, un problème dans le processus de conception, dans l'organisation du projet qu'un problème du produit en conception.
- **Arguments:** l'un des éléments les plus importants dans la logique de conception est l'argumentation car elle est l'origine et la cause de l'évolution de la discussion du problème et par conséquent de la prise de décision.
- **Suggestions:** les arguments avancés par les intervenants au cours des réunions les amènent souvent à proposer leurs propres suggestions concernant tel ou tel élément du problème discuté, d'où la nécessité de prévoir dans le modèle un espace pour les suggestions des intervenants.
- **Critères de choix :** ce sont des références souvent en rapport avec la qualité du produit ou les contraintes à considérer. Les arguments et les suggestions peuvent être caractérisés par ces critères.
- **Evaluation des solutions:** solution rejetée, arguments de rejets, avantages et inconvénients.
- **Décision:** Solution retenue, arguments, avantages et inconvénients.

Très souvent, il existe des relations d'interdépendances entre les différents éléments d'une mémoire de projet. A travers l'analyse de ces relations, il est possible de faire émerger et de déterminer le rôle, l'importance et la pertinence des connaissances utilisées dans la réalisation du projet.

3.2. Caractères des connaissances dans un projet de conception

- **Connaissances collectives :** Dans un projet de conception certaines connaissances sont produites et acquises de manière complémentaire et partagée entre les différents participants au projet et elles sont par conséquent collectives. Cette qualité est due au fait que les membres de projet ont un objectif commun.

- **Connaissances volatiles** : Les connaissances produites pendant la réalisation du projet sont en général volatiles car les documents produits dans un projet ne sont pas suffisants pour garder une trace de toutes ses connaissances. Pendant la discussion des problèmes où diverses opinions sont confrontées et une construction coopérative de la solution est produite, chaque participant peut témoigner des connaissances apprises selon son point de vue influencé spécialement par ses compétences, ses expériences et sa provenance. De ce fait, une restitution de ces connaissances ne peut être réalisée uniquement à posteriori, à travers des entretiens par exemple.

3.3. Méthodes de capitalisation de mémoire de projet

Plusieurs approches de capitalisation des connaissances dans une mémoire de projet ont été conçues. Dans ce chapitre nous analysons ses différentes méthodes en se basant sur des critères de performance que nous considérons essentiels pour pouvoir bien définir une mémoire de projet de conception à savoir : complétude des modèles de représentation, applicabilité de la méthode, dynamicité de la mémoire définie et enfin la réutilisabilité :

- **Complétude** : nous entendons par complétude la capacité des modèles proposés par une méthode à représenter l'ensemble des composantes d'un projet de conception. Nous considérons qu'omettre certaines composantes d'un projet surtout des éléments du contexte peut entraver une compréhension adéquate de l'expérience capitalisée et peut également amener à une représentation partielle de cette expérience.
- **Dynamicité** : il s'agit d'une représentation dynamique du processus de conception qui permet de suivre l'évolution de la résolution de problèmes. L'aptitude à fournir des modèles permettant de représenter la dynamique du projet est un critère de performance important.
- **Applicabilité** : chaque méthode a un niveau d'applicabilité différent. En effet, Il s'agit de la possibilité d'appliquer la méthode en temps réel ou à posteriori tout en restant performant en terme de représentation exhaustive et dynamique.
- **Réutilisabilité de la mémoire définie** : l'objectif étant de définir une mémoire d'un projet de conception pour une future réutilisation, l'accès aux différentes parties de cette mémoire doit être aisé, guidé et bien ciblé selon le besoin de compréhension du réutilisateur.

Les critères de performance des méthodes de capitalisation étant définis, nous examinons, dans ce qui suit, les principales méthodes dédiées à la capitalisation des connaissances de projets de conception.

3.3.1. La méthode IBIS

Cette méthode a été définie dans les années 70 par Horst Rittel et al. [Conklin et al., 98]. L'objectif de la méthode était à l'époque de fournir une structure pour le dialogue mené lors de la résolution de problèmes complexes de conception. Depuis, la méthode a évolué et plusieurs outils support ont été développés. La méthode IBIS est notamment utilisée pour représenter la logique de conception (*Design Rationale*) dans un projet. La prise de décision comporte trois éléments: Questions (Issues), Positions et Arguments et chaque participant peut prendre une

position, en proposant une réponse à la question posée. Il appuie sa position avec des arguments (Figure. 21).

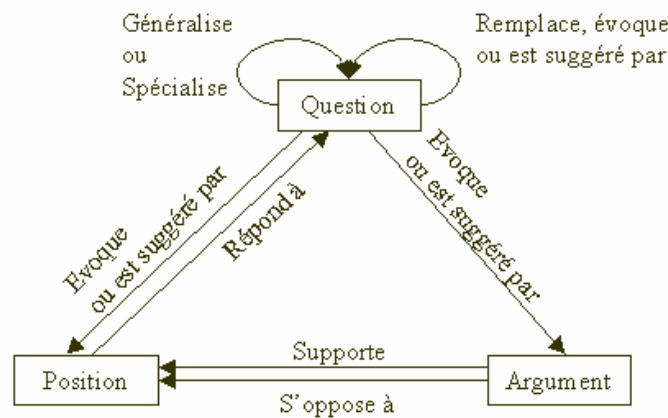


Figure. 21. Les principaux éléments de la méthode IBIS

Complétude des modèles :

La méthode IBIS représente exclusivement l'espace de la résolution de problème à travers des situations de prise de décision mettant en avant la question discutée, les positions prises par rapport à chaque question ainsi que les arguments émis pour appuyer telle ou telle position. Par ailleurs, les autres éléments de la logique de conception ainsi que ceux du contexte du projet de conception ne sont pas pris en compte. Dans le modèle IBIS, on ne voit pas, par exemple, les compétences et les rôles des participants. Les informations caractérisant le contexte du projet n'y sont également pas représentées.

Dynamacité :

La résolution de problème est représentée, dans IBIS, à travers des situations statiques de prises de décision. La méthode IBIS ne propose pas un modèle permettant de représenter l'évolution de la prise de la résolution de problèmes. Ce modèle permettrait de donner une vision plus globale sur la dynamique de la discussion et des prises de décisions.

Applicabilité

La méthode IBIS a été définie dans le but de fournir un moyen pour organiser d'une façon structurée les discussions des réunions de conception. Cependant, son application pendant les réunions a montré ses limites notamment pour l'identification des questions, des propositions et des arguments en temps réel.

Réutilisabilité

Un outil support gIBIS (Graphical hypertext software tool for building IBIS network) est fourni avec la méthode. L'interface de l'outil gIBIS est formée de quatre fenêtres (Figure 22):

- Fenêtre Graphique, permettant un affichage des éléments de la méthode (Questions, Positions, Arguments,...) en nœuds et liens.
- Liste de nœuds ordonnés suivant la date de création des questions.
- Fenêtre de Commandes générales.
- Fenêtre de Description, permettant l'affichage de la description des nœuds et de leurs attributs.

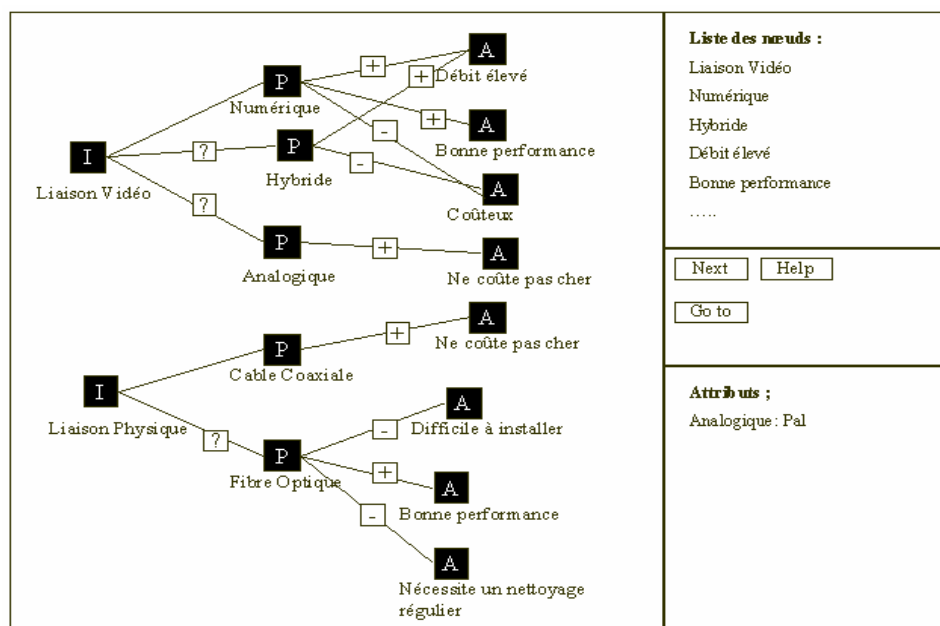


Figure. 22. L'interface principale de gIBIS.

Dans gIBIS L'accès aux informations se fait à travers des vues locales qui sont permises à travers le graphe ainsi qu'une vue globale de tout le processus. De même, des notations comme +, -, ?, etc. désignant des arguments de support, d'objection, des positions non choisies, etc. sont définies comme une marque sur les liens entre les nœuds. Cela peut offrir plus de précisions quant à la prise de décision. Des possibilités de recherche d'un nœud sont aussi offertes dans l'outil. Une fenêtre de requête permet de déterminer certaines propriétés du nœud recherché comme : le type du nœud, la date de création, l'auteur, le label, le sujet,

certaines mots clés, etc. La recherche se fait suivant un simple filtrage entre les propriétés du nœud recherché et les nœuds du graphe.

3.3.2. L'approche QOC

Comme dans IBIS, l'approche QOC «Questions, Options and Criteria» [MacLean et al., 91] a pour objectif de représenter la logique de conception nommée aussi analyse de l'espace de conception. Elle représente cette analyse à travers des (figure 23) :

- Questions: les questions et problèmes posés lors d'une conception.
- Options: les différentes réponses données à ces questions.
- Critères: les critères qui permettent de discriminer telle ou telle option.

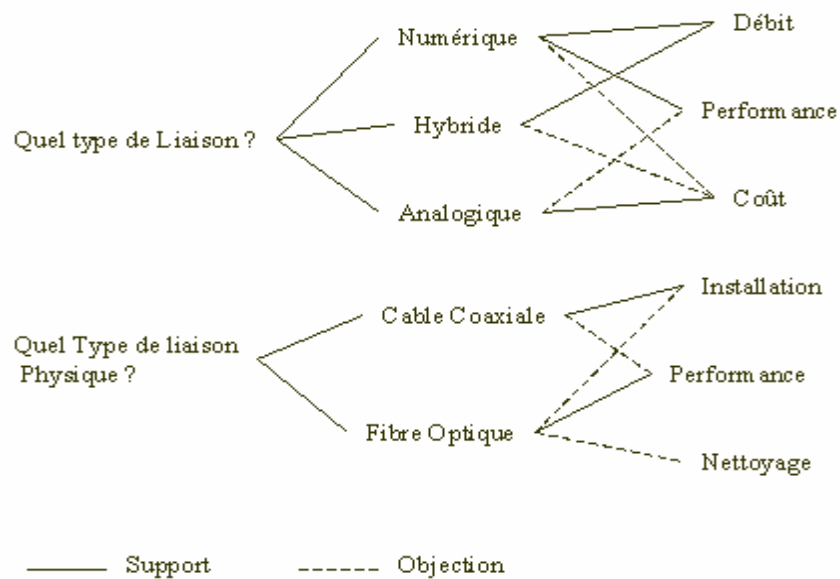


Figure. 23 . Représentation de la prise de décision selon QOC.

Complétude des modèles :

L'approche QOC représente uniquement l'espace de la prise de décision sous une forme structurée. Par ailleurs, des éléments du contexte dans lequel se déroule la conception ainsi que d'autres éléments de l'espace de la résolution de problème ne sont pas représentés. Notons que dans la méthode QOC, on trouve une représentation des critères d'argumentation. En effet, les auteurs de l'approche considèrent que l'espace de conception peut être représenté par des choix de conception. Ces choix sont structurés comme réponse aux questions évoquées par les problèmes de conception et des critères sont utilisés dans le choix de certaines options comme solution et réponse à une question. Des arguments peuvent justifier les choix d'une option suivant un critère donné.

Dynamicité :

L'approche QOC ne fournit pas une représentation du processus de conception mais plutôt une analyse de la prise de décision dans la conception. De ce fait, on ne trouve pas dans QOC un modèle représentant la dynamique de la résolution de problèmes.

Applicabilité

Comme la méthode IBIS, l'approche QOC a été définie pour aider à l'organisation des réunions de prise de décision. Elle a été, également, utilisée pour garder une trace de la logique de conception [Karsenty, 94] en procédant par des entretiens, à posteriori, avec le chef de projet et en restituant le contexte des différentes réunions.

Réutilisabilité

Dans QOC il n'y a pas d'accès guidés ou indexés au contenu de la mémoire de prise de décision, ce qui ne permet pas un accès direct et adapté au besoin du réutilisateur.

3.3.3. Le système DRAMA

DRAMA [Brice] est un logiciel défini sur PC. Il permet de garder une trace de la logique de conception d'un projet de conception. DRAMA permet de représenter les buts, les options de solutions ainsi que le choix d'options, suivant un arbre de solution. Une table de critères (Figure 24) permet aussi d'illustrer le choix d'une option comme solution à un but donné.

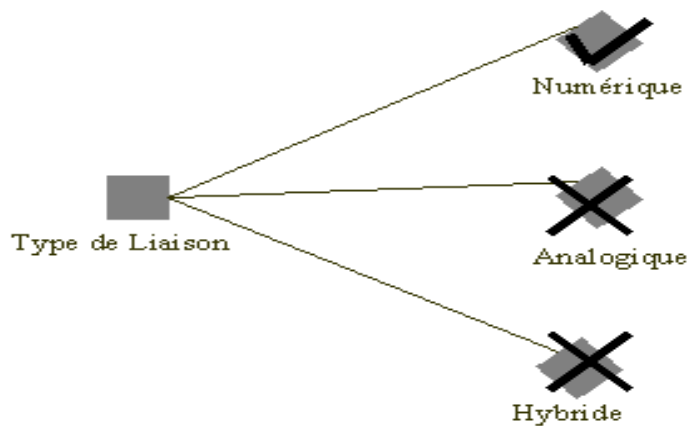


Figure. 24 . Arbre de solution.

Complétude des modèles :

Comme IBIS et QOC, le système DRAMA représente uniquement l'espace de la prise de décision à travers des arbres de solutions (figure 24).

Dynamicité :

DRAMA utilise des représentations statiques (les arbres de solutions). Par conséquent, la dynamique de la résolution des problèmes est omise dans le système.

Applicabilité

L'applicabilité du système en temps réel n'est pas évidente car il est difficile de classer, en temps réel, les éléments importants d'une discussion de conception tels que les questions, les arguments et les critères pour les représenter dans des arbres de solutions.

Réutilisabilité

Une interface graphique est fournie dans le logiciel DRAMA. Elle permet de définir aussi bien des arbres de solution que des tables de décision (figure. 25). Elle permet aussi d'afficher différents types de documents: textes, dessins, etc. Des fonctionnalités de recherche sont aussi présentes dans DRAMA.

Critère	Option 1	Option 2	Option 3
Performance	1	2	3
Débit	1	2	3
Coût	3	2	1
Installation	4	1	1
Score	0	-2	-1
Rang	3	2	1
Décision	Rejeté	Rejeté	Accepté

Figure. 25 . Table de décision.

3.3.4. Le système DRCS

DRCS ("Design Rationale Capture System") [Klein, 93] est un système qui permet de représenter la logique de conception dans un projet en ingénierie concurrente. Il est implanté en Common-Lisp et exploite un réseau de stations. Le système permet un travail collaboratif et utilise des liens hypertextes.

Complétude des modèles :

Le système DRCS offre une représentation plus globale de la logique de conception. En effet, certains éléments du contexte comme l'organisation de l'activité ainsi que l'artefact sont représentés. En outre, le système représente l'espace de la prise de décision à travers quatre modèles : modèle d'argumentation (figure. 26), modèle d'intention, modèle d'évaluation et modèle de versions. En outre, plusieurs éléments du contexte du projet de conception sont également représentés notamment dans le modèle de séquence de tâches, le modèle de synthèse (description d'une tâche) et le modèle de représentation de l'artefact.

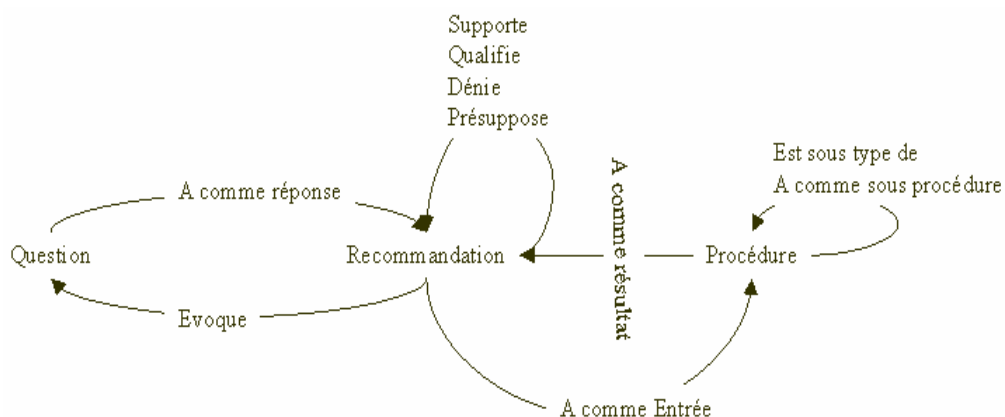


Figure. 26 . Modèle d'Argumentation.

Le modèle d'évaluation quant à lui, il permet de représenter comment les spécifications de l'artefact ont été atteintes (Figure 27).

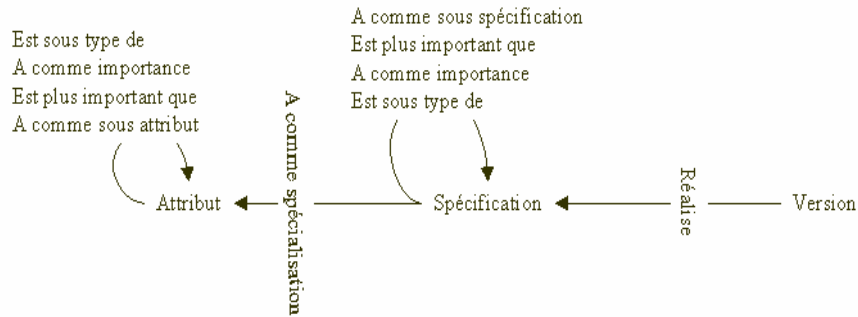


Figure. 27. *Modèle Evaluation.*

On constate, ainsi, dans le système DRCS plus d'effort pour une représentation plus exhaustive du processus de conception. Ceci dit, le système ne permet, par contre, de représenter qu'une partie de ce contexte (l'organisation en tâches et la projection des décisions sur l'artefact). D'autres éléments importants tels que les compétences des participants, outils et techniques utilisés ou les contraintes à considérer ne sont pas représentés.

Dynamicité :

Dans les modèles du système DRCS, on voit bien l'aspect dynamique de la résolution des problèmes. En effet, le modèle de versions représente la dynamique de la résolution de problème en permettant de montrer les alternatives de conception et quelles sont celles qui peuvent résoudre un problème rencontré ou trouver une solution à un conflit donné (figure 28).

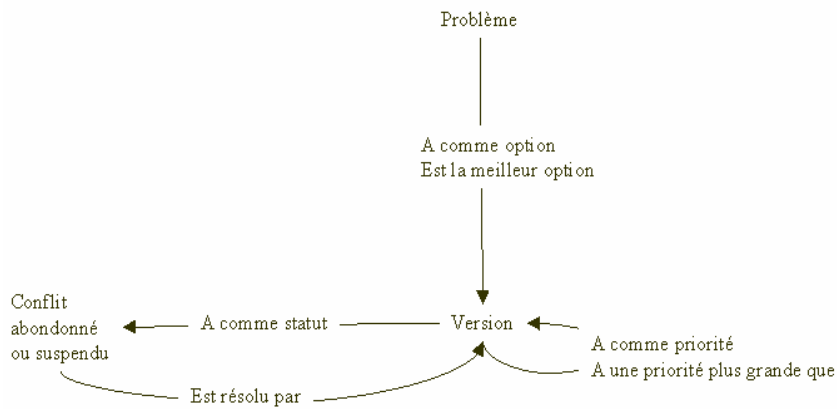


Figure. 28. *Modèle de Versions.*

Ce modèle permet de faciliter la compréhension de la dynamique de la résolution de problèmes. Par ailleurs, les modèles de DRCS sont plus orientés produit ou artefact et par conséquent on ne voit pas sur ces modèles la dimension collective de la conception à travers, notamment, les participants, les rôles et les compétences ce qui rend la représentation du processus de conception tout de même partielle.

Applicabilité

DRCS est appliqué à posteriori, c'est-à-dire après la fin du processus de conception ce qui peut causer une perte de quelques informations importantes dans la compréhension de la logique de conception, notamment lors de la restitution d'une prise de décision qui dépend étroitement du contexte de la conception.

Réutilisabilité

En situation de réutilisation, les différents modèles de DRCS permettent, sans doute, une compréhension meilleure du processus de conception, mais pour ce faire, il est indispensable de parcourir tous les modèles pour chercher une information précise puisqu'on dispose pas d'un accès direct et personnalisé aux informations requises.

3.3.5. Le formalisme DIPA

Le formalisme DIPA [Lewkowicz et al., 99] (Données, Interprétations, Propositions, Accord) se base sur une analyse cognitive de la résolution de problèmes pour représenter la logique de conception. C'est dans ce cadre qu'il utilise des modèles de résolution de problèmes définis dans l'ingénierie de connaissances pour structurer une prise de décision.

Dans le modèle DIPA (figure 29) la prise de décision est représentée en trois étapes majeures :

1. Une première étape de description du problème qui permet de recueillir des données, considérées comme des symptômes dans des situations d'analyse ou comme des besoins dans des situations de synthèse ;
2. Une deuxième phase d'abstraction qui part des données du problème pour leur trouver une interprétation correspondant à une cause possible dans les situations d'analyse ou à une fonctionnalité de la solution dans les situations de synthèse ;
3. Une troisième phase d'implémentation qui part de l'interprétation (cause ou fonctionnalité) et qui permet d'élaborer une proposition qui prendra la forme d'une réparation supprimant la cause du symptôme (analyse) ou d'un moyen répondant à la fonctionnalité exprimée (synthèse).

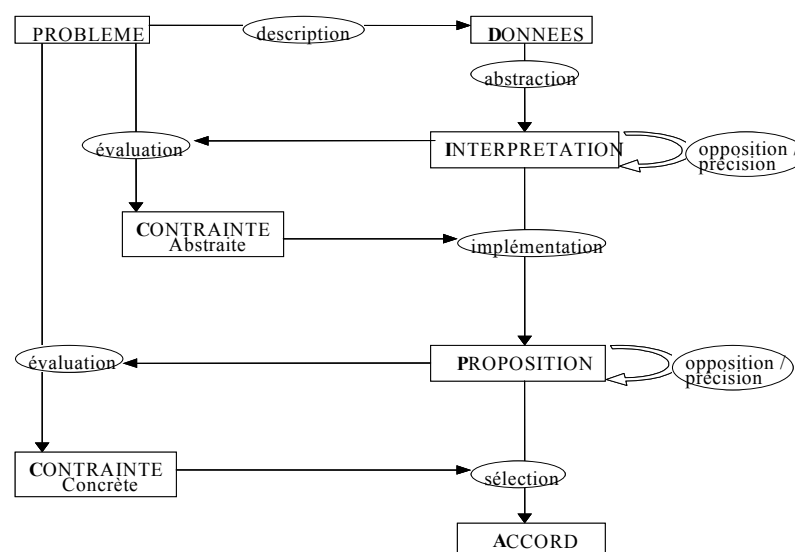


Figure. 29. Modèle de résolution coopérative de problèmes selon DIPA

Complétude des modèles

Dans DIPA on voit plus clairement l'aspect collectif de la résolution de problème ainsi que l'aspect prise de décision. Par contre, des éléments du contexte de la résolution de problèmes sont omis, il s'agit notamment ceux en rapport avec l'espace de travail tels que les références ou les techniques et outils utilisés ou même ceux relatifs aux contraintes tels que les charges de travail, les coûts ou les calendriers prévisionnels.

Dynamicité

Dans le modèle de la résolution coopérative de problèmes, on voit que l'évolution de la résolution de problèmes est nettement représentée ce qui permet de faciliter la compréhension du processus de conception en examinant les différentes étapes mises en avant par le modèle.

Applicabilité

Un outil support MEMO-NET [Lewkowicz et al., 99] est fourni avec la formalisme DIPA. L'outil basé sur une plate-forme distribuée permet aux différents participants d'échanger à travers cette plate-forme. Ils peuvent soumettre une question ou répondre à une question en classant leurs contributions selon des critères prédéfinis. L'outil permet d'organiser la résolution collective de problèmes en temps réel. On constate dans l'outil que les critères d'argumentation sont imposés à priori et il n'y a pas, par conséquent, une possibilité de rajouter d'autres critères jugés fondamentaux par les participants ce qui peut causer un manque de maturité dans les représentations de la résolution de problèmes.

Réutilisabilité :

MEMO-NET permet d'accéder au contenu d'un espace de la résolution de problèmes selon un certain nombre de vues prédéfinies. Nous considérons que le fait d'imposer des accès prédéfinis et pas selon le besoin de compréhension de l'utilisateur peut éventuellement être un obstacle qui empêcherait une bonne compréhension et, par conséquent, une réutilisation efficace de la mémoire de projet. En plus, les vues proposées sont basées sur des classifications et non pas sur un modèle relationnel de tous les éléments du contexte et de la logique de conception. En effet, les vues proposées permettent juste de privilégier un élément tel que le rôle ou la tâche par rapports aux autres sans qu'il y ait un modèle de relation derrière permettant de générer des vues mettant en avant les influences de certains éléments sur les autres.

3.3.6. Tableau récapitulatif

Nous présentons dans le tableau ci-dessous une classification récapitulatives des approches étudiées selon les critères : Complétude des modèles, dynamique, applicabilité et réutilisabilité (figure 30).

Méthodes	Complétude des modèles	Dynamicité	Applicabilité	Réutilisabilité
IBIS	Résolution de problème	Situations statiques de prise de décision	A posteriori (difficilement applicable en temps réel)	Des vues locales et globales proposées dans gIBIS
QOC	Résolution de problème	Situations statiques de prise de décision	A posteriori (difficilement applicable en temps réel)	Pas d'accès indexés
DRAMA	Résolution de problème	Situations statiques de prise de décision	A posteriori (difficilement applicable en temps réel)	Des arbres et des tableaux. Pas d'accès indexés
DRCS	Résolution de problème + des éléments du contexte (projection sur l'artefact)	Des modèles de la dynamique de la résolution de problèmes	A posteriori	Plusieurs modèles mais pas d'accès guidés
DIPA / MEMO-NET	Résolution de problème + des éléments du contexte (organisation collective de la tâche)	Modèle de l'évolution de la résolution de problèmes	En temps réel	Accès à travers des vues prédéfinies

Figure. 30. Tableau de comparaison entre les approches de traçabilité des activités de conception

4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la notion de projet de conception ainsi que ses caractéristiques et composantes. Nous avons, également, montré l'importance et le besoin de définir des mémoires de projets au sein de l'organisation. Ce besoin en matière de capitalisation de connaissances des projets de conception a motivé certains chercheurs à développer des méthodes dédiées mémoires de projets. Nous avons examiné les principales méthodes proposées en s'appuyant sur des critères de performance que nous jugeons primordiaux. Cette étude des différentes approches nous a permis de déceler des points forts mais aussi des points faibles dans chacune de ces méthodes. Plus important, cette analyse nous était énormément bénéfique et efficace dans la définition de notre propre approche de capitalisation des connaissances dans une mémoire de projet. En effet, notre idée de base était d'étudier l'état de l'art dans le domaine des méthodes de définition de mémoires de projet de conception dans le but de proposer une approche alternative permettant de dépasser les limites de ce qui est proposé actuellement. Il s'agit d'une approche fournissant des modèles plus complets du processus de conception dans lesquels l'ensemble des éléments de l'espace de la résolution de problème ainsi que du contexte de projet sont représentés. L'application de notre approche permet de mémoriser les connaissances produites pendant la réalisation de projet tout en garantissant une maturité dans les structures et le contenu. La flexibilité des modèles et la réutilisabilité de la mémoire produite sont deux critères privilégiés dans ce que nous proposons comme travail. Nous consacrons le chapitre suivant à la démarche que nous proposons pour une capitalisation des connaissances au sein de projet de conception.

