

Méthodes de capitalisation de mémoire de projet

Nada Matta, Olivier Corby, Myriam Ribiere

▶ **To cite this version:**

Nada Matta, Olivier Corby, Myriam Ribiere. Méthodes de capitalisation de mémoire de projet. RR-3819, INRIA. 1999. inria-00072839

HAL Id: inria-00072839

https://inria.hal.science/inria-00072839v1

Submitted on 24 May 2006

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

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



HAL Authorization

INRIA

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE

Méthodes de capitalisation de mémoire de projet

Nada MATTA, Olivier CORBY, Myriam RIBIERE

N° 3819

Novembre 1999

THÈME 3

Interaction Homme-Machine, Images,
Données et Connaissances



ISSN 0249-6399

INRIA
SOPHIA ANTIPOLIS

Méthodes de capitalisation de mémoire de projet

Nada MATTA*, Olivier CORBY**, Myriam RIBIERE***

Thème INRIA 3A : Interaction Homme-Machine, Images, Données et Connaissances

Projet ACACIA

Rapport de recherche n°3819

Novembre 1999

71 pages

Résumé : L'avènement des technologies de l'information ouvre de nouvelles perspectives de partage d'informations et d'expériences entre les différents acteurs de l'entreprise. Dans le cadre de la conception, le partage d'expériences peut aider les concepteurs à résoudre les problèmes de conception et à éviter les erreurs passées. Dans ce cadre nous avons analysé un certain nombre de méthodes de capitalisation de connaissances, présentes dans la littérature, afin d'offrir un guide méthodologique pour la construction de mémoire de projet. Nous présentons cette analyse dans ce rapport.

Mots-clé : Mémoire de projet, Capitalisation des connaissances, conception.

(Abstract: pto)

* Email: Nada.Matta@sophia.inria.fr
** Email: Olivier.Corby@sophia.inria.fr
*** Email: ribiere@ai.sri.com

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE EN INFORMATIQUE ET EN AUTOMATIQUE
Unité de recherche INRIA Sophia Antipolis : 2004, route de Lucioles - B.P. 93 - 06902 Sophia Antipolis cedex **(France)**
Téléphone : +33 4 93 65 77 77 - Télécopie : (33) 493 65 77 65 - Télex : 970 050 F

Établissement public national à caractère scientifique et technologique - Décret N° 85.831 du 2 août 1985

Methods for Capitalization of a Project Memory

Abstract: The advent of information technologies offers new perspectives for information sharing and experience sharing among the different actors in a company. In this framework, experience sharing can help the designers to solve design problems and to avoid past errors. In this report, we analyse several knowledge capitalization methods proposed in literature and we define methodological guidelines for building a design project memory.

Key-words: Project Memory, Knowledge Management, Design.

Remerciements

Nous tenons à remercier Jean Pierre Heckmann, Perrine Segurra et Régine Nigris de l'Aérospatiale-Aéronautique, pour leur remarques constructives qui nous ont été utiles dans la définition du modèle.

Nous témoignons aussi notre gratitude à Rose Dieng et aux membres de l'équipe Acacia de l'INRIA-Sophia-Antipolis. pour les discussions fertiles menées au sein de l'équipe.

Table de Matières

Introduction 5

Chapitre 1 : Définition de la mémoire de projet 6

Un modèle de mémoire de projet 6
Mémoire de caractéristiques de projet 6
Mémoire de logique de conception 7

Chapitre 2 : Méthodes de capitalisation dédiées mémoire de projet 8

La méthode IBIS 8
L'approche QOC 11
Le système DRCS 13
Le système DRAMA 19
L'approche EMMA 21
La méthode SAGACE 23
Discussion 26

Chapitre 3 : D'autres méthodes de capitalisation 29

La méthode REX 29
La méthode MKSM 34
La méthode CYGMA 40
L'atelier FX 47
L'approche Componential Framework 49
La méthodologie CommonKADS 52
Discussions 56

Chapitre 4 : Guide de construction de mémoire de projet 59

Capitalisation des caractéristiques de projet 59
Capitalisation de l'organisation d'un projet 59
Capitalisation des résultats 61
Capitalisation de la logique de conception 61
Transcription directe 62
Capitalisation après coup 64

Conclusion 66

Bibliographie 67

Introduction

La concurrence actuelle sur le marché amène les concepteurs à tenter d'augmenter la qualité des produits à des coûts toujours plus faibles [14]. L'avènement des technologies de l'information ouvre de nouvelles perspectives de partage d'informations et d'expériences entre les différents acteurs de l'entreprise [32].

L'expertise forme un capital important dans une entreprise. La perte de ce type de connaissances a poussé les entreprises à chercher un moyen de les capitaliser en vue d'une réutilisation ultérieure. Plusieurs méthodes ont été définies ou adaptées de l'ingénierie des connaissances à cet effet. Nous nous intéressons dans ce rapport à la capitalisation des connaissances liées à la réalisation de projets de conception.

Les caractéristiques d'un produit sont en général définies dans les fournitures (documents de spécification, cahiers des charges, documents techniques,...) [1] produites à chaque étape de son développement. Les problèmes rencontrés dans un projet de conception ainsi que leur résolution sont rarement formalisés en vue d'une utilisation ultérieure [17]. Cette partie d'un projet est aussi importante à mémoriser que les caractéristiques d'un projet et son organisation.

Dans le but de proposer un guide méthodologique pour la construction d'une mémoire de projet, nous avons analysé un certain nombre de méthodes des capitalisation de connaissances présentes dans la littérature. Certaines de ces méthodes ont été conçues pour aider à la définition d'une mémoire de projet, d'autres sont plus générales. Dans ce rapport, nous présentons cette analyse.

Notre collaboration avec l'Aérospatiale-Aéronautique à Toulouse, nous a permis de valider et d'enrichir notre approche.

Dans le premier chapitre, nous rappelons les différentes parties à considérer dans une mémoire de projet. Puis nous présentons dans le second chapitre les méthodes de capitalisation dédiées à la mémoire de projet. Dans le chapitre 3, nous présentons d'autres méthodes de capitalisation. Dans le chapitre 4, nous décrivons notre guide méthodologique pour la construction d'une mémoire de projet.

Chapitre 1 : Définition de la mémoire de projet

Nous définissons une mémoire de projet comme une mémoire des connaissances [10] et des informations acquises et produites au cours de la réalisation des projets. Notre définition rejoint celles données dans la littérature comme:

"Lessons and experiences from given projects" [26] et "Project definition activities, history and results" [31].

Nous nous focalisons dans ce rapport sur la mémoire de projet dans le domaine de la conception.

Une mémoire de projet doit donc donner accès à des informations décrivant aussi bien les caractéristiques d'un projet que celles relatives à la résolution des problèmes rencontrés lors de la réalisation du projet. C'est dans ce sens que nous avons défini un modèle de mémoire de projet [21].

1 Un modèle de mémoire de projet

Nous proposons un modèle de mémoire [21] qui respecte la description d'un projet, tout en mettant à jour les connaissances et les informations dont les concepteurs ont besoin dans leurs activités. Notre modèle se décompose donc en deux parties :

•Mémoire de caractéristiques de projet

•Mémoire de logique de conception ("Design-rationale")

1.1 Mémoire de caractéristiques de projet

Cette mémoire permet d'indexer les informations qui décrivent le contexte d'un projet, son organisation et ses résultats:

•Contexte: Directives et méthodes de conception, Exigences, Règlements

•Organisation: Tâches (définition et distribution), Participants (sous-groupes, tâches affectées).

•Résultats: Maquettes, Matériel, Logiciel, Documents techniques, Essais

Chaque élément de cette mémoire donne accès aux informations extraites à partir des différentes ressources de l'entreprise: Bases de connaissances d'aide à la conception, Bases de données, données extraites des outils de conception, données extraites des outils de gestion, prototypes, maquettes, etc.

1.2 Mémoire de logique de conception

Cette mémoire met en avant les connaissances investies dans la prise de décision dans la réalisation d'un projet ainsi que dans la gestion des incidents, à savoir les problèmes rencontrés et leur résolution:

•Problèmes rencontrés: Sujets (Propositions de conception, Exigences, Règlements), Nature, Eléments de problèmes. Notons qu'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.

•Résolution de problèmes: Participants, Personnes impliquées, Méthodes de résolution, Choix potentiels.

•Evaluation des solutions: Solution rejetées, Arguments de rejets, Avantages et inconvénients.

•Décision: Solution retenue, Arguments, Avantages et inconvénients.

Afin de proposer un guide méthodologique pour la construction de ces deux parties d'une mémoire de projet, nous avons analysé aussi bien des méthodes dédiées mémoire de projet que des méthodes plus générales de capitalisation des connaissances. Nous présentons dans ce qui suit, cette analyse.

Chapitre 2 : Méthodes de capitalisation dédiées mémoire de projet

Plusieurs approches de capitalisation des connaissances dans une mémoire de projet ont été proposées. Dans ce qui suit, nous citons un certain nombre de ces approches qui sont définies soit pour la conception soit pour d'autres domaines.

2 La méthode IBIS

Cette méthode a été définie dans les années 70 par Horst Rittel et al, citée dans [18], [7], [8] et [9]. 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 est actuellement utilisée pour représenter la logique de conception (Design Rationale) dans un projet.

La méthode IBIS se base sur une structuration de la prise de décision menée dans un projet de conception en trois éléments: Questions (Issues), Positions et Arguments. Dans une discussion, une question principale est généralement posée «Comment peut-on réaliser?». Un participant peut prendre une position, en proposant une réponse à la question posée. Il défend sa position avec des arguments. D'autres participants proposent d'autres manières de résoudre le problème posé en définissant des positions alternatives et en énonçant des arguments. Les arguments peuvent être des arguments de support pour la position ou des arguments d'objection pour d'autres positions. De nouvelles questions apparaissent dans la discussion. Ces questions peuvent être liées aux questions qui les ont suggérées (Figure 1).

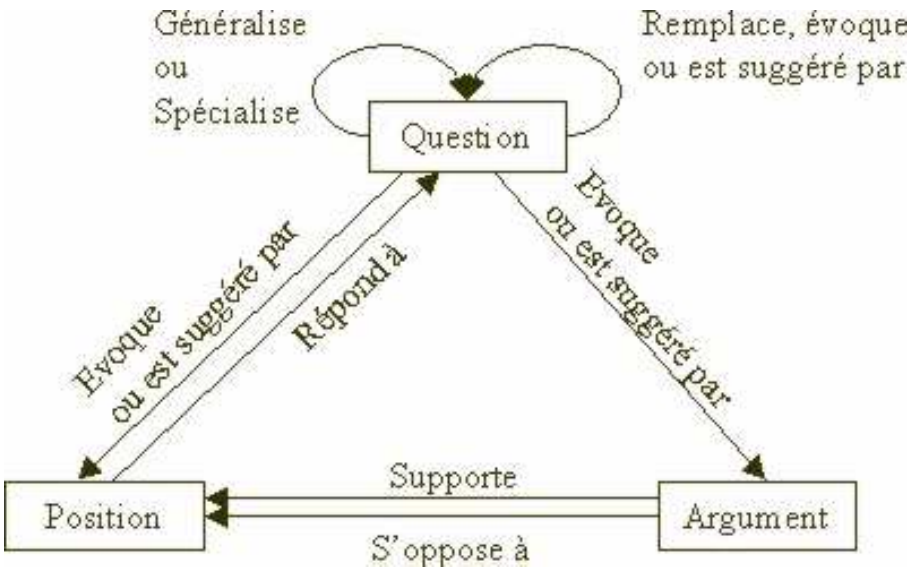

Figure 1. Les principaux éléments de la méthode

Neuf liens ont été définis pour relier questions, positions et arguments. Il s'agit de:

•Position répond à Question

•Argument supporte Position

•Argument s'oppose à Position

•Question généralise Question

•Question spécialise Question

•Question évoque Question

•Question est suggérée par Question

L'ordre de prise de décision est aussi suivi avec cette méthode, puisqu'elle permet de représenter un historique des décisions tout le long du processus de conception. En effet, la méthode est présentée comme narrative. Elle permet de prendre note de la prise de décision à chaque étape du processus de conception. Pour cela, on l'appelle «approche orientée processus». La méthode IBIS a été appliquée dans différents domaines de conception. Citons,

par exemple, le développement des contrôleurs de stations informatiques chez NCR.

Un outil de support gIBIS (Graphical hypertext software tool for building IBIS network) est fourni avec la méthode. Nous le présentons dans ce qui suit.

L'outil gIBIS

L'outil gIBIS [9] est disponible sur Station Sun et exploite un réseau entre différents utilisateurs. Il exploite aussi un système de gestion de base de données pour gérer les informations sauvées à travers l'outil.

Deux types de liens ont été ajoutés comme extension de la méthode dans l'outil. Il s'agit de "Other" permettant à un utilisateur de spécifier son propre lien et "External" fournissant un accès vers des données externes comme des documents, des images, etc. De même, les liens "Generalize" et "Specialize" peuvent être aussi définis entre les arguments.

L'interface de l'outil gIBIS est formée de quatre fenêtres (Figure 2):

•Fenêtre Graphique, permettant un affichage des éléments de la méthode
(Questions, Positions, Arguments,...) en noeuds et liens.

•Liste de noeuds ordonnés suivant la date de création des questions.

•Fenêtre de Commandes générales.

•Fenêtre de Description, permettant l'affichage de la description des noeuds et
de leurs attributs.

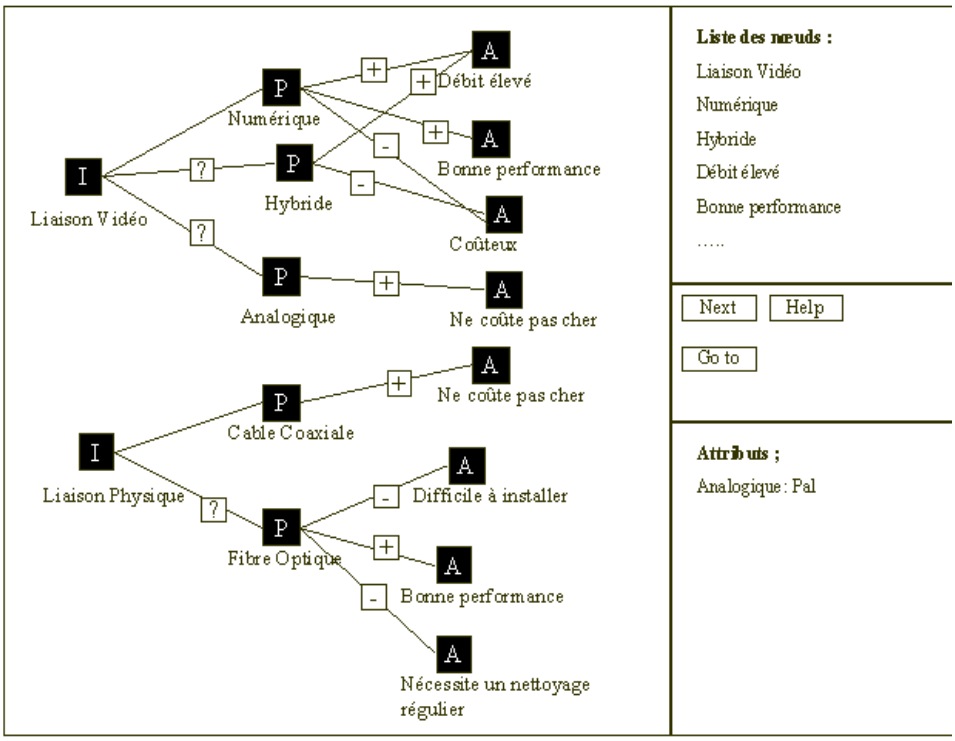

Figure 2. L'interface principale de gIBIS.

Des vues locales 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 noeuds. Des possibilités de recherche d'un noeud sont aussi offertes dans l'outil. Une fenêtre de requête permet de déterminer certaines propriétés du noeud recherché comme: le type du noeud, la date de création, l'auteur, le label, le sujet, certains mots clés, etc. La recherche se fait suivant un simple filtrage entre les propriétés du noeud recherché et les noeuds du graphe.

