



Defence Research and
Development Canada

Recherche et développement
pour la défense Canada



Le modèle de connaissances CommonKADS pour la recherche et sauvetage

*I. Abi-Zeid
L. Lamontagne
DRDC Valcartier*

Defence R&D Canada – Valcartier

Rapport Technique

DRDC Valcartier TR 2000-195

août 2003

Canada

Le modèle de connaissances CommonKADS pour la recherche et sauvetage

I. Abi-Zeid
RDDC Valcartier

L. Lamontagne
RDDC Valcartier

Distribution illimitée

R & D pour la défense Canada - Valcartier

Rapport technique

RDDC Valcartier TR 2000-195

2003-08-13

Auteurs

I. Abi-Zeid et L. Lamontagne

Approuvé par

Éloi Bossé

Chef, Section des aides à la décision

Publication approuvée par

Éloi Bossé

Chef, Section des aides à la décision

© Her Majesty the Queen as represented by the Minister of National Defence, 2003

© Sa majesté la reine, représentée par le ministre de la Défense nationale, 2003

Abstract

In this report, we present an overview of CommonKADS, a knowledge modeling method that leads to the design of a knowledge based system (KBS). The organization, task, and agent models are described briefly while more emphasis is put on the knowledge model. We show how to construct a knowledge model using an example of the Search and Rescue domain: Information gathering for the communications search. Also, we propose a new Problem Solving Method (PSM) that we have developed in order to model the planning of information gathering tasks. In order to illustrate how the PSM may be used, we present a brief overview of ASISA, a KBS that we developed and in which we implemented this PSM. We developed ASISA in order to assist controllers in the Joint Rescue Coordination Centers with their information gathering task.

The targeted audience for this report is the scientific and engineering community concerned with developing decision support systems.

Résumé

Ce rapport présente un aperçu de la méthode CommonKADS pour la modélisation des connaissances en vue de construire des systèmes à base de connaissances (SBC). Les modèles de l'organisation, de tâches, et d'agents sont décrits brièvement. Le modèle de connaissances est présenté en détail. La construction des éléments d'un modèle de connaissances est illustrée pour la tâche de cueillette d'information telle que menée par les coordonnateurs aériens dans un centre canadien de coordination des opérations de sauvetage (CCOS). De plus, nous proposons une nouvelle méthode de résolution de problème (*Problem Solving Method, PSM*) pour la tâche de planification de cette cueillette d'information. À titre d'illustration, nous décrivons brièvement l'implantation de cette PSM dans un système à base de connaissances que nous avons développé pour les coordonnateurs: ASISA.

Ce rapport s'adresse principalement aux scientifiques et aux ingénieurs qui conçoivent et mettent au point des systèmes d'aide à la décision.

Intentionnellement en blanc.

Executive summary

Coordinators in the Canadian joint rescue coordination centers (JRCC) are responsible for planning and coordinating search and rescue operations related to air, marine, and other incidents. At the present time, the coordinators can use a geographic information system that contains various geographic data, maps, information on resources, hospitals, airports, military bases, etc. They can also use electronic forms to enter in a database data pertaining to a case. However, they do not have decision support systems that can allow them to automate or semi-automate some of their tasks.

Knowledge engineering in general, and understanding and modeling the coordinators' tasks in particular, are preliminary steps that can provide answers to the following questions: Is it pertinent and beneficial to develop a knowledge based system (KBS) for the coordinators, and if so, to assist in which task?

CommonKADS is a knowledge engineering modeling framework. The objective of this report is to present the CommonKADS methodology, and to illustrate its applicability to a real problem, search and rescue, as well as to propose a new Problem Solving Method (PSM) for planning the information gathering tasks in a JRCC. PSMs are interesting for two reasons: First they allow us to model the necessary knowledge for representing the inferences in a KBS, and second they offer the possibility of reusing this inference knowledge in another KBS for a different domain. They are a generic representation of the inference mechanisms related to a task. Furthermore, a PSM can guide the knowledge acquisition process. In this report, we briefly describe a PSM we developed for the information gathering task in a JRCC as well as ASISA, the KBS we implemented based on this PSM. The use of CommonKADS allowed us to take a structured approach to knowledge modeling.

The targeted audience for this report is the scientific and engineering community concerned with developing decision support systems.

I. Abi-Zeid and L. Lamontagne. 2003. Le modèle de connaissances CommonKADS pour la recherche et sauvetage. TR 2000-195, Defence R&D Canada - Valcartier.

Sommaire

Les coordonnateurs des centres de coordination des opérations de sauvetage (CCOS) ont la responsabilité de planifier et de coordonner les missions de recherche et sauvetage découlant d'incidents aériens, maritimes ou autres. Actuellement, ils disposent d'un système d'information géographique présentant des cartes avec l'information sur les positions des ressources aériennes, les hôpitaux, les aéroports, les bases militaires, etc. De plus, les formulaires qu'ils doivent remplir pour décrire un cas sont disponibles en format électronique. Toutefois, ils ne disposent pas d'outils d'aide à la décision qui permettent d'automatiser ou semi-automatiser certaines de leurs tâches.