CHAPITRE III

DyPKM : un processus de définition et de modélisation de mémoires de projets

1. Introduction

L'étude de l'état de l'art des méthodes et systèmes de capitalisation des connaissances nous a permis de constater que la conception d'une méthode du même type doit prendre en compte deux aspects importants et complémentaires : le processus de collecte d'informations et les structures et modèles de représentation de ces informations. En effet, la performance de toute approche dépend pleinement de l'aptitude de son processus de capitalisation à être à la fois simple et efficace ainsi que de la capacité de ses modèles et structures de représentation à être utilisables, pertinents et compréhensibles.

A la différence de l'activité individuelle, la mémorisation de l'activité collective d'un projet de conception limité dans le temps exige que le processus de capitalisation de cette activité doive prendre en compte la volatilité des connaissances dans ce genre de projet ainsi que la possibilité d'être en manque de recul lors de la retranscription des informations au cours de l'activité. En effet, il s'agit d'une mémorisation de situations de résolution coopérative de problèmes, où la connaissance est produite à travers une confrontation d'idées.

Les approches de traçabilité de la logique de conception présentent des limites surtout dans la modélisation au cours de l'activité. Ces limites résident essentiellement dans la difficulté d'identifier et de classer en temps réel les questions, les suggestions, les types d'arguments, etc. durant les réunions de conception. A partir de ce constat, nous avons proposé un processus dynamique de modélisation basé sur une démarche en plusieurs phases partant d'une prise de notes semi-structurée vers une structuration plus avancée où les structures de représentation évoluent avec l'évolution des problèmes de conception.

Notre approche se base sur une représentation similaire aux approches de logique de conception. En effet, la prise de décision est décrite avec des mots clés comme : problème, arguments, suggestions, etc. et elle s'intègre facilement au processus de réalisation de projets sans nécessiter des compétences spécifiques. La méthode que nous proposons s'appuie aussi bien sur un accompagnement en temps réel que sur une analyse a posteriori ce qui permet d'obtenir une trace riche et bien structurée et avoir une mémoire garantissant une vision globale sur le déroulement de projets (figure 31).

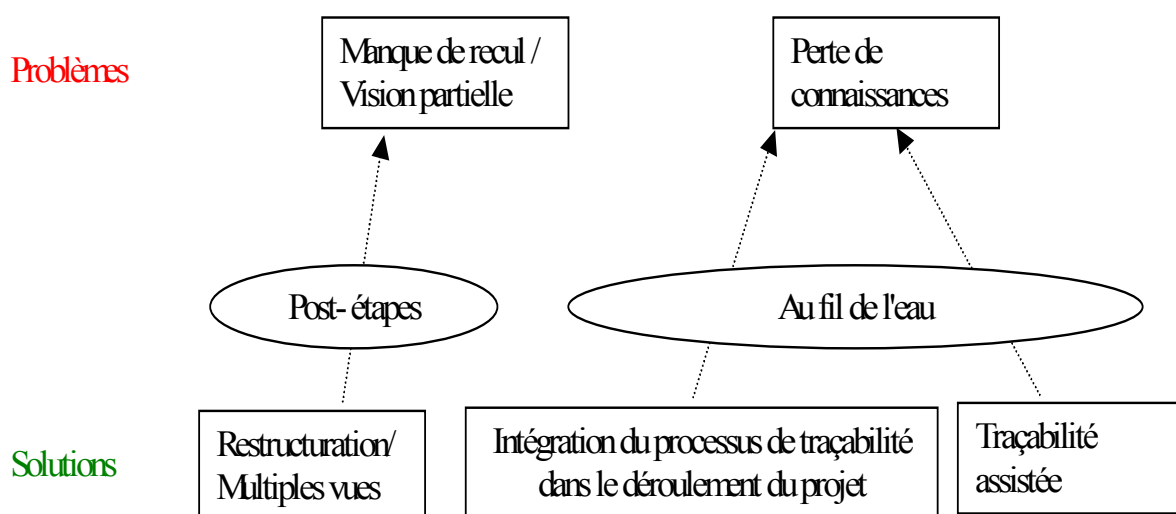


Figure. 31. Les solutions proposées par notre approche aux limites des méthodes de traçabilité des activités de conception

Dans ce chapitre, nous présentons notre processus de capitalisation des connaissances produites dans des projets de conception. Nous décrivons les différentes étapes qui composent le processus ainsi que les ressources et acteurs mobilisés à chaque étape. Notons que la méthode que nous avons définie est construite d'une manière ascendante à partir d'une expérience de traçabilité d'un projet de définition des principes d'évaluation des risques professionnels (en collaboration avec l'Institut National de Recherche et de Sécurité « INRS ») (cf. chapitre V) tout en se basant sur une étude de l'état de l'art notamment en logique de conception et en ingénierie des connaissances.

2. Critères de définition d'un processus de capitalisation des connaissances

Avant de décrire le processus de capitalisation des connaissances que nous avons défini, il est important de spécifier les critères sur lesquels nous nous sommes basés dans l'étude et le développement de notre approche. Ces critères rendent toute méthode de traçabilité des activités collectives de conception plus performante. Il s'agit, notamment de :

2.1. Simplicité de la méthode

Ce critère est primordial car toute méthode, aussi intéressante soit-elle, perd beaucoup de sa valeur si elle est compliquée à utiliser. En effet, les concepteurs se méfient, la plupart de temps, des méthodes et systèmes de capitalisation des connaissances entraînant d'autres charges de travail rajoutées à leur travail de conception. En plus, les acteurs qui appliquent une méthode de capitalisation des connaissances, pendant la réalisation d'un projet de conception, ne doivent pas être obligés d'acquérir de nouvelles compétences spécifiques pour être aptes à utiliser cette méthode. Ceci justifie l'importance de prendre en considération la simplicité de toute approche de traçabilité lors de sa conception.

2.2. Applicabilité en temps réel

Le but d'utiliser une méthode de capitalisation des connaissances émergeant pendant la réalisation de projets de conception est de garder une trace, la plus complète possible, des connaissances produites ainsi que du contexte de leur émergence. Pour atteindre ce but il est essentiel que la méthode de capitalisation des connaissances accompagne la réalisation des projets pour pouvoir rassembler d'une part l'ensemble des informations relatives à l'environnement des projets de conception et pour pouvoir retranscrire, d'autre part, les réunions de conception.

Il est clair que toute approche appliquée après la fin des projets de conception, à travers des entretiens avec le chef de projet et les participants au projet ou en analysant les rapports des réunions par exemple, risque de fournir une trace beaucoup moins complète que la trace fournit par une méthode appliquée au fil de l'eau.

2.3. Maturité des modèles et représentations

En plus de la complétude de la mémoire, d'un projet de conception, définie, il est important que les modèles et les structures cette mémoire permettent d'avoir une vision globale sur le déroulement du projet et ses différentes situations. L'application au fil de l'eau d'une méthode de traçabilité peut entraîner un manque de recul et par conséquent moins de maturité dans la modélisation des différents aspects et situations d'un projet de conception.

Ces trois critères sont primordiaux, c'est ce qui nous a motivé à définir notre propre méthode en les prenant en considération avec d'autres aspects que nous présentons dans ce chapitre.

3. Etapes du processus de traçabilité de notre méthode

Nous considérons notre approche comme étant un processus dynamique de modélisation des connaissances. L'approche est basée sur une méthode permettant d'obtenir une trace structurée d'une mémoire de projet contenant le contexte dans lequel se déroule la conception ainsi que la logique de résolution des problèmes. L'objectif principal de la méthode est d'une part, de permettre de garder une trace des discussions en temps réel et d'autre part de structurer cette trace de façon à ce qu'elle soit facilement réutilisable. Nous avons donc défini trois étapes principales dans cette démarche: représentation du contexte, recueil de la logique de conception et restructuration et définition de multiples accès à la mémoire (figure 32). Chaque étape du processus requiert des ressources ainsi que des acteurs avec des rôles :

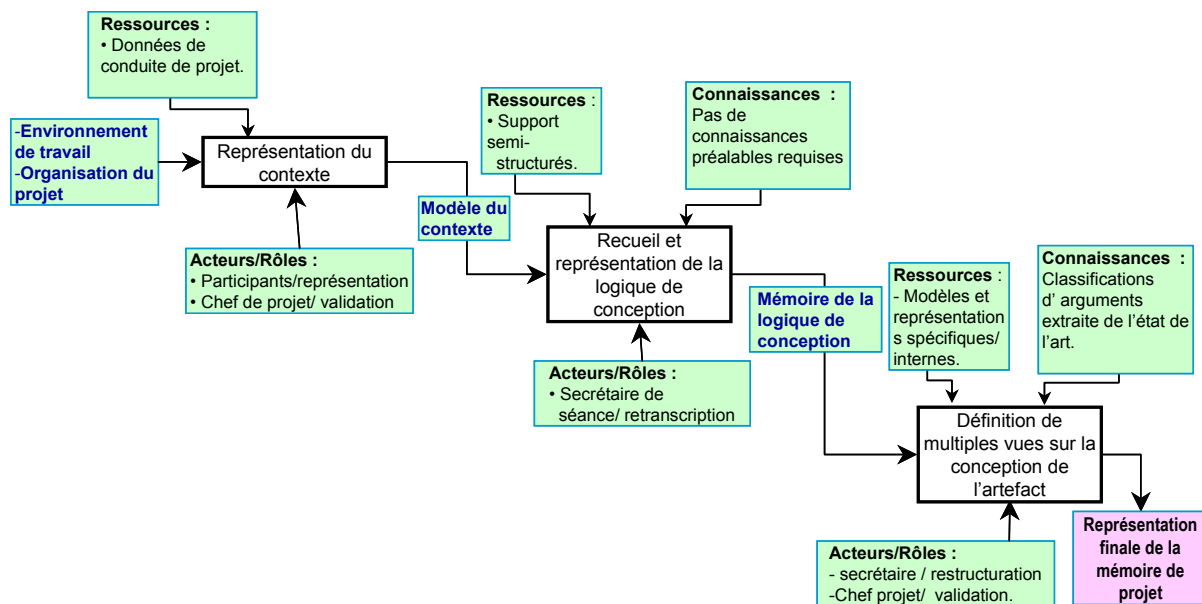


Figure. 32. Les trois étapes du processus de traçabilité

3.1. Représentation du contexte du projet

Une mémoire de projet doit contenir des éléments d'expérience provenant tant du contexte que de la résolution de problèmes. La représentation du contexte de projets de conception est d'une importance majeure comme nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent.

Le contexte de projet regroupe (cf. chapitre II) des éléments constituant les ressources du projet, des éléments représentant les contraintes qui ont été considérées lors de la réalisation du projet ainsi que des éléments entrant dans l'organisation du projet (figure 33).

La détermination et la représentation des éléments du contexte du projet peuvent se faire avant le début des réunions de conception en rassemblant l'ensemble des données relatives à l'organisation du projet ainsi qu'à l'environnement du travail. Une partie de ces données, voire toutes ces données, est susceptible de changer pendant le déroulement du projet. Ce qui nécessite d'effectuer des mises à jour à chaque fois qu'un élément du contexte du projet est modifié. En effet, la discussion des problèmes de conception peut amener à des décisions de modification de l'espace du travail ou de l'organisation du projet ou les deux en même temps.

Pendant le déroulement d'un projet de conception, on peut être contraint à réviser les coûts du projet, les tâches à exécuter ou même les rôles des participants.

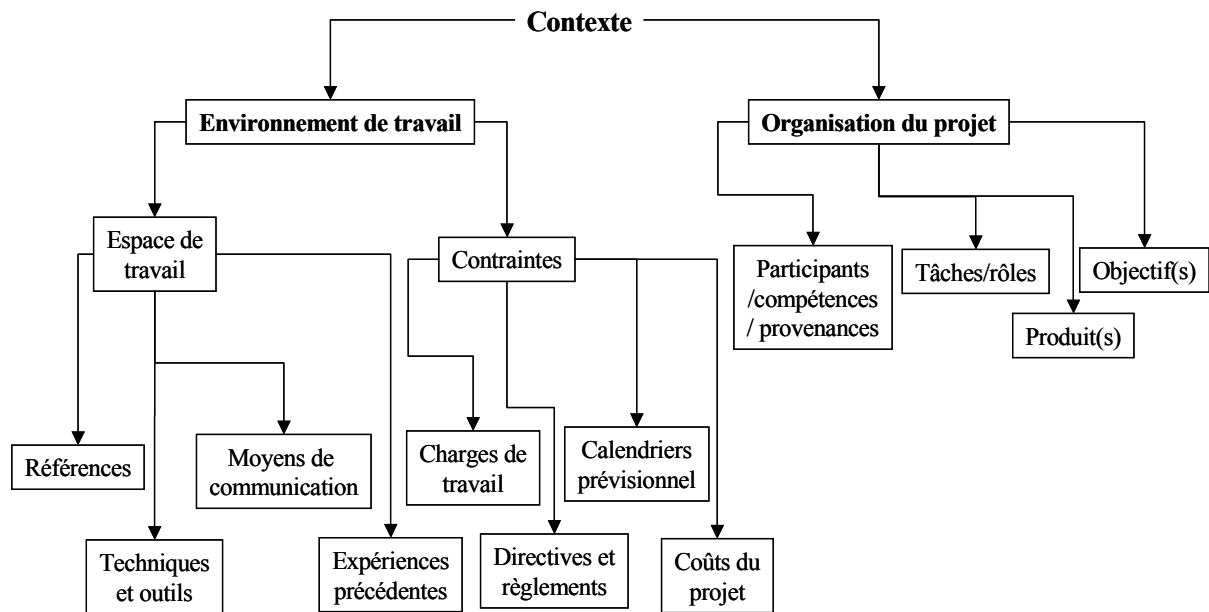


Figure. 33 . Eléments formant le contexte d'un projet

3.1.1. Ressources nécessaires

Pour pouvoir représenter l'ensemble des informations formant le contexte d'un projet, nous avons besoin comme ressources de toutes les données de conduite de projet. Il s'agit des données correspondant à l'espace de travail (les documents de références à utiliser, les techniques et outils, les moyens de communication, etc.), des données représentant les contraintes à considérer (les charges de travail, les calendriers prévisionnels, les coûts, etc.) ainsi que les données de l'organisation du projet (les participants au projets, leurs compétences, leurs rôles, etc.).

3.1.2. Acteurs/rôles

A cette étape, le chef de projet assisté parfois par des participants au projet effectuée, généralement, à la réunion de l'ensemble des éléments susceptibles d'aider au bon déroulement du projet. Il peut, par exemple, rassembler des documents en rapport avec le projet en question tels que des expériences précédentes, des techniques et outils ainsi que des directives et des règlements. En outre, les compétences, le rôle, la provenance de chaque participant sont des informations indispensables du contexte du projet. Par ailleurs, le chef de projet a un rôle important durant cette étape. Son rôle consiste notamment à synthétiser et valider toutes les données rassemblées ainsi que bien définir l'organisation du projet.

3.2. Recueil et représentation de la logique de conception

Les approches de logique de conception demandent généralement une analyse approfondie lors de la traçabilité d'une prise de décision. De ce fait, ils sont difficilement applicables en temps réel. Ce qui peut causer une perte de quelques connaissances déterminantes dans le

processus de prise de décision et, par conséquent, une restitution incomplète des connaissances du projet.

Le processus de traçabilité de la logique de conception que nous proposons s'appuie sur trois étapes fondamentales (figure 34):

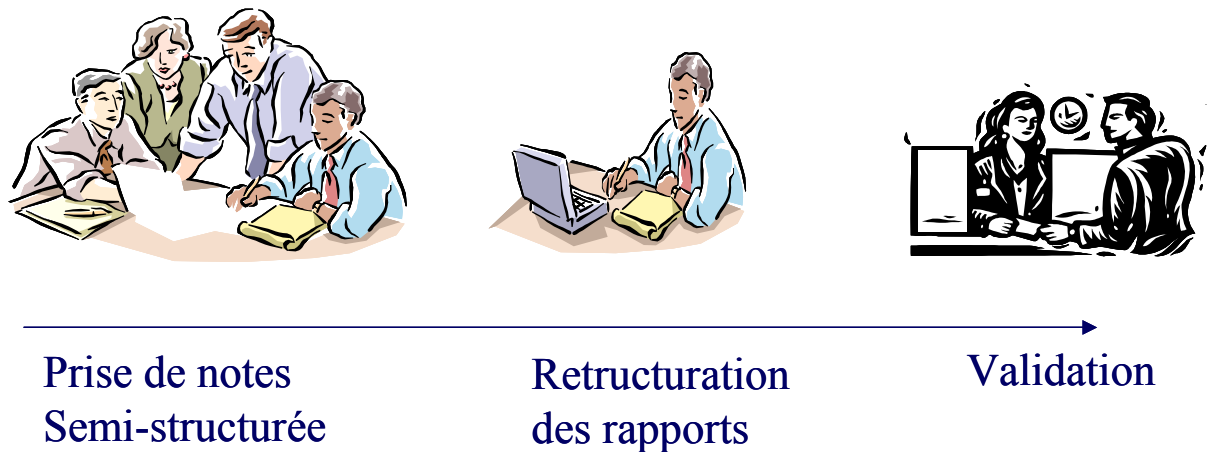


Figure. 34. Processus de recueil et de représentation de la logique de conception

3.2.1. Prise de note semi-structurée

La première étape du processus de retranscription de la logique de conception consiste en une retranscription dirigée par une simple structure où les éléments de base peuvent être classés. Des fiches de retranscription sont utilisées (figure 35).

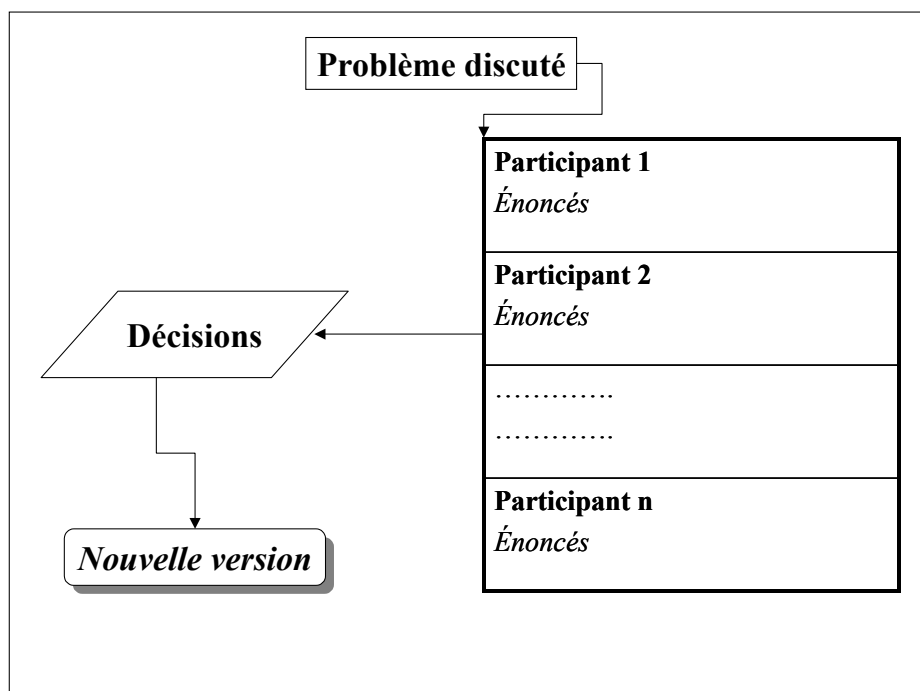


Figure. 35. Fiche utilisée pour la retranscription directe d'une discussion de prise de décision.

3.2.1.1. Ressources nécessaires :

La seule ressource utilisée pendant la prise de notes sont les fiches de retranscription. Elles contiennent des schémas structurés, vides à priori, représentant la logique de discussion. Nous utilisons ces fiches pour noter d'une façon structurée et rapide tous les éléments d'information qui peuvent être recueillis durant une discussion de prise de décision. L'objectif est de préparer une retranscription structurée de la discussion au cours des réunions et en temps réel. La fiche de retranscription est utilisée par le secrétaire de séance pour noter le problème ou la question discutée, les différents énoncés des participants pendant les réunions de discussions ainsi que les décisions prises (figure 36).

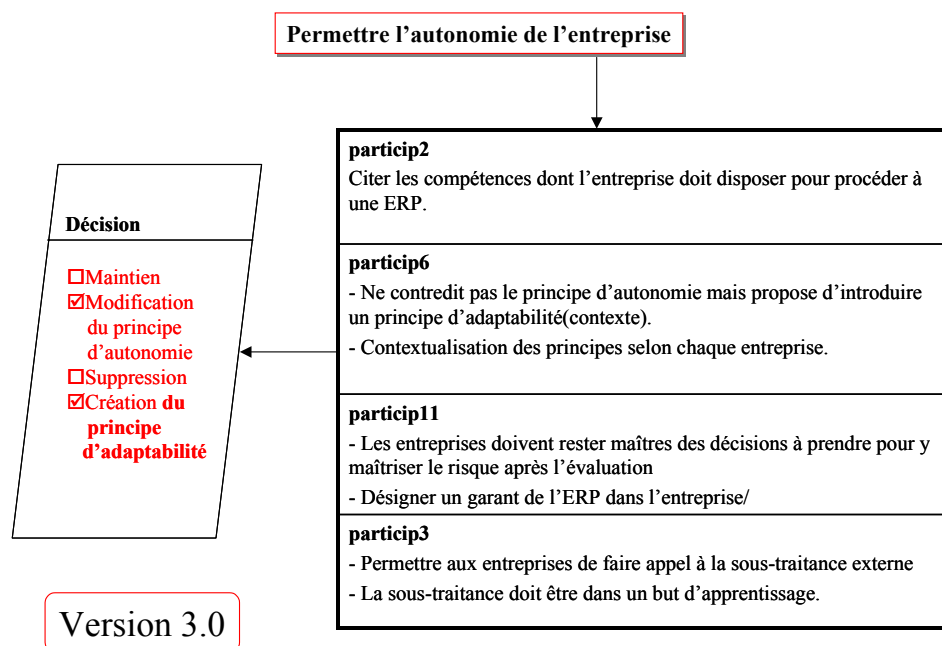


Figure. 36. Exemple d'une fiche de retranscription remplie (expérience INRS-ERP, cf. chapitre V).

3.2.1.2. Acteurs/rôles :

La retranscription directe peut être facilement réalisée par un secrétaire de séances qui se charge de remplir les fiches. Aucune analyse approfondie n'est demandée dans ce type de retranscription. Notons également qu'une suite chronologique de la négociation est sauvegardée dans ce type de retranscription.

En fait, la retranscription directe que nous proposons suit d'une part, les méthodes classiques de prise de notes dans une réunion et prépare, d'autre part, la structuration des connaissances.

3.2.2. Restructuration des rapports

L'objectif principal de la restructuration des rapports semi-structurés des réunions (l'ensemble des fiches de retranscription) de conception est d'explicitier la logique de conception en se basant sur des éléments de classification liés au processus de conception. Cette restructuration

est fondée sur une analyse cognitive des fiches remplies lors de la retranscription directe. Il s'agit d'une modélisation des connaissances recueillies pendant une réunion. Elle permet de classer d'une façon adéquate les arguments et les suggestions relatifs à un problème donné selon des critères d'argumentation permettant de les typer. Chaque argument ou suggestion est lié au participant qui l'a émis. La décision prise en rapport avec un problème discuté est mentionnée sur la fiche restructurée.

Modélisation des connaissances des situations

Une modélisation des connaissances peut être guidée, d'une part, par une structure de représentation des connaissances et, d'autre part, par des primitives mettant en avant les types de raisonnement dans un domaine donné.

Pour modéliser les connaissances de situations, nous nous sommes inspirés des approches de logique de conception pour définir une structure de représentation (figure 37) en mettant en avant les éléments moteurs d'une discussion de prise de décision, tels que les arguments, les critères de justification et les suggestions.

Restructuration du contenu des fiches de retranscription

Dans la structure, les arguments sont classés selon leurs types ou leurs natures. Chaque argument ou suggestion est lié au participant qui l'a émis. Sachant que chaque participant est caractérisé par ses compétences et son rôle. Cela permet de bien voir la relation qui peut exister entre les contributions (arguments, suggestions) des participants et leurs profils (figure 37).

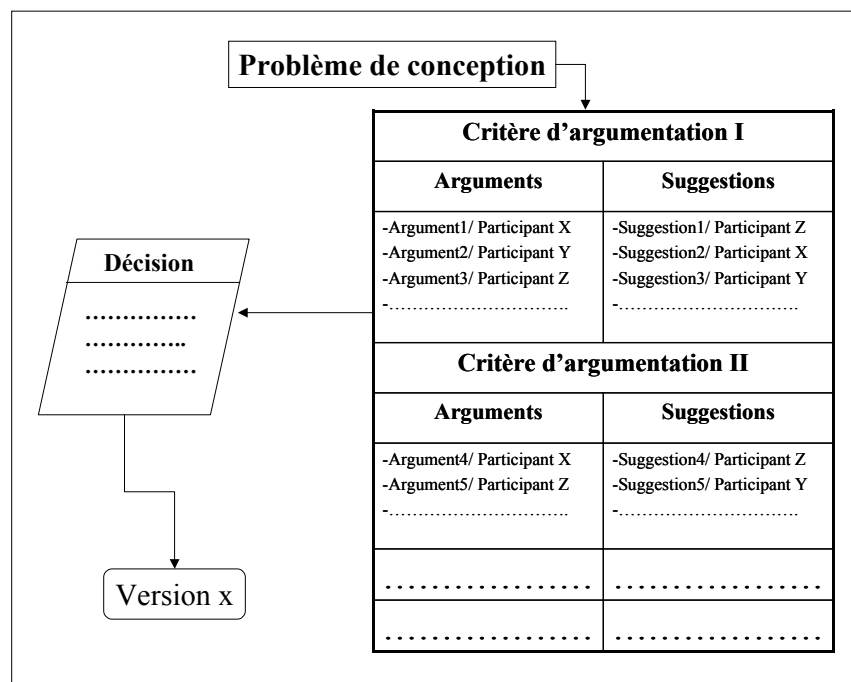


Figure. 37. Structure de représentation des situations de résolution de problèmes remplies (expérience INRS-ERP, cf. chapitre V)

La structure représente une logique de discussion des problèmes. Chaque problème est discuté par des participants en donnant leurs opinions appuyées par des arguments de plusieurs types. Les participants peuvent aussi émettre des suggestions pour résoudre le problème discuté.

Ainsi, la fiche de structuration comporte les éléments phares de la discussion en l'occurrence (figure 38) :

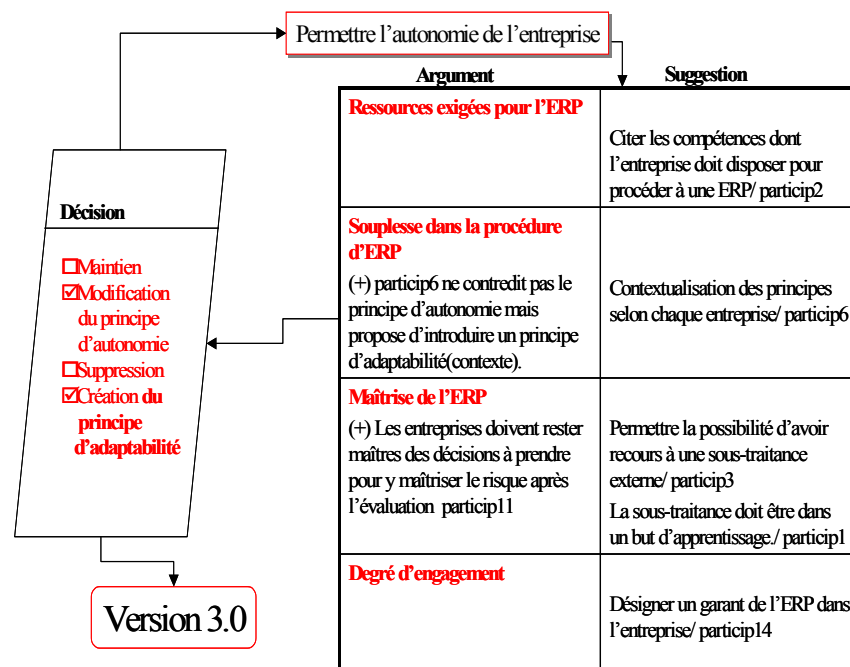


Figure. 38. Exemple d'une fiche structurée représentant une situation de résolution d'un problème

- **Le problème:** le problème discuté est mis en évidence dans la fiche de structuration. Rappelons qu'un problème discuté peut être aussi bien un objectif à atteindre, un problème dans le processus de conception ou dans l'organisation du projet comme il peut être un problème dans un produit en conception. La détermination et la délimitation du problème discuté sont très importantes à partir du moment qu'elles permettent de distinguer les différents problèmes abordés pour ne pas les confondre.
- **Les participants :** La détermination des participants est importante dans la structuration de la discussion. En effet, la prise des notes est structurée d'abord par participant qui sont reconnus, pendant la réunion, soit par leurs noms soit par leurs aspects visuels. Un argument ou une suggestion dépend essentiellement des compétences d'un participant. C'est à travers le participant que la logique de conception peut être reliée à l'organisation de travail au même titre que les problèmes sont liés à l'organisation des tâches.
- **Les suggestions :** Les participants peuvent émettre leurs propres suggestions. Ces suggestions sont, généralement appuyées par des arguments et elles représentent des propositions de résolution de problèmes. Dans la fiche de structuration, les suggestions sont mises en évidence et distinguées des arguments.
- **Les arguments :** dans la fiche de structuration, on distingue également les arguments émis par les participants. Dans une discussion les arguments, généralement, appuient ou s'opposent à des suggestions.
- **Les critères :** Il s'agit d'une caractérisation des éléments de négociation. Les critères permettent de mettre à jour les points principaux qui sont mis en avant dans une

discussion [Buckingham Shum, 97]. Leur identification facilite la compréhension du déroulement des discussions et, par conséquent, la réutilisation des solutions.