3 L’approche QOC

L'approche QOC «Questions, Options and Criteria» [5], [6], [7], [15] et [19] a pour objectif de représenter la logique de conception ("Design Rationale") nommée aussi analyse de l'espace de conception. Cette approche recommande de représenter cette analyse sous forme de:

•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.

L'approche QOC ne fournit pas une représentation du processus de conception mais plutôt une analyse de la prise de décision dans la conception. 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. 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. Un critère permet aussi de rendre explicite une ou plusieurs exigences dissimulées dans la question. Une structuration de l'espace de conception peut alors être obtenue sous forme d'association de questions, options et critères (Figure 3).

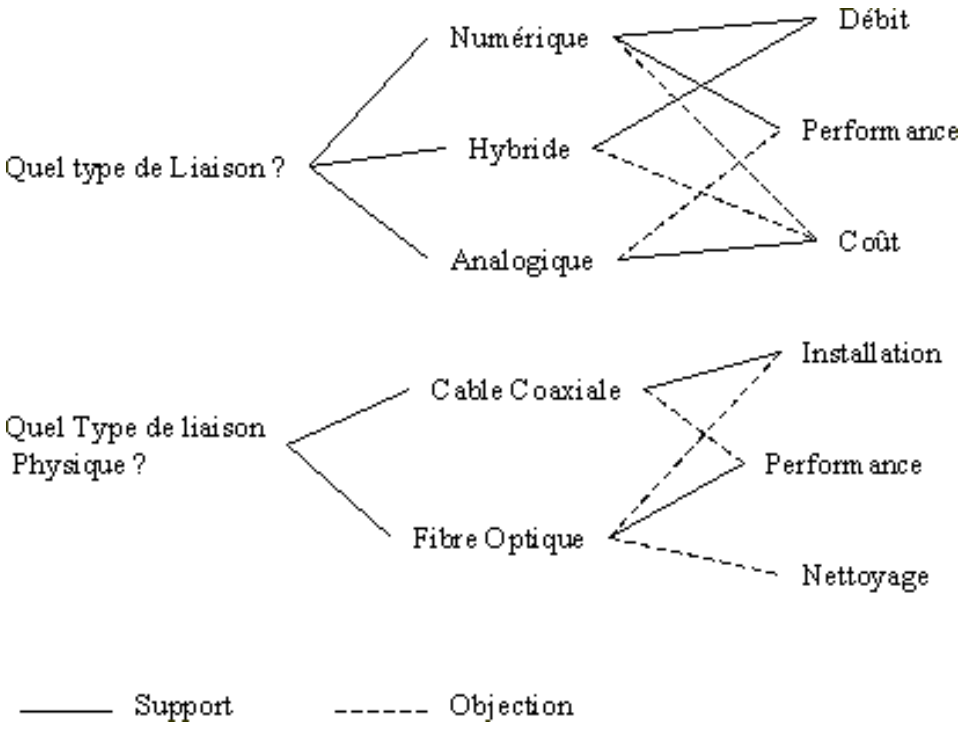

Figure 3. Représentation de la prise de décision selon QOC.

Les options génèrent d'autres questions auxquelles les concepteurs répondent par des options. L'association des questions pour spécifier des options fournit une structure complé-

mentaire de la prise de décision. Cette structure présente une décomposition d'options en sous-options (Figure 4).

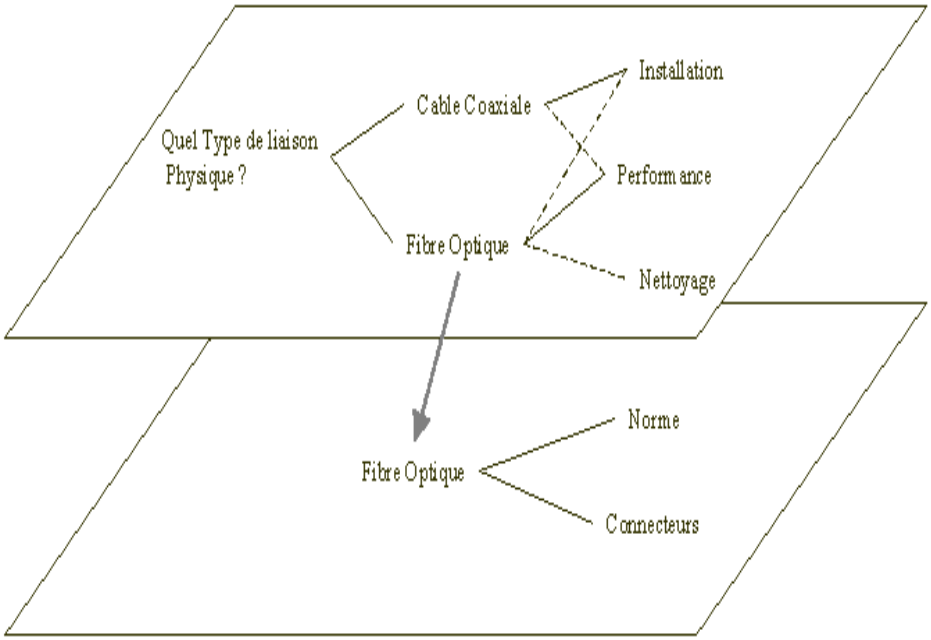

Figure 4. Décomposition d'options en sous options.

4 Le système DRCS

DRCS ("Design Rationale Capture System") [16] est un système qui permet de représenter la logique de conception dans un projet en ingénierie concourante. Il est implanté en Common-Lisp et exploite un réseau de stations. Le système permet un travail collaboratif et utilise des liens hypertextes.

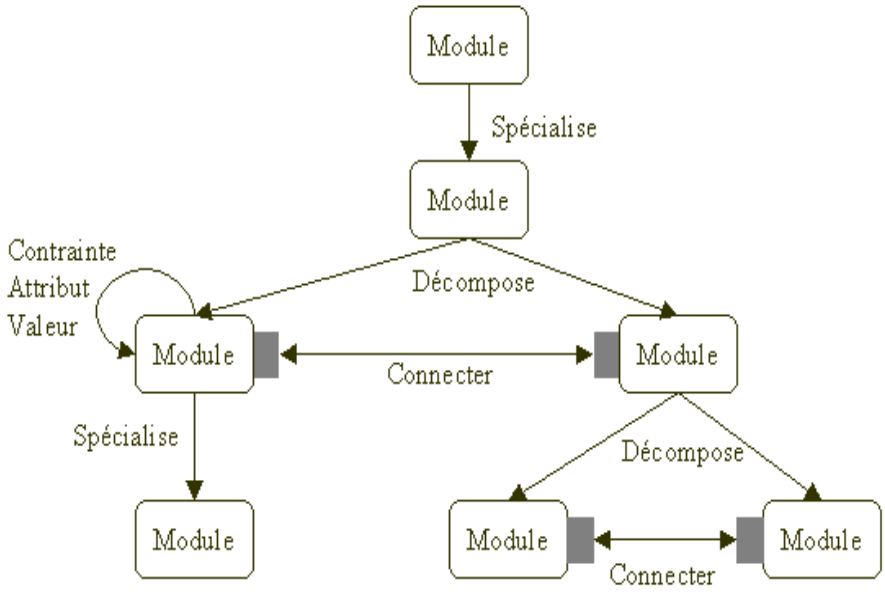

Figure 5. Décomposition de modules en sous modules.

Un artefact dans DRCS est défini en modules inter-connectés suivant des interfaces (Figure 5). Des attributs permettent de décrire ces éléments. Notons que les ressources d'un module sont mises en évidence par une classe particulière d'attributs. Le plan de conception est décrit suivant une suite ordonnée de tâches (Figure 6). Des actions primaires sont associées aux tâches.

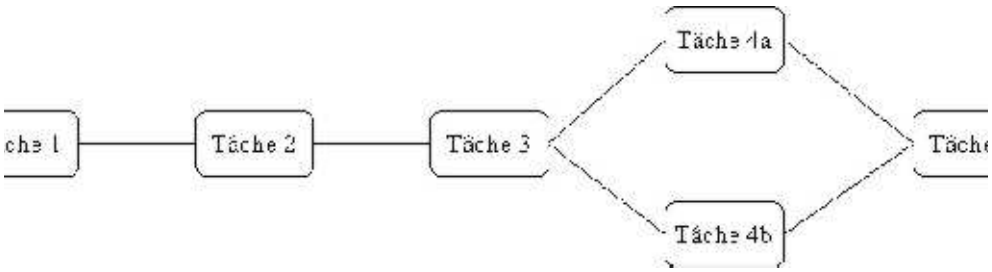

Figure 6. Représentation des tâches.

DRCS se base sur un langage de représentation «DRCS language».

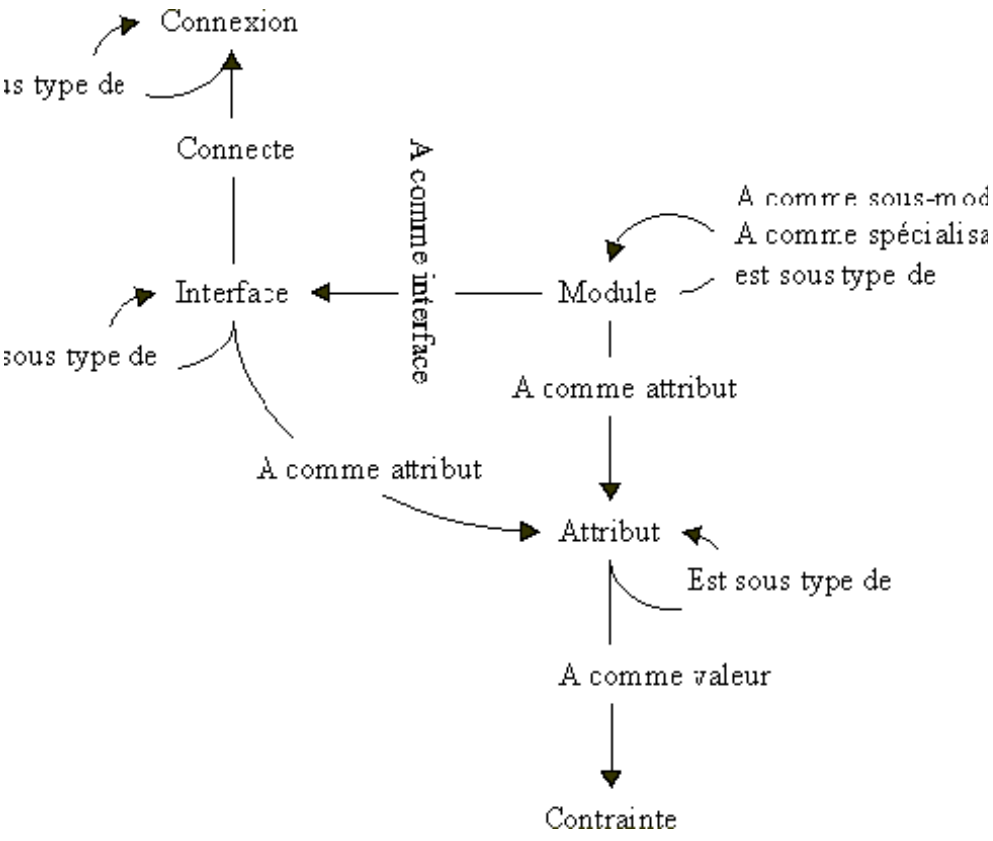

Figure 7. Modèle synthèse: Représentation de l'artefact.

Le langage DRCS

Le langage DRCS permet de représenter l'artefact et le plan suivi dans la conception. Deux principales primitives sont offertes dans ce langage: 1- entité, permettant la représentation d'objets et d'assertions, 2- relation, permettant la définition de relations entre les entités. L'artefact et le plan sont représentés par des graphes d'entités/relations.

Cinq types de modèles, dûs aux différents types de relations utilisées entre les entités, ont été définis pour représenter la logique de conception dans un projet:

•Un modèle Synthèse («Synthesis») permettant de mettre à jour des taxinomies (utilisant le lien "is-sub-type-of") une décomposition de l'artefact en modules et sous-modules (Figure 7) et l'association entre tâches et modules réalisés par ces tâches (Figure 8).

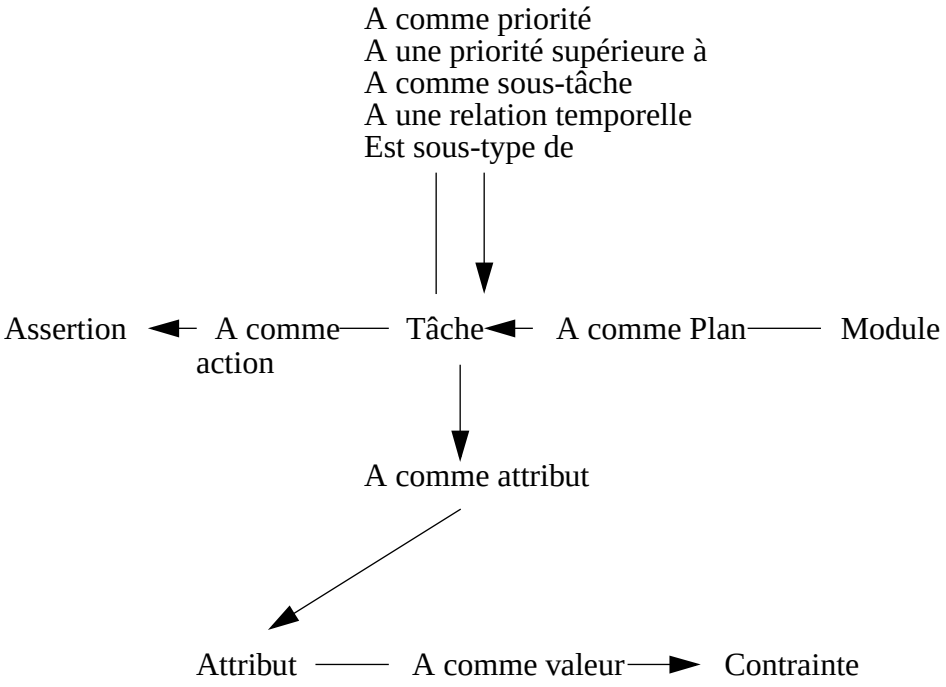

Figure 8. Modèle Synthèse: Description des relations d'une tâche.

•Un modèle Evaluation permettant de représenter comment les spécifications de l'artefact ont été atteintes (Figure 9).

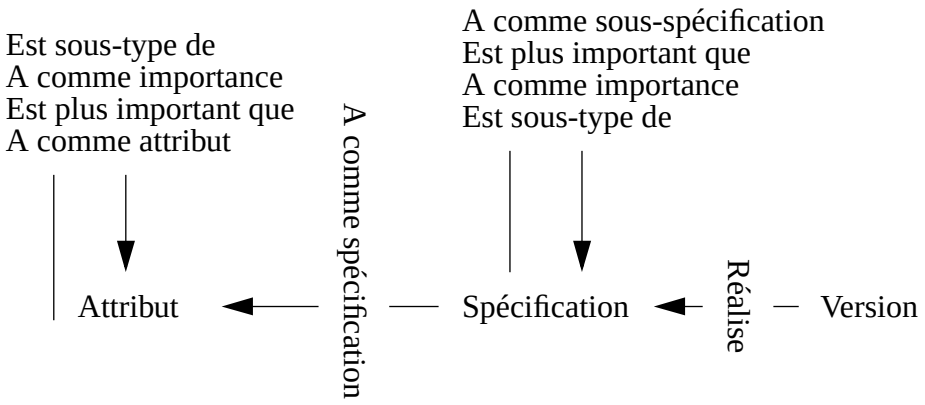

Figure 9. Modèle Evaluation.

•Un modèle Intention permettant de mettre en évidence les décisions prises lors de la résolution des problèmes ainsi que les stratégies qui en découlent (Figure 10).