L'ingénierie de connaissance (IC) en général, et plus particulièrement la compréhension et la modélisation des tâches des coordonnateurs, est une première activité pouvant apporter des éléments de réponse à la question suivante: serait-il pertinent et bénéfique de développer un système à base de connaissances (SBC) pour les coordonnateurs, et, le cas échéant, pour aider à quelle(s) tâche(s)?

CommonKADS est un cadre de modélisation qui supporte l'ingénierie des connaissances. Le but de ce rapport est de présenter la méthode CommonKADS, d'illustrer son applicabilité à un problème réel, la recherche et sauvetage, et de proposer une nouvelle méthode de résolution de problème (PSM) pour les tâches de planification de cueillette d'information. Les PSM sont intéressantes pour deux raisons: elles nous permettent de modéliser la connaissance nécessaire pour représenter les inférences dans un SBC, et elles nous permettent de réutiliser cette connaissance dans d'autres SBC. De plus, les PSM peuvent guider le processus d'acquisition de connaissances. À titre d'exemple, nous décrivons brièvement l'implantation de cette PSM dans un système à base de connaissances que nous avons développé, ASISA. Notons que l'utilisation de CommonKADS nous a permis d'adopter une approche structurée à la modélisation de la connaissance. Ce rapport s'adresse principalement à des scientifiques et des ingénieurs qui conçoivent et mettent au point des systèmes d'aide à la décision.

I. Abi-Zeid et L. Lamontagne. 2003. Le modèle de connaissances CommonKADS pour la recherche et sauvetage. TR 2000-195, R&D pour la défense Canada - Valcartier.

Table des matières

Abstract.....	i
Résumé.....	i
Executive summary.....	iii
Sommaire.....	iv
Table des matières.....	v
Liste des figures.....	vii
Liste des tableaux.....	vii
1.0 Introduction.....	1
1.1 L'ingénierie de connaissance.....	2
1.2 CommonKADS.....	4
2.0 Bref aperçu de Commonkads.....	5
2.1 La modélisation du contexte.....	7
2.2 Le modèle de connaissances.....	11
2.3 Le modèle de communications.....	14
2.4 Le modèle de conception.....	14
3.0 La planification des opérations de recherche et sauvetage.....	15
3.1 La formulation d'hypothèses.....	17
4.0 Le modèle de connaissances dans un CCOS – tâche de cueillette d'information.....	19
4.1 La connaissance du domaine.....	19
4.2 La connaissance de la tâche.....	23
4.3 La connaissance d'inférence.....	28

4.4 Implantation de la PSM dans un système à base de connaissances:	
ASISA	28
5.0 Conclusions.....	31
6.0 Références.....	32
Annexe A.....	34
Liste des symboles/abréviations/acronymes/sigles.....	41
Liste de distribution interne.....	42
Liste de distribution externe	43

Liste des figures

Figure 1. Comparaison des diverses approches (traduit de [5]).....	6
Figure 2. Les six modèles de CommonKADS (traduit de [5]).....	7
Figure 3. Le modèle de l'organisation (traduit de [5])	9
Figure 4. Feuille de route pour la modélisation du contexte (traduit de [5])	11
Figure 5. La modélisation du concept et de l'artefact (traduit de [5]).....	12
Figure 6. Les catégories de connaissance dans un modèle de connaissances (traduit de [5]).....	13
Figure 7. Les étapes de construction du modèle de connaissances (traduit de [5]).....	14
Figure 8. Les tâches d'un coordonnateur.....	15
Figure 9. Le processus de résolution d'incident par un coordonnateur.....	16
Figure 10. Hypothèses pour avion en retard.....	17
Figure 11. Hypothèses pour signal ELT.....	17
Figure 12. Arbre de tâches "avion en retard"	18
Figure 13. Arbre de tâches "signal ELT"	18
Figure 14 - Des concepts du domaine CCOS.....	20
Figure 15. Le concept avion en CML2.....	21
Figure 16. Type-de-valeur freq-comm	21
Figure 17. Exemple d'une relation.....	21
Figure 18 - Spécification d'une relation en CML2	22
Figure 19. Exemple d'un type-de-règle.....	22
Figure 20. Instanciation d'une règle du modèle-de-décomposition	23
Figure 21. La PSM de la tâche de cueillette d'information.....	25

Figure 22. La PSM de la tâche de cueillette d'information en CML2	27
Figure 23.- Exemple de description d'une inférence.....	28
Figure 24. Schéma d'ASISA	29
Figure 25. Architecture d'ASISA.....	30

Liste des tableaux

Tableau I. MO-1: Identification dans l'organisation des problèmes et des opportunités orientées vers une solution de connaissances (traduit de [5])	34
Tableau II. MO-II: Les aspects organisationnels ayant un impact ou pouvant être affectés par la solution de connaissances (traduit de [5])	34
Tableau III. MO-3: Détails du processus (traduit de [5])	35
Tableau IV. MO-4: Description des unités de connaissance (traduit de [5])	35
Tableau V. MO-5: Questions de faisabilité (traduit de [5])	36
Tableau VI. MT-1: La description raffinée des tâches du