- **Décision** : Si la décision est prise à la fin de la discussion, on peut la noter dans fiche de structuration sinon la case décision peut rester vide en attendant que la décision en rapport avec le problème soit prise dans une prochaine réunion. Un lien est établi entre la décision et la nouvelle situation du problème. Ce lien permet de garder une trace de la projection de la décision sur l'artefact et le projet.

L'ensemble des arguments et suggestions permet au groupe de prendre une décision concernant ce problème. Le problème est donc résolu, sinon il sera rediscuté de la même manière et passera par le même cycle. Ainsi, on pourra voir l'évolution de ce problème pendant la discussion jusqu'à la version finale.

Critères de classification

Le choix des critères de classification des arguments et des suggestions s'appuie sur des arbres des typologies des problèmes de conception. En effet, une précédente étude basée sur un examen des typologies et des caractérisations des problèmes de conception [Matta et al., 00], a permis de distinguer trois catégories de problèmes: Les problèmes concernant le produit, des problèmes concernant le processus de conception et ceux émanant du travail en groupe. Les types de problèmes liés à ces trois aspects représentent les nœuds des arbres de la (figure 39). Cette typologie de problèmes de conception est générique et peut être appliquée à tout type de problème de conception et où les participants à la conception proposent des solutions et argumentent leurs positions en se référant, généralement, à cette typologie. De fait, lors de la restructuration des fiches de retranscription, la détermination des critères d'argumentation est guidée par ces arbres de classification des critères qui permettent de classer aisément les arguments et les suggestions. D'autres typologies d'argumentation peuvent être également utilisées pour assister la modélisation des situations de résolution de problèmes.

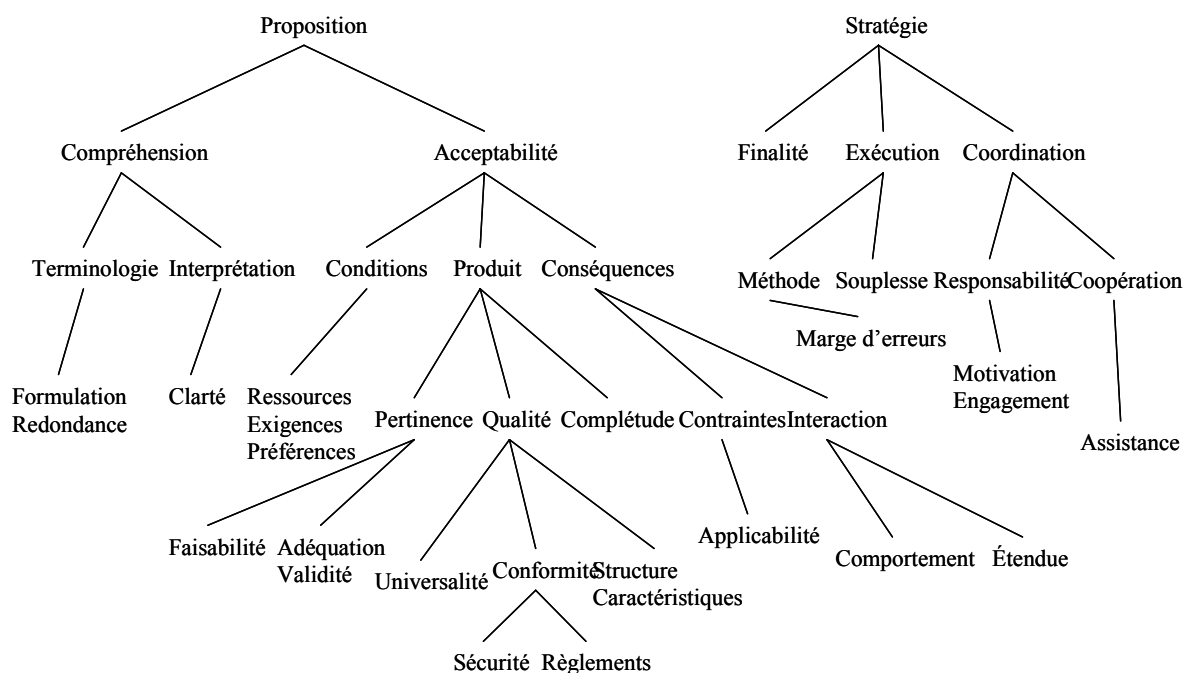


Figure. 39. Arbres des critères d'argumentation dans le domaine de la conception

3.2.2.1. Acteurs/rôles

La restructuration des fiches de retranscription directe peut être effectuée par le secrétaire de séance et ne nécessite pas des connaissances préalables. Cependant, cette restructuration doit être validée avec le chef de projet qui pourrait reformuler des arguments ou des suggestion ou proposer d'autres critères d'argumentation.

Notons que les relations entre les éléments du contexte du projet et la résolution de problèmes sont définies avant les réunions et mises à jour lors des séances de validation. Ainsi, Pour chaque problème abordé, les compétences, rôles et appartenances des participants aux réunions peuvent être spécifiés avant le début des réunions. Aussi, le lien entre les ressources utilisées et la résolution de problèmes peut être défini de la même manière. Ceci permet de comprendre la logique de résolution de problèmes dans son contexte. (cf. chapitre IV pour le modèle relationnel global).

3.3. Validation

La dernière étape dans le processus de recueil et représentation de la logique de conception, consiste à valider, par le chef de projet, les structures et le contenu de la mémoire.

Dans le but de garantir une représentation des connaissances profondes qui ont influencé la logique de conception, des réunions de validation à mis-parcours et à posteriori, surtout avec des participants ayant une vision globale sur le projet, doivent être tenues. Ces réunions permettent de reformuler les arguments, les suggestions et les critères et de revoir leur classification. La structure de la mémoire incite les participants à expliciter leurs connaissances, enrichissant par-là le contenu de la mémoire.

En révisant la mémoire obtenu, le chef de projet pourrait être amené, par exemple, à modifier les formulations des arguments ou des suggestions, rajouter d'autres critères d'argumentation spécifique au domaine de conception du projet en question. Pour ce faire, nous proposons à ce stade de donner au chef de projet les moyens d'une vue d'ensemble sur la logique de conception. En effet, nous proposons une vue sur les problèmes discutés basée sur les critères d'argumentation et une autre vue mettant en avant l'évolution de l'artefact :

Vue sur les critères d'argumentation

Cette vue met en évidence les critères d'argumentation. Les arguments et les suggestions avancés par les participants sont classés et attachés à ces critères (figure 40).

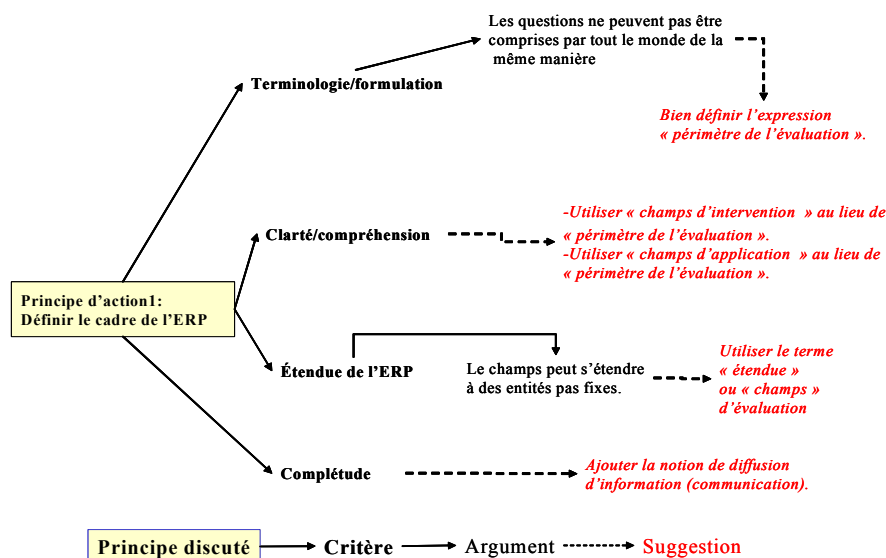


Figure. 40. Exemple d'une vue focalisée sur les critères d'argumentation

Vue sur l'évolution de l'artefact

L'évolution de la résolution des problèmes est un élément important à mémoriser dans la logique de conception. Nous mettons en avant, dans cette vue, l'évolution de l'artefact en conception à travers l'évolution de la résolution des problèmes liés à cet artefact.

Notons que ces deux accès à la mémoire de la logique de conception, permettent simplement d'aider le chef de projet à bien réviser et valider le contenu. Pour une future réutilisation de la mémoire, nous n'imposons pas de vues prédéfinies, nous suggérons plutôt de générer des vues selon le besoin du concepteur qui veut comprendre telle situation de prise de décision ou bien pour observer l'influence d'un tel élément sur le la résolution d'un problème par exemple.

4. Conclusion

Dans un souci d'applicabilité, la méthode que nous proposons peut être comparée à un reporting de réunions où la retranscription directe est similaire à la prise de notes et la restructuration à la rédaction de compte-rendu. Cependant dans notre cas, la prise de notes est dirigée et le résultat est plus riche et reflète une trace plus complète de la prise de décision. Certains critères, définis lors de la structuration, peuvent être considérés comme simples à identifier et pourront être réutilisés pour enrichir la structure de la retranscription directe (utilisés dans des futures réunions) et par conséquent faciliter la structuration. C'est dans ce sens que nous considérons notre méthode comme un processus dynamique agissant à la fois sur la démarche et la structure.

L'un de nos objectifs principaux est d'intégrer le processus de traçabilité dans le corps de la réalisation de projets. L'approche que nous proposons introduit un léger changement dans l'organisation d'un projet de manière à rendre cette traçabilité pertinente. Cette approche n'exige pas de compétences spécifiques en ingénierie de connaissances mais simplement une connaissance des objectifs du projet.

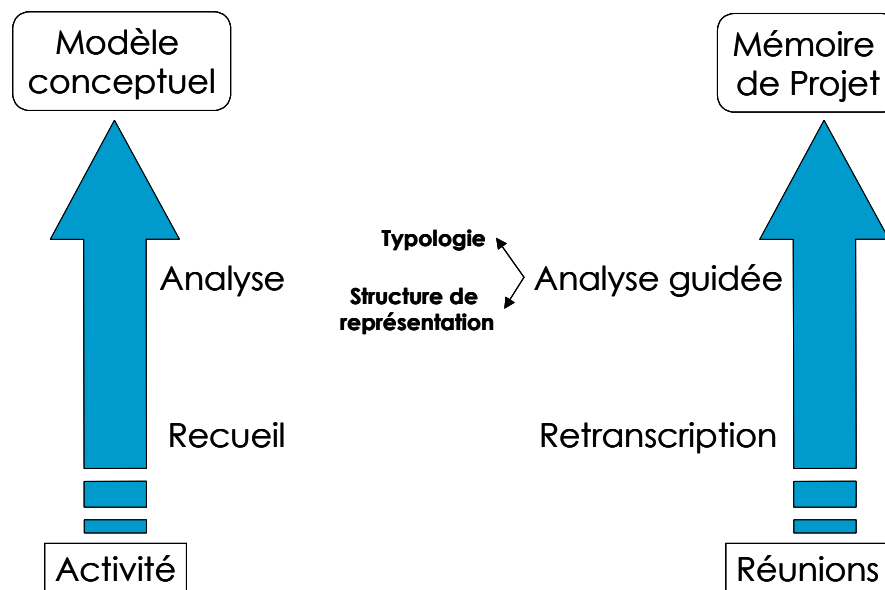


Figure. 41 . Comparaison entre les techniques d'ingénierie de connaissances et notre méthode.

Les techniques d'ingénierie de connaissances préconisent une capitalisation des connaissances en se basant sur un recueil d'information (entretiens avec les experts ou recueil à partir des documents) et une analyse de ce qui a été recueilli pour concevoir des modèles conceptuels. De même, notre approche est basée sur une retranscription des réunions de conception qui constitue la première étape avant d'analyser le contenu des rapports semi-structurés pour une structuration plus poussée guidée par des structures de représentation ainsi que des typologies et des classifications (figure 41).

Dans notre approche, nous distinguons entre la définition et la réutilisation de la mémoire de projet. Pour définir une mémoire de projet nous nous basons sur un processus et des structures de représentation. Pour la réutilisation de la mémoire, nous proposons des vues ou des accès appropriés selon le besoin de compréhension du réutilisateur. Dans le chapitre suivant, nous décrivons les modèles de représentation de la mémoire de projet que nous proposons et leur disposition à garantir une réutilisation efficace des connaissances de la mémoire de projet en conception.

CHAPITRE IV

Modèles et Structures de Représentation

1. Introduction

Une mémoire de projet est définie pour être réutilisée avant tout. Lors de la réutilisation de cette mémoire, les concepteurs, qui se posent plusieurs questions en rapport avec la logique de conception et le contexte du projet mémorisé, ont besoin des clés de la compréhension du contenu de la mémoire définie. La réutilisation de la mémoire de projet a été l'un de nos principaux objectifs lors du développement de notre approche. Nous considérons que l'obtention d'une mémoire de projet difficilement lisible ou compréhensible diminue énormément sa valeur même si les efforts fournis pour la constituer sont importants. En outre, nous pensons qu'il est important d'assister les concepteurs dans leur tâche de réutilisation en leur fournissant les moyens pour comprendre selon leurs besoins tel ou tel point de la mémoire. Cette assistance doit permettre au réutilisateur de comprendre n'importe quel élément dans la mémoire de projet sans être obligés de parcourir toute la structure de la mémoire pour atteindre l'élément en question.

De même, Les structures de représentation doivent être à la fois souple et facile à utiliser lors de la définition de la mémoire. Ces mêmes structures doivent également permettre de représenter l'ensemble des composantes d'un projet de conception de telle manière à ne pas omettre aucune information importante et utile dans la compréhension du déroulement du projet.

Dans ce chapitre, nous décrivons les modèles de représentation que nous avons choisi pour la définition et la réutilisation d'une mémoire de projet. Nous indiquons les points forts des structures de représentation que nous avons adopté pour, d'une part, modéliser un projet de conception et d'autre part pour la réutilisation de la mémoire produite.

2. Cycle de gestion des connaissances et mémoire de projet

Le processus de gestion des connaissances, comme nous l'avons présenté dans le chapitre I, est composé de sept étapes fondamentales allant de l'identification jusqu'à la création. La définition et la réutilisation de mémoires de projet s'insèrent dans ce cycle de gestion des connaissances et de ce fait la définition au même titre que la réutilisation sont d'une importance majeure et doivent être bien évalués par rapport à des critères de performance.

2.1. Repérage et explicitation

Pendant le processus de définition d'une mémoire de projet, les connaissances qui émergent pendant les discussions des problèmes de conception constituent un capital de savoir et de savoir-faire précieux. La démarche de capitalisation des connaissances que nous proposons permet de repérer et de collecter sous une forme organisée ces connaissances. Elle permet, en outre, de bien spécifier les liens qui existent entre toutes ses connaissances et l'ensemble des éléments du contexte du projet. La structuration de l'espace de discussion avec l'environnement de la conception permet une explicitation à la fois des connaissances collectées et du contexte dans lequel ces connaissances ont émergées.

2.2. Combinaison et internalisation

Après la production de la mémoire de projet, celle-ci doit être disséminée, appropriée et partagée. En effet, la mémoire produite, qui capitalise une expérience relative à un ou à plusieurs projets de conception, doit être accessible aux concepteurs qui souhaitent apprendre des expériences précédentes.

Les modèles de représentation que nous présentons dans ce chapitre permettent une réutilisation efficace des mémoires de projet et aide les concepteurs, par conséquent, à s'approprier les connaissances stockées dans la mémoire et dont ils ont besoin. Ainsi, les groupes de projet et de recherche capitalisent les connaissances et consacrent moins de temps à la recherche de connaissance déjà acquise au sein de l'organisation. Les insuffisances identifiées sont comblées et viennent enrichir le capital de connaissances et le cycle de l'acquisition de la connaissance recommence au niveau de l'identification.

3. Intérêt de la modélisation

Modéliser permet de penser une réalité, ici une expérience de conception, en la simplifiant et en l'appréhendant en fonction de certaines fins. Construire un modèle permet, donc, d'unifier la diversité du réel pour le réduire à un point de vue unique, intelligible et cohérent.

[Le Moigne, 90] définit la modélisation comme étant "une action d'élaboration et de construction intentionnelle, par composition de symboles, de modèles susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu complexe, et d'amplifier le raisonnement de l'acteur projetant une intervention délibérée au sein du phénomène; raisonnement visant notamment à anticiper les conséquences de ses projets d'actions possibles".

De cette définition de la modélisation nous retenons deux éléments qui nous intéressent énormément :

- *La modélisation* est un moyen de rendre intelligible un système complexe. Il s'agit, de ce fait, d'explicitier les éléments importants et intéressants inclus dans ce système complexe. Ces éléments peuvent être difficilement repérables ou compréhensibles. Dans le domaine de la capitalisation des connaissances, l'explicitation des connaissances et un élément indispensable. De même, les modèles utilisés pour représenter le déroulement de la conception dans un projet donné doivent rendre explicite l'expérience de conception, les connaissances techniques et contextuelles qui ont été investies ou qui ont émergées ainsi que les modes de raisonnement.
- *La modélisation* renvoie toujours à une intentionnalité, c'est dire qu'un système du monde ne va être modélisé qu'en fonction de certaines fins. C'est tout à fait le cas lors de la définition des mémoires de projets puisque leur réutilisation impose la définition et l'utilisation de modèles capables de rendre la réutilisation à la fois facile et efficace.

4. Critères d'une Modélisation adéquate

Avant de parler des modèles de représentation que nous proposons pour modéliser une mémoire de projet, commençons par définir les critères selon lesquels la performance d'une structure de représentation doit être évaluée. Nous avons spécifié ces critères de performance après une étude faite sur les méthodes de capitalisation des connaissances que nous avons présenté dans les chapitres I et II :

4.1. Complétude

Chaque information relative au projet de conception est nécessaire pour pouvoir comprendre un point précis dans le processus de conception ainsi que pour avoir une vue intégrale de la logique de conception et des circonstances de la résolution des problèmes. De ce fait, les modèles de représentation doivent représenter l'ensemble des composantes d'un projet de conception.

Omettre une des composantes d'un projet peut causer une perte d'un élément de compréhension essentiel et peut par conséquent donner une représentation partielle de l'expérience.

4.2. Evolutivité et flexibilité

Pendant le déroulement d'un projet de conception, les participants peuvent être amenés à modifier la structure ou les éléments du contexte dans lequel ils œuvrent. Ils peuvent être amenés à redéfinir le problème discuté par exemple. De même, pendant les étapes de validation de la mémoire de projet, le chef du projet peut modifier des structures et des contenus de la mémoire.

L'aspect dynamique du projet ainsi que la possibilité de modifier ou de restructurer la mémoire de projet nécessitent l'utilisation de modèles de représentation flexibles et évolutifs qui peuvent être aisément modifiés, augmentés et réduits. L'utilisation de modèles flexibles permet, ainsi, de prendre en considération l'aspect dynamique d'un espace de conception (figure 42) ainsi que les modifications qui peuvent être effectuées à la mémoire de projet lors de sa définition.

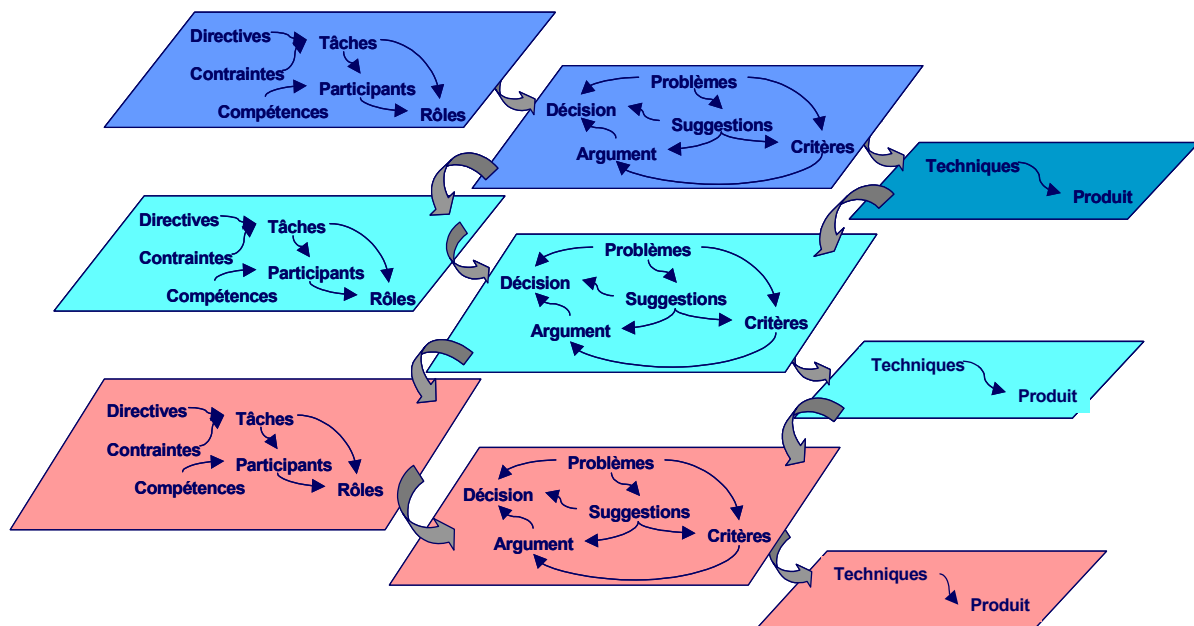


Figure. 42. Aspect dynamique de projets de conception

4.3. Réutilisabilité

La réutilisation de la mémoire de projet définie doit être à la fois pratique et efficace. Les concepteurs en situation de réutilisation d'une mémoire de projet doivent atteindre l'information qui les intéresse d'une manière rapide et commode. Pour ce faire, Les modèles utilisés dans la mémoire de projet doivent permettre de donner des vues flexibles et adaptées sur le contenu. Ainsi, l'accès aux différentes parties de la mémoire doit être aisé, guidé et bien ciblé selon le besoin de compréhension du réutilisateur.

5. Représentation relationnelle

5.1. Aspect relationnel d'une mémoire de projet

Rappelons qu'une mémoire de projet doit contenir des éléments d'expérience provenant tant du contexte que de la résolution de problèmes. Ces éléments ne sont pas indépendants les uns des autres mais ont des relations et des influences plus ou moins fortes les uns sur les autres. Chaque modèle de représentation proposé doit prendre en compte les différentes relations qui existent entre les éléments de la mémoire de projet pour que la représentation soit adéquate.

Pour représenter un espace de discussion par exemple, on doit lier chaque suggestion ou chaque argument au participant qui les a émis. De même, des relations doivent exister entre chaque participant et ses compétences et ses rôles dans le projet (figure 43).

La représentation relationnelle permet, de ce fait, de donner une vision plus claire de l'ensemble des éléments qui constituent la mémoire de projet mais aussi des liens qui les relient, ce qui permet de mieux comprendre la structure et le déroulement du projet.

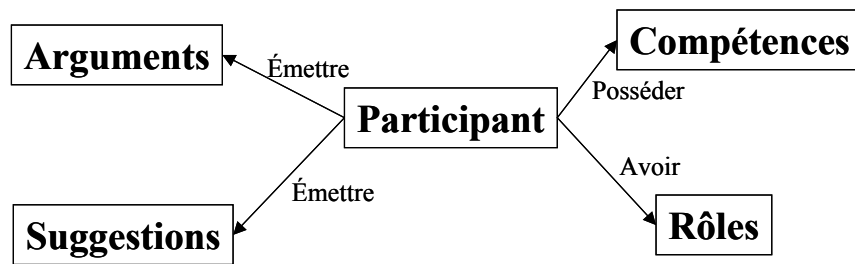


Figure. 43 . Exemple d'une représentation des relations entre quelques éléments de la mémoire de projet

5.2. Représentation dans des réseaux sémantiques

L'aspect relationnel qui caractérise les éléments de la mémoire de projet permet de structurer cette dernière sous forme de concepts et relations. En effet, les éléments formant le contexte ou la logique de conception d'un projet donné peuvent être représentés sous forme de concepts liés à travers des relations les uns aux autres et peuvent être, par ce fait, représentés dans des réseaux sémantiques.

5.2.1. Réseaux sémantiques

Des expériences de psychologie cognitive menées dans les années 60 [Quillian, 68] sont à l'origine du développement du modèle des réseaux sémantiques, mais des schémas voisins avaient déjà été utilisés dans le domaine de la documentation. Ces études ont montré que l'homme construit un modèle de mémoire associative pour organiser ses connaissances : un réseau sémantique est similaire à la représentation d'un ensemble de connaissances qu'un individu se construit pour un domaine spécifique. Les réseaux sémantiques sont une famille de modèles logiques, à laquelle appartient la théorie des graphes conceptuels de John Sowa [Sowa, 84], qui expriment un état de savoirs entre concepts à partir de notions très simples: la notion de *graphe* où les concepts sont représentés par des *nœuds* et les relations entre concepts par des *arcs orientés*. Ces modèles ont été utilisés avec succès dans le domaine de l'indexation de et de l'éducation [Gaines et al., 95] ainsi que dans le domaine de la recherche d'informations [Kheirbek et al., 95].

Dans un réseau sémantique, il existe deux types d'informations : les concepts et les relations. Les relations permettent de relier les concepts de façon à conserver une unité dans les données. Chaque concept peut être représenté comme un nœud relié aux autres par des flèches, les relations. De nombreux systèmes sont issus de cette approche, tel que KL-ONE dont la conception date de 1970. Un réseau exprime une hiérarchie et offre une solution à la structuration des données.

Dans les réseaux sémantiques, Certains liens reviennent très souvent tels que les liens :

- est un (est un exemple de, est une instance, est un élément de)
- est une sorte de (est une sous-classe de, est une partie de)
- a un (attribut) (figure 44)

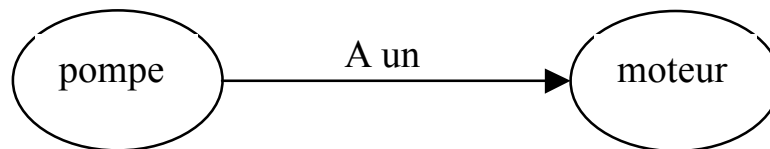


Figure. 44 . Symbolique d'une relation sémantique

5.2.2. Réseaux sémantiques et mémoires de projets

Le réseau sémantique est un outil qui est souvent utilisé pour simuler notre représentation de la mémoire. C'est un modèle qui montre comment l'information pourrait être représentée en mémoire et comment on pourrait accéder à ces informations. Le contenu de la mémoire de projet peut être alors représenté sous forme d'objets ou de concepts reliés par des relations. Cette représentation permet une structuration claire et flexible de l'information stockée dans la mémoire et elle rend l'accès à l'information adéquat et approprié.

5.2.2.1. Modélisation de la mémoire de projet

Modèle générique

Comme nous l'avons montré dans le chapitre II, la plupart des méthodes de capitalisation des connaissances ne prennent pas en compte le contexte de projet comme c'est le cas de QOC et IBIS ou représente quelques éléments du contexte comme dans DIPA ou dans DRCS.

L'absence d'une partie du contexte d'un projet dans une mémoire, dédiée à garder une trace structurée de ce projet, constitue un obstacle important pour la compréhension et la réutilisation de la mémoire de projet. La représentation du contexte a, de ce fait, autant d'importance que la représentation de la logique de conception.

Il ne s'agit pas seulement de stocker des informations relatives au contexte de projet mais de représenter également les relations qui existent entre ces informations et le processus de résolution des problèmes.