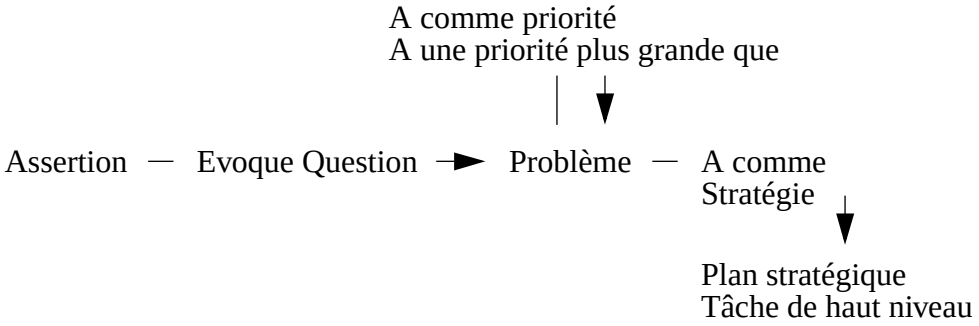

Figure 10. Modèle d'Intention.

•Un modèle Versions 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 11).

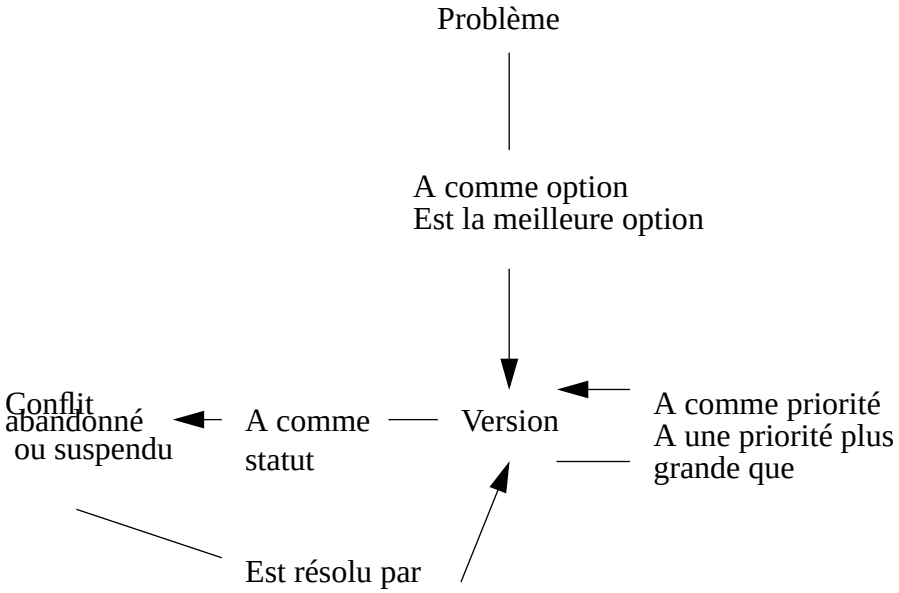

Figure 11. Modèle de Versions.

•Un modèle Argumentation permettant de montrer le type d'argumentation apportée à une alternative (Figure 12).

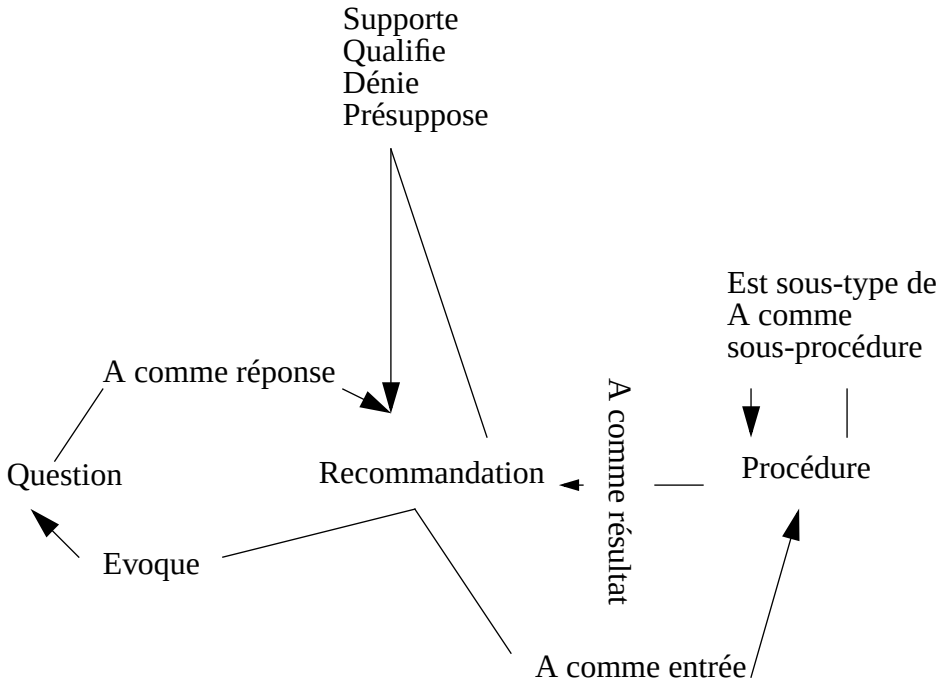

Figure 12. Modèle d'Argumentation.

5 Le système DRAMA

DRAMA [4] est un logiciel défini sur PC. Il permet de garder une trace de la logique de conception ("Design-rationale") 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 (Figure 13). Une table de critères (Figure 14) permet aussi d'illustrer le choix d'une option comme solution à un but donné.

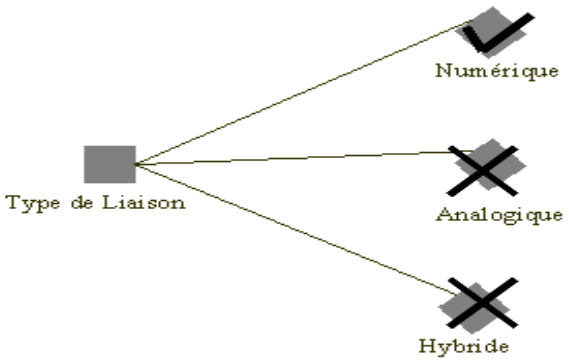

Figure 13. Arbre de solution.

Des liens hypertextes sont offerts dans le logiciel. Ils fournissent des liens vers des documents, des dessins techniques, des simulations, etc. DRAMA permet aussi de générer d'une façon dynamique des rapports en format HTML, à partir des arbres de solution et des tables de décision. Il permet d'extraire des données de Bases de données et de les présenter en exploitant le langage XML.

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

CRITERE	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 14. Table de décision.

Le système est basé sur une architecture client/serveur qui offre un accès coopératif à un groupe de concepteurs. Il est utilisé dans différentes applications de conception dans le domaine de l'énergie pétrolière. Il peut être aussi appliqué dans des domaines autres que la conception.

6 L'approche EMMA

L'approche EMMA ("Evolution Memory Management Assistant") [22] est une approche de représentation des connaissances utilisées dans un projet de conception de logiciels. Cette approche fournit un modèle de représentation appelé "MetaModel" qui permet de décrire le processus de conception d'un logiciel sous forme de buts à atteindre. Le principe de base de l'approche consiste à distinguer dans un processus de conception :

•Les buts à atteindre.

•Les plans définis pour atteindre ces buts.

•Le contexte des plans définis

•Les changements apportés ainsi que l'évolution du processus.

Le processus de conception est donc représenté comme une structure de solution qui met en association les buts avec les plans qui leur sont destinés. Un plan est décomposé en sous-buts alternatifs (Figure 15). Un ensemble de primitives est fourni à cet effet. Notons parmi elles:

•But de la solution associée. Il est défini par son nom, sa description et des références.

•Spécification de la solution associée. Elle est définie par le type, la description et un ensemble de propriétés.

•Contexte. Il est défini par les termes utilisés, les hypothèses de solution et les ressources.

•Elaboration. Elle est définie par les plans alternatifs, un plan actif choisi et les justifications du choix. Ces justifications peuvent avoir des liens avec des documents hypertextes ou avec une structure d'arguments provenant d'autres types de représentation comme celles définies dans la méthode IBIS.

•Informations sur la collaboration. Elles mettent en évidence les propriétaires d'un but et les sous-traitants fournisseur du plan qui permet d'atteindre le but.

•Informations sur l'évolution du but. Il s'agit d'une description des changements qui affectent le but.

•Ces primitives sont associées à la description d'un but. De même un plan peut être défini par:

•Elaboration qui met en évidence le but du travail (une spécification du but père) et un ensemble de sous buts permettant d'atteindre le but principal.

•Informations sur la collaboration.Elles présentent les sous-traitants, auteurs du plan.

•Informations sur l'évolution du plan. Elles sont décrites par: - des événements de changement, émis par le plan ou souscrits par les buts pères, - des réponses anticipées aux changements, - des enregistrements des changements ou d'exceptions (ils sont décrits par le nom, la description, les circonstances et les actions).

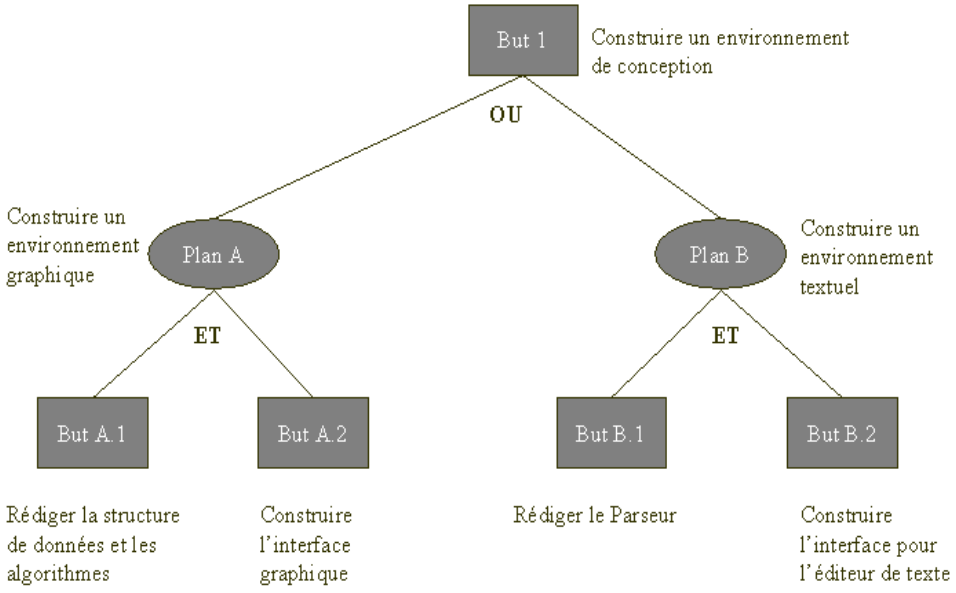

Figure 15. Représentation en buts/Plans.

Un événement de changement est décrit par un nom, une description, des circonstances et éventuellement des descriptions des changements à apporter au processus.

Une exception provient d'une constatation qu'un but ne peut pas être atteint, dans un contexte donné. Elle est décrite par: un nom, une description, le nom du sous-traitant émetteur de l'exception, le nom du but pour lequel l'expression a été émise et éventuellement les changements à apporter au processus. Les exceptions peuvent être définies dans le plan de travail d'un but.

L'outil EMMA est développé en Java. Il est basé sur des interfaces hypertextes. Il permet aux concepteurs et aux gestionnaires de logiciels complexes d'explorer, de choisir et de documenter de manière coopérative les solutions envisagées.

7 La méthode SAGACE

La méthode SAGACE [23] et [24], développée au sein du CEA a comme principe de base la modélisation des connaissances statiques décrivant un système de production. Cette modélisation fournit une base de dialogue entre les différents acteurs dans un projet et une aide au choix des moyens d'actions. Elle peut être ainsi exploitée pour mémoriser la réalisation d'un projet de production d'un système. Le système produit peut être à "forte automatisation", à "forte composante humaine" ou à "forte identité" comme par exemple, un système à base de connaissances.

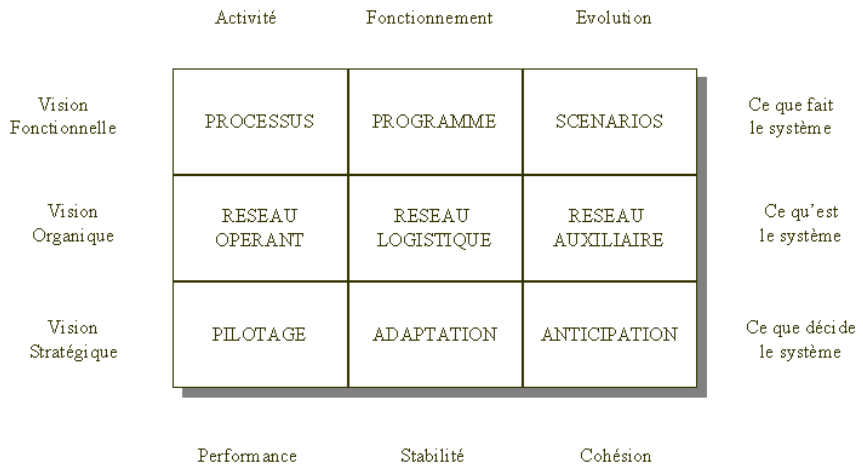

Figure 16. Les trois visions définies dans SAGACE.

Cette modélisation se base sur trois types de visions : Fonctionnelle, organique et opérationnelle (Figure 16). Les visions sont décrites à l'aide de trois principaux éléments: Processeur, Flux et Observateur (Figure 17).

Un Processeur décrit une activité qui réagit avec son environnement sous forme d'un Flux. Certaines caractéristiques du Flux sont observables. Elles sont appelées Observateurs.

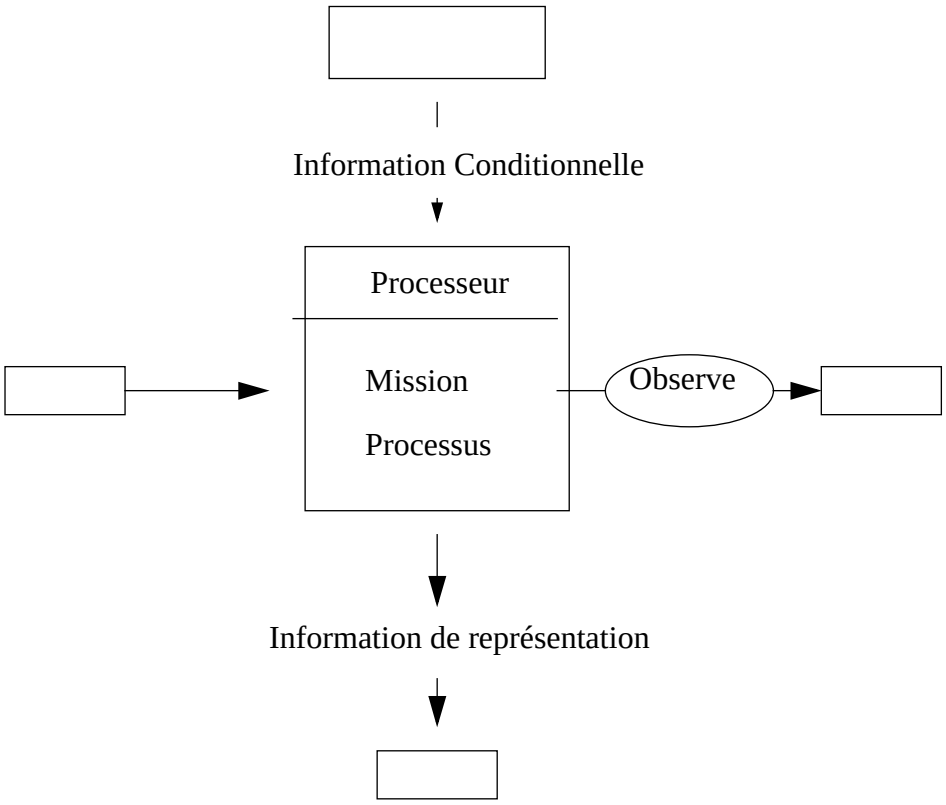

Figure 17. Trois éléments qui représentent les données dans les visions.