En effet, on comprend difficilement une décision prise par les participants à un projet sans connaître, par exemple, les contraintes qui ont été prises en compte par les participants ou sans connaître le rôle et les compétences de chaque participant à une tâche donnée.

En fait, en examinant bien un espace de conception on constate que chaque élément de cet espace, qu'il soit un composant de la logique de conception ou de l'environnement de travail, a une relation directe ou indirecte avec l'ensemble des éléments de l'espace de conception. Autrement dit, il y a une dépendance entre les éléments de projet de conception qu'il est indispensable de représenter dans une mémoire de projet.

Cette constatation nous a amenée à proposer un modèle relationnel générique sous forme de réseau sémantique regroupant tous les composants d'un projet de conception. Dans ce modèle nous donnons une vision globale sur les relations qui existent entre l'ensemble des parties d'un projet de conception notamment les relations entre les éléments de l'espace de la logique de conception et les éléments du contexte (figure 45).

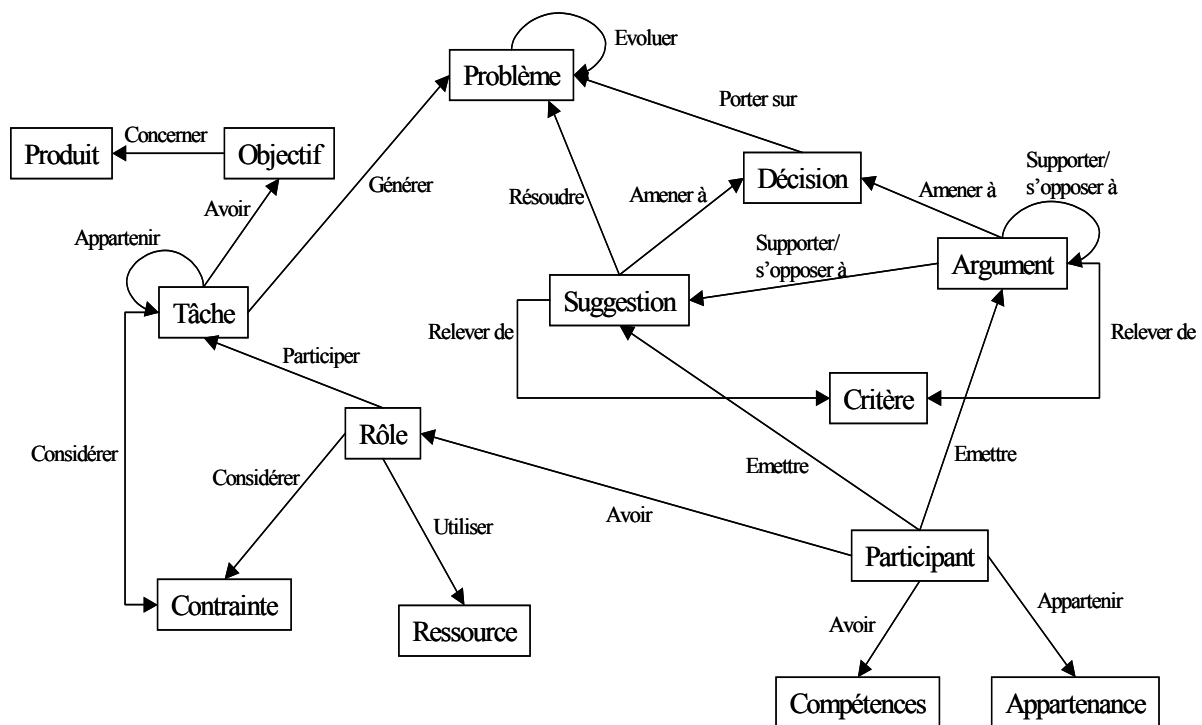


Figure. 45. *Modèle relationnel générique (contexte/logique de conception)*

Plusieurs relations entre les concepts peuvent être identifiées dans une mémoire de projet. Nous avons privilégié les relations :

- Emettre : entre un participant et ses énoncés (arguments et suggestions).
- Générer : Entre une tâche donnée et un problème rencontré. En effet, Une tâche organisée dans un projet de conception peut avoir comme objectif de résoudre un problème donné lié à la conception d'un produit.
- Avoir et appartenir : un participant peut avoir des rôles et des compétences et appartenir à un organisme donné.

- Considérer et utiliser : ces deux relations concernent, généralement, les ressources et les contraintes du projet. Ainsi, un participant peut utiliser une ressource en ayant un rôle donné tout en considérant des contraintes.
- Amener à, porter sur et relever de : On trouve ces relations dans l'espace de logique de conception. Ainsi argument peut relever d'un critère d'argumentation et amène à une décision qui porte sur un problème donné.
- Supporter, s'opposer et résoudre : un argument peut supporter (dans le sens soutenir) comme il peut s'opposer à une suggestion. Cette dernière peut être une solution au problème abordé.
- Evoluer : une relation réflexive qui concerne le problème abordé. La discussion d'un problème donnée peut le faire évoluer d'une situation à une autre jusqu'à son état final.

Avantages du modèle

Outre de la clarté du modèle proposé, il a trois autres avantages fondamentaux :

Modèle commun au contexte et à la logique de conception

Le fait de représenter l'ensemble des éléments du contexte et de la logique de conception dans un seul modèle général, constitue un avantage important car cela permet de mettre en évidence les relations qui existent entre les éléments du contexte d'une part et les éléments de la logique de conception d'autre part.

Les méthodes de capitalisation des connaissances étudiées dans le chapitre II ne modélisent pour la plupart d'entre elles que la partie logique de conception. On y trouve dans les modèles proposés par ces méthodes soit des représentations des situations de prises de décision soit des modèles de la dynamique de la résolution des problèmes mais complètement tronqués du contexte du projet ce qui peut fausser les interprétations lors de la réutilisation des mémoires définies.

Le modèle que nous proposons permet de donner une vision plus complète du contexte d'un projet car chaque élément du contexte est important dans la compréhension de l'environnement du projet et des choix effectués pendant la résolution des problèmes. L'influence des éléments du contexte sur la résolution de problèmes est mise en avant dans le modèle, on peut y voir par exemple l'influence des compétences des participants, qui est un élément du contexte, sur leurs arguments ou leurs suggestions, qui sont des éléments de la logique de conception ou on peut encore remarquer l'influence des contraintes du projet sur les tâches exécutées et par conséquent sur les problèmes générés, ainsi que sur les solutions définies.

Modèle flexible

L'une des principales caractéristiques des réseaux sémantiques est la flexibilité de leur structure puisque le but de ces réseaux est de fournir une représentation souple des connaissances. En effet, Il s'agit de réseaux dont les nœuds représentent les concepts et les arcs représentent les relations. Ce genre de structure permet de rajouter facilement d'autres nœuds ainsi que d'autres arcs à n'importe quel emplacement dans le réseau.

Lors de la définition de la mémoire de projet, l'évolution du projet amène souvent à modifier soit le contenu de la mémoire soit la structure de représentation du contenu en rajoutant de nouvelles relations, en supprimant des relations existantes ou en les modifiant. Cet aspect dynamique du projet exige l'utilisation de modèles souples et ayant une aptitude à supporter cette dynamique.

Exemple :

Supposons qu'on a la situation suivante :

"Le participant X qui possède la compétence C5 a le rôle R1 dans la tâche T1 qui a généré le problème P3".

Cette situation a changé et est devenue ainsi :

" Le participant X qui possède la compétence C5 a changé de rôle dans la tâche T1, son rôle devient R2. Le participant Y qui possède la compétence C2 a pris le rôle R1 dans la tâche T1 qui a généré le problème P3 "

Ce changement de situation peut être aisément pris en compte dans la représentation relationnelle comme illustré dans (figure 46).

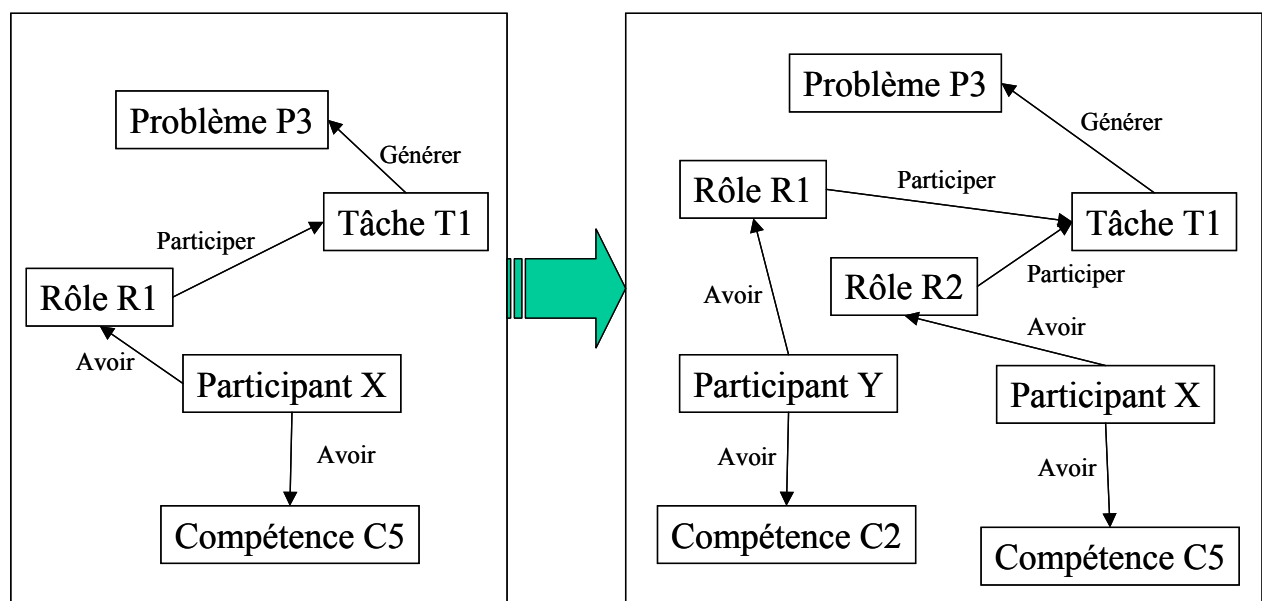


Figure. 46. Exemple d'un changement de situation pris en compte grâce à la représentation relationnelle

Pendant le processus de collecte et de structuration des connaissances, on est souvent amené à modifier les structures de représentation soit à l'étape de restructuration soit à l'étape de validation. En utilisant une représentation sous forme de réseau sémantique, nous obtenons une structure flexible qui peut être facilement augmentée selon les spécificités des domaines.

Modèle permettant des accès faciles et adaptés à l'information

La mémoire de projet est représentée sous forme d'un grand réseau en interrelation. Un réseau sémantique est composé de *nœuds* dont les interrelations sont établies par des *pointeurs* étiquetés. Les nœuds sont les différents types d'information en mémoire.

Pour extraire de l'information à partir d'un tel réseau on pourrait partir de n'importe quel nœud. Il suffirait de faire les bons choix aux différents carrefours pour relier les autres nœuds pertinents pour l'information que l'on désire obtenir.

L'exemple de (figure 47), montre comment on peut atteindre le critère d'argumentation à partir des compétences de deux participants différents. En effet, dans le réseau on parcourt les participants leurs arguments ou suggestions pour arriver au critère d'argumentation.

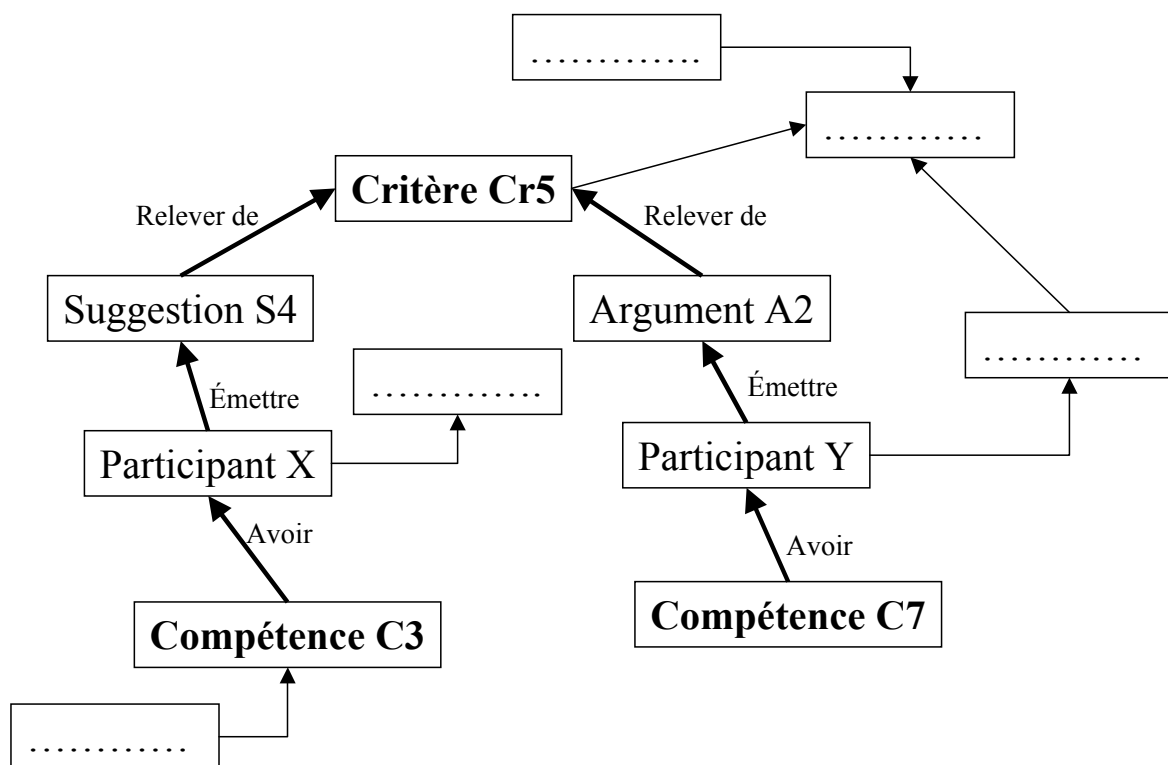


Figure. 47. Exemple de deux parcours d'un réseau de représentation pour atteindre une l'information souhaitée

L'avantage d'une telle méthode d'accès est de permettre au réutilisateur de la mémoire d'atteindre l'information qu'il souhaite consulter à partir de n'importe quelle donnée. L'atout d'une telle technique est double :

- Elle permet d'accéder directement à l'information sans être obligé de parcourir toute la mémoire pour pouvoir trouver cette information ce qui est très intéressant en terme de temps d'accès et d'efficacité.

- Elle permet d'obtenir des vues intéressantes pour l'interprétation et l'analyse de la mémoire de projet. En effet, il est très intéressant d'avoir des vues mettant en avant les rapprochements entre les différents éléments de la mémoire de projet. Ainsi, on peut voir le rapport entre la compétence d'un participant et les critères d'argumentation dont relèvent ses arguments et ses suggestions comme on peut par exemple voir le rapport qui existe entre les ressources utilisées par un participant et son rôle dans le projet et ainsi de suite.

La mise en pratique et l'implémentation de ce genre de représentation nécessite l'utilisation d'un langage de représentation qui a les mêmes avantages que les réseaux sémantiques.

La logique de premier ordre est la plus adaptée aux réseaux sémantiques. En plus de son aspect formel, elle possède tous les avantages qu'on trouve dans les réseaux sémantiques tels que la flexibilité et la possibilité d'avoir des accès directs et de n'importe quel nœud.

5.3. Représentation avec la logique formelle

Passer d'une représentation relationnelle à une représentation logique formelle permet l'automatisation des opérations de stockage des données et d'accès au contenu de la mémoire de projet.

La logique formelle permet en outre une représentation flexible et augmentable de la mémoire de projet ce qui rend toute modification des structures ou du contenu facile et pratique.

De même, en utilisant un système d'inférences, l'accès à l'information devient aussi commode et intéressant comme dans les réseaux sémantiques.

5.3.1. Logique formelle et mémoire de projet

Dans la figure 45, Nous avons proposé un modèle relationnel générique représentant à la fois les éléments du contexte et de la logique de conception. Pour pouvoir obtenir une représentation formelle, nous définissons notre formalisme approprié basé sur la logique de premier ordre.

Le formalisme comporte des variables, des constantes et des relations comme dans (figure 48):

- Variables: représentent les objets qui composent notre domaine (mémoire de projet) tels que rôles, contraintes, ressources, etc. (les nœuds du modèle de la figure 45).
- Constantes: représentent les valeurs définies des objets du domaine.
- Relations (prédicats): représente les relations entre les objets du domaine.

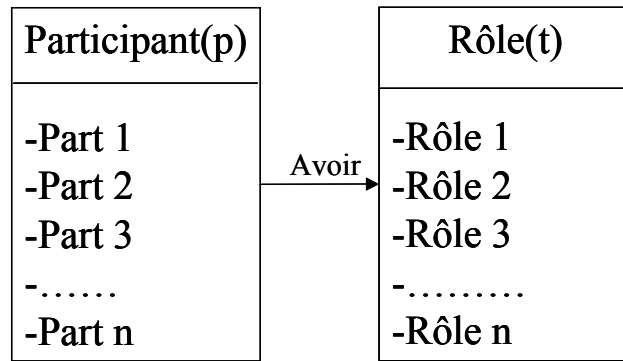


Figure. 48. La relation Participant - Rôle

Pour représenter l'ensemble de situation, nous considérons deux étapes :

5.3.1.1. Représentation conceptuelle

Cette étape correspond à la phase de modélisation et elle permet de représenter les éléments composant la mémoire de projet. Dans ce cas, nous utilisons des relations et des variables pour représenter la structure et le déroulement du projet.

Exemple: Pour représenter la situation "participant a le rôle" (Figure 48), on a besoin de :

- Un symbole de variable *Participant* pour l'ensemble des participants.
- Un symbole de variable *Rôle* pour l'ensemble des rôles.
- La relation *Avoir*.

"Participant a le rôle" devient donc :
 Avoir (participant, rôle)

Nous pouvons par conséquent représenter le modèle logique de discussion de problème dans (Figure 49) en utilisant les expressions logiques. Ces expressions permettent une symbolisation formelle.

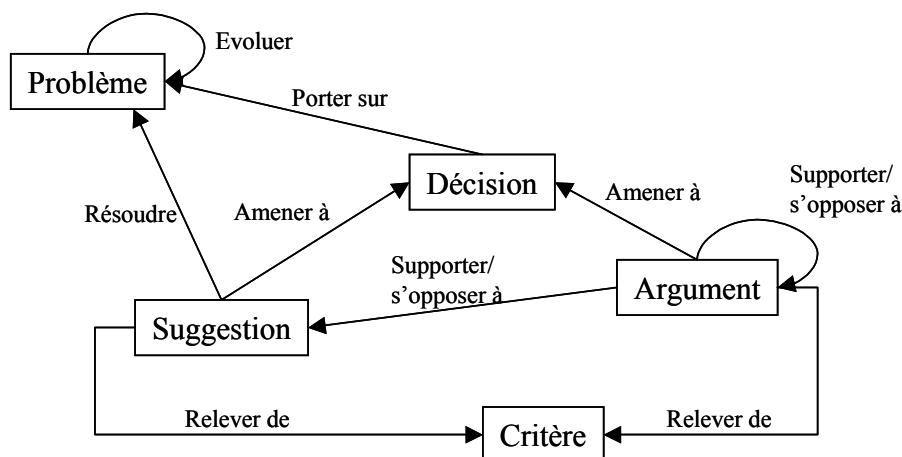


Figure. 49. Représentation d'une partie de la mémoire de projet

A partir du modèle relationnel (figure 49), nous obtenons :

```

Résoudre (Problème, suggestion) ;
Supporter (argument, suggestion) ;
S'opposer (argument, suggestion) ;
  Supporter (argument, argument) ;
S'opposer (argument, suggestion) ;
Relever_de (argument, critère) ;
Relever_de (suggestion, critère) ;
Amener_à (suggestion, décision) ;
  Amener_à (argument, décision) ;
Porter_sur (décision, problème) ;
  Evoluer (Problème) .

```

Figure. 50. Représentation formelle de Figure 49

Nous représentons de la même manière les autres situations et nous obtenons, donc, une représentation formelle des différentes parties du modèle "contexte/Logique de conception".

5.3.1.2. Accès et génération de vues

Une mémoire de projet est définie dans le but de garder une trace d'une expérience et fournir donc des indications pour résoudre des problèmes dans une organisation. Nous sommes donc intéressés par la manière de réutilisation des connaissances mémorisées. En effet, l'intérêt de garder une trace d'un projet est d'être capable de comprendre les informations qu'elle contient et en particulier le "pourquoi" des décisions.

Pour atteindre ce but, nous proposons plusieurs accès à la mémoire de projet selon différents points de vue tels que: résolution de problème, critères d'argumentation, évolution de la résolution du problème, compétences des participants ainsi, point de vue chronologique, etc. Ces points de vue permettent de comprendre les procédures de prise de décision et les contextes dans lesquelles elles ont été prises.

La représentation formelle de la mémoire aide à générer différentes vues selon le besoin. En effet, en utilisant un système d'inférence, basé sur les relations et les concepts, nous pouvons obtenir des accès à la mémoire selon des points de vues différents. La génération de vues donne un accès dynamique correspondant au besoin de l'utilisateur. Les vues peuvent être représentées sous forme de graphes qui montrent l'influence de quelques éléments de la mémoire. Ces influences peuvent être montrées selon la décision du réutilisateur et ne doivent pas être prédéfinies comme il est souvent recommandé dans les approches de logique de conception. Par exemple, l'utilisateur pourrait avoir besoin d'obtenir tous les critères d'argument caractérisant la discussion d'un problème donné ou il souhaiterait voir la discussion de problèmes selon les compétences des participants comme dans l'exemple 1 et 2 respectivement :

Exemple 1 :

(Figure 51) est un exemple extrait d'une expérience de traçabilité d'un projet de définition des principes d'évaluation des risques professionnels que nous avons menée en collaboration avec l'Institut National de Recherche et de Sécurité « INRS » (Voir chapitre V).

L'exemple présente trois chemins possibles pour atteindre les rôles des participants discutant le problème PROBLEME1. En effet, l'exemple montre que le problème PROBLEME1 a comme solution la suggestion SUGGESTION12 qui est émise par le participant PARTICIPANT11, ce dernier a comme rôle le rôle **ROLE1**. On remarque aussi que l'argument ARGUMENT3 est émis par le participant PARTICIPANT4 qui a le rôle **ROLE3**. Enfin, que l'argument ARGUMENT5, qui relève du critère CRITERE4, est émis par le participant PARTICIPANT3 qui a comme rôle **ROLE6**.

A partir de cette situation on peut générer une représentation graphique (figure 52) de point de vue des rôles des participants en rapport avec le problème PROBLEME1.

<p>- Résoudre (PROBLEME1 : « Définition du cadre de l'ERP », SUGGESTION12 : « Utiliser « champs d'intervention » au lieu de « périmètre de l'évaluation » »);</p> <p>- Emettre (SUGGESTION12 : « Utiliser « champs d'intervention » au lieu de « périmètre de l'évaluation » », PARTICIPANT11);</p> <p>-Avoir (PARTICIPANT11, ROLE1 : Chef du projet).</p>
<p>- Discuter (ARGUMENT3 : « Cette question ne peut pas être comprise par tout le monde de la même manière » , PROBLEME1 : « Définition du cadre de l'ERP »);</p> <p>- Emettre (ARGUMENT3 : « Cette question ne peut pas être comprise par tout le monde de la même manière », PARTICIPANT4);</p> <p>- Avoir (PARTICIPANT4 , ROLE3 : Cordinateur CRAMs)</p>
<p>- Discuter (ARGUMENT5 : « Le chef d'entreprise doit dire où on en est à tous les salariés » , PROBLEME1 : « Définition du cadre de l'ERP »);</p> <p>- Relever de(ARGUMENT5 : « Le chef d'entreprise doit dire où on en est à tous les salariés » , CRITERE4 : Exhaustivité);</p> <p>- Emettre (ARGUMENT5 : « Le chef d'entreprise doit dire où on en est à tous les salariés » , PARTICIPANT3);</p> <p>- Avoir (PARTICIPANT3 , ROLE6 : Représentant INRS)</p>

Figure. 51. Exemple d'une situation générée focalisée sur les rôles des participants

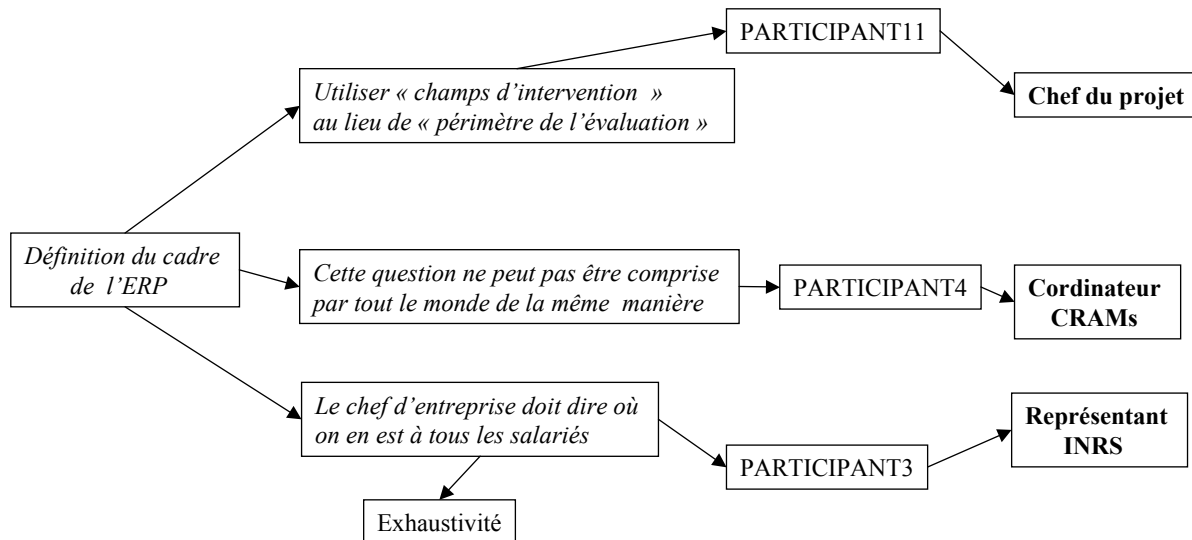


Figure. 52. Une représentation graphique de la situation de Figure 51

Exemple 2:

<ul style="list-style-type: none"> - Discuter (ARGUMENT9: « Il doit y avoir dans ce principe la notion de finalité : l'ERP doit conduire à prendre, le cas échéant des décisions de prévention », PROBLEME2: discussion du principe-ERP n°2) ; - Emettre (ARGUMENT9: « Il doit y avoir dans ce principe la notion de finalité : l'ERP doit conduire à prendre, le cas échéant, des décisions de prévention », PARTICIPANT6) ; - Avoir (PARTICIPANT6, COMPETENCE3 : Ergonomie) .
<ul style="list-style-type: none"> - Générer (PROBLEME2: discussion du principe-ERP n°2, TÂCHE6: « Création du principe de finalité ») ; - Avoir (PARTICIPANT2, ROLE4 : coordinateur CRAMs); - Appartenir (ROLE4,TÂCHE6: « Création du principe de finalité ») ; - Have (PARTICIPANT2, COMPETENCE2: Ingénierie conseil)

Figure. 53. Un exemple d'une situation générée focalisée sur les compétences des participants

Figure 53, est un autre exemple extrait de la même expérience de traçabilité. Dans l'exemple il y a deux situations de projet focalisées sur les compétences des participants. Une représentation graphique du point de vue compétences des participants peut être générée comme dans Figure 54.