Un processeur change de statut d'une vision l'autre :

•Dans la vision fonctionnelle, un processeur décrit : une fonction, les contraintes de conception, les objectifs et les activités mises en oeuvre.

•Dans la vision organique, un processeur décrit : les ressources et les moyens.

•Dans la vision opérationnelle, il décrit la tâche et les acteurs.

Par exemple, dans les systèmes technologiques, les trois visions représentent:

•les fonctions de service (vision fonctionnelle),

•les composants (vision organique),

•l'activité des utilisateurs (vision opérationnelle).

Dans une organisation, la vision organique décrit les acteurs humains et la vision opérationnelle décrit les conditions de leur coopération comme les règles instaurées et les objectifs sous-jacents. Dans un système à base de connaissances, la vision fonctionnelle représente la stratégie de résolution alors que la vision organique décrit les inférences. La vision opérationnelle contient les tâches contrôlant le raisonnement.

Un élément du Flux est représenté par son nom et son support ou sa forme. Ces éléments sont classés en quatre types:

•Entrée (axe horizontal et flèche de gauche)

•Sortie (axe horizontal et flèche de droite)

•Information conditionnelle (axe vertical et flèche d'en haut); ces informations représentent une condition d'exécution, une contrainte de pilotage ou une contrainte de sélection de moyens

•Information de représentation (axe vertical et flèche vers le bas); ces informations peuvent décrire l'exécution de la mission, le déroulement du processus et une configuration du processeur.

Un Observateur met en avant une caractéristique observable d'un élément du Flux. Il est représenté par une ellipse avec un nom reflétant la nature de la caractéristique, (par exemple, Débit, etc.). Il est présenté sur la flèche du Flux. Un observateur a des attributs comme défaut, alarme, tendance, etc. L'ensemble des observateurs définis pour un système reflète le comportement du système, son évolution et sa réaction avec son environnement.

Les éléments ainsi modélisés, forment un référentiel technique qui peut être représenté dans une base de données relationnelles ou objets. Ce référentiel est au coeur du système d'information supportant la réalisation technique d'un projet.

Un atelier "Systémographe" développé par la société ACTION permet la représentation des éléments modélisés.

8 Discussion

Nous avons présenté dans cette partie un ensemble de méthodes et de systèmes proposés pour aider à la capitalisation des connaissances dans une mémoire de projet. Certaines de ces méthodes sont définies pour représenter les connaissances relatives à la prise de décision issues des réunions et des discussions menées dans un projet. D'autres méthodes fournissent des formalismes pour décrire les résultats intermédiaires et pour supporter la gestion d'un projet (l'organisation, le planning, etc.).

La plupart des méthodes sont dédiées à des projets de conception. D'autres sont plus générales. Le tableau suivant fournit un récapitulatif des caractéristiques des méthodes présentées.

Approche	**Représentation de la prise de décision**	**Représentation des résultats d'un projet**	**Représentation de la gestion du projet**	**Outils définis**	**Type d'application**
IBIS	Arbre: Question/ Position/ Argument			gIBIS	Conception
QOC	Arbre: Question/ Option/Critère				Conception

Approche	**Représentation de la prise de décision**	**Représentation des résultats d'un projet**	**Représentation de la gestion du projet**	**Outils définis**	**Type d'application**
DRCS	Graphe: Entité/Relation Modèles: Synthèse, Evaluation, Intention, versions et Arguments	Graphe: Entité/Relation Décomposition en sous modules	Planning: Suite de tâches ordonnées	Système DRCS	Conception, surtout dans l'Ingénierie concourante
DRAMA	Arbre de solution: But/Option Table de critères			DRAMA	Conception + autres
EMMA			Méta-Modèle: But/Plan Attributs: Contexte, Elaboration, Collaboration, Evolution	EMMA	Conception de logiciels
SAGACE		Graphe: Processeur/ Flux/Observateur Fonctionnelle, Organique et Opérationnelle		Systémographe	Tout type d'applications

D'autres approches ont aussi été développées pour capitaliser les connaissances à partir de documents textuels, d'experts ou d'autres types de sources. Nous présentons de telles approches dans le prochain chapitre.

Chapitre 3 : D'autres méthodes de capitalisation

Plusieurs méthodes ont été définies particulièrement pour aider la capitalisation des connaissances. D'autres méthodes ont été empruntées à l'ingénierie des connaissances et adaptées pour aider à la définition de mémoires d'entreprise. Nous présentons dans ce chapitre un panorama de ces méthodes, afin de donner une vision globale sur les différentes sortes de méthodes de capitalisation de connaissances existantes.

9 La méthode REX

La méthode REX [20] a été définie au départ dans le but de capitaliser les expériences de conception de réacteurs nucléaires au sein du CEA. 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.

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 18).

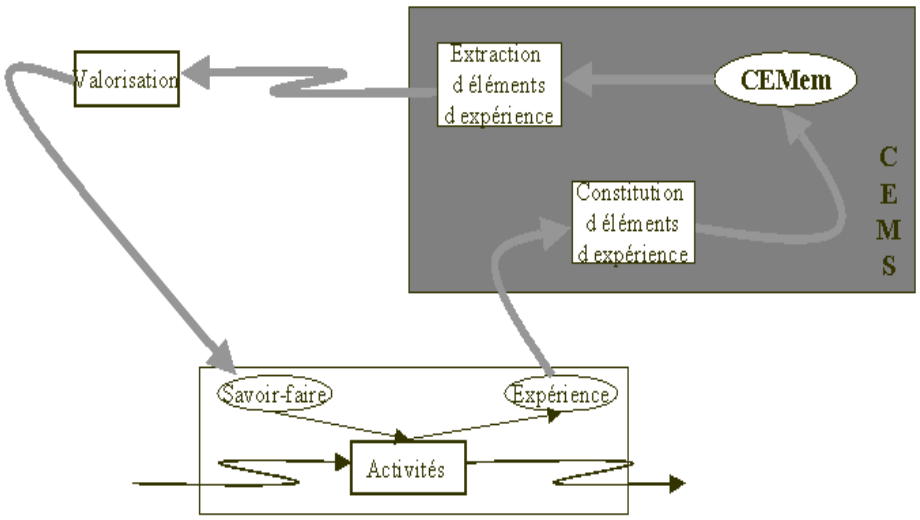

Figure 18. Principe de base de la méthode REX.

Il s'agit d'un cycle de constitution d'éléments d'expérience à partir de l'expérience acquise pendant la réalisation des activités dans une organisation, ainsi que de l'extraction de ces éléments dans une optique de valorisation de l'expérience en un savoir-faire, utile dans la réalisation des activités.

Eléments d'expérience

Un élément d'expérience (Figure 19) est typiquement défini par:

- un entête,

- 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 construits principalement à l'issue des entretiens auprès d'experts et à partir des documents relatant une activité (i.e. documents de synthèse, bases de données).

Un questionnaire doit être élaboré. Il forme une base pour le cogniticien dans un entretien avec un expert. Il permet d'élucider les éléments d'expériences et leur description. Trois entretiens d'une demie journée chacun sont recommandés à ce propos.

Le premier entretien est mené d'une manière libre et vise à identifier les personnes concernées par un thème particulier et à collecter leur avis. Le texte recueilli à l'issue de cet entretien sert à identifier plusieurs éléments d'expérience correspondant aux différents faits cités.

Au cours du deuxième entretien, un ensemble provisoire d'éléments d'expérience est présenté à l'expert qui peut modifier leur contenu et les enrichir.

L'objectif du troisième entretien est de vérifier si toutes les modifications apportées aux éléments d'expérience ont été considérées. D'éventuelles corrections sont alors introduites.

Entête

Nom: Traversée d'un carrefour
Origine: Expert1, Référence entretien N.3
Auteur: Cogniticien1
Date d'émission: Janvier 1996
Domaine: Psychologie
Contexte: Analyse de stratégies adoptées par un conducteur pour traverser un carrefour

Corps

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'ai pas besoin de s'arrêter au milieu. Donc, quelqu'un qui arrive et voit que le trafic est faible, pense n'avoir pas besoin de s'arrêter 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.
Hypothèse: trafic faible implique une stratégie de traversée sans arrêt au milieu.
Trafic dense implique une stratégie de traversée avec arrêt au milieu.
Commentaires: Les attentes du conducteur sont différentes selon la stratégie choisie: - Stratégie de traversée 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 19. Exemple d'un élément d'expérience dans le domaine de l'analyse d'accident.

Les éléments d'expérience peuvent être également extraits des documents techniques, des standards, des procédures, des codes de calcul, etc. Par exemple, chaque paragraphe dans un document peut être considéré par un élément d'expérience de la même façon qu'une partie d'un entretien. Les éléments d'expérience ainsi constitués sont ensuite organisés de façon à être facilement réutilisables. Cette organisation est spécifique à chaque domaine d'activité.

Mémoire d'expérience

Dans le but de considérer la diversité de vocabulaire et les points de vue utilisés dans une entreprise, un modèle descriptif et un réseau terminologique sont également définis pour constituer une mémoire d'expérience.

Le modèle descriptif

Le modèle descriptif permet de représenter les différents points de vue identifiés dans une entreprise. Généralement, une douzaine de points de vue semble raisonnable, au delà de douze, le réseau défini par ces points de vue sera inexploitable. Par exemple, nous pouvons distinguer point de vue géographique, topologique, etc. dans une activité de conception.

Chaque point de vue est représenté par un réseau d'objets (définis sous forme de concepts), reliés entre eux, suivant un réseau sémantique. Un ensemble de catégories de liens est aussi défini comme: «ensemble/élément», «général/spécifique», «proximité», «Self évolution».

Le modèle descriptif peut ne pas être défini d'une manière exhaustive. Il sera enrichi au fur et à mesure.

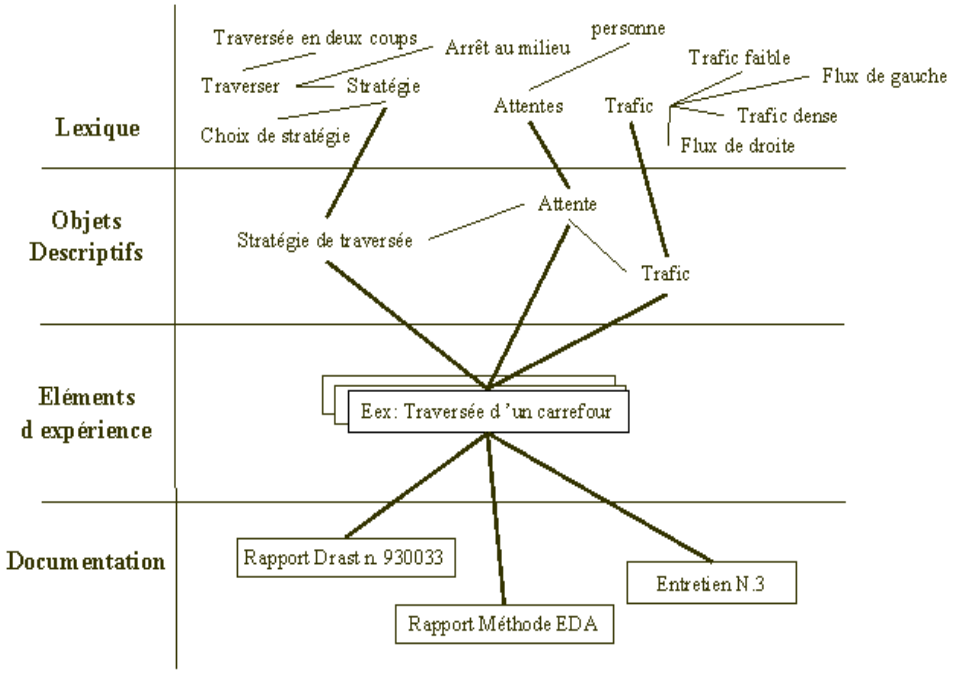

Figure 20. Modèle d'une mémoire d'expérience.

Ce modèle est constitué de quatre parties : réseau terminologique ou lexique, modèle descriptif, éléments d'expérience et documents.

Le réseau terminologique

Un réseau terminologique nommé aussi lexique est construit pour permettre des requêtes proches de la langue naturelle. 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 cogniticien. 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. La Figure 20. montre un modèle d'une mémoire d'expérience.

Un outil informatique est associé à la méthode REX. Il permet d'une part de mémoriser les éléments d'expérience et fournit d'autre part, une interface d'accès à ces éléments. L'interface du système est conçue de manière à permettre des requêtes en langage naturel. La requête ainsi formulée sera analysée par le système, qui en réponse, propose à l'utilisateur un ensemble d'objets candidats correspondant aux termes identifiés dans le réseau terminologique. La description d'un objet choisi, correspondant à sa description dans le modèle descriptif, ainsi que les éléments d'expérience qui y sont rattachés, sont alors présentés.

10 La méthode MKSM

MKSM (Methodology for Knowledge System Management) [11] et [12] est une méthode qui a été développée au CEA avec un objectif de gestion des connaissances. La méthode se base principalement sur un triangle sémiotique (Figure 21) où trois dimensions sont prises en compte: la syntaxe, la sémantique et la pragmatique. L'analyse des connaissances dans une organisation suivant ces trois dimensions consiste à considérer l'information (syntaxe), la signification (sémantique) et le contexte (pragmatique). L'analyse de ces dimensions est guidée par l'étude du traitement des données, des tâches et de l'activité du domaine (Figure 21).

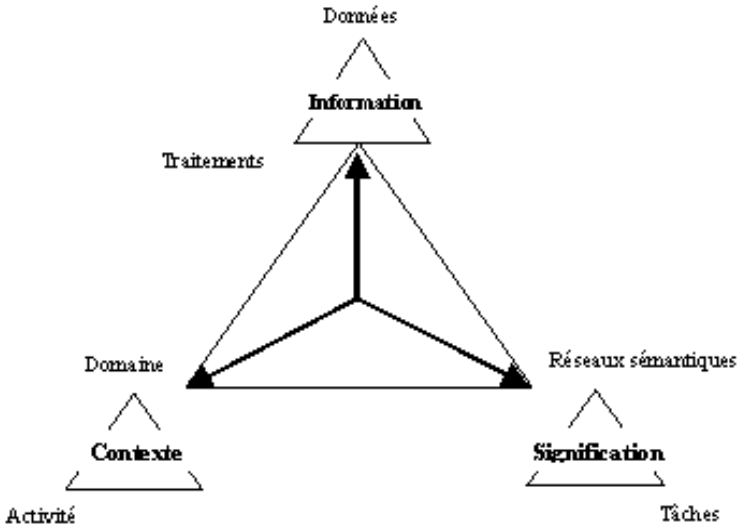

Figure 21. Le triangle sémiotique.

Une modélisation du système des connaissances doit être aussi considérée. Cette modélisation met en évidence 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 22) peut être représentée sous forme d'un diagramme SADT dans lequel le système opérant représente des informations sur les agents, 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.

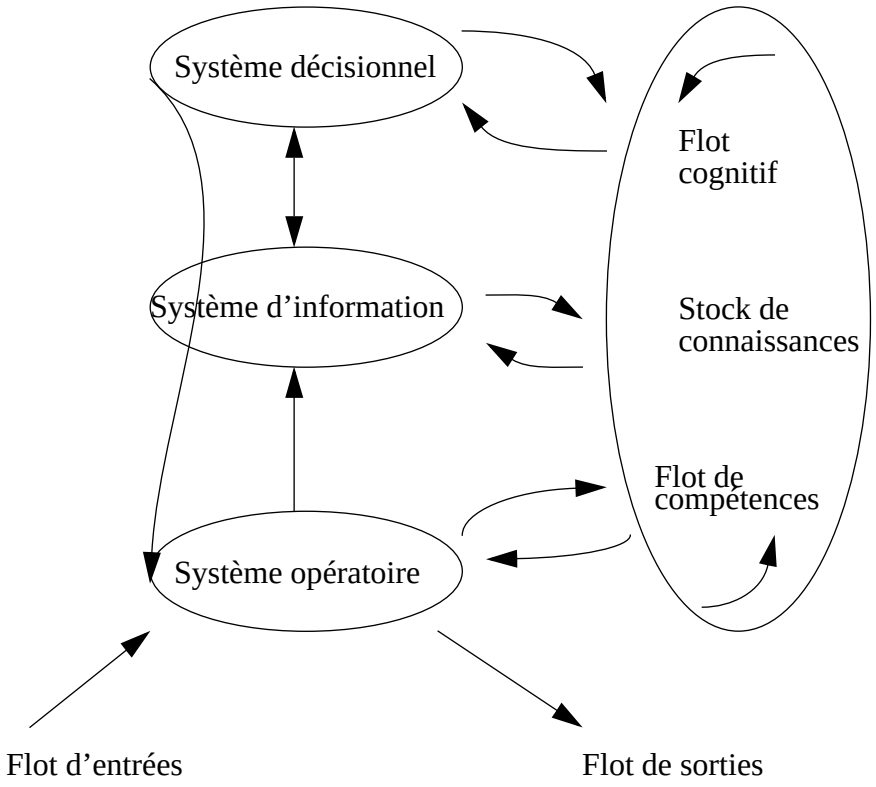

Figure 22. Modélisation du système de connaissances.

Le patrimoine de connaissances comporte deux éléments principaux : le livre de connaissances et le système opérationnel de gestion de connaissances. Ce dernier peut être défini sous forme de systèmes de supervision, d'aide à la décision, d'information et de documentation, de formation, de veille technologique ou stratégique et de gestion de la qualité. Le livre de connaissances rassemble des modèles de connaissances en complément des documents de l'entreprise comme les fiches, les plans, les documents techniques, les images, les références, etc. La méthode MKSM préconise des techniques pour représenter des modèles de connaissances suivant le triangle sémiotique défini ci-dessus (Figure 21). Nous décrivons dans ce qui suit cette modélisation.

Les modèles de connaissances

Modélisation du contexte

Deux modèles sont définis 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 23). Dans ce modèle, une source est définie par une action (peut être décomposée en plusieurs actions), qui crée le flux et par un ensemble d'événements qui activent le processus. De même, la cible est décrite par une action qui représente l'effet du flux.

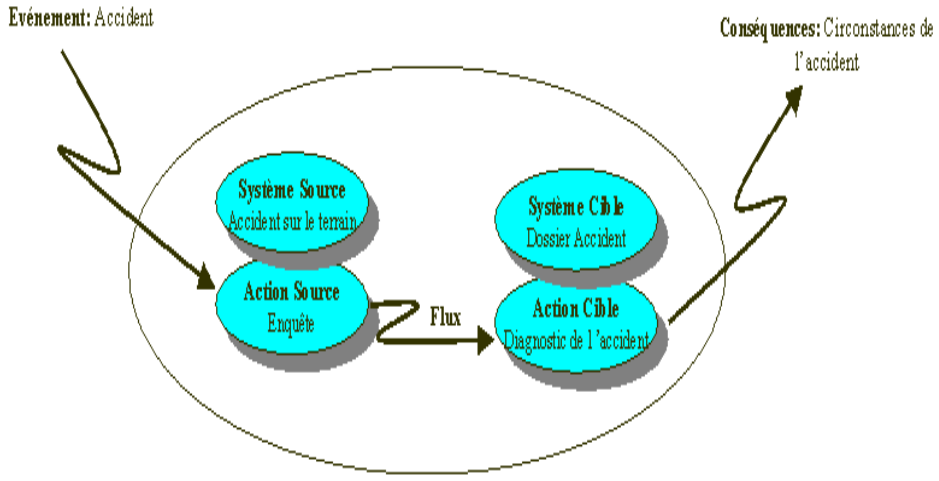

Figure 23. Modèle du domaine

•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 24). Ce flux décrit les entrées, sorties, ressources et acteurs d'une activité. Une activité peut être décomposée en plusieurs activités, représentées par plusieurs diagrammes.

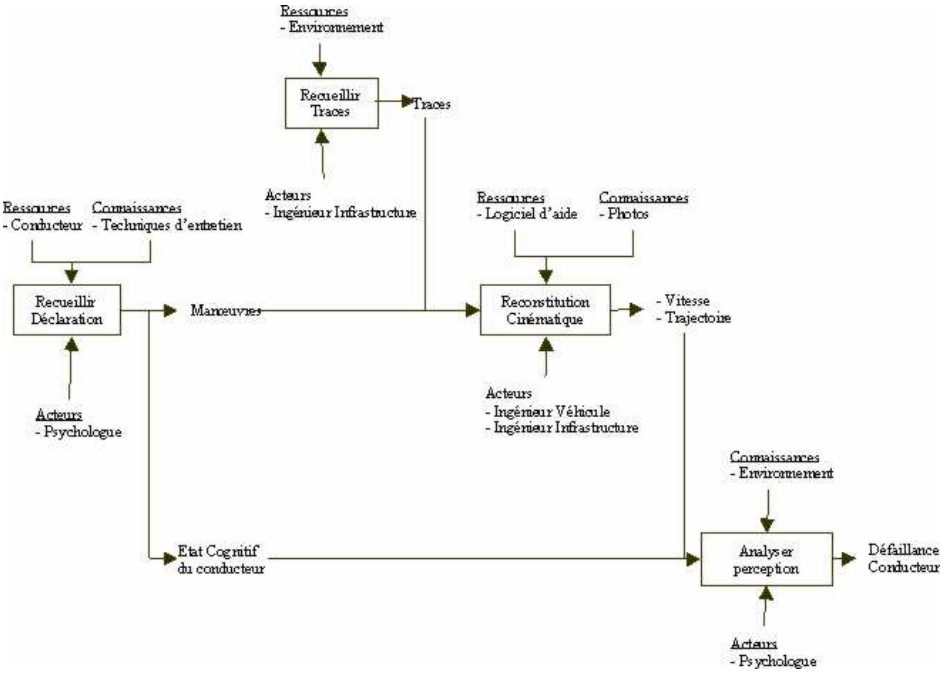

Figure 24. Modèle de l'activité.

Modélisation de la signification

La signification est modélisée avec deux types de modèles : un modèle de concepts et un modèle de tâches.

•Le modèle de concepts: Un concept représente une catégorie d'objets qui partagent les mêmes propriétés qui sont définies comme attributs du concept. Un concept peut avoir des instances. Une hiérarchie de concepts peut être définie en utilisant la relation de "spécialisation". Une autre relation "Valeur" permet de définir les valeurs d'un concept. D'autres types de relations sont aussi définis entre les concepts comme les liens de cardinalité. Le réseau de concepts et relations est proche d'un réseau sémantique où une sémantique peut être attribuée à un lien. (Figure 25)

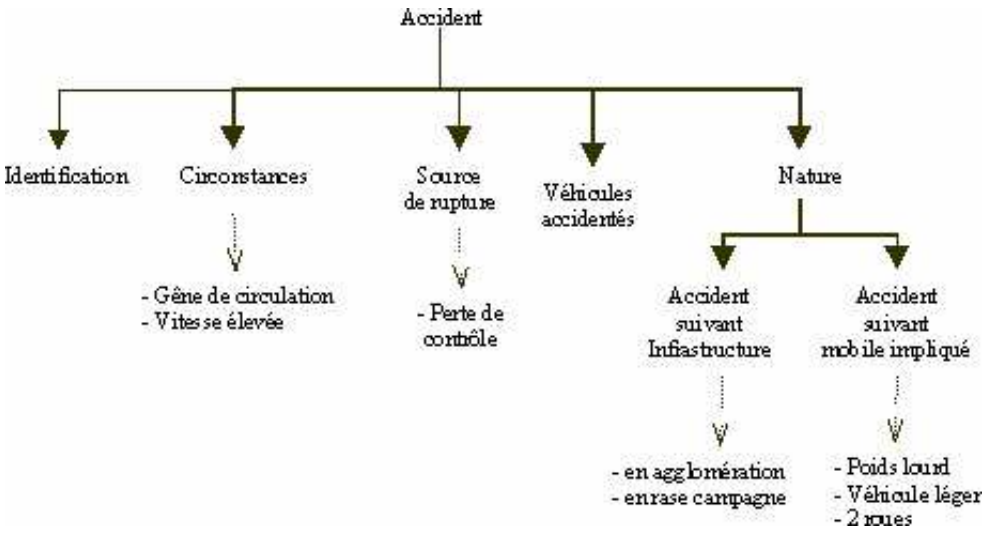

Figure 25. Modèle de concepts.

•Le modèle de Tâches: Il s'agit d'une "représentation de la stratégie mise en oeuvre pour résoudre les problèmes". On y distingue deux aspects : 1- la résolution de problèmes, qui doit être modélisée en se posant les questions suivantes "Quel type de tâche doit-on résoudre ?" et "Comment résout-on généralement ce type de tâche ?", 2- la manipulation de la connaissance statique qui doit être définie en évoquant la question suivante: "comment utiliser cette connaissance statique pour résoudre le ou les problèmes posés ?". Un modèle de tâches est représenté sous forme d'une hiérarchie de tâches. Le type d'une tâche donnée exprime le contrôle exercé sur les sous-tâches qui la décomposent. Différents types de contrôle peuvent être exprimés comme: exécution séquentielle, alternative, en parallèle et répétitive. L'arbre de décomposition de tâches en sous tâches est appelé "flot de contrôle" (Figure 26).

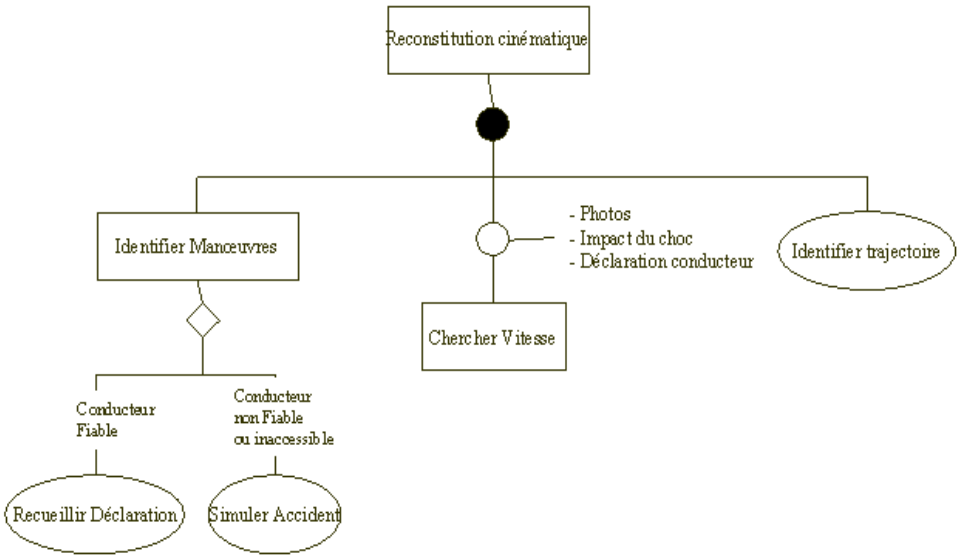

Figure 26. Modèle de tâches

Un outil support de la méthode permet de représenter les diagrammes et réaliser des recherches sur les connaissances. La méthode MKSM a été appliquée au sein du CEA dans différents types d'application allant de la biologie jusqu'aux technologies nucléaires. Elle a été également utilisée dans des applications dans le domaine de l'électricité et de la gestion bancaire.

11 La méthode CYGMA

CYGMA (CYcle de vie et Gestion des Métiers et des Applications) [13] 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 : 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 appelées AMI (Appli-

cations Métier Industrielles ou Assistants Métier de l'Ingénieur). Plusieurs types de Bases de connaissances référentiels de métiers ont été définis. Citons :

- NETTFORM: AMI forgeron pour Rolls-Royce

- ATOU-TOUR: AMI tourneur pour Eurocopter

- HERACLES: AMI automaticien pour FIAT Group

- ACCORD: AMI tôlier pour Aérospatiale

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.

Le glossaire métier

Le glossaire métier (Figure 27) contient:

Glossaire Métier: Analyse des accidents de la route

Terme: Défaillance
Français: Défaillance
Anglais: Failure
Définition: Défaillance du conducteur. Cette défaillance peut être une cause d'un accident
Source: Enquêteur psychologue
Voir aussi: perte de contrôle, erreur.

Figure 27. Extrait d'un glossaire.

- Des connaissances singulières; recueil de cas particuliers, apportant des éléments de définition des limites du domaine. Dans chaque cas, l'artefact ainsi que son développement sont décrits.

- Des connaissances terminologiques, sous forme de listes alphabétiques de termes utilisés dans le domaine métier.

Chaque élément du vocabulaire est décrit dans le glossaire par sa définition, sa traduction, sa source et des références.

Le livret sémantique

Dans le livret sémantique sont définies les connaissances structurelles. Ces connaissances sont décrites sous forme de:

- Connaissances ontologiques, une organisation hiérarchique en classes d'objets des connaissances terminologiques. Ces classes sont organisées ainsi, grâce à des opérateurs logiques comme ET et OU, des valeurs booléennes VRAI et FAUX et de listes énumérées de classes.

- Connaissances factuelles, un ensemble d'instances ("Base de faits") des classes d'objets. Une connaissance factuelle peut être définie explicitement avec une valeur ou implicitement. Dans ce dernier cas, la valeur sera générée ultérieurement.

- Connaissances faits initiaux, un sous-ensemble des connaissances factuelles explicites, définissant le problème à résoudre.

- Connaissances buts initiaux, un sous-ensemble des connaissances factuelles implicites, décrivant la solution du problème à résoudre.

Le livret sémantique est décrit sous forme d'un arbre mettant en évidence les opérateurs logiques qui existent entre les classes d'objets (Figure 28).

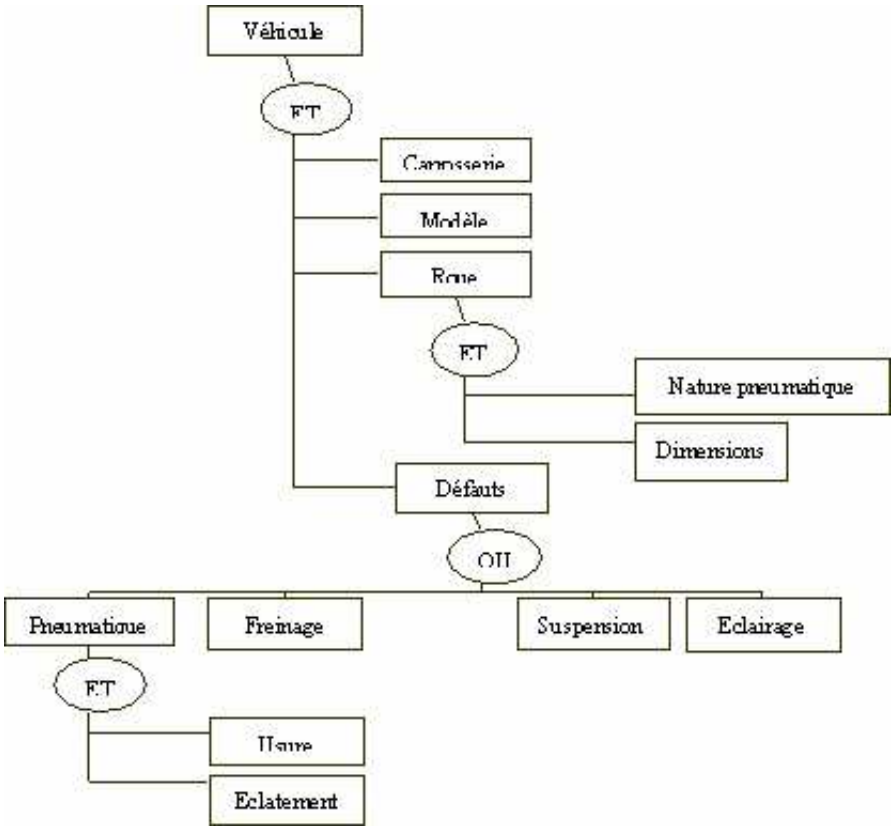

Figure 28. Exemple d'un livret sémantique

Le cahier de règles

Le cahier de règles comportant des connaissances comportementales qui sont définies par:

- Connaissances d'intégrité, ensemble de contraintes associées à une ou à plusieurs propriétés d'une classe d'objets. Ce type de contraintes peut aussi mettre en relation plusieurs classes d'objets.