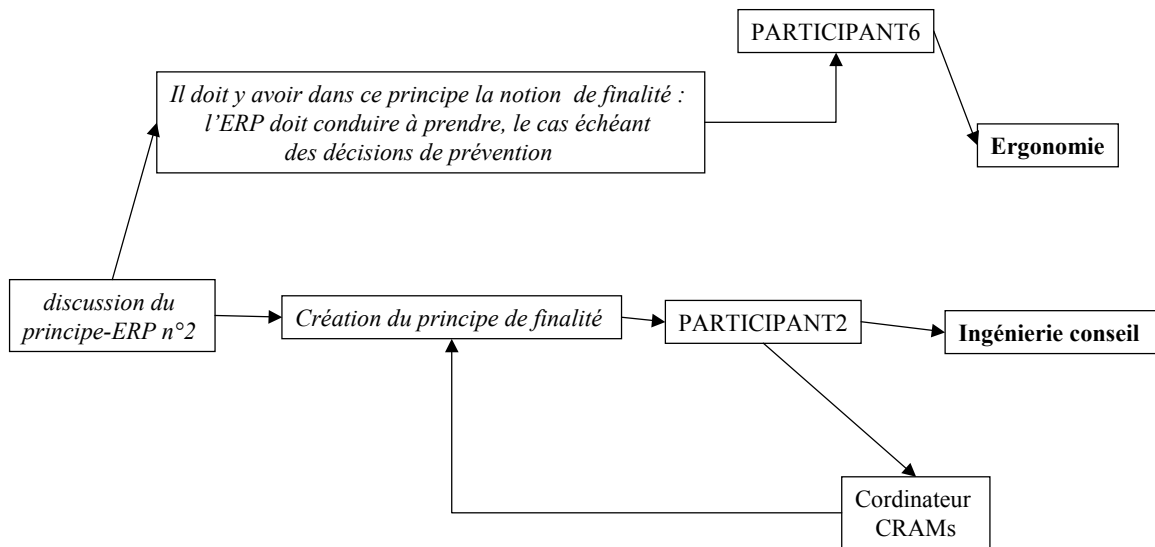


Figure. 54. Une représentation graphique de la situation de Figure 53

La procédure est similaire pour générer d'autres représentations de points de vue, comme l'évolution des problèmes, les relations entre les problèmes et les contraintes, etc.

6. Conclusion

Une mémoire de projet n'est intéressante pour un réutilisateur quel qu'il soit sauf si elle lui permet d'accéder aux informations qu'elle contient d'une manière pratique et efficace. Cette mémoire devient encore plus intéressante si elle offre au réutilisateur des accès spécifiques lui permettant d'avoir des idées bien claires et pertinentes sur le déroulement du projet mémorisé. Ces mêmes accès intelligents doivent, également, permettre au réutilisateur d'obtenir les bonnes réponses aux questions qu'il se pose et qui concerne le déroulement du projet, les choix effectués, l'influence des compétences des participants sur leurs arguments et suggestion, le rapport entre les critères d'argumentation et les appartenances des participants, etc.

Nous avons montré dans ce chapitre comment les réseaux sémantiques constituent des outils intéressants de modélisation. Leur capacité en terme de flexibilité et souplesse les rend bien adaptés pour représenter une mémoire de projet susceptible d'être modifiée pendant sa définition. De même les réseaux sémantiques permettent une navigation facile à travers leurs nœuds et relations ce qui rend l'accès à l'information pratique et efficace.

Nous avons, également, proposé une représentation formelle de la mémoire de projet. Cette représentation symbolise les influences entre les différents éléments de la mémoire. Nous obtenons donc une structure flexible qui peut être facilement augmentée selon les spécificités des domaines. Par ailleurs, cette représentation formelle peut être utilisée comme système d'inférence dans le but de générer dynamiquement des vues sur les résolutions collectives de problèmes. En effet, un utilisateur, il peut par exemple, avoir besoin de savoir comment un élément donné a influencé la prise de décision. Il peut voir cet élément lié à son contexte et repérer son influence sur l'espace de résolution de problèmes. Nous avons montré dans ce chapitre comment une représentation formelle peut donner une flexibilité non seulement dans la représentation des connaissances mais également dans la structuration et la recherche de connaissances.

Cependant, les outils et langages de programmation orientés logique formelle tels que prolog, présentent des limites en terme de stockage de donnée et d'affichage graphique. En effet, les langages de programmation logique ne disposent pas de fonctionnalités permettant de sauvegarder des données de tailles importantes comme tel est le cas des énoncés des participants c'est à dire les arguments et les suggestion ainsi que les données en rapport avec les ressources utilisées dans les projets. En outre, les fonctionnalités graphiques, dont nous avons fortement besoin pour afficher les vues générées, ne sont pas performantes voire absente dans certains langages.

Ces inconvénients nous ont procuré l'idée d'utiliser d'autres outils de programmation qui ne sont pas basés sur des systèmes d'inférences mais qui sont nettement plus performant en matière de stockage de donnée et d'affichage graphique. Dans (chapitre VI), nous présentons l'outil que nous avons développé et appliqué sur l'expérience que nous avons menée à l'INRS.

CHAPITRE V

Expérience Pratique :

**Définition d'une mémoire de projet au
sein de l'Institut National de Recherche
et de Sécurité**

1. Contexte

L'Institut National de Recherche et de Sécurité est un organisme qui a comme charge l'amélioration de la santé et la sécurité de l'homme au travail : prévenir les accidents au travail et la survenue de maladies professionnelles. Ses actions ou réalisations s'inscrivent dans le cadre des directives de la Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS) et des orientations politiques du ministère chargé du Travail.

L'INRS dispose d'une direction scientifique chargée de la prospection, la prospective, la stratégie, l'animation et la coordination scientifiques ainsi que de la programmation et du suivi des travaux scientifiques et techniques au sein de ses départements.

L'un des objectifs stratégiques de l'INRS et la capitalisation des connaissances collectives émergeant dans différents types de projets menés au sein de l'institut ainsi que la capitalisation des connaissances individuelles de ses différents experts.

Dans l'objectif de garder une trace d'un projet spécifique qui regroupant plusieurs participants de plusieurs organismes et possédant différentes compétences, nous avons accompagné l'équipe du projet pour définir une mémoire réutilisable de ce projet.

L'objectif général du projet consiste à établir un document, jusque là n'existant pas, qui contient l'ensemble des principes d'évaluation des risques professionnels. Ce document sera mis à la disposition des entreprises et les aidera, entre autres, dans la prise en compte précoce des risques potentiels.

Notre tâche consistait essentiellement à collecter les informations relatives au contexte du projet et retranscrire les réunions de discussion des principes pour définir une mémoire structurée des connaissances investies ou émergentes pendant le déroulement du projet.

2. Besoin de capitalisation de l'expérience

Le projet regroupe un nombre de participants possédant des savoirs et des savoir-faire différents. Ces participants viennent de plusieurs départements et organismes travaillant dans (ou avec) l'INRS. Le produit de ce projet, c'est-à-dire le document contenant les principes d'évaluation des risques professionnels, est d'une importance majeure à la fois pour l'INRS et les entreprises. Tous ces facteurs ont motivé la direction scientifique de l'INRS à garder une trace structurée, exhaustive et réutilisable du projet en question.

Il ne s'agit pas de retranscrire des réunions de discussion dans des rapports de réunions difficilement exploitable pour la restitution des connaissances mais l'enjeu capital dans la mémorisation du projet est plutôt de repérer les connaissances surgissant pendant les discussions pour les mettre en évidence et les relier au contexte de ces discussions.

La mémoire de projet produite sera par la suite une référence importante qui peut être utilisée lors de la réalisation d'autres projets plus ou moins similaires.

Ce besoin est d'autant plus ressenti puisqu'une tentative d'étude des risques professionnels, dont on a perdu la trace et les résultats, a été déjà menée au sein de l'INRS.

3. Déroulement de l'expérience

3.1. Collecte des données du contexte

Notre première tâche consistait à rassembler l'ensemble des éléments formant le contexte dans lequel le projet se déroulera. Pour ce faire, nous avons tenu deux réunions avec le chef de projet. Pendant ces réunions, le chef de projet nous a communiqué l'ensemble des informations en rapport avec le contexte du projet.

Nous avons classé les éléments du contexte en deux catégories :

3.2. Environnement de travail

L'environnement de travail est formé de son côté de deux classes principales :

3.2.1. Ressources utilisées

Les ressources constituent l'ensemble des moyens utilisés lors de la réalisation du projet. Il s'agit de tous les éléments susceptibles d'aider dans à atteindre l'objectif du projet tels que :

Techniques et Outils

Les outils utilisés comportent :

- Outils INRS pour évaluation des risques,
- Outils CRAM pour évaluation des risques,
- Autres outils.

Références

Les participants aux projets se sont référés à des documents contenant des pratiques des CRAMs (Caisses Régionales d'Assurance Maladie) en rapport avec les risques professionnels

Moyens de communication

Les moyens de communication utilisés sont principalement les réunions de discussion qui permettent aux participants de débattre pour arriver à une formulation des principes d'évaluation des risques professionnels.

Par ailleurs, les participants au projet peuvent également Communiquer et échanger des informations par voie de courrier électronique, de téléphone ou de fax.

3.2.2. Contraintes

Comme dans chaque projet des contraintes doivent être respectées lors de la réalisation du projet. Les contraintes collectées correspondent aux :

- Directives ministérielles concernant l'application des moyens de protection et de sécurité pour les risques professionnels, textes réglementaires et décrets,
- Charges de travail pour chaque participant au projet,
- Calendrier prévisionnel,
- Coûts du projet.

3.3. Organisation du projet

Les informations relatives à l'organisation du projet qui ont été collectées lors des réunions avec le chef de projet concernent les éléments suivants :

3.3.1. Objectif et produit à réaliser :

Le projet a comme objectif l'élaboration d'un document référence contenant les principes d'évaluation des risques professionnels. Ce document constitue le produit à réaliser dans le projet. Il peut être la base des décrets ministériels concernant l'évaluation des risques professionnels.

3.3.2. Informations sur les participants

Les informations organisationnelles concernent

- Les participants au projet : leurs identités et coordonnées
- Les compétences des participants
- Les appartenances et les provenances des participants
- Les rôles des participants dans le projet.

Le tableau dans (figure 55) résume toutes ses informations.

Organisme	Participant	Département/Région	Compétences	Rôle
INRS	Particip1	P/DGP	Géochimie et environnement	Chef de projet
	Particip2	ETE	Ergonomie	Représentant INRS
	Particip3	HT	Médecine	Représentant INRS
	Particip4	EAM	Médecine	Représentant INRS
	Particip5	RCB	Chimie	Représentant INRS
	Particip6	HT	Psychologie	Représentant INRS
CNAM	Particip7	CNAMTS-DRP	Chimie	Représentant CNAM
CRAM	Particip8	Ile de France	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip9	Midi Pyrénées	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip10	Bretagne	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip11	Pays de Loire	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip12	Alsace Lorraine	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip13	Rhône-Alpes	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip14	Sud-Est	Ingénierie conseil	Représentant CRAM
	Particip15	CGSS Martinique	Ingénierie conseil	Représentant CRAM

Figure. 55 . Tableau des informations relatives aux participants au projet

3.3.3. Organisation des tâches

L'organisation des tâches est un point important dans tout projet. Dans le projet INRS, la tâche principale est la discussion des principes d'évaluation des risques professionnels. Mais avant de commencer cette tâche, il fallait en entreprendre d'autres dans l'ordre suivant (figure 56):

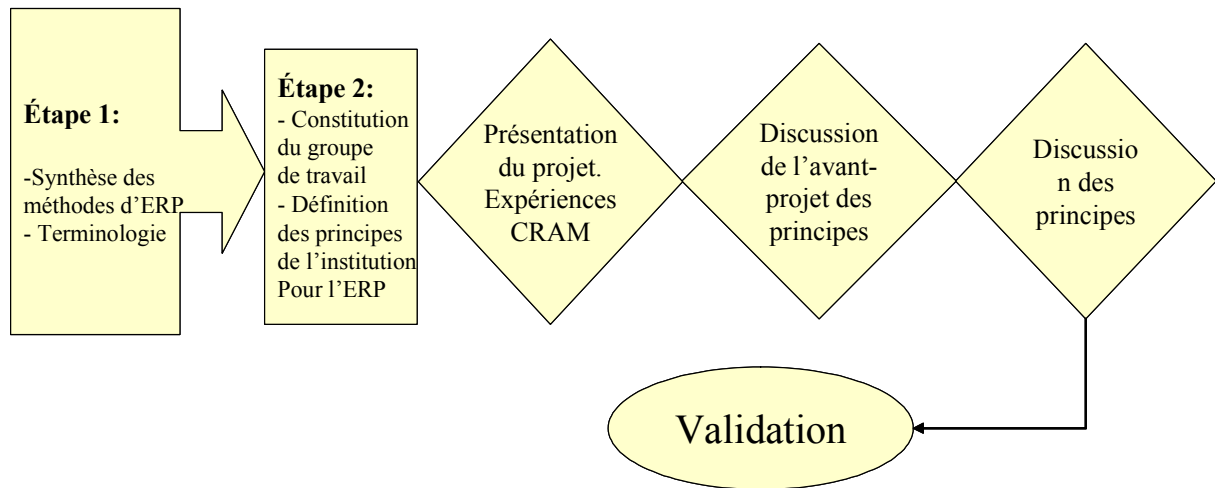


Figure. 56. Séquence des tâches dans le projet ERP

Avant les réunions (figure 57) :

- Synthèse des méthodes d'ERP : Cette tâche consiste à faire une recherche sur l'ensemble des méthodes d'évaluation des risques professionnels qui existent pour faire une synthèse générale de ces méthodes. Cette tâche a été prise en charge par le chef de projet.
- Synthèse terminologique : pour pouvoir cerner la terminologie utilisée dans le domaine de l'évaluation des risques professionnels. Cette tâche est réalisée par le chef de projet.
- Constitution du groupe de travail qui va discuter les principes.
- Définition des principes de l'institution pour l'ERP, réalisé également par le chef de projet.

Pendant les réunions :

- Présentation du projet expériences CRAM.
- Discussion de l'avant-projet des principes.
- Discussion des principes.

Validation après les réunions.

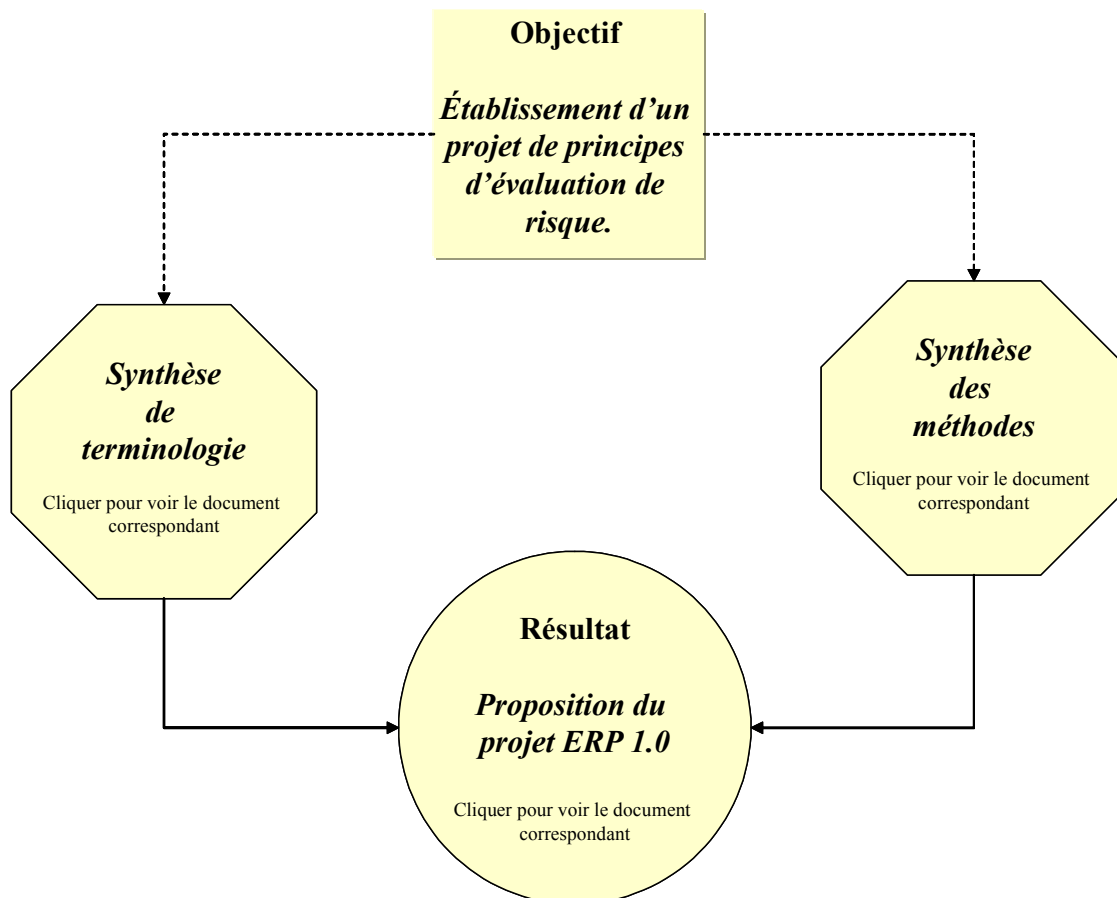


Figure. 57. Représentation des tâches du chef de projet avant les réunions avec liens vers les documents élaborés (extrait de la mémoire de projet réalisée)

La collectes des informations formant le contexte nous a permis de représenter d'une manière structurée l'ensemble de tâche à réaliser et de stocker les données notamment celles relatives aux ressources utilisées dans le projet tels que les documents utilisés par les participants ou ceux réalisés par le chef de projet avant le début des réunions (figure 57).

3.4. Accompagnement des réunions de l'élaboration du document

L'étape la plus importante de notre travail était l'accompagnement des réunions de la discussion des principes des risques professionnels à formuler dans le document produit. Notre tâche consistait à repérer et structurer les connaissances émergent pendant les ces réunions de discussion.

3.4.1. Retranscription en temps réel

Toute la difficulté réside dans la retranscription structurée des réunions de discussion en temps réel.

Pour ce faire, notre idée consistait en une retranscription dirigée par une simple structure où les éléments de bases peuvent être classés. Nous avons utilisé des fiches de retranscription(cf. chapitre III). Ces fiches contiennent des schémas structurés, vides à priori, représentant la logique de discussion.

Nous utilisons ces fiches pour noter d'une façon semi-structurée et rapide l'ensemble des éléments d'information qui peuvent être recueillis durant les discussions.

Notre objectif était de préparer une retranscription semi-structurée de la discussion au cours des réunions et en temps réel. La structure de ces fiches (figure 58) permet de distinguer les éléments du problème discuté, de mettre en évidence les arguments des participants à la réunion (intervenants) ainsi que leurs éventuelles suggestions. La prise des notes est structurée d'abord par participant qui, pendant la réunion, sont reconnus soit par leurs noms soit par leurs aspects visuels.

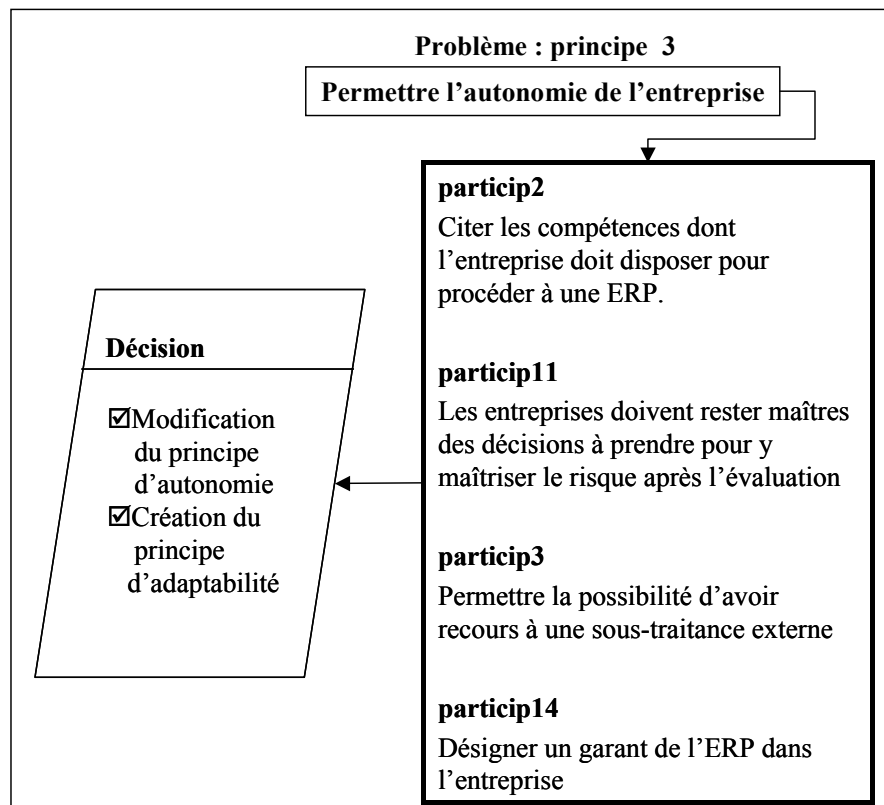


Figure. 58. Exemple d'une fiche de retranscription utilisée pendant une réunion

Nous avons remarqué, en utilisant ces fiches, que la retranscription semi-structurée est tout à fait faisable en temps réel. En effet, la structuration partielle consiste seulement à spécifier dans chaque fiche le problème discuté (dans les réunions ERP il s'agissait de principe d'ERP discuté) le participant qui est intervenu, son intervention et la décision prise concernant le problème discuté. Une discussion d'un problème peut être retranscrite sur plusieurs fiches au cas où une seule fiche ne suffirait pas. Il faut juste remettre sur les fiches du même problème l'énoncé du problème discuté en ajoutant la mention "suite".

Nous avons remarqué par la suite que la restructuration de ces fiches est beaucoup plus rapide et facile par rapport aux comptes rendus classiques des réunions ce qui représente un avantage important.

En fait la retranscription directe que nous proposons suit d'une part, les méthodes classiques de prise de notes dans une réunion et d'autre part prépare la structuration des connaissances. Cette retranscription peut être facilement réalisée par un secrétaire de séances. Aucune analyse approfondie n'est demandée dans ce type de retranscription. Si le type d'un énoncé n'est pas identifié, nous recommandons de le classer dans les arguments pour être structurée ultérieurement. Notons également qu'une suite chronologique de la négociation est sauvegardée dans ce type de retranscription.

A la fin de chaque réunion, on obtient un ensemble de fiches de retranscription contenant les interventions des participants d'une façon semi structurée. La discussion de chaque problème est retranscrite sur un ou plusieurs fiches, ces dernières contiennent les énoncés en rapport avec le problème en question classés par participant en plus de la décision prise.

3.5. Restructuration des fiches de rapport

Nous avons procédé, après chaque réunion, à une restructuration, basée sur une analyse cognitive, des fiches de retranscription. Nous nous sommes inspirés des approches de logique de conception pour définir une structure de représentation permettant de mettre en avant les éléments moteurs d'une discussion de conception, tels que les arguments, les critères de justification et les suggestions.

3.5.1. Forme de structuration

Nous avons repris les fiches semi structurées relatives à chaque principe ERP discuté. Pour chaque fiche, nous avons commencé par distinguer les suggestions et les arguments des participants. Une suggestion constitue une proposition émise par un participant visant à modifier, supprimer, maintenir le principe discuté ou même à créer un autre principe différent. Un argument est souvent émis par un participant pour supporter ou s'opposer à une suggestion. Un participant peut émettre une suggestion sans exprimer des arguments et peut également appuyer une suggestion d'un autre participant sans émettre la sienne. Chaque argument et suggestion sont étiquetés en fonction de sa position. Si l'argument ou la suggestion supportent le principe, nous le mentionnons avec un « + » s'ils s'opposent au principe nous mettons un « - », sinon s'ils sont entre les deux nous mettons un « +/- ».

Par la suite, nous avons procédé à la classification des arguments et des suggestions des participants selon des critères d'argumentation (figure 59). Pour ce faire, nous avons utilisé une classification des critères d'argumentation dans le cadre des réunions de conception. Cette classification est le résultat d'une précédente étude dans le domaine de la conception dans le domaine de l'ingénierie concurrente [Matta et al., 00] (cf. chapitre III).

L'objectif de la classification de la discussion selon des critères d'argumentation est de faciliter la compréhension de la logique de la discussion des problèmes d'une manière générale. Relier un argument ou une suggestion à un critère précis permet d'explicitier la logique de raisonnement du participant qui les a émis et aide, en outre, à grouper les arguments et les suggestions qui relèvent du même critère ce qui facilite la compréhension de la discussion. Notons que les suggestions et les arguments sont classés également par principe discuté.

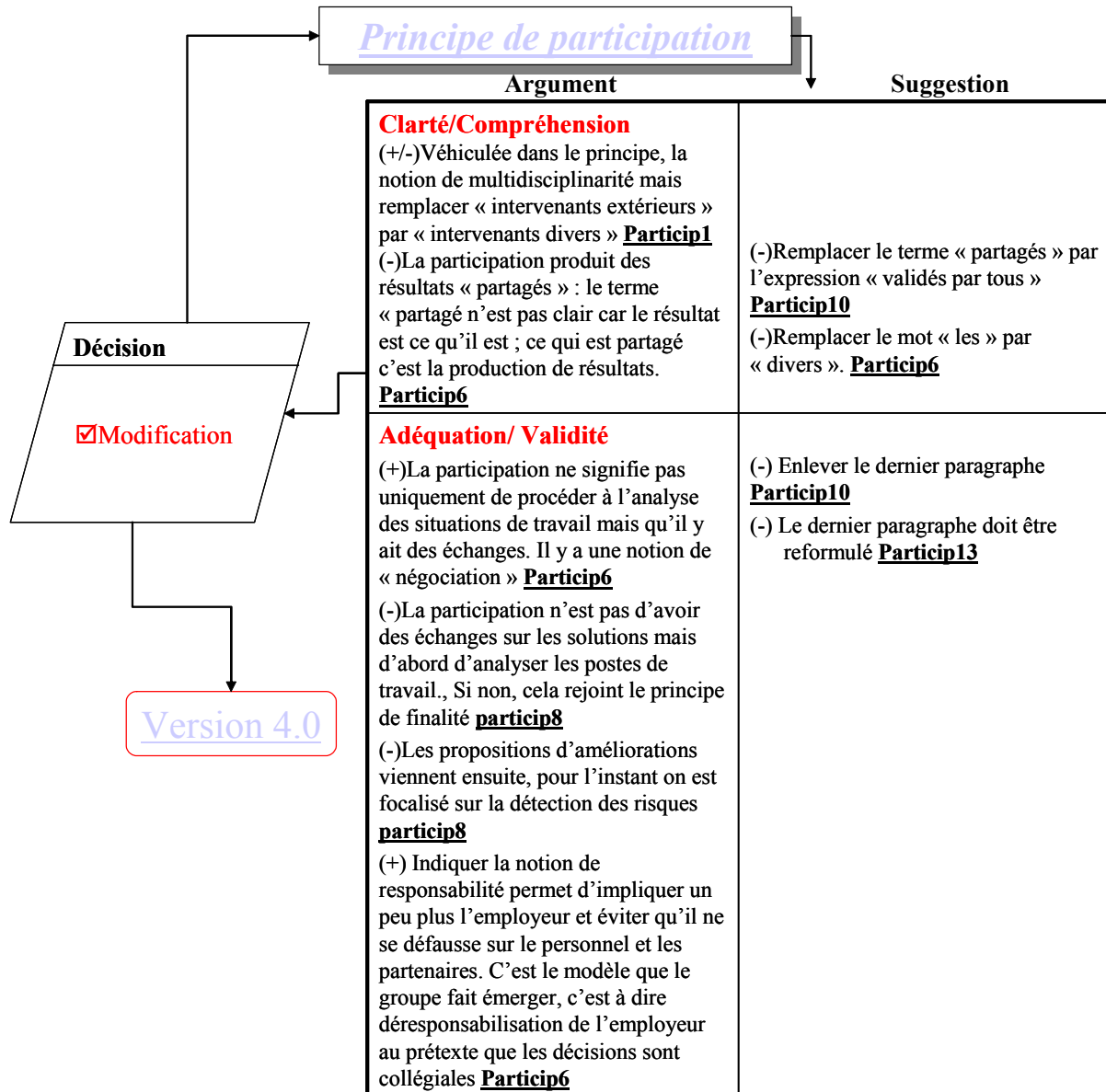


Figure. 59. Exemple d'une fiche restructurée

Nous avons remarqué que les arbres de classification que nous avons utilisé étaient pertinents. Il nous était facile de trouver les critères d'une suggestion ou d'un argument donné dans l'arbre de classification. Cet avantage permet l'utilisation de cette structure de classification dans tout autre projet de conception puisqu'il s'agit d'un arbre de classification (figure 60).

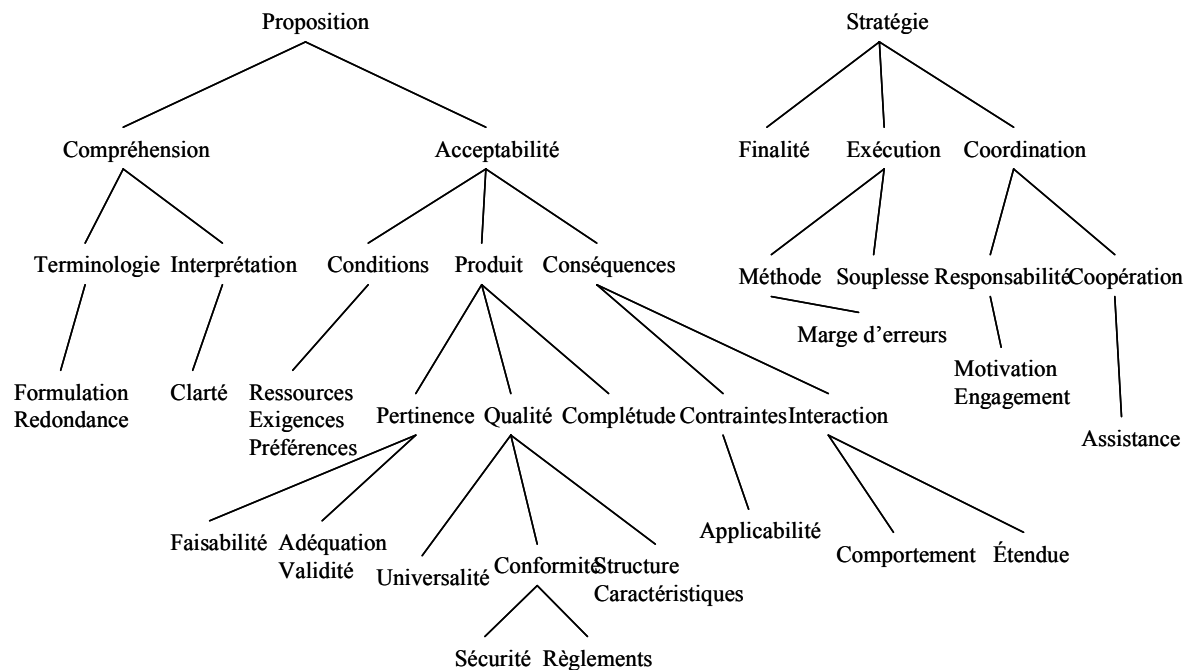


Figure. 60. Arbres des critères d'argumentation dans le domaine de la conception

3.6. Validation

La dernière étape de notre accompagnement au projet d'évaluation des risques professionnels consistait à valider le contenu et les structures de la mémoire obtenue. Cette étape nous a été très intéressante puisqu'elle nous a permis de recueillir les remarques et les commentaires pertinents du chef de projet qui a activement réagi aux résultats intéressants obtenus.

3.6.1. Fréquence de validation

Nous avons procédé à une validation en fin de projet. La durée de ce dernier étant 6 mois.

3.6.2. Validation du contenu de la mémoire

En relisant le contenu des fiches structurées, le chef de projet a été amené à modifier, des fois, la formulation des arguments et des suggestions. La reformulation de quelques phrases est due au fait que les formulations des arguments et des suggestions n'étaient pas claires des fois ou ne n'exprimaient pas exactement le sens voulu par le participants qui les ont émis.

3.6.3. Validation de la structure de la mémoire

La validation de la structure était une expérience enrichissante pour nous. En effet, l'échange avec le chef de projet nous a donné de nouvelles idées sur une structuration qui rend la mémoire de projet plus intéressante et efficace pour ses réutilisateurs :

3.6.3.1. Enrichissement des arbres de critères

Le chef de projet a suggéré de rajouter d'autres critères d'argumentation dans la structure. Les critères proposés par le chef de projet correspondent toujours au domaine de la conception ce qui permet de les rajouter dans les arbres de critères utilisés. Quelques arguments et des

suggestions ont été replacés et classés selon les nouveaux critères. Par exemple, nous avons rajouté le critère "formulation/redondance" comme sous-critère de "terminologie", le critère "conformité" (sécurité et règlement) comme sous-critère de qualité, le critère "applicabilité" comme sous-critère de contraintes, le critère "motivation/engagement" comme sous-critère de "responsabilité", etc. Ces changements nous ont poussé à prévoir la possibilité de modifier l'arbre de critères dans le logiciel support à notre approche (cf. chapitre VI).

3.6.3.2. Création des vues spécifiques

Pour mieux comprendre le déroulement du projet et la discussion des principes ERP, le chef de projet nous a suggéré de concevoir deux vues spécifiques dans la mémoire : comme par exemple, dépendance entre les principes, l'influence des compétences sur les critères d'argumentation.

Vue par critères d'argumentation

Cette vue consiste à mettre en évidence en, utilisant un affichage graphique de préférence, les critères d'argumentation pour chaque principe ERP discuté. Les arguments et les suggestions seront liés à ses critères comme dans (figure 61).

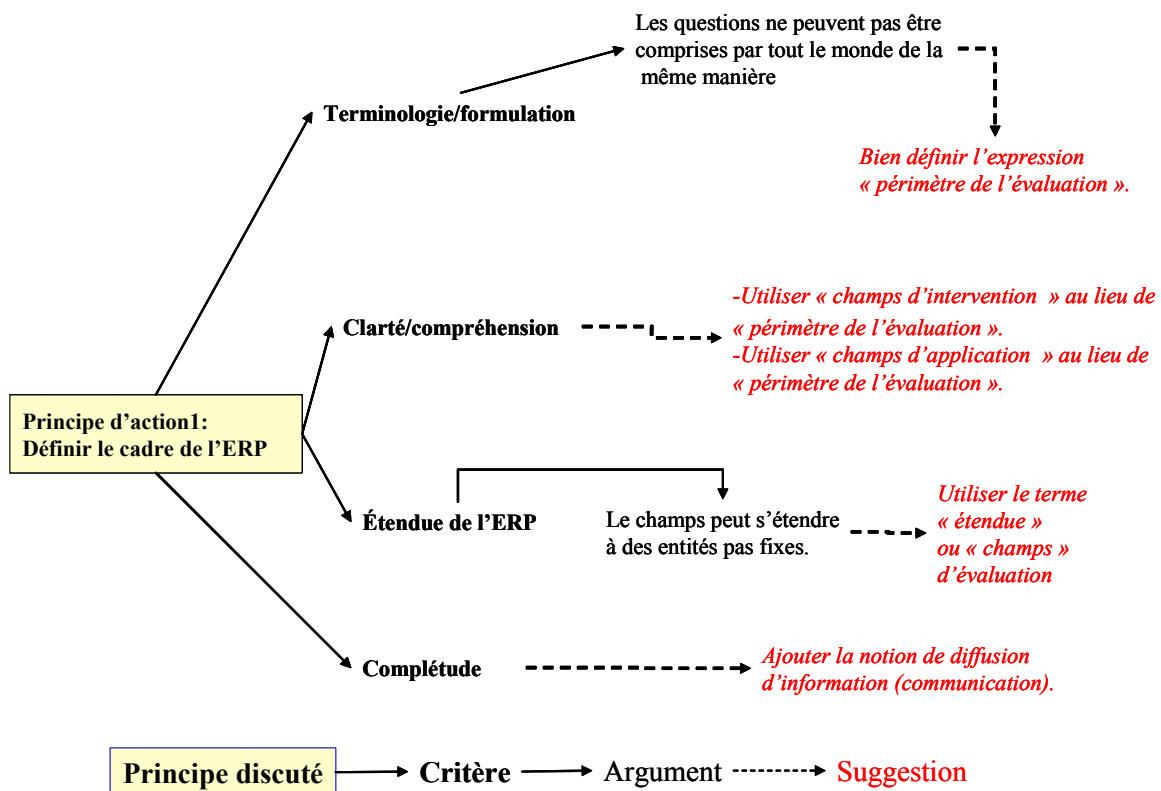


Figure. 61. Exemple d'une vue par critères

Une vue extraite à partir des critères d'argumentation permet de montrer une synthèse sur les éléments clés qui ont influencé la résolution d'un problème et par-là la prise de décision. Cette vue n'est pas très différente de celle recommandée dans les approches de logique de conception (QOC, IBIS, etc., cf. chapitre II).

Vue sur l'évolution de l'artefact

La discussion des principes a poussé les participants à en modifier certains, en supprimer d'autres et même à créer de nouveaux principes. Donner une vue sur l'évolution des principes discutés permet de voir les changements qui ont eu dans le document des principes lors des différentes phases des discussions.

La (figure 62) présente une vue sur l'évolution de l'artefact. Cette vue représente l'évolution du document discuté depuis sa première version jusqu'à la version finale.

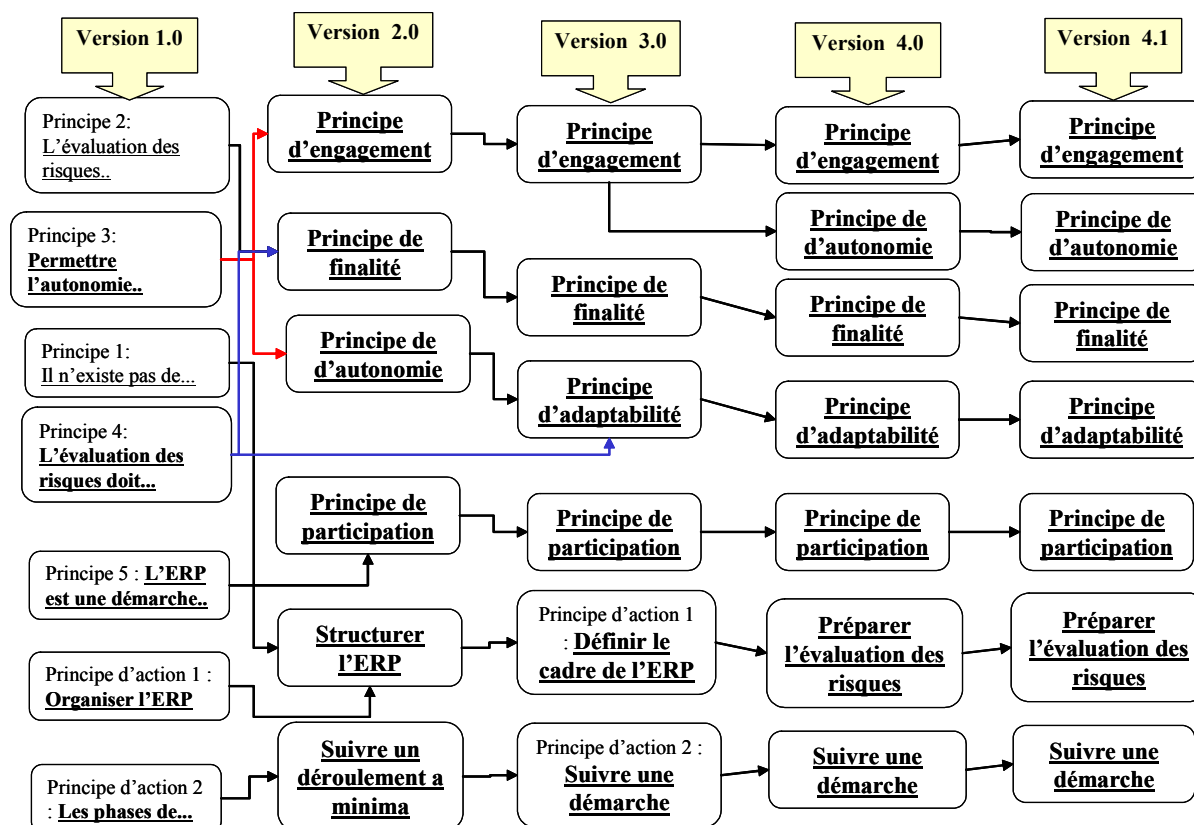


Figure. 62. Exemple d'une vue sur l'évolution de l'artefact (principes d'évaluation des risques professionnels)

Vue sur les dépendances entre les principes

Cette vue suggérée par le chef de projet représente les relations de dépendances entre certains principes (figure 63).

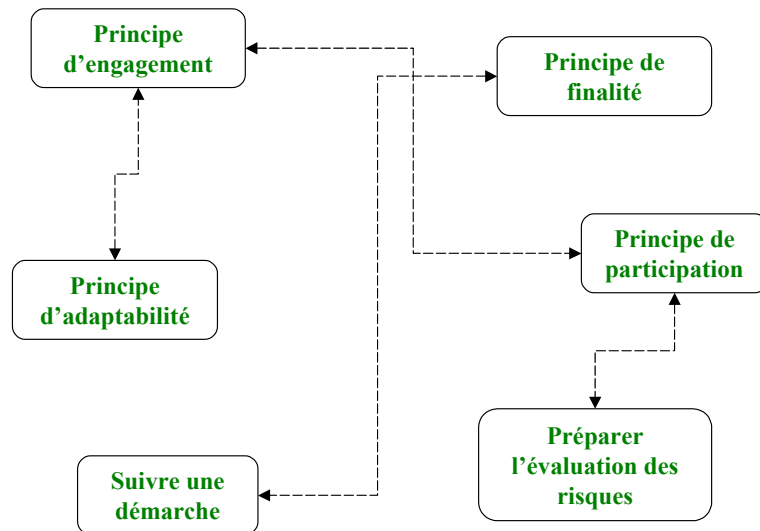


Figure. 63. Exemple d'une vue mettant en avant les relations de dépendances entre certains principes ERP

4. Conclusion

L'expérience de traçabilité effectuée au sein de l'Institut National de Recherche et de Sécurité nous a permis à la fois d'expérimenter d'une manière pratique l'efficacité de notre méthode et de l'enrichir pour la rendre plus efficace et plus pratique.

En effet, en appliquant notre approche lors d'une expérience pratique, nous avons pu tester avec succès son applicabilité en temps réel pour la retranscription de la discussion de prise de décision. Cette applicabilité constitue une limite dans un grand nombre de méthodes de capitalisation des connaissances des projets de conception alors qu'elle est indispensable dans toute approche visant à capitaliser des connaissances volatiles émergeant lors des discussions des problèmes.

De même, l'expérience nous a permis de constater que la génération de différentes vues, sur le contenu de la mémoire, représente la clé de la compréhension du déroulement de tout projet. Ces vues doivent être complémentaires et capables de répondre aux questions que se posent des concepteurs, souvent en relation avec les différents éléments constituant la mémoire de projet. Ainsi, des vues telles que celles mettant en avant les critères d'argumentation, des vues sur l'évolution de l'artefact ou des vues sur les rapports entre les compétences des participants et leurs arguments ou suggestions sont indispensables pour les réutilisateurs.

L'idée que nous a inspiré la génération des vues, c'est donner à l'utilisateur le choix de la vue qu'il souhaite avoir et non pas lui imposer un nombre de vues prédéfinies. C'est ce que nous avons fourni dans l'outil que nous avons développé et que nous présentons dans le chapitre VI.

Nous considérons qu'imposer des vues déjà prédéfinies lors de la réutilisation d'une mémoire de projet n'est pas suffisant pour permettre au concepteur de comprendre, selon son souhait, des éléments précis dans la mémoire, qui ne sont pas pris en compte dans la génération des vues.

Toutefois, nous aimerions bien expérimenter notre approche dans d'autres projets plus complexes comportant plus de tâches et ayant plusieurs objectifs. Une telle expérience nous permet de généraliser notre méthode et combler les éventuelles insuffisances.

CHAPITRE VI

***ODéRamPro* : un outil de définition et de réutilisation de mémoires de projets**

1. Introduction

L'idée du développement d'un outil de définition et de réutilisation de mémoires de projets nous est parue intéressante. Il ne s'agit pas d'un outil de gestion de projet mais plutôt d'une application permettant de saisir les informations structurées d'un projet donné et de consulter selon plusieurs points de vue le contenu de la mémoire constituée par l'ensemble des informations stockées.

L'avantage d'un tel outil informatique est, certainement, de favoriser la réutilisation des mémoires de projets. En effet, l'automatisation de la génération de vues facilite la réutilisation de la mémoire de projet en assistant les concepteurs dans la compréhension des situations de résolution de problèmes. Notre idée consiste à laisser à l'utilisateur le choix d'accès à la mémoire selon le point de vue qui lui permettrait de comprendre un élément précis dans le déroulement du projet mémorisé.

Dans ce chapitre, nous présentons *ODéRaMPro* (**O**uil pour la **D**éfinition et la **R**éutilisation de **M**émoires de **P**rojets), un outil élaboré dans le cadre de la thèse. Nous parlons des spécifications définies avant le développement de l'application, des fonctionnalités et des interfaces proposées ainsi que de la technique de programmation adoptée.

Les exemples et les illustrations dans ce chapitre correspondent aux différentes interfaces de l'outil utilisé pour mémoriser le projet d'évaluation des risques professionnels que nous avons présenté dans le chapitre précédent.

2. Fonctionnalités de l'outil

Avant le développement de tout type d'application, la spécification des de celle-ci est primordiale. Cette spécification permet, par la suite, de définir les interfaces de l'outil à développer ainsi que la technologie d'implémentation qui sera adoptée.

Nous avons, de ce fait, commencé par définir fonctionnalités les d'un outil informatique basé sur notre approche de définition et de réutilisation de mémoires de projet. Ainsi, plusieurs fonctionnalités ont été déterminées dont une partie est liée à la sauvegarde structurée des informations de projets et dont l'autre partie concerne la réutilisation de la mémoire de projet.

2.1. Fonctionnalités relatives à la définition de la mémoire de projet

1. **Représentation du contexte** : l'outil doit disposer d'interfaces permettant l'introduction de l'ensemble des informations caractérisant le contexte d'un projet de conception. Il s'agit de sauvegarder les informations relatives aux ressources utilisées ainsi qu'aux contraintes et à l'organisation du projet.
2. **Représentation de la logique de conception** : Cette fonctionnalité consiste à aider à la structuration des discussions de résolution de problèmes. Les interfaces de l'application doivent assister l'utilisateur dans la structuration de la logique de conception en lui proposant des modèles de structuration ou de classification du contenu de la discussion de résolution de problèmes.
3. **Modélisation de la mémoire de projet** : Les informations saisies doivent être structurées dans l'application selon le modèle relationnel proposé par l'approche. Cette modélisation permettra de visualiser, par la suite, les relations, rapports et influences qui existent entre l'ensemble des éléments de la mémoire de projet.

2.2. Fonctionnalités relatives à la réutilisation de la mémoire de projet

1. **Consultation du contenu de la mémoire de projet** : Il s'agit de donner la possibilité au réutilisateur de visualiser l'ensemble des informations du projet mémorisé telles que les informations relatives au contexte du projet ou celle de la logique de conception.
2. **Recherche par mots clés** : Cette fonctionnalité permet au réutilisateur d'atteindre des informations contenant le mot recherché. Le réutilisateur peut, par exemple, souhaiter voir tous les arguments et les suggestions qui contiennent un terme précis qui lui aiderait à comprendre le processus de prise de décision.
3. **Génération de vues sur la mémoire de projet définie** : Cette fonctionnalité est fondamentale et aide le réutilisateur de la mémoire de projet à comprendre les situations de résolution de problèmes. Le réutilisateur doit pouvoir choisir la vue qu'il souhaite avoir en fonction des éléments qui les intéresse. Il peut, par exemple, choisir une vue sur la résolution d'un problème donné qui met en avant les relations entre les compétences des participants et leurs arguments.

Choix du mode de présentation : Cette fonctionnalité consiste à donner le choix à l'utilisateur de l'application de choisir le mode d'affichage des résultats qu'il souhaite visualiser. Un mode d'affichage graphique des vues sur la mémoire de projet peut convenir à un utilisateur alors qu'un mode d'affichage textuel intéresserait un autre. Il s'agit de prendre en considération les différentes options et manières de la réutilisation de la mémoire de projet.

2.3. Environnement et outils de développement

2.3.1. Choix de l'outil de développement

Le choix de l'outil de réalisation d'*ODéRamPro* est conditionné par plusieurs facteurs importants. Ces critères contribuent au renforcement de la performance de l'outil développé, il s'agit de :

2.3.1.1. Capacité de stockage des données

Comme nous l'avons décrit auparavant, l'application développée doit permettre d'introduire des données et des informations relatives au projet à mémoriser. Ceci implique que l'outil d'implémentation doit être capable de sauvegarder d'une façon structurée des données de tout type et de toute taille. En outre, l'outil doit permettre d'accéder aux données d'une façon pratique et aisée.

Les données et informations relatives un projet donné concernent aussi bien son contexte que sa partie logique de conception. Ces données sont généralement de type textuel et peuvent être d'une taille importante comme dans le cas des arguments et des suggestions des participants.

2.3.1.2. Possibilité de représenter le modèle relationnel

L'outil de programmation doit permettre de représenter le modèle relationnel modélisant les composants d'une mémoire de projet et les relations qui les connecte (cf. chapitre IV). Cette représentation est capitale car elle permet, par la suite, la génération des différentes vues sur la mémoire de projet. Cette génération est complètement basée sur les relations entre les éléments de la mémoire de projet.

La représentation du modèle relationnel, doit produire un système d'inférences exploité pour permettre de générer de vues sur la mémoire de projet comme nous l'avons expliqué dans le chapitre IV.

2.3.1.3. Performance de la visualisation des informations et résultats

L'une des principales fonctionnalités de l'application développée est la visualisation des informations stockées dans la mémoire ainsi que l'affichage des résultats relatives à des requêtes de génération de vues sur la mémoire de projet. Ceci impose l'utilisation d'un outil d'implémentation performant en terme d'affichage textuel et graphique. Les utilisateurs de l'application pourront ainsi choisir leur mode d'affichage préféré qui leur permettra de bien explorer la mémoire de projet afin de comprendre les différentes situations du projet mémorisé et faciliter, par conséquent, sa réutilisation.

2.3.1.4. Possibilité de partager l'application

La mémoire de projet définie doit pouvoir être exploitée par plusieurs concepteurs. Cette exploitation implique que l'application qui servira à réutiliser la mémoire de projet doit être accessible par plusieurs utilisateurs. Il s'agit d'une application partageable dont les interfaces et les fonctionnalités supportent leur utilisation de plusieurs clients en même temps.

2.3.2. Outils de développement utilisés

2.3.2.1. PHP et MySQL

Les critères, sur lesquels nous nous sommes basés pour choisir l'outil de développement de l'application de définition et de réutilisation de mémoires de projets, nous ont amenés à choisir un langage de développement interprété (un langage de script) interfacé avec un système de gestion de bases de données. Il s'agit du langage PHP et du SGBD MySQL.

Le langage interprété PHP

PHP est un langage interprété ou un langage de script exécuté du côté serveur (comme les scripts CGI, ASP, etc.) et non du côté client (comme c'est le cas d'un script écrit en Javascript ou une applet Java). La syntaxe du langage provient de celles du langage C, du Perl et de Java.

Les principaux atouts de ce langage de script sont [Leierer et al., 00] :

- La gratuité et la disponibilité du code source (PHP3 est distribué sous licence GNU GPL),
- La simplicité d'écriture de scripts,
- La possibilité d'inclure le script PHP au sein d'une page HTML : ceci nous a permis d'utiliser le langage de balises HTML pour concevoir les interfaces statiques d'ODéRaMPro. Par ailleurs, tout ce qui relève de traitement dynamique est traité par du script PHP,
- La richesse du code PHP en nombre de fonctions de différents types. C'est ainsi que PHP dispose de fonctions d'accès aux systèmes de répertoires et de fichiers du serveur web. De même, il existe des fonctions de manipulation de chaînes de caractères, de traitement de tableaux, etc.,
- La capacité de traitement graphique : PHP dispose d'une collection complète de fonctions de retouche d'images *.gif* et *.png* susceptibles d'être utilisées conjointement à la bibliothèque graphique GD, pour la génération dynamique d'images,

- La simplicité d'interfaçage avec des bases de données (de nombreux SGBD sont supportés, mais le plus utilisé avec ce langage est MySQL, un SGBD gratuit disponible sur les plates-formes Unix, Linux, et Windows)),
- L'intégration au sein de nombreux serveurs Web (Apache, Microsoft IIS, etc.).

Le Système de Gestion de Bases de Données MySQL

Les Systèmes de Gestion de Bases de Données tels que MySQL permettent de manipuler facilement et avec beaucoup de souplesse un très important volume de données. MySQL est largement utilisé et se montre indiqué notamment pour les applications Web : doté d'une rapidité de traitement élevée et peu gourmand en mémoire et offrant de nombreuses fonctions.

MySQL dispose, en outre, d'autres atouts qui le rendent encore plus performant [Leierer et al., 00] :

- Possibilité de l'utilisation d'une architecture multiutilisateur, multitraitements, ce qui permet des connexions rapides,
- Beaucoup de types de données pris en charge,
- Fonctions SQL fortement optimisées,
- Système de privilèges et de mots de passe flexibles et sûr avec une vérification basée sur l'hôte,
- Prise en charge de base de données de très grande taille. Les bases de données MySQL peuvent comporter plus de 50 millions d'enregistrements.

Notons que notre idée de base, comme nous l'avons expliquée dans le chapitre IV, consiste à utiliser un langage formel pour mettre en place un système d'inférences permettant de générer des vues sur la mémoire de projet. Ces vues, générées à la demande de l'utilisateur de la mémoire de projet, sont focalisées sur un ou plusieurs éléments donnés de la mémoire. Ainsi, un utilisateur peut souhaiter avoir une vue sur une situation de résolution d'un problème focalisée sur les compétences des participants.

Notre approche nous aurait pu amener à utiliser un langage de logique formelle tel que PROLOG. Cependant, ce genre de langages n'est pas suffisamment performant pour stocker des données de tailles importantes ce qui constitue un désavantage fondamental pour l'implémentation d'applications telle que *ODéRaMPro*.

En plus, les langages tels que PROLOG sont assez limités en terme d'affichage et de traitement graphique. Dans une application telle que *ODéRaMPro*, un nombre de résultats est affiché en mode graphique ce qui les rend plus claires à comprendre et, par conséquent, plus faciles à analyser et à exploiter.

Tous ces facteurs importants à nos yeux nous nous ont motivé à utiliser le langage de script PHP ainsi que le SGBD MySQL pour implémentation de notre outil *ODéRaMPro*.

Ce choix nous amené, par conséquent, à reproduire les systèmes d'inférences en simulant leur fonctionnement à travers un système de base de données relationnel implémenté et géré avec MySQL. Ce système relationnel représente l'ensemble des éléments de la mémoire de projet ainsi que les relations les joignant.

3. ODéRaMPro : Fonctionnalités et interfaces

ODéRaMPro (**O**uil pour la **D**éfinition et la **R**éutilisation de **M**émoires de **P**rojets) (figure 64) étant un outil dédié à sauvegarder des données et des informations relatives à des projets de conception ainsi qu'à la consultation et la réutilisation des mémoires de ce type de projets dispose de deux catégories de fonctionnalités : fonctionnalités en rapport avec la mémorisation de projets et fonctionnalités relevant de la réutilisation de mémoires de projets.

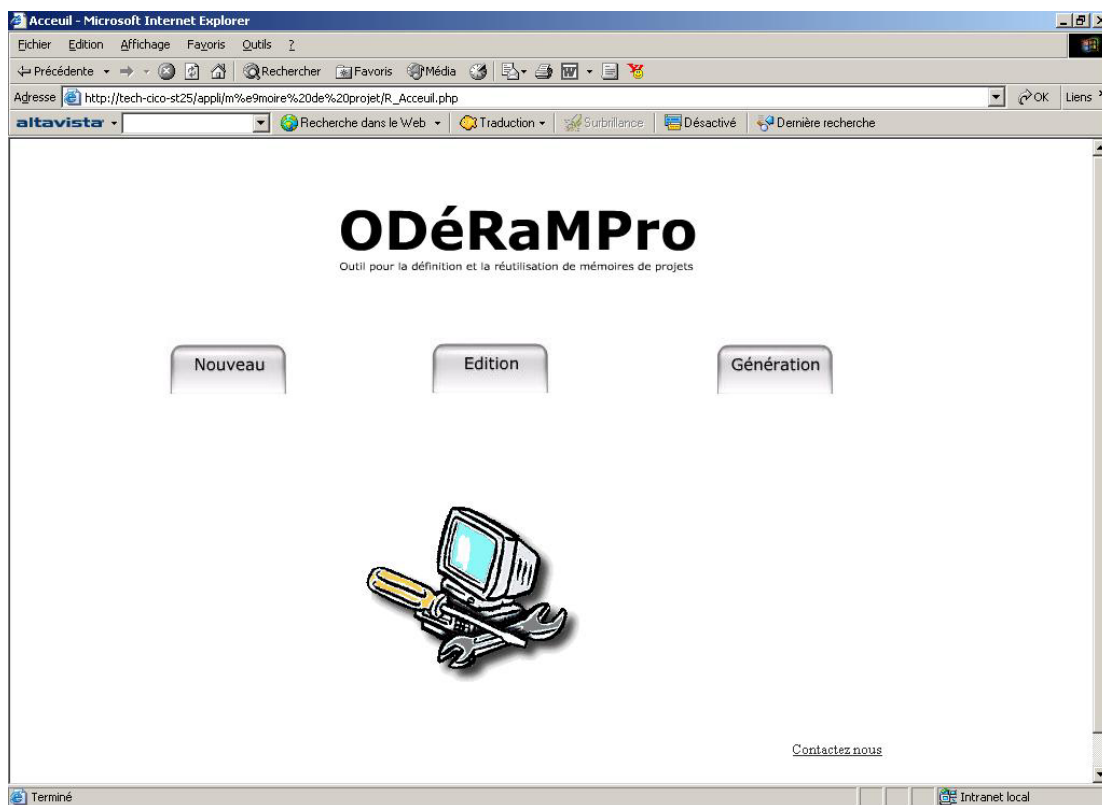


Figure. 64. Interface d'accueil d'ODéRaMPro

3.1. Fonctionnalités en rapport avec la mémorisation de projets

Cette catégorie de fonctionnalité permet d'introduire à travers des interfaces appropriées l'ensemble des données et informations relatives au projet à mémoriser. Ces données et informations, rappelons le, appartiennent à deux parties principales de tout projet de conception à savoir le contexte du projet et la logique de conception ou la logique de résolution de problèmes :

3.1.1. Interfaces de mémorisation des éléments du contexte de projets

ODéRaMPro dispose d'un nombre d'interfaces permettant de d'introduire l'ensemble des éléments formant le contexte de projets de conception. Il s'agit des données et informations relatives aux ressources utilisées lors du déroulement de projets, aux contraintes qui ont été considérées pendant la réalisation de projets ainsi qu'aux informations en rapport avec l'organisation du projet telles que les objectifs du projet, les participants, leurs compétences, leurs rôles, etc.

Notons que *ODéRaMPro* n'est pas un outil de gestion de projets dans lequel on détaille et on schématise des informations qui concernent les tâches, les plannings et les objectifs mais plutôt un outil de mémorisation des situations de résolution de problèmes de conception prenant en considération l'environnement dans lequel la conception s'est déroulée.

3.1.1.1. Interface de saisie de l'environnement de travail

Cette interface permet d'introduire des informations et des données en relation avec l'environnement du déroulement de projet.

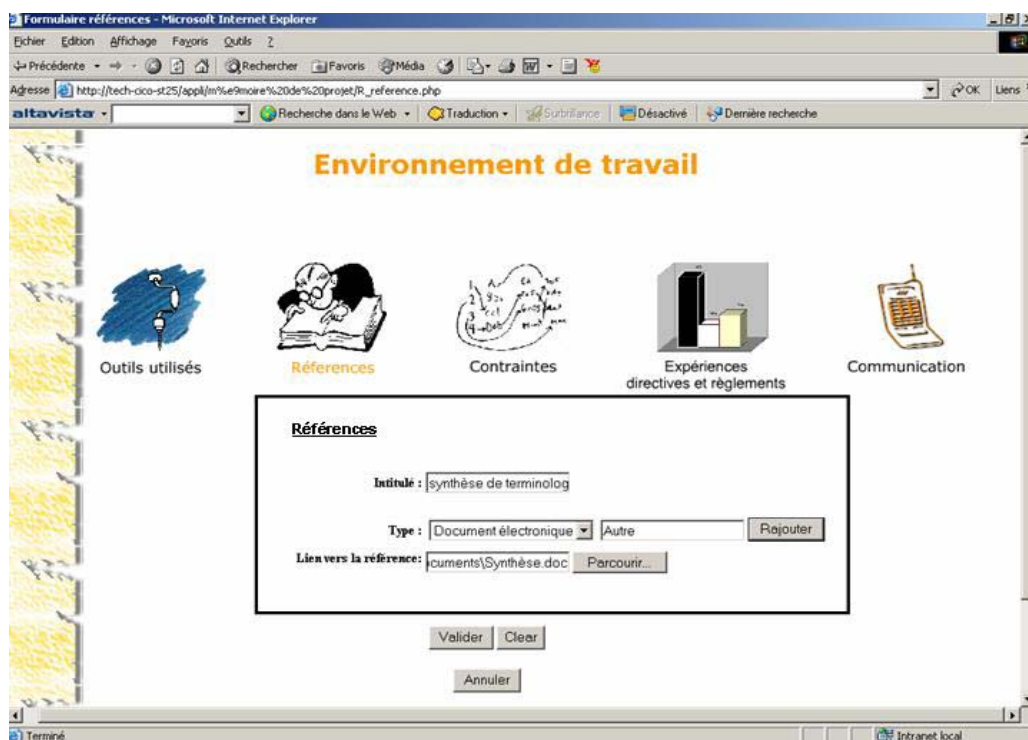


Figure. 65 . Interface de saisie des données concernant l'environnement de travail

Les données introduites à travers cette interface concernent les outils et techniques, les références (figure 65), les contraintes, les moyens de communication, etc.

L'ensemble de données sauvegardé est stocké dans une base de données relationnelle correspondant à notre modèle relationnel permettant de lier ces données les unes aux autres.

3.1.1.2. Interfaces de saisie de l'organisation du projet

Ces interfaces permettent d'introduire l'ensemble des informations relatives à l'organisation de projet notamment les celles concernant les participants au projet, leurs rôles, leurs compétences et leurs appartenances (figure 66).

The screenshot shows a web browser window titled 'Liste des participants - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows the URL: http://tech-cico-st25/appli/m%e9moire%20de%20projet/R_listepart.php. The page content is divided into a left sidebar and a main table.

Left Sidebar:

- Consultation**
 - Liste de participants
 - Références
 - Outils utilisés
 - Moyens de communication
 - Contraintes
 - Documents
- Modification**
 - Nouveau participant
 - Environnement du travail
- Problèmes discutés**
 - Nouveau problème rencontré
 - Liste des problèmes rencontrés

Main Table: Liste des participants

Nom	Prénom	Pseudo	E-mail	Rôle	Compétence	Provenance
Particip1	Particip1	Particip1	Mail	Chef de projet	Géochimie et environnement	P/DCP
Particip2	Particip2	Particip2	Mail	Représentant INRS	Ergonomie	ETE
Particip3	Particip3	Particip3	Mail	Représentant INRS	Médecine	EAM
Particip4	Particip4	Particip4	Mail	Représentant INRS	Génie des procédés électrochimique	RCB
Particip5	Particip5	Particip5	Mail	Représentant INRS	Psychologie	Psychologie
Particip6	Particip6	Particip6	Mail	Représentant INRS	Médecine	HT
Particip7	Particip7	Particip7	Mail	Représentant CNAM	Chimie	CNAMTS-DRP
Particip8	Particip8	Particip8	Mail	Représentant CRAM	Ingénierie conseil	Ile de France
Particip9	Particip9	Particip9	Mail	Représentant CRAM	Ingénierie conseil	Midi Pyrénées
Particip10	Particip10	Particip10	Mail	Représentant CRAM	Ingénierie conseil	Bretagne
Particip11	Particip11	Particip11	Mail	Représentant CRAM	Ingénierie conseil	Pays de Loire
Particip12	Particip12	Particip12	Mail	Représentant CRAM	Ingénierie conseil	Alsace Lorraine
Particip13	Particip13	Particip13	Mail	Représentant CRAM	Bases de données	Rhône-Alpes
particip14	particip14	particip14	Mail	Représentant CRAM	Ingénierie conseil	Sud-Est
particip15	particip15	particip15	Mail	Représentant	Ingénierie	CGSS

Figure. 66. Exemple montrant la visualisation des informations relatives à l'ensemble des participants au projet INRS-ERP (cf. chapitre V)

3.1.2. Interfaces de mémorisation des éléments de la logique de résolution de problèmes

Ces interfaces permettent de saisir d'une manière structurée les éléments formant l'espace de la résolution de problèmes de conception.

La logique de résolution de chaque problème lié à un projet donné est mise en évidence dans une interface appropriée. Cette dernière est structurée selon notre modèle de représentation de la logique de conception (cf. chapitre III et IV). Pour chaque problème discuté, l'interface permet de saisir les arguments et les suggestions le concernant ainsi que les participants qui les ont énoncé. Chaque argument ou suggestion peut être mentionné par un "+" s'il supporte le problème (ici le terme problème a un sens général qui peut correspondre au sens des termes issue et option), un "-" s'il est contre le problème et par un "+/-" s'il est entre les deux positions (figure 67).

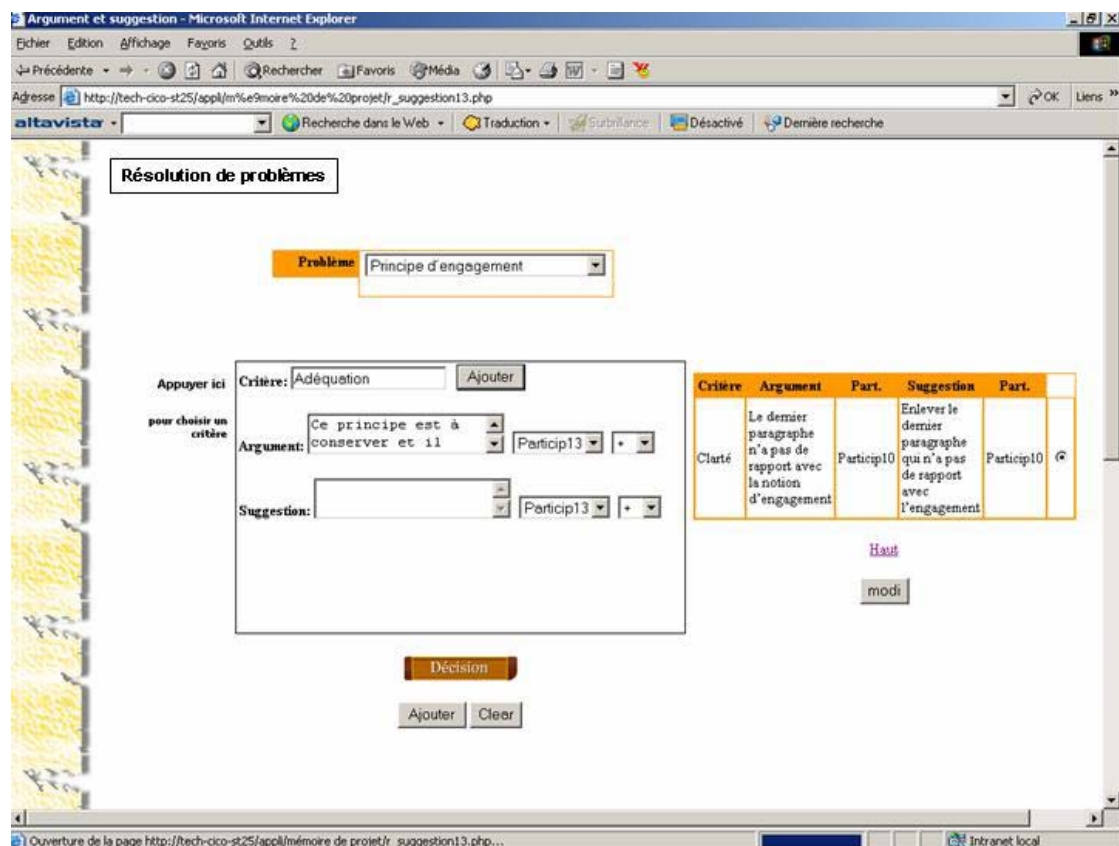


Figure 67. L'interface de la saisie structurée des éléments de la résolution de problèmes

Les arguments et les suggestions sont classés selon des critères d'argumentation. Ces critères, rappelons le, ont été extraits des travaux de classifications des critères d'argumentation dans les projets de conception.

Ainsi, à partir de l'interface de (figure 67), l'utilisateur peut faire appel à la fenêtre des critères (figure 68) qui lui permet de choisir le critère correspondant à l'argument ou à la suggestion à partir de l'arbre des critères. Ceci aide l'utilisateur à choisir le critère le plus pertinent. Toutefois, si l'utilisateur de l'application juge que tel argument ou telle suggestion relève d'un critère ne figurant pas dans l'arbre des critères proposé, il peut rajouter son propre critère qui sera insérer dans la liste totale des critères.

Au fur et à mesure que l'utilisateur de l'application rajoute des arguments ou des suggestions, il a la possibilité de visualiser la liste complète de ces énoncés toujours classés par participant et par critère d'argumentation.

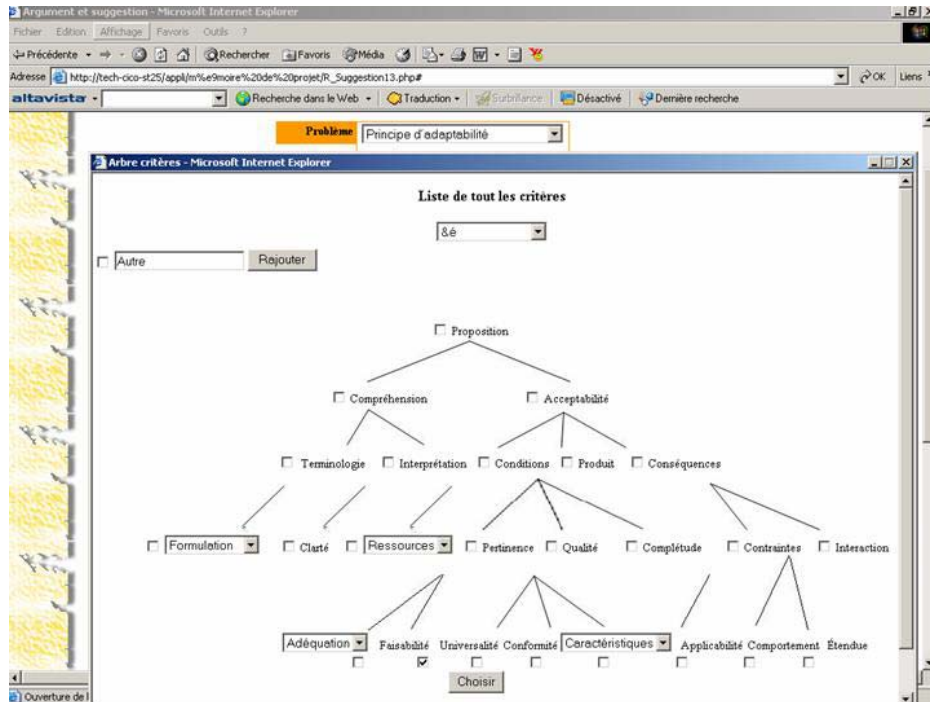


Figure. 68. Fenêtre proposant l'arbre des critères d'argumentation

La résolution d'un problème donné mène à prendre une décision relative à ce problème. Cette décision peut être introduite au biais de l'interface de (figure 69).

Figure. 69. Interface de saisie des décisions relatives à des problèmes discutés.

3.2. Fonctionnalités relevant de la réutilisation de la mémoire de projet

La deuxième catégorie de fonctionnalités concerne la compréhension et la réutilisation de la mémoire de projet constituée. Ces fonctionnalités permettent d'accéder au contenu de la mémoire de projet, notamment aux connaissances modélisées dans la logique de conception. Ces fonctionnalités représentent la partie la plus intéressante d'*ODéRaMPro* car il s'agit de la faculté qui permet de rendre la mémoire de projet définie réutilisable.

Ainsi et en plus de la possibilité de visualiser d'une manière classique les informations relatives aux contextes de projets, *ODéRaMPro* propose de générer de différentes vues sur la mémoire de projet selon le choix de l'utilisateur.

Nous distinguons deux types de vues générées : des vues montrant l'évolution de l'artefact à travers l'évolution des problèmes discutés et des vues basées sur des concepts sélectionnés par l'utilisateur de l'outil dans un but d'analyse ou de compréhension de la mémoire de projet (figure 70).

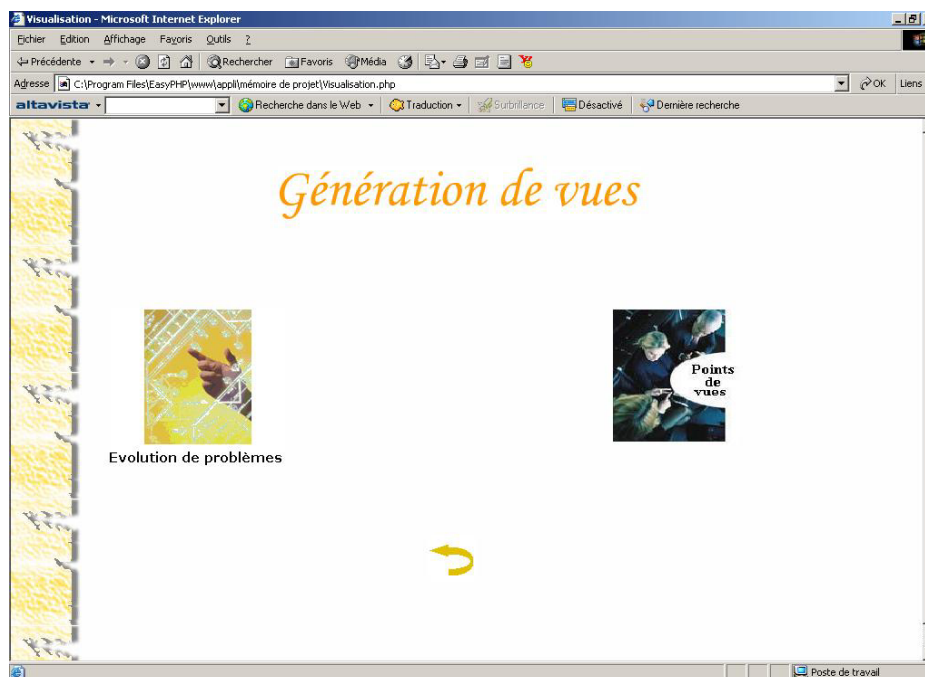


Figure. 70. Deux types de vues proposées par ODéRaMPro

3.2.1. Vue "évolution des problèmes"

Cette vue permet de visualiser la dynamique de la résolution des problèmes. En effet, l'utilisateur choisit dans l'interface correspondante le projet qui l'intéresse pour afficher un graphe représentant l'évolution de chaque problème relatif au projet choisi de son état initial à son état final (figure 71).

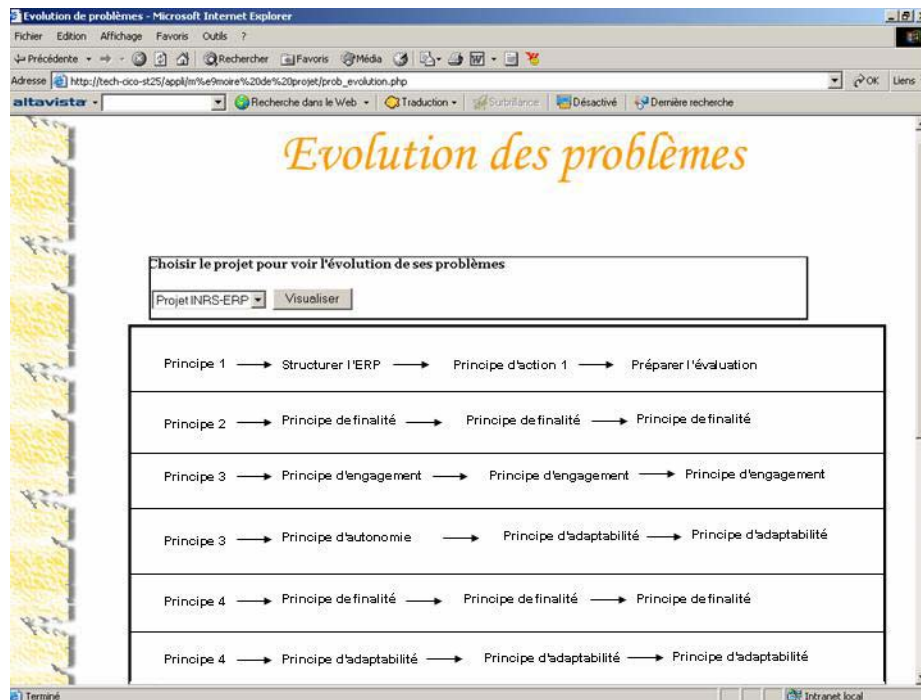


Figure. 71. Exemple d'une vue "évolution des problèmes", ici relative au projet INRS-ERP

Cette vue permet d'assimiler l'évolution de la résolution des problèmes d'un projet donné, de voir les origines et les aboutissements de chaque problème abordé ainsi que les relations qui peuvent exister entre les problèmes de conception relatifs au projet mémorisé.

3.2.2. Vues basées sur des concepts

A l'inverse de beaucoup d'outils dédiés la définition de mémoires de projets qui proposent des accès à la mémoire de projet selon des points de vue prédéfinis, nous proposons, à travers *ODéRaMPro*, de laisser aux concepteurs, qui veulent réutiliser une mémoire de projet, choisir leurs propres points de vue d'accès à la mémoire de projet en sélectionnant les concepts qui les intéressent de telle sorte que la vue générée soit focalisée sur ces derniers. Les concepts proposés correspondent aux éléments de la mémoire de projet tels que les compétences des participants, les arguments, les critères d'argumentation, etc.

Ainsi, nous proposons à l'utilisateur dans l'interface de (figure 72) de choisir un premier concept dans une première liste, une deuxième liste apparaît par la suite qui permet de choisir un deuxième concept. L'utilisateur peut par la suite visualiser la vue basée sur les deux concepts choisis et qui permet de voir le rapport entre ces deux concepts. Notons que l'utilisateur doit choisir un projet et un problème avant de choisir les concepts. Il obtiendra, par conséquent, une vue mettant en avant les liens qui existent entre le problème, le concept 1 et le concept 2 dans le projet choisi.

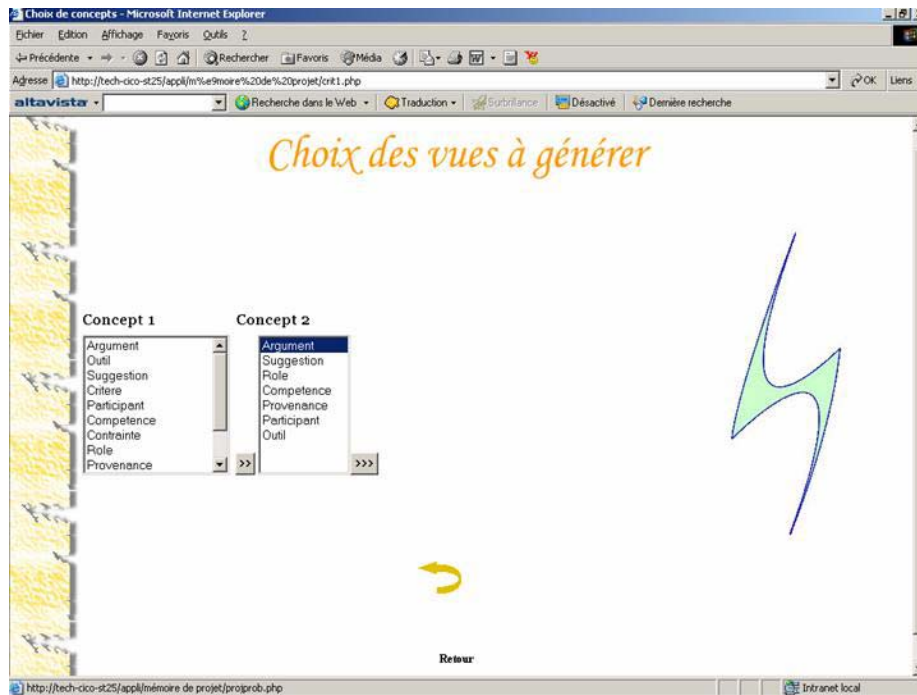


Figure. 72. Interface proposant à l'utilisateur de choisir les deux concepts sur lesquels la vue est basée.

(Figure 73) est un exemple d'une vue générée après la sélection de deux concepts par l'utilisateur, le premier étant "le critère d'argumentation" et le second étant "l'argument". La vue affichée présente, ainsi, tous les arguments exprimés lors de la discussion du problème sélectionné classés selon les critères d'argumentation.

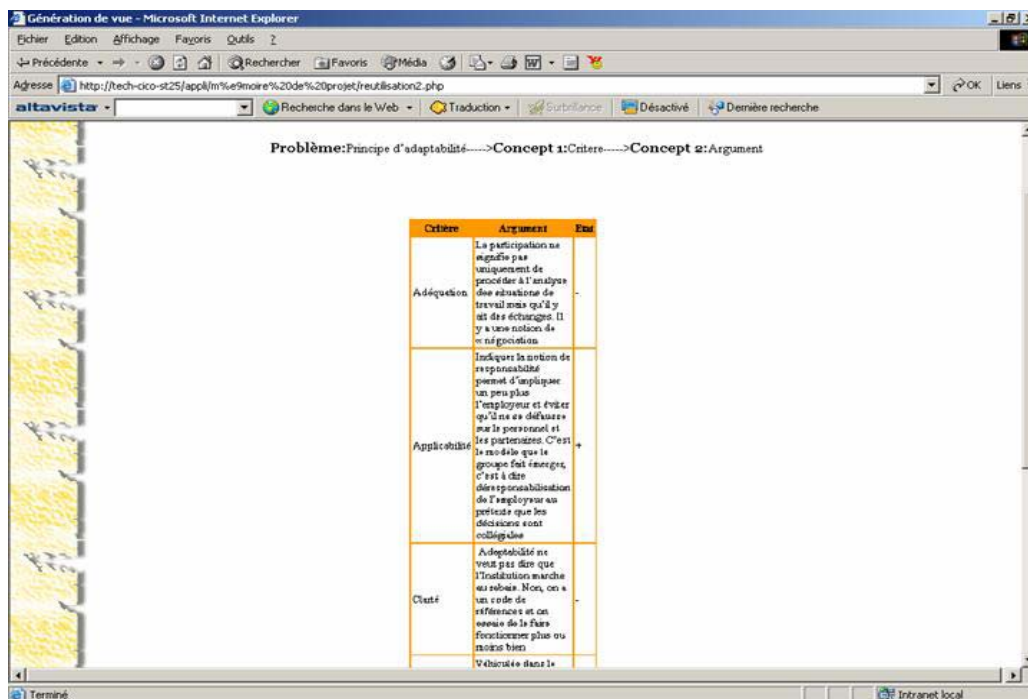


Figure. 73. Exemple d'une génération de vue basée sur les critères d'argumentation et les arguments des participants (projet INRS-ERP)

De la même manière, on peut visualiser une vue fondée sur "les critères d'argumentation" et "les compétences des participants" comme dans (figure 74). Cette vue permet de voir le rapport entre les compétences des participants et les critères sur lesquels sont basés les arguments ou les suggestions qu'ils ont exprimé lors de la discussion du problème sélectionné. Dans la vue les résultats sont classés par arguments et suggestions.

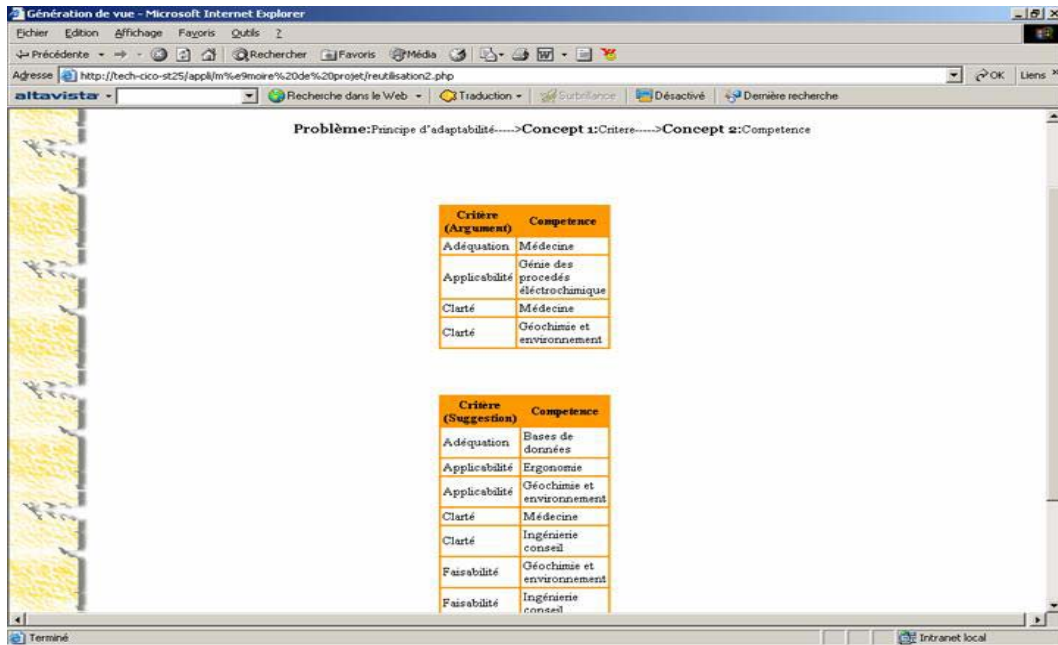


Figure. 74. Exemple d'une vue basée sur les critères d'argumentation et les compétences des participants.

De même, on peut obtenir une vue mettant en avant les rôles des participants dans le projet et leurs arguments exprimés lors de la résolution d'un problème sélectionné par l'utilisateur comme dans (figure 75).

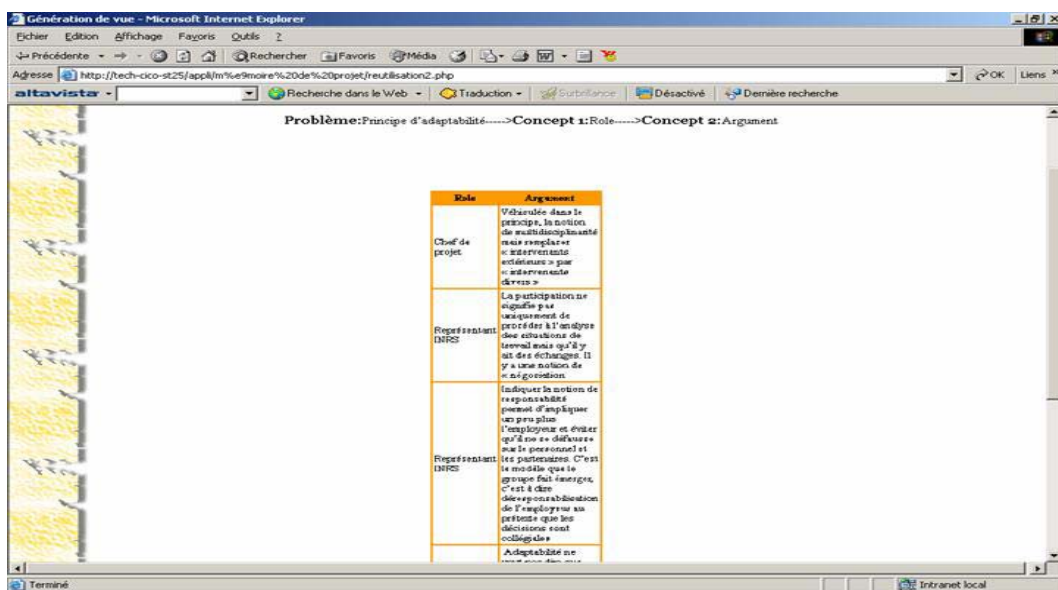


Figure. 75. Exemple d'une vue basée sur les rôles des participants et leurs arguments

ODéRaMPro permet également de visualiser une vue sous une forme graphique. L'affichage graphique de quelques vues peut être plus clair et plus exprimant pour le réutilisateur de la mémoire de projet par rapport à l'affichage textuel dans des tableaux.

(Figure 76) est un exemple d'une vue mettant en avant les compétences des participants et leurs arguments. Cette vue est affichée dans un mode graphique représentant les résultats correspondant aux concepts sélectionnés sous une forme arborescente.

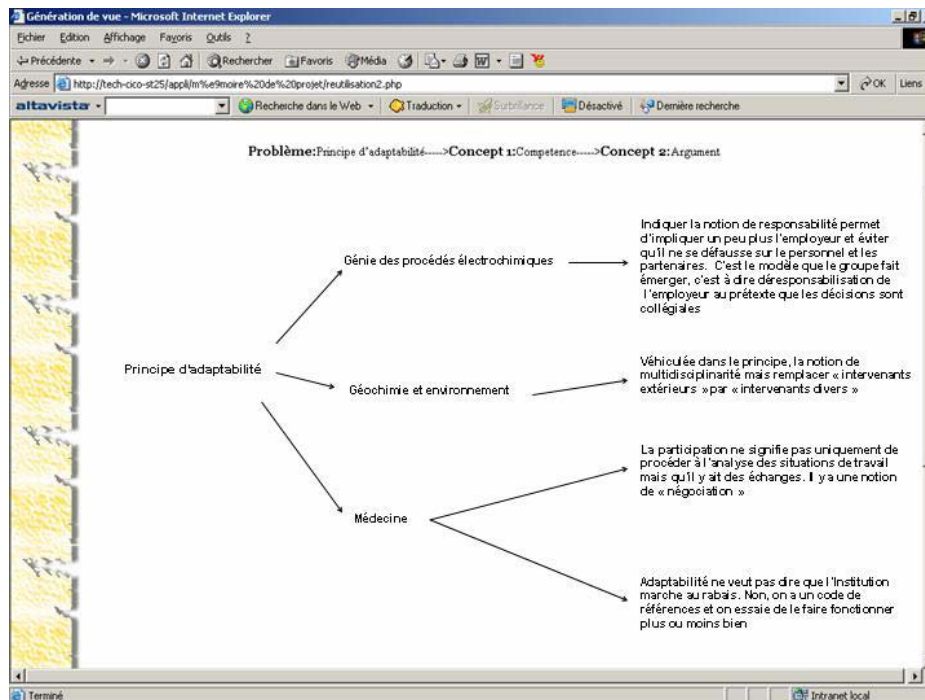


Figure 76. Exemple d'un mode d'affichage graphique d'une vue basée sur les compétences des participants et les arguments qu'ils ont exprimés.

Conclusion

Nous avons présenté, dans ce chapitre, l'outil élaboré dans le cadre de notre travail de thèse. Cet outil, que nous avons appelé *ODéRaMPro* est basé sur l'approche que nous avons proposée consistant à définir et à faciliter la réutilisation de mémoires de projets.

Notre idée de départ consistait à utiliser plutôt un langage de logique formelle permettant de développer un système d'inférences qui sera la base d'une représentation des situations de résolution de problèmes dans les projets de conception et qui permettra, également, de générer des vues d'une façon dynamique sur la mémoire de projet. Cette génération de vues serait plus pratique et plus pertinente en exploitant un système d'inférences qu'en utilisant un système de gestion de bases de données classique.

Les lacunes des outils de programmation, basés sur les langages formels, en terme de performances de stockage de données et d'affichage graphique nous a amené à utiliser un système de base de données relationnelles "MySQL", permettant une gestion performante des données, interfacé avec un langage de script "PHP" disposant de fonctions de traitement graphiques et dynamiques des données. Cette interfaçage des deux outils en plus du langage de balise "HTML" nous permis de réaliser un outil doté de plusieurs fonctionnalités indispensables pour la définition et la réutilisation de mémoires de projets.

Toutefois, il est nécessaire d'expérimenter l'outil développé pour la mémorisation de projets complexes en terme d'organisation, d'objectifs et de logique de conception comme il est indispensable de le mettre en preuve pour évaluer sa disposition à aider les concepteurs dans leur tâche de réutilisation des mémoires de projets.

En effet, l'outil étant conçu pour assister dans l'interprétation des situations de résolution de problèmes ainsi que dans le repérage et la restitution des connaissances émergeant pendant la réalisation de projets de conception, doit apporter, comme valeur ajoutée, une efficacité et une simplicité de la réutilisation des mémoires de projets.

Cet objectif, nous motive pour améliorer la conception, les fonctionnalités ainsi que les interfaces d'*ODéRaMPro* pour accroître sa performance et son efficacité.

**CONCLUSION
GENERALE**

CONCLUSION GENERALE

Les travaux que nous avons présentés dans ce document se situent entre trois disciplines souvent complémentaires, il s'agit de la gestion des connaissances, l'ingénierie des connaissances, la gestion de projet et le travail coopératif.

En effet, d'une part la définition d'une mémoire de projet nécessite le repérage et la collecte structurée des connaissances et, d'autre part, la réutilisation demande des techniques et des dispositifs de partage et d'appropriation des. Ces opérations s'insèrent dans le processus de la gestion des connaissances, allant du repérage jusqu'à la création des connaissances.

Pour la définition de la mémoire, nous nous sommes inspirés des méthodes d'ingénierie des connaissances dans la définition de notre approche. Celle-ci est basée sur une retranscription des réunions de conception qui précède une analyse du contenu des rapports semi-structurés pour une structuration plus poussée guidée par des structures de représentation ainsi que des typologies et des classifications.

Par ailleurs, la nature des projets de conception, qui regroupent un nombre de participants travaillant ensemble et coopérant pour atteindre un objectif commun, donne un aspect collectif aussi bien à l'organisation du projet comme aux connaissances émergentes pendant le déroulement de ce projet. Nous avons examiné les travaux sur l'organisation et la gestion des projets ainsi que les études dans le domaine de la modélisation du travail coopératif, afin de représenter le contexte de la mémoire de projet à travers les participants et leurs compétences, rôles, appartenances, etc. ainsi que la logique de conception à travers les interactions entre leurs arguments et suggestions.

Lors du développement de notre approche, nous avons notamment étudié :

1. *La dimension et la nature des connaissances relatives aux projets de conception* : la détermination de la nature des connaissances que l'on peut représenter dans une mémoire de projet était un point primordial qu'il fallait étudier. Outre l'aspect collectif et complémentaire des connaissances dans un projet de conception, nous avons mis en avant les connaissances des situations. Nous avons représenté des situations de résolution de problèmes dans des structures symbolisant la logique de la discussion de ces problèmes à travers les arguments et les suggestions des participants classés selon des critères d'argumentation. Une situation correspond à une conjoncture relative à la résolution d'un problème donné, les arguments et les suggestions avancés par les participants et qui constituent la base d'une prise de décision.
2. *La formalisation des situations de résolution de problèmes* : la représentation de la logique de conception d'une façon formelle permet de l'explicitier pour mieux la comprendre et donc mieux restituer les connaissances qui y figurent. Nous nous sommes notamment inspirés des approches de représentation de logique de conception qui proposent des modèles de représentation des situations de résolution de problèmes. Ces modèles ont été appliqués sur différents projets de conception. Nous nous sommes basés sur la modélisation permettant la représentation de différents types de phénomènes. Dans notre cas, la modélisation permet à la fois de représenter la mémoire de projet et de favoriser sa compréhension et sa réutilisation.

3. *L'environnement de la production des connaissances* : cet environnement représente le cadre dans lequel se déroule l'activité de conception. L'étude des méthodes de capitalisation des connaissances dédiées aux mémoires de projets, nous a permis d'identifier un critère important dans la définition des mémoires de projet de conception. Il s'agit de la prise en compte du contexte du projet. En effet, le contexte de projet et souvent partiellement voire pas du tout représenté par les méthodes de capitalisation des connaissances alors qu'il constitue un élément d'une importance majeure. Cette importance nous a amené à étudier les structures des projets en général et observer les liens qui relient le contexte à la résolution des problèmes. Nous avons, par conséquent, mis en avant les relations entre le contexte et la logique de conception dans un projet en spécifiant les relations qui peuvent exister entre les éléments des deux parties. La représentation proposée permet de contextualiser les connaissances ce qui favorise leur restitution et la compréhension des choix des concepteurs.
4. *La génération d'une connaissance stratégique* : La réutilisation des mémoires de projets constitue une base et un premier pas vers cette génération. En effet, l'exploitation de ces mémoires permet aux concepteurs d'apprendre des anciennes expériences et d'enrichir leurs connaissances en matière de techniques et de stratégies de conception. Ces connaissances acquises offrent aux concepteurs un avantage important dans leurs activités leur permettant d'éviter les erreurs, d'être plus efficace et de réduire les temps et les coûts des projets. Ce sont ces avantages stratégiques qui nous ont motivé à focaliser une partie de notre travail sur l'étude de l'exploitation et la réutilisabilité des mémoires de projets. Notre objectif était de rendre cette réutilisabilité le plus facile et le plus efficace possible. D'un autre côté, la représentation de la résolution de problèmes dans des modèles permettant d'explicitier la logique des concepteurs lors d'un projet donné, contribue à la tâche de résolution de problèmes dans d'autres projets plus ou moins similaires.

Par ailleurs, la méthode de définition de mémoires de projet que nous avons présenté dans ce document exploite les techniques d'ingénierie de connaissances qui permettent la capitalisation des connaissances des organisations. La réutilisabilité des connaissances n'est pas bien prise en considération dans un nombre de ces techniques.

Les mémoires produites en utilisant ces techniques d'ingénierie de connaissances modélisent l'activité d'une manière pertinente et comporte des représentations des connaissances relatives à des activités données. Cependant, tout l'enjeu réside dans l'exploitabilité des mémoires définies puisque la réutilisation de ce genre de mémoires est aussi importante que leur définition. Un concepteur qui veut s'approprier un savoir-faire spécifique ne doit pas être obligé parcourir toute la mémoire pour repérer la connaissance qui l'intéresse mais il doit plutôt être assister dans la tâche de réutilisation et de compréhension en lui assurant des accès spécifiques et adaptés à sa requête. C'est ce qui valorise le plus une mémoire de projet.

La réutilisabilité des mémoires de projet, comme objectif essentiel, nous a amené dès le début de notre travail de thèse à la privilégier aussi bien dans la démarche de traçabilité que dans les structures de représentation du contenu de la mémoire et dans le travail de formalisation et de modélisation.

Toutefois, le travail présenté dans ce document, laisse dans l'ombre quelques aspects que nous comptons développés dans nos travaux futurs :

- *Représentation de la communication* : l'analyse des discussions lors des réunions de conception peut être poussée plus loin que la classification des arguments et des suggestions et de la détermination des critères d'argumentation. Les énoncés des participants à ce genre de réunions peuvent être analysés d'un point de vue pragmatolinguistique permettant de les interpréter et de mieux cerner leurs significations. Il s'agit d'examiner la formulation des phrases, les termes utilisés, les expressions choisies, etc. cette analyse permet d'avoir plus d'information sur les interventions des participants allant au-delà de la classification que nous avons proposée [Atifi et al., 00].
- *Etude de l'aspect organisationnel* : les études socio-organisationnelles sont d'une grande importance dans l'analyse de des relations interpersonnelles dans les organisations. Les projets de conception qui mobilisent un nombre de participants de différentes compétences et appartenances ne constituent pas une exception à la règle en ce qui concerne les rapports de conflits et d'alliances qu'on trouve dans les organisations. Cet aspect socio-organisationnel a, sans doute, une influence plus ou moins forte dans la procédure de prise de décision ce qui nécessite sa prise en considération dans toute représentation qui se veut complète et fidèle à la réalité.
- *Repérage des connaissances stratégiques pour l'organisation* : Un autre axe intéressant à nos yeux et que nous comptons exploré consiste à déterminer, à partir d'une analyse des mémoires de différents projets réalisés au sein d'une organisation, des connaissances stratégiques pour cette organisation en établissant des liens pertinents entre les contenus des mémoires des projets obtenues.

De même, nous sommes intéressés par l'application de notre méthode à des projets de conception plus important, en terme de complexité de l'organisation et des objectifs, que le projet INRS qui nous a permis de tester et d'améliorer beaucoup d'aspects de notre approche. L'application de notre méthode à ce genre de projet nous permet à la fois de la généraliser et de la perfectionner.

Ce sont, donc, des perspectives qui constituent l'objet de nos travaux futurs, dont la présentation achève cette conclusion et termine l'ensemble de cette thèse.

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

[AFNOR, 91] : AFNOR, X50 50-105, "Le management de projet" : concepts, Paris, août 1991.

[Atifi et al., 00] : ATIFI, H., et MATTA, N. Pragmatic Analysis of Interactions for Project Memory. juin 2002, Coop'2000 Workshop Proceedings: Project Memory. SAINT RAPHAEL. 1-5

[Aussenac et al., 92] : AUSSENAC-GILLES N., KRIVINE J.P. & SALLENTIN J. : " Editorial : L'acquisition de connaissances pour les systèmes à base de connaissances ", Revue de l'Intelligence Artificielle, Vol 6, No. 1-2, pp. 7-18, 1992.

[Barthès, 96] : BARTHES J-P., "Processus de capitalisation", Institut International pour l'Intelligence Artificielle, Université de Technologie de Compiègne, 1996.

[Baumard, 96] : BAUMARD P., "Les Organisations Déconcertées - La Gestion Stratégique de la Connaissance", Editions Masson, 1996.

[Breuket et al., 94] : BREUKER J. , VAN DE VELDE W., "CommonKADS Library for expertise modelling, Reusable problem solving components", Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, J. Breuker and W. Van de Velde (EDS), Amsterdam: IOS.Press 1994.

[Brice] : BRICE A. - Design Rationale Management (DRAMA), <http://www.quantisci.co.uk/drama>.

[Brunet et al., 94] : BRUNET E., ERMINE J-L., "Problématique de la gestion des connaissances des organisations", Ingénierie des Systèmes d'Information, Hermès, vol. 2, n 3, pp. 263-291, 1994.

[Buckingham Shum, 97] : BUCKINGHAM SHUM S., "Representing Hard-to-Formalise, Contextualised, Multidisciplinary, Organisational Knowledge". Proceedings of AAI Spring Symposium on Artificial Intelligence in Knowledge Management, P.9-16 (1997); <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/AIKM97/AIKM97Proc.html>

[Büyükoçkan et al., 98] : G. BÜYÜKÖZKAN & J-L. MAIRE, "Capitalisation des connaissances des entreprises pour un benchmarking", the E-Journal of Knowledge Issues, Selection no 14: September 1998.

[Charlet, 02] : J. Charlet. "L'ingénierie des connaissances : développements, résultats et perspectives pour la gestion des connaissances médicales". Habilitation à diriger des recherches, Université Paris 6, décembre 2002.

[Conklin et al., 98] : CONKLIN J.E. et BEGEMAN M.L. – gIBIS: "A Hypertext Tool for exploratory Policy Discussion", *ACM Transactions on Office Informations Systems*, 6,303-331, 1998

[de Azevedo, 97] : DE AZEVEDO H.. "Contribution à la modélisation des connaissances à l'aide des systèmes multi-agents". Thèse de doctorat de l'Université de Technologie de

Compiègne. Spécialité Contrôle des Systèmes, 1997.

[Dieng et al., 00] : R. DIENG, O. CORBY, A. GIBOIN, J. GOLEBIOWSKA, N. MATTA, M. RIBIERE, "Méthodes et outils pour la gestion des connaissances", Dunod, Paris, 2000.

[Dieng et al., 98] : DIENG, R., CORBY, O., GIBOIN, A., RIBIERE, M. (1998a). "Methods and Tools for Corporate Knowledge Management". Proc. of the Eleventh Workshop on Knowledge Acquisition, Modeling and Management (KAW'98), Banff, Alberta, Canada, 1998. Also in Rapport de recherche INRIA n. RR-3485, septembre 1998.

[Duizabo et al., 96] : DUIZABO S., GUILLAUME N., (1996a), "Les enjeux du transfert de connaissances", Les cahiers du GRES, n 9601, Université Paris Dauphine, Janvier 1996.

[Ermine et al., 96] : ERMINE J-L. , CHAILLOT M., BIGEON P., CHARRETON B., MALAVIELLE, "MKSM, méthode pour la gestion des connaissances", Ingénierie des Systèmes d'Information, AFCET-Hermès, Vol. 4, n°4, pp. 541-575, 1996.

[Ermine, 02] : ERMINE, J.L. "La gestion des connaissances, un levier de l'intelligence économique" (Version 2). Economica, 2002.

[Evindson et al., 97] : L. EDVINSSON, MK. MALONE, "Intellectual Capital", Harper Collins Pub. 1997

[Gaines et al., 94] : Brian R.GAINES, Mildrer L.G. SHAW, "Concept maps indexing multimedia knowledge bases", in "AAAI94 Workshop : Indexing and reuse in multimedia systems", Menlo Park, CA, 1994)

[Gaines et al., 95] : Brian R.GAINES, Mildrer L.G. SHAW, "Collaboration through concept maps", in "Proceedings of CSCL95, Computer Supported Cooperative Learning", Bloomington, Octobre 1995

[Ganascia, 96] : GANASCIA J.G., "Les sciences cognitives", Flammarion, Paris, 1996.

[GIARD, 91] : V. GIARD, "Gestion de projets", Edition ECONOMICA, Paris, 1991.

[Grundstein et al., 96] : GRUNSTEIN M. and BARTHES J.-P. "An Industrial View of the Process of Capitalizing Knowledge" In J. F. Schreinemakers ed, Knowledge Management: Organization, Competence and Methodology, Proc. of ISMICK'96, Rotterdam, the Netherlands 1996, Wurzburg:Ergon Verlag, Advances in Knowledge Management, vol. 1, October 21-22, p. 258-264.

[Grundstein, 95] : GRUNSTEIN M., "La capitalisation des connaissances de l'entreprise, système de production de connaissances", L'entreprise apprenante et les Sciences de la Complexité. Aix-en-Provence, May 1995.

[Harani, 97] : HARANI Y., "Une Approche Multi-modèles pour la Capitalisation des Connaissances dans le Domaine de la Conception", Thèse de l'INPG, spécialité en Génie Industriel, 19 Novembre 1997.

[Heijst et al., 96] : VAN HEIJST G., VAN DER SPEK R. & KUIZINGA E. : " Organizing

Corporate Memories ", *Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop (KAW'96)*, pp. 42/1-42/17, 1996.

[Johnson-Laird, 92] : Ph. JOHNSON-LAIRD, " La théorie des modèles mentaux ", in .-F. Ehrlich, HH. Thardieu, M. Cavazza, Les modèles mentaux, approche cognitive des représentations, Masson, 1992,

[Karsenty, 94] : KARSENTY L. "L'explication d'une solution dans des dialogues de conception". Thèse de doctorat d'Ergonomie Cognitive de l'Université Paris VIII, Juillet 1994.

[Karsenty, 96] : L. KARSENTY, "An Empirical Evaluation of Design Rationale Documents", *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI'96)*, Vancouver, 14-18 Avril 1996, ACM Press.

[Kheirbek et al., 95] : A. KHEIRBEK, Y. CHIARAMELLA, "Integrating hypermedia and information retrieval with conceptual graphs", in HIM95, Konstanz, Germany, Avril 1995

[Klein, 93] : KLEIN M. - Capturing Design Rationale in Concurrent Engineering Teams, IEEE, Computer Support for Concurrent Engineering, January 1993.

[Kolodner, 93] : KOLODNER, J., " Case-Based Reasoning ", Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1993.

[Ladrière, 92] : LADRIERE, "Représentation et connaissance", Encyclopédia Universalis, 1992.

[Le Moigne, 90] : J-L. LE MOIGNE : "La modélisation des systèmes complexes" – AFCET Systèmes Dunod, 1990.

[Leierer et al., 00] : G.A. LEIERER ET R. STOLL, "PHP & MySQL", Data Becker GmbH & Co KG, 2000

[Lewkowicz et al., 99] : LEWKOWICZ M., ZACKLAD M. , "MEMO-net, un collecticiel utilisant la méthode de résolution de problème DIPA pour la capitalisation et la gestion des connaissances dans les projets de conception", IC'99, Palaiseau, p.119-128. 14-16 juin 1999.

[Malvache et al., 93] : MALVACHE, P. and PRIEUR, P., "Mastering corporate experience with the Rex method". In J. P. Barthès ed., Proc. of ISMICK'93, Compiègne, October 1993, pp. 33-41.

[Marcha, 01] : H. MARCHAT, "Kit de conduite de projet", Edition d'Organisation, 2001.

[Marchand et al., 03] : Y. MARCHAND, J-L. GUERIN, "De l'hypertexte à l'expertxtte ou du savoir au savoir-faire". Associations Transnationales, 2003,

[Matta et al., 00] : N. MATTA et O, CORBY, "Conflict Management in Councurrent Engineering : Modelling Guides", Computational Conflicts, Springer, 2000,

[Matta et al., 00] : N. MATTA, M. RIBIERE, O. CORBY, M. LEWKOWICZ, M.

ZACKLAD, "Project Memory in Design", Industrial Knowledge Management - A Micro Level Approach, Rajkumar Roy (Eds), Springer-Verlag, 2000

[Matta et al., 99] : Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE, "Méthodes de capitalisation de mémoire de projet", INRIA Rapport de recherche n°3819, Novembre 1999.

[MacLean et al., 91] : MACLEAN A., Young R.M., BELLOTTI V.M.E., Moran T.P., "Questions, Options, and Criteria: Elements of Design Space Analysis", *Human-Computer Interaction*, Vol.6, 1991.

[Murray, 96] : MURRAY P.C., "Who owns knowledge management ?", Information, Knowledge and Document Management Technology, KM Metazine, n 2, 1996.

[Newell, 82] : NEWELL A. : " The Knowledge Level ", Artificial Intelligence, n°18, pp. 2-17, 1982.

[Nonaka et al., 95] : NONAKA, I. and TAKEUCHI, H. (1995): "The Knowledge-Creating Company", Oxford University Press, Oxford, 1995.

[Nonaka, 91] : L. NONAKA, "The knowledge-Creating Company". Harward Business Review, Nov/Dec 1991.

[Nonaka, 94] : NONAKA L. : " A dynamic theory of organizational knowledge creation ", Organization Science, Vol.5, n°1, pp. 14-37, 1994.

[O'Leary, 98] : O'LEARY D. E. "Enterprise Knowledge Management". Computer, 31(3):54-61, March 1998.

[Planès et al., 93] : PLANES JC., P. TRIGANO : "Semantic Analysis of Economic Surveys", revue Applied Artificial Intelligence, Vol 7, issue 3, septembre 1993.

[Pomian, 96] : POMIAN J. : Mémoire d'entreprise : techniques et outils de la gestion du savoir, Sapienza, 1996.

[Quillian, 68] : M.R.QUILLIAN, "Semantic memory ", in "Semantic information processing", MIT Press, 1968

[Schweyer, 96] : SCHWEYER B., Thèse de doctorat, " Un modèle de gestion de projet appliqué à l'entreprise manufacturière ", Annecy, 1996 .

[Simon, 96] : SIMON G. : " Knowledge Acquisition and modeling for corporate memory: lessons learnt from experience ", Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems Workshop (KAW'96), pp. 41/1-41/18, 1996.

[Skyrme, 94] : SKYRME D., "The Knowledge Asset, Management Insight", David Skyrme Associates, n 11, 1994.

[Sowa, 84], JF. SOWA, "Conceptual structures : Information processing in mind and machine", Addison-Wesley, 1984

[Steels, 93] : STEELS L. - Corporate Knowledge Management, Management of Industrial and Corporate Memory, Proceedings of ISMICK'93, Compiègne 1993.

[Stewart, 97] : STEWART T.: "Intellectual Capital", New York, 1997

[Strassmann, 98] : P. A. STRASSMANN, "The Value of Knowledge Capital", American Programmer, March 1998

[Tollenaere, 96] : TOLLENAERE M., " Du modèle produit au modèle de conception : une démarche d'intégration de connaissances ", GI'5 : 5e Congrès International de Génie Industriel, Tome II, pp.277-286, Grenoble - France, 2-4 Avril 1996.

[Tourtier, 95] : TOURTIER P.A., "Analyse préliminaire des métiers et de leurs interactions", Rapport intermédiaire, projet GENIE, INRIA-Dassault-Aviation, 1995.

[Warnecke, 92] : WARNECKE H.J., "Die Fraktale Fabrik, Revolution der Unternehmenskultur", Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1992.

[Wiig, 94] : WIIG, K.M., "Knowledge Management: The central management focus for Intelligent" Acting Organizations, Vol 2,1994.

Liste de publications :***Articles dans revues à comité de lecture :***

- Bekhti, S., Matta, N., « A Formal Approach to Model and Reuse the Project Memory », Journal of Universal Computer Science. *Proceedings of I-Know '01, International Conference on Knowledge Management*, edited by K. Tochtermann and H. Maurer, July 2003, Springer.

- Bekhti S., Matta N., Andéol B., Aubertin G., « Représentation des connaissances dans une mémoire de projet », Document Numérique, Numéro spécial Espaces numériques d'information et de coopération, Revue Documents numériques, Vol. 5. N. 3-4/2001, Hermès

Articles dans conférences à comité de lecture :

- Bekhti, S., Matta, N., "PROJECT MEMORY: An approach of modelling and reusing the context and the design rationale", IJCAI-03, Knowledge Management and Organizational Memories workshop, 09-15 august 2003, Acapulco - Mexico.

- Bekhti, S., Matta, N., "A Formal Approach to Model and Reuse the Project Memory", Proceedings of the 3rd International Conference on Knowledge Management I-KNOW '03, Industry meets Science, July 2-4 2003, Graz - Austria.

- Bekhti, S., Matta, N., "Traceability and knowledge modelling", ECAI 2002, knowledge management and organizational memory workshop, 21-26 July 2002, Lyon.

- Bekhti, S., Matta, N., "Modélisation des connaissances dans une mémoire de projet", séminaire journée d'études, information connaissances et stratégies des organisations, 17 juin 2002, Pau.

- Bekhti, S., Matta, N., "An approach to memorize the project memory", COOP'2002 : International Conference on the Design of Cooperative Systems, project memory workshop, 4-7 juin 2002, Saint Raphael.

- Bekhti, S., Matta, N., "Traçabilité et modélisation des connaissances", IC'2002 : conférence Ingénierie des Connaissances, 28-30 mai 2002, Rouen.

- Bekhti, S., Matta, N., "Traceability and knowledge modelling", 12th MINI EURO CONFERENCE, 2-5 April 2002, Brussels.

- Bekhti S., Matta N., Andéol B., Aubertin G., "Mémoire de projet : Processus dynamique de modélisation des connaissances", CITE'2001, 29-30 novembre 2001, Troyes.