- Connaissances existentielles, ensemble de règles détectant l'existence d'un objet métier.

- Connaissances synthétiques, ensemble de connaissances (définies sous forme de règles de production permettant d'écrire des faits synthétiques).

Le cahier de règles est défini d'une façon textuelle dans un document en langue naturelle (Figure 29). 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 (raison de la dernière modification), 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.

Projet: Enquête	**Ref.** Visi-Infra-2	**Date-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 relevé 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 à la visibilité
Description: L'état de l'habitacle du véhicule, comme par exemple: encombré, avec des vitres sales, avec des objets suspendus, des 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.

Figure 29. Extrait du cahier de règles.

Le manuel opératoire

Le manuel opératoire, rassemblant: - les connaissances stratégiques ou méta-
connaissances, qui permettent l'emploi optimisé des connaissances structurelles et comportementales - et les connaissances opératoires, qui sont représentées sous forme d'enchaînement d'activités décrivant le processus de résolution.

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 30).

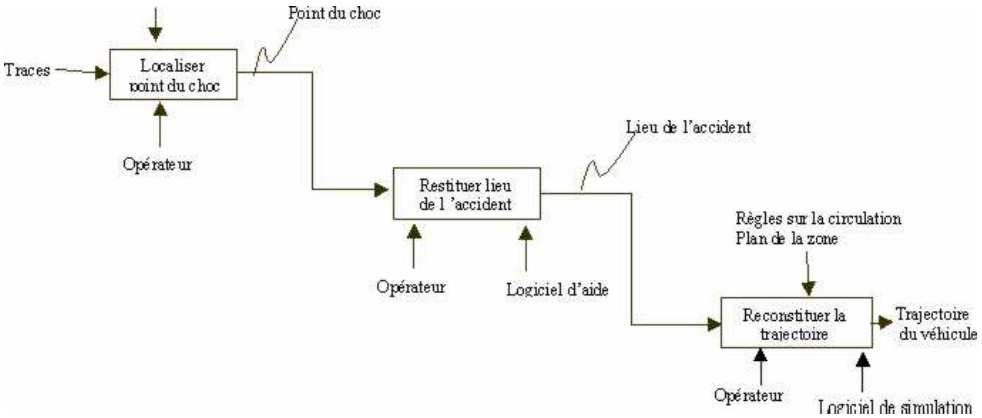

Figure 30. Exemple de la carte extraite du manuel opératoire.

- Le parcours décrivant graphiquement les multiples chemins possibles d'enchaînements des étapes (Figure 31).

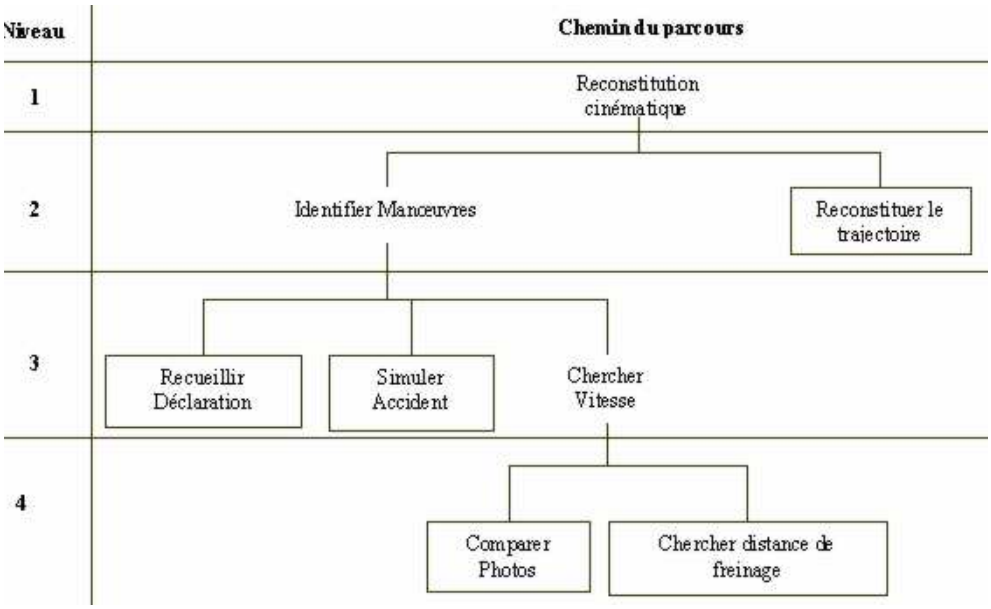

Figure 31. Exemple d'un parcours extrait du manuel opératoire.

- Les étapes (Figure 32), mettant à jour: les agents (opérateurs, règles, outils d'assistance, etc.), les actions mises en oeuvre et les moyens utilisés (succession de choix, référence aux règles, nom d'outils, etc.).

Etape Elémentaire: "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 en fonction du type de la zone (commerciale, industrielle, etc.)	Circulation-001
Règle	Visualiser le plan de la route	Plan-002

Figure 32. Exemple d'une étape extraite du manuel opératoire.

12 L’atelier FX

Atelier FX [13] et [25] est basé sur une méthode appelée M3A, qui s'inspire de travaux issus des sciences sociales pour définir une mémoire d'entreprise. Elle se base sur la technique "observateur-apprenti" pour capitaliser les connaissances relatives à une activité quelconque.

Technique de l'observateur-apprenti

La première étape de cette technique consiste à choisir un observateur apprenti parmi le personnel de l'entreprise. Il s'agit en fait de chercher un praticien observé et son collègue observateur. L'observateur est ensuite formé à des techniques d'observation d'entretiens et de description des connaissances préconisées par la méthode M3A. La tâche de l'observateur est d'enregistrer la conduite du praticien du poste à analyser, jusqu'au point où il peut se montrer lui-même capable d'accomplir ces activités d'une manière convenable.

L'observateur apprenti rédige alors une notice d'instruction, décrivant les connaissances qu'il vient d'acquérir. Un troisième membre de l'entreprise est alors sollicité pour réaliser les opérations décrites dans le document afin de les valider. Cette notice sera ensuite versée à la documentation existant appelée "Base technologique".

Atelier FX a été défini afin d'offrir un accès à la base documentaire de l'entreprise et, par là à la base technologique définie. Le logiciel NOMINO est exploité dans cet atelier pour indexer les documents. En effet, NOMINO permet une analyse morpho-syntaxique d'un corpus de texte. Il se base sur des règles morpho-syntaxiques de la langue française. Cette analyse découpe le texte en phrases et met en évidence dans chaque phrase des catégories de noms, verbes, adjectifs, adverbes et termes complexes (groupes nominaux). Un lexique de termes est ainsi produit. Ce lexique peut être rangé par ordre alphabétique ou suivant la fréquence d'apparition des termes dans le texte. Des liens hypertextes sont aussi établis entre les termes et les parties de documents à partir desquelles ils ont été extraits.

Le lexique ainsi défini fait partie d'un catalogue descriptif appelé "catalogue raisonné", défini pour offrir un accès à la base technologique.

Le catalogue raisonné

Ce catalogue contient trois dossiers:

- Un inventaire de documents de l'entreprise. Chaque document est répertorié par son origine, ses auteurs et leurs adresses, un historique (documents précédents), les données et les concepts auxquels le document fait référence (Figure 33). Ces derniers éléments sont identifiés en exploitant le logiciel NOMINO.

Inventaire des documents

Document Méthode

Origine: Définition d'une méthode d'analyse des accidents de la route
Auteurs: Expert1, Expert2
Historique: Article N.304, Rapport N.96-607
Données: Analyse d'un accident, Modèle du fonctionnement d'un conducteur

Document Scénarios Génériques

Origine: Analyse des accidents
Auteurs: Expert3, Expert2
Historique: rapport N.97-307
Données: Scénarios génériques d'accident, Facteurs causaux

Figure 33. Extrait d'un inventaire de documents.

- Dossier données. Il s'agit des données établies par le personnel de l'entreprise et jugées utiles. Chaque donnée est enregistrée par son nom (un identificateur), la catégorie à laquelle elle appartient, des extraits dans lesquels la donnée a été mentionnée, les références vers les documents qui contiennent les extraits mentionnés et des mots clés qui peuvent être des concepts extraits du lexique. Des fiches sont ainsi élaborées pour répertorier les données utilisées dans une entreprise.

- Lexique, défini comme un dictionnaire interne des termes utilisés dans l'entreprise. Chaque terme est décrit par : une définition, une liste de notions correspondantes et une liste de notions associées (Figure 34). Chaque terme est lié à l'aide d'une référence au document dans lequel il apparaît.

Lexique

Terme: Défaillance

Définition: Il s'agit d'une défaillance d'un conducteur. Cette défaillance peut être une cause de l'accident
Liste de notions: perte de contrôle
Liste de notions associées: manoeuvres origine de l'accident, mauvaise perception des indices

Figure 34. Extrait du lexique.

13 L'approche Componential Framework

La méthode "Componential Framework" [30] a été proposée 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: tâche, information et méthode (Figure 35).

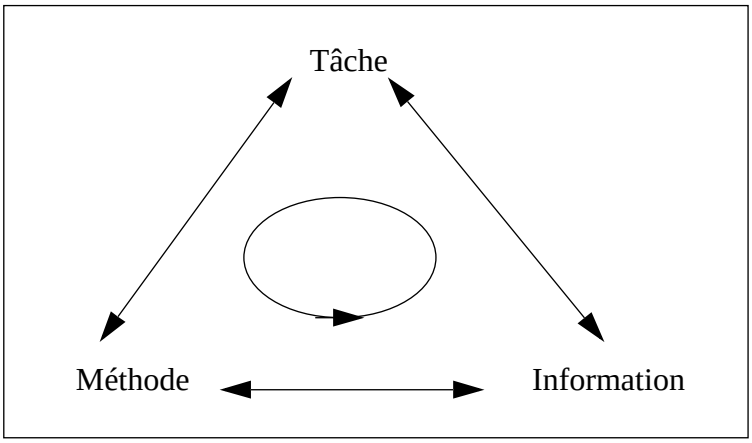

Figure 35. Trois perspectives tâche, méthode et information

La perspective "tâche" décrit les objectifs à atteindre, la perspective "information" met en avant les informations et les connaissances consultées et construites pour réaliser les tâches et la perspective "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.

Perspective Information

Différents types d'information sont utilisés dans une activité (base de données, entrées/sorties de résolution de problèmes, etc.). Ces informations sont organisées dans "Componential Framework" sous forme de deux sortes de modèles : le modèle du domaine et le modèle de cas. Le modèle du domaine décrit les informations et les connaissances émanant du domaine de l'application alors qu'un modèle de cas définit les informations utilisées dans un cas précis. Le modèle de cas est donc une spécialisation de certaines informations du modèle du domaine, évoquées dans la résolution d'un problème donné. Dans la perspective information, on développe également une ontologie qui décrit le vocabulaire du domaine.

Perspective Tâche

Une tâche est définie par un but à atteindre. Ce but est concrétisé par un état "cible". Il s'agit d'une ou plusieurs informations à construire ou à modifier. Les informations utilisées et consultées pendant la réalisation de la tâche sont appelées "sources". Une tâche peut aussi utiliser ou produire des informations extraites ou destinées à une "interface" donnée. Elle peut être aussi décomposée en sous-tâches.

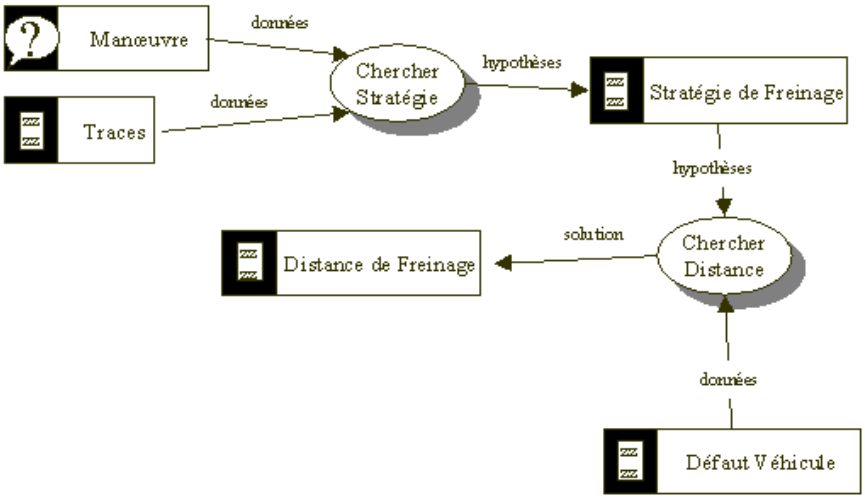

Figure 36. Diagramme de dépendance

Un "diagramme de dépendance" permet de représenter le flot de données entre les informations "sources", les tâches et les informations "cibles" (Figure 36). La décomposition en sous-tâches est décrite graphiquement grâce à un arbre de tâches appelé "structure de tâches" (Figure 37).

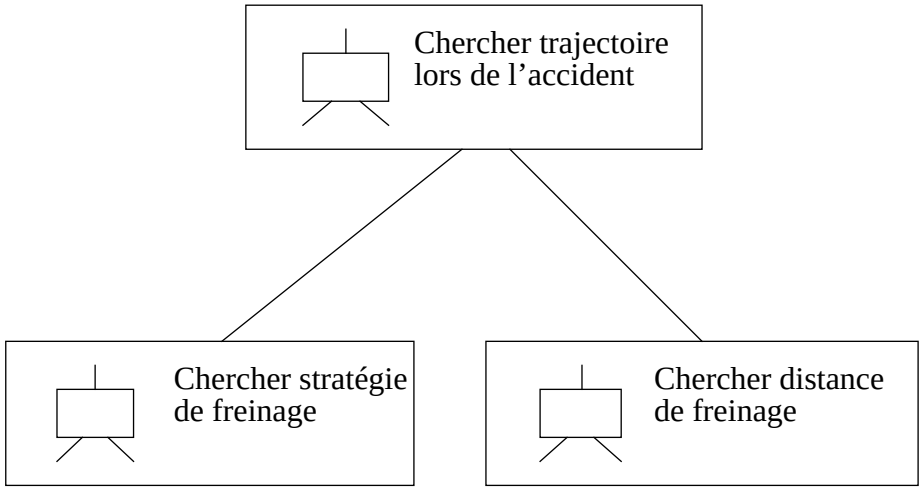

Figure 37. Structure de tâches

Perspective Méthode

Une méthode définit comment une ou plusieurs tâches peuvent être réalisées. Une méthode est alors décrite par un flot de contrôle qui gère une série de tâches. Les modèles et les interfaces E/S des tâches jouent des rôles particuliers dans une méthode. Ces rôles sont illustrés sur les arcs qui lient les modèles et les interfaces aux tâches. Une méthode peut être composite (decomposition method) si elle gère plusieurs tâches. Elle peut être également atomique (solution method) et gère une seule tâche.

Un "diagramme de contrôle" 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.

Le logiciel KREST a été développé 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 permettent une navigation entre les descriptions graphiques et textuelles ainsi que les logiciels associés. Des logiciels peuvent être développés pour une application particulière afin de décrire les tâches et les méthodes.

14 La méthodologie CommonKADS

La méthodologie CommonKADS [3] et [29] présente un certain nombre de caractéristiques intéressantes pour la mémoire d’entreprise, qui font qu'elle mérite d'être mentionnée dans ce rapport. Deux projets ESPRIT: KADS-I (démarré en 1983) et KADS-II ont abouti à la méthodologie CommonKADS. Celle-ci a évolué encore récemment pour être industrialisée.

Elle a en particulier évolué pour prendre en compte les aspects gestion des connaissances en plus de l'ingénierie des connaissances. Elle repose sur le postulat que le partage de la connaissance repose sur la communication et la création de connaissance. La gestion des connaissances c'est faire en sorte que les gens partagent la connaissance. Elle repose sur le constat de l'apparition des travailleurs de la connaissance (Knowledge Workers) et de la nécessité d'avoir une approche structurée de la gestion des connaissances. Elle permet de faire de l'analyse des connaissances et d'aider au développement de systèmes fortement basés sur les connaissances.

La méthodologie prend en compte l'évolution de l'extraction des connaissances de l'expert vers la construction de modèles des connaissances. Elle

repose également sur le principe du Knowledge Level (ou niveau des connaissances) qui stipule que l'on peut modéliser de manière pertinente un système en restant à un niveau conceptuel, en s'exprimant en terme d'agents, de but, de tâche et de connaissances. On se focalise d'abord sur les aspects conceptuels et l'on programme (éventuellement) plus tard. La connaissance a une structure que l'on peut analyser à travers des types de connaissances et des rôles.

En tant que méthodologie de développement de projet, CommonKADS propose un modèle de gestion de projet en spirale, inspiré de la Spirale de Boehm.

Les six modèles

CommonKADS propose le développement de six modèles pour analyser la connaissance: organisation, tâche, agent, communication, connaissance et conception. Les quatre premiers modèles présentent un intérêt particulier pour l'analyse préalable à la capitalisation des connaissances.

- Le modèle de l'organisation décrit l'entreprise dans son ensemble avec les grandes fonctions.

- Le modèle de tâche décrit les tâches réalisant les fonctions identifiées dans le modèle d'organisation.

- Le modèle d'agent décrit les agents, humains ou informatiques, impliqués dans la réalisation des tâches.

- Le modèle de communication rend compte de la communication homme-machine.

- Le modèle des connaissances permet de modéliser l'expertise nécessaire à la réalisation des tâches par les agents. Il permet de clarifier la structure des tâches (Figure 38) à base de connaissances. Les modèles de connaissances de CommonKADS sont plutôt destinés à modéliser une future application et non pas pour rendre fidèlement compte de la connaissance humaine. Les fonctions sont décrites indépendamment de la structure des données, pour favoriser la réutilisabilité. Les fonctions s'expriment en terme de rôles orientés tâche, c'est à dire d'une ontologie des objets manipulés par la tâche, exprimée de manière indépendante du domaine d'application. Ainsi, en diagnostic on parlera de panne, de symptôme, d'observable, etc., sans faire référence à un domaine particulier.

- Le modèle de conception traite plus spécifiquement de la conception d'un système à base de connaissances destiné à implémenter les connaissances modélisées.

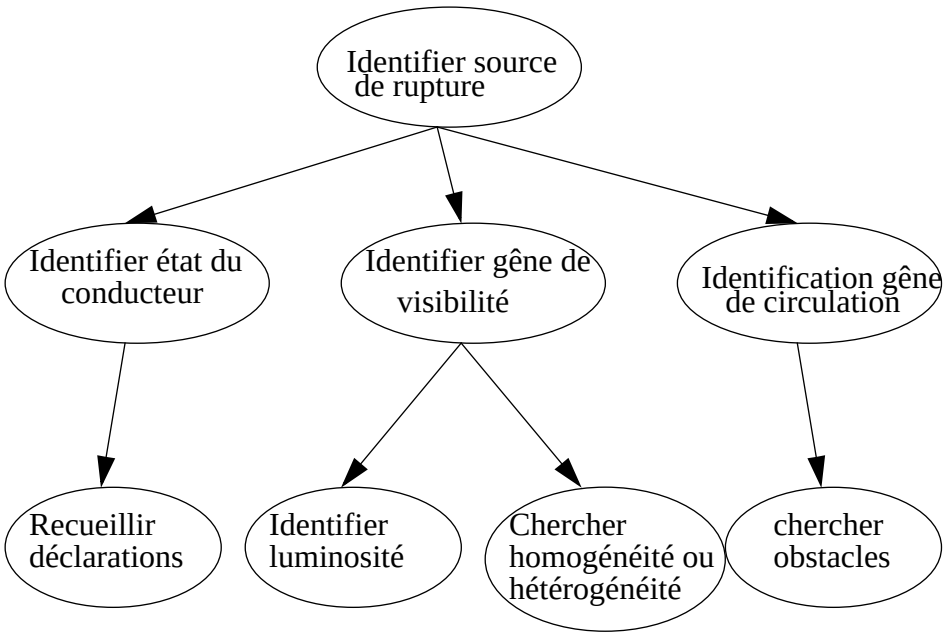

Figure 38. Exemple de structure de tâches

La réutilisation

La méthodologie propose une typologie standard de tâches à base de connaissance, ainsi qu'une décomposition fonctionnelle de ces tâches. On y trouve par exemple des modèles pour les tâches de diagnostic, conception, planification, etc. Une bibliothèque apportant une aide à la modélisation est ainsi fournit. Elle permet de s'inspirer des modèles de la bibliothèque lorsqu'on démarre une nouvelle application, plutôt que de repartir de zéro.

La bibliothèque se présente sous forme de "task template", ou patron de tâches, sur le modèle des "design patterns", les patron de conception en programmation par objets.

La bibliothèque distingue les tâches d'analyse et les tâches de synthèse. Elle propose de réutiliser des combinaisons d'éléments de modèles.

CommonKADS utilise maintenant les conventions graphiques d'UML pour représenter les modèles.

Pour la réutilisabilité des connaissances du domaine, on passe de la notion de schéma de domaine à la notion d'ontologie. Pour CommonKADS, une ontologie est un point de vue sur un domaine.

La vision CommonKADS consiste à expliciter, à rendre compte des différents points de vue qui sous-tendent la modélisation du domaine pour permettre la réutilisation ultérieure si le contexte est le même (ou compatible).

Les points de vue rendent compte et dépendent du contexte de modélisation et d'utilisation d'un objet. On ne peut pas énumérer à l'avance tous les points de vue sur un objet.

Modèle de gestion en spirale

CommonKADS prône un modèle en spirale [2] pour le management de projet à base de connaissances. Le modèle de gestion de projet se concentre sur les productions et les résultats plutôt que sur les activités et les phases. Sa principale originalité réside dans la focalisation sur l'évaluation et la prévention des risques du projet et sur l'assurance qualité.

Le cycle de management de projet comporte quatre activités:

1. Revue (review): évaluer l'état courant du projet, établir les objectifs du prochain cycle (2 3 4 1)

2. Evaluation des risques (risk): identifier et évaluer les risques, prévoir les actions pour les éviter

3. Planification (plan): planifier le travail à partir des étapes 1 et 2, découper en tâches et faire un planning, allouer les ressources, et enfin établir des critères d'acceptation du cycle

4. Supervision (monitor): supervision du travail spécifié dans les phases précédentes, préparation de l'évaluation à la prochaine étape 1.

CommonKADS a été utilisée dans de nombreuses applications, telles que : la détection de fraude de carte de crédit, la conception navale, l'aide au diagnostic médical, les services financiers, évaluation et conseil de qualité, recouvrement de pannes dans les réseaux électriques, etc.

15 Discussions

Nous avons procédé à une comparaison des méthodes citées dans ce document. Cette comparaison est basée sur des critères relevant des modes de capitalisation préconisés, des connaissances manipulées et des mémoires produites ainsi que des applications des méthodes. Nous avons ainsi défini deux grilles que nous décrivons dans ce qui suit.

Comparaison suivant les modes de capitalisation

Nous y distinguons quatre critères principaux : modes de recueil et sources de connaissances, aspect de capitalisation, types de modèles définis et enfin outils développés. Nous relatons cette comparaison dans le tableau ci-contre.

Méthodes	Modes de Recueil et Sources de connaissances	Aspect de Capitalisation	Types de modèles produits	Outils
REX	Entretiens avec experts + Analyse des documents	Dédiée capitalisation de connaissances	Lexique, Vues, Eléments d'expérience	L'outil REX
MKSM	Entretiens avec experts+ Analyse des documents	Adaptée de l'Ingénierie des connaissances	Modèles du contexte, du domaine, d'activités, de concepts et de tâches	L'outil MKSM
CYGMA	Entretiens avec experts+ Analyse des documents	Dédiée capitalisation de connaissances	Glossaire, livret sémantique, cahier de règles, manuel opératoire	
Atelier FX	Observation des activités des experts + Extraction semi-automatique des documents	Dédiée capitalisation de connaissances	Lexique, Inventaire de documents et Fichier de données	Atelier FX

Méthodes	Modes de Recueil et Sources de connaissances	Aspect de Capitalisation	Types de modèles produits	Outils
Componential Framework	Entretiens avec experts + Analyse des documents	Adaptée de l'Ingénierie des connaissances	Modèle de résolution de problèmes, modèle du domaine, modèle de cas	KREST
CommonKADS	Entretiens avec experts	Adaptée de l'Ingénierie des connaissances	Modèles d'organisation, de tâche, d'agent, d'expertise et de communication, modèle de résolution de problèmes, modèle du domaine	KADS-Workbench, KADS-Tools, Open-KADS, Cokace,...

Comparaison suivant les connaissances manipulées et les applications

Nous avons privilégié quatre critères pour comparer les méthodes suivant les connaissances qu'elles manipulent : les aspects des connaissances étudiées, les typologies de connaissances construites, types de mémoires définies et modes de représentation des connaissances et enfin types d'application des méthodes. Le tableau ci-contre présente cette comparaison.

Méthodes	Aspects de connaissances étudiées	Typologie de connaissances définies	Types de mémoires et Modes de représentation	Types d'application
REX	Résolution de problèmes + Vocabulaire	Objet descriptif, Point de vue, terme	Mémoire individuelle d'expériences	Nucléaire, aéronautique, électrique,...
MKSM	Activité + Domaine	Triangle sémiotique: Information, Contexte, Signification	Mémoire d'activités: Modèles de connaissances	Nucléaire, gestion bancaire

Méthodes	**Aspects de connaissances étudiées**	**Typologie de connaissances définies**	**Types de mémoires et Modes de représentation**	**Types d'application**
CYGMA	Activité + Domaine	Connaissances singulières, terminologiques, ontologiques, factuelles, faits initiaux, de buts, d'intégrité, existentielles, synthétiques, stratégiques, structurelles, comportementales, opératoires.	Mémoire Métiers: référentiels Métiers	Automatique, tôlerie, forge, aéronautique
Atelier FX	Activité + Vocabulaire	Terme, Donnée	Mémoire documentaire: Catalogues raisonnés	Electrique
Componential Framework	Résolution de problèmes + Domaine	Tâche, Méthode, Information	Mémoire d'activités: Modèles de connaissances	Gestion de production
CommonKADS	Résolution de problèmes + Domaine	Tâche, Inférence, Concept, relation, Expression	Mémoire d'activités: Modèles de connaissances	

Chapitre 4 : Guide de construction de mémoire de projet

Nous nous sommes inspirés des méthodes analysées, surtout celles dédiées à la mémoire de projet pour proposer un guide de construction d'une mémoire de projet. Nous avons voulu prendre en compte aussi bien la définition d'un projet, sa gestion, l'artefact produit que la prise de décision dans le projet. Nous proposons donc de décrire ce guide en deux principales parties correspondant aux parties décrites dans le modèle de mémoire de projet [21] (Cf. Chapitre 1 : Définition de la mémoire de), à savoir : caractéristiques de projet et logique de conception.

16 Capitalisation des caractéristiques de projet

Dans le domaine de la conception, il existe plusieurs technologies et modes de représentation classiques dans les métiers concernés. Notre objectif est de respecter ces représentations et de ne pas en proposer une entièrement nouvelle qui poserait des problèmes de compréhension ou qui serait incompatible avec les techniques utilisées. Nous proposons alors d'établir des liens vers ces représentations tout en les organisant de façon à mettre en avant les traits caractéristiques d'un projet. La capitalisation des caractéristiques de projet peut donc se réaliser en établissant des liens vers les documents, les bases de données, etc, définis dans un projet. La définition de ces liens, une fois, spécifiés, et fournis à travers un logiciel support, peut être réalisée par un responsable de la gestion d'un projet.

16.1 Capitalisation de l'organisation d'un projet

L'organisation d'un projet, à travers laquelle la relation tâches-participants est mise en avant, peut être représentée selon un arbre (Figure 39) où des liens vers des bases de données et des documents spécifiques sont établis. Pour définir cet arbre, nous nous sommes inspirés de l'approche EMMA [22] dans laquelle les actions, leur élaboration, leur planification ainsi que la collaboration des participants pour leur réalisation sont mis en évidence (Figure 39).

Des liens seront alors établis vers la planification d'une action qui peut être représentée selon les techniques utilisées par l'équipe de gestion du projet (tableau, graphe, etc.). De même, pour la description d'une proposition où des liens vers des bases de données et des documents, dessins,... seront définis.

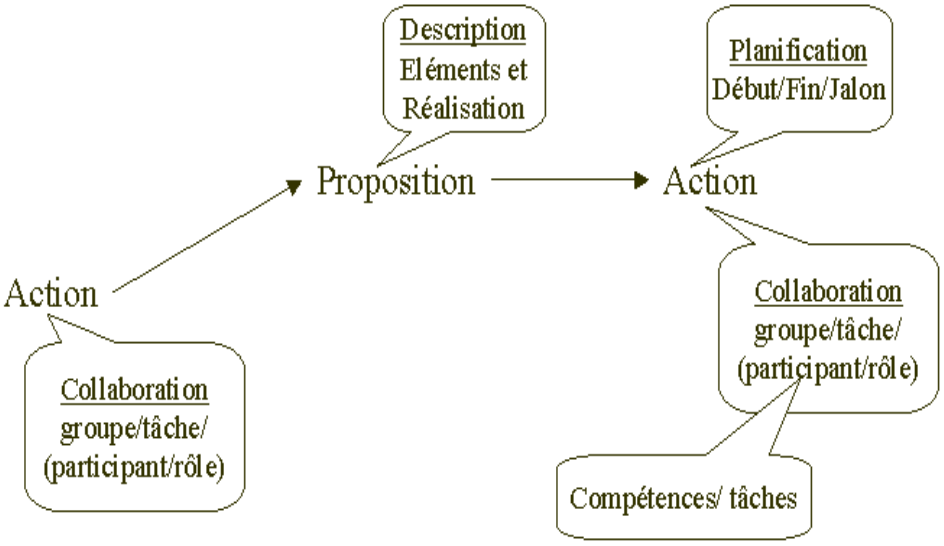

Figure 39. Arbre de support de la capitalisation de l'organisation d'un projet.

La réalisation d'une proposition peut être décrite à travers des documents ou par des maquettes, etc. Ceci permet d'établir un lien vers la partie résultats de la mémoire, si la proposition a été adoptée comme une solution. De même, nous pouvons avoir un lien vers la mémoire de logique de conception, à travers le champ "option ou choix potentiels", que nous décrivons ultérieurement.

Les graphes et techniques utilisés dans la gestion de projet permettent de décrire l'allocation des actions à des groupes ou sous-groupes de l'entreprise ou d'autres entreprise. Il est alors intéressant d'établir des liens pour décrire d'une manière basique la collaboration dans la réalisation d'actions. En effet, nous pouvons obtenir des informations sur les groupes des participants et leurs tâches ou actions allouées. Il est aussi important d'avoir une relation vers les compétences de chaque participant que nous pouvons en général obtenir des techniques utilisées par la gestion du personnel et de l'organisation de l'entreprise. Une description plus approfondie de la collaboration entre les participants dans la réalisation d'un projet, est aussi nécessaire. La technique d'"observateur/apprenti", proposée par la méthode M3A [25], ainsi que d'autres techniques empruntées à la sociologie et aux sciences de la communication pourront être utiles dans cette capitalisation. Nous n'avons pas approfondi cet aspect dans ce rapport.

16.2 Capitalisation des résultats

Des liens peuvent être établis vers les documents, les maquettes, les bases de données, les dessins techniques, etc., qui décrivent le produit réalisé. De plus, une représentation en points de vue permet de mettre en avant la description de l'artefact selon les diverses perspectives et domaines impliquées dans le projet. Nous étudions une représentation en points de vue d'un artefact [27] et [28]. Les figures 40 et 41 présentent un exemple de cette étude. Cette représentation mérite d'être analysée d'une manière plus approfondie et confrontée avec les besoins industriels de l'Aérospatiale.

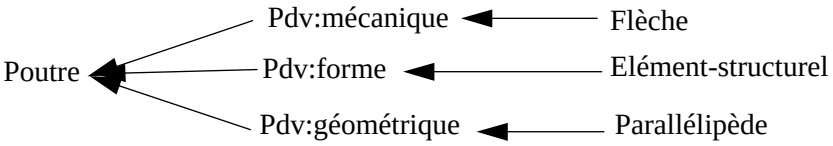

Figure 40. Exemple de différents points de vue d'un élément.

Point de focalisation	**Vue Conception**: vue matériau **Tâche:** construction composant frein **Etape:** 4
Angle de vue	**Participant:** Ingénieur1 **Domaine de compétence, niveau:** mécanique, expert **Objectif:** Description

Figure 41. Description d'un point de vue par un point de focalisation sur l'objet et un angle de vue.

Un cogniticien peut être chargé de la description de l'artefact en points de vue.

17 Capitalisation de la logique de conception

La résolution de problèmes génère en général des connaissances volatiles dans un projet de conception. En fait, les compte-rendus des réunions et

des discussions ne relatent pas réellement la manière dont les problèmes ont été résolus, les choix proposés et les justifications avancées. Nous avons montré dans le "Chapitre 2 : Méthodes de capitalisation dédiées mémoire de projet", un certain nombre de méthodes proposées pour aider à la capitalisation de cette partie de la mémoire.

La confrontation de ces méthodes avec les études menées au sein de l'Aérospatiale, nous a poussés à adapter certaines d'elles comme IBIS, QOC et EMMA. Nous proposons donc une capitalisation de la logique de conception en deux temps: 1- transcription directe d'une résolution de problèmes et 2- capitalisation après coup.

17.1 Transcription directe

Il s'agit d'une transcription directe de la résolution de problèmes et de la prise de décision. Cette transcription peut être fait par un *scribe* qui, dans l'idéal, est un membre actif du projet ou encadre le projet. Cette transcription est aidée par un arbre (Figure 42) inspiré des méthodes IBIS [8] et EMMA [22] (Cf. Chapitre 2 : Méthodes de capitalisation dédiées mémoire de projet).

Dans cet arbre, le problème discuté dans une réunion ou abordé par un concepteur est décrit (sujet, type et éléments du problème). Plusieurs options et choix sont associés à ce problème en vue de le résoudre. Ces options représentent des propositions de conception ou autre. Elles peuvent être décrites à travers un lien établi vers des documents et des bases de données spécifiques, définissant aussi bien les éléments qui les décomposent que leur réalisation. La justification des options est relatée par des arguments d'appui (+) ou de négation (-). Ces arguments mettent en avant les avantages et les inconvénients de ces options.

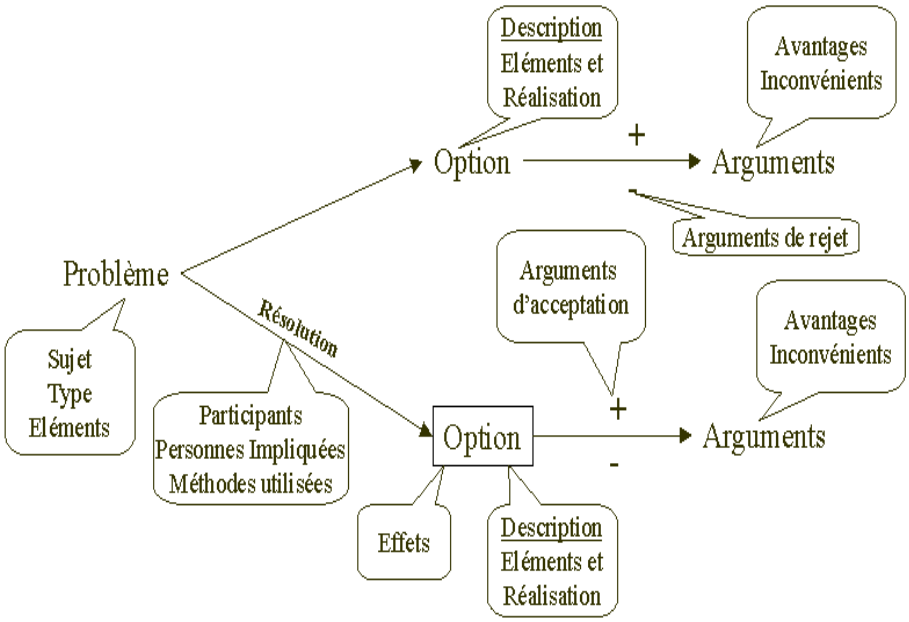

Figure 42. Arbre de support de la transcription directe d'une résolution d'un problème.

De même, si une option est rejetée, les arguments de rejet peuvent aussi être représentés. Si une option est privilégiée comme solution, sa description (qui peut contenir des parties d'autres options) sera mise en évidence. Les effets de cette solution sur l'ensemble du projet sont illustrés par un arbre d'actions (Figure 43). Des descriptions des changements sont mis en avant à travers les arcs illustrant ces effets.

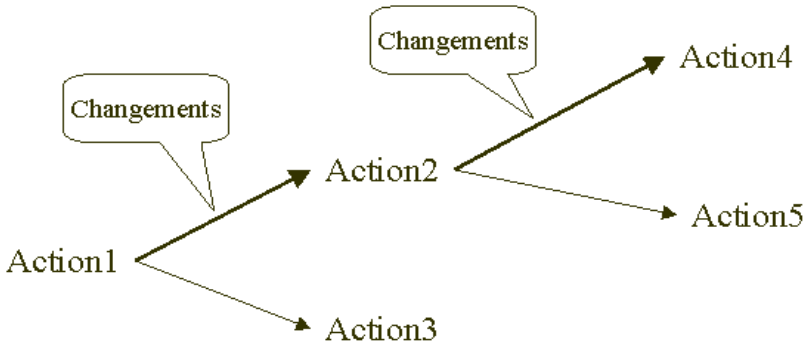

Figure 43. Arbre illustrant les effets d'une décision sur les actions.

Les membres du projet qui ont participé à la résolution du problème, ainsi que les personnes concernées par cette résolution et les méthodes utilisées sont aussi décrits. Des liens pourront être établis vers des descriptions plus détaillées comme par exemple vers les compétences, les rôles des participants dans le projet, la description des méthodes, etc. Un ordre chronologique des options est aussi important à signaler. Il est représenté indirectement suivant un axe vertical par l'ordre d'apparition des options.

Vu la complexité de ces arbres, nous suggérons leur exploitation (édition et consultation) à travers un logiciel qui permet un accès facile d'un noeud à un autre et aux fenêtres de description correspondantes. Les liens hypertextes doivent être privilégiés dans ce type de logiciel. Nous proposons aussi une description textuelle, en complément des listes de choix de valeurs (par exemple, pour les participants, etc...).

17.2 Capitalisation après coup

La transcription directe de la prise de décision, relate le processus de résolution de problèmes, mais ne met pas en avant les critères sous-jacents à cette prise de décision [5]. Pour cela, nous suggérons une autre représentation complémentaire (inspirée de la méthode QOC [19]), qui permet de caractériser les options par un ensemble de critères (Figure 44). Cette caractérisation n'étant pas évidente pendant une transcription directe, nous proposons sa description après coup, c'est à dire une fois la décision prise et le problème résolu. Le scribe peut alors analyser cette résolution et/ou demander aux participants des critères qui caractérisent leur option, ainsi que la décision. Cette caractérisation permet une vue globale et abstraite d'une résolution de problèmes. Elle est très utile pour la réutilisation de la mémoire, puisque les critères définis dans les arbres fournissent un accès privilégié à la logique de conception, au même niveau que les types des problèmes traités. En fait, à travers cette caractérisation, un concepteur peut reconnaître des situations similaires à son problème courant et peut apprendre de leur résolution.

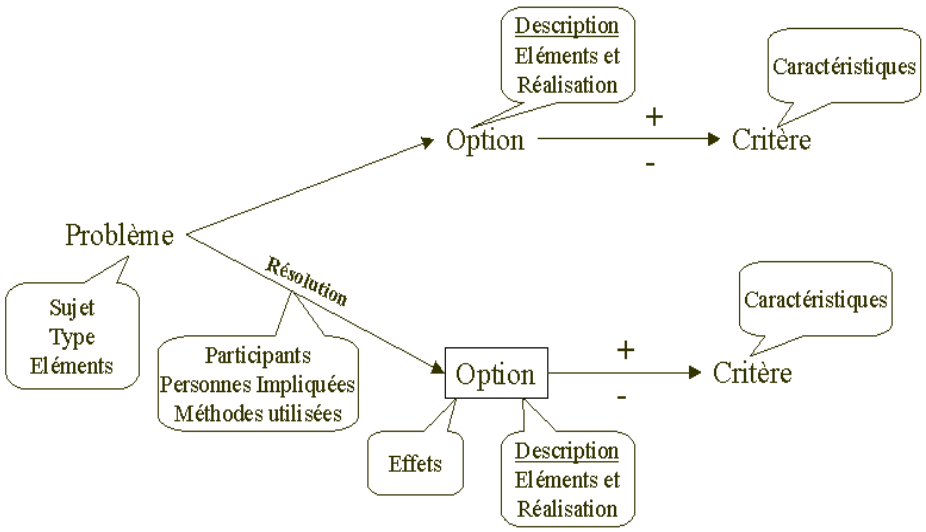

Figure 44. Arbre de support à la capitalisation après coup.

Conclusion

Nous avons analysé dans ce rapport un certain nombre de méthodes de capitalisation des connaissances afin d'en adapter une méthode de construction de mémoire de projet. Notre objectif principal est de respecter d'une part la description d'un projet de conception et d'autre part l'environnement de travail des concepteurs. La méthode que nous avons proposée est donc orientée vers une réutilisation des connaissances et non pas une simple capitalisation du patrimoine. Nous avons planifié la méthode de façon à permettre de capitaliser les différentes parties d'un projet (Figure 45) même si certains aspects comme les résultats ou le contexte d'un projet n'ont pas été approfondis dans ce rapport. Nous planifions de les analyser et d'en spécifier une représentation plus complète.

Approche	**Représentation de la prise de décision**	**Représentation des résultats d'un projet**	**Représentation de la gestion du projet**	**Outils définis**	**Type d'application**
Méthode de définition de mémoire de projet	Arbres: 1)Problème/ Option/ Argument 2)Problème/ Option/ Critère	Points de vue	Arbre: Action/Proposition/ Changements	A définir	Conception

Figure 45. Représentation des différentes parties d'un projet.

Une validation de la méthode sur une application réelle reste à prévoir. Il est important d'étudier l'exploitation de la méthode au sein d'une équipe de conception afin de la modifier en conséquences et de l'enrichir.

Bibliographie

[1] Ballay J.F. - Capitaliser et transmettre les savoir-faire de l'entreprise, Eds. Eyrolles, 1997.

[2] Boehm B. A Spiral model of software development and enhancement. Computer, p. 61-72, 1988.

[3] 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.

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

[5] Buckingham Shum S. - Analyzing the Usability of a Design Rationale Notation, Design Rationale, Concepts, Techniques and Use, Moran T.P. et Carroll J.M. (eds). p.185-215, Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 1996.

[6] Buckingham Shum S. - Negotiating the construction and reconstruction of organisational memories, Journal of Universal Computer Science, **3**(8):899-928, 1997.

[7] 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

[8] Conklin J.E. et Yakemovic KC.B. - A Process-Oriented Approach to Design Rationale, Human-Computer Interactions, Vol.6, 1991.

[9] 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.

[10] Dieng R., Corby O., Giboin A. et Ribière M. - Methods and Tools for Corporate Knowledge Management. International Journal of Human-Computer Studies, **51**:567-598, Academic Press, 1999.

[11] Ermine J.L. - Les systèmes de connaissances, Eds. Hermès 1996.

[12] Ermine J.L., Chaillot M., Bigeon P., Charenton B. et Malavielle D., MKSM a method for knowledge management, Knowledge management : Organization, Competence and Methodology, Proceedings of ISMICK'96, Schreimenmakers ed., Rotterdam, 1996, p. 288-302.

[13] Fouet J.M. - Connaissances et savoir-faire en entreprise, intégration et capitalisation, Eds. Hermès 1997.

[14] J. Herbst, J. Bumiller, Towards Engineering Process Management Systems, In Proceedings of CEE: Building Tomorrow's Virtual Enterprise, Germany, April 1997.

[15] Karsenty L. - An Empirical Evaluation of Design Rationale Documents, Proceedings of CHI, R. Bilger, S. Guest, and M. J. Tauber (Eds), 1996, http://www.acm.org/sigchi/chi96/proceedings/papers/Karsenty/lk_txt.htm

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

[17] Kühn O. , Abecker A. , *Corporate Memories for Knowledge Management in Industrial Practice: Prospects and Challenges*. Journal of Universal Computer Science, 3(8), p. 929-954, 1997.

[18] Lee J., et Lai K. - What's in Design Rationale? International Journal of Human-Computer Interaction, vol. 6, N. 3&4, 251-280, 1991.

[19] 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.

[20] Malvache P. et Prieur P. - Mastering Corporate Experience with the REX Method, Management of Industrial and Corporate Memory, Proceedings of ISMICK'93, Compiègne 1993, p. 33-41.

[21] Matta N., Ribière R., Corby O. *Définition d'un modèle de mémoire de projet*, Rapport de Recherche INRIA N. 3720, Juin 1999.

[22] McCullough D., Korelsky T. et White M. - Information Management for Release-based Software Evolution Using EMMA, Software Engineering and Knowledge Engineering, 1998.

[23] Penalva J.M. - SAGACE: une représentation des connaissances pour la supervision de procédés, Systèmes Experts de deuxième génération, EC2 (Ed.), Avignon, 1990.

[24] Penalva J.M. - SAGACE, la modélisation des systèmes dont la maîtrise est complexe, ILCE, EC2 (Ed), Montpellier, 1994.

[25] Poitou J.P. - Documentation is Knowledge: An Anthropological Approach to Corporate Knowledge Management. Proceedings of ISMICK'95, Compiègne, France, 1995, p. 91-103.

[26] Pomian J. - Mémoire d'entreprise, techniques et outils de la gestion du savoir. Ed Sapientia, 1996.

[27] Ribière M. et Matta N. - Virtual Entreprise and Corporate Memory, Proc. of the ECAI-98 Workshop on Building, Maintaining and Using Organizational Memories, Brighton, August, 1998.

[28] Ribière M. - *Représentation et gestion de multiples points de vue dans le formalisme des graphes conceptuels*, Thèse de doctorat en informatique, université de Nice-Sophia Antipolis, Avril, 1999.

[29] Schreiber G., Akkermans H., Anjewierden A., de Hoog R., Shadbolt N., Van de Velde W. et Wielinga B. - Knowledge Engineering and Management, The CommonKADS Methodology, MIT Press, 1999.

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

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

[32] Wallace K. , Matheson J. , Hogu C., Isgrove D., *Three Years of Running an Integrated Design Project at Cambridge*, Proceedings of ICED, Tampere, August 1997.



Unité de recherche INRIA Lorraine, technopôle de Nancy-Brabois, 615 rue du jardin botanique, BP 101, 54600 VILLERS-LÈS-NANCY
Unité de recherche INRIA Rennes, IRISA, Campus universitaire de Beaulieu, 35042 RENNES Cedex
Unité de recherche INRIA Rhône-Alpes, 46 avenue Félix Viallet, 38031 GRENOBLE Cedex 1
Unité de recherche INRIA Rocquencourt, domaine de Voluceau, Rocquencourt, BP 105, LE CHESNAY Cedex
Unité de recherche INRIA Sophia-Antipolis, 2004 route des Lucioles, BP 93, 06902 SOPHIA-ANTIPOLIS Cedex

Éditeur
INRIA, Domaine de Voluceau, Rocquencourt, BP 105 LE CHESNAY Cedex (France)

ISSN 0249-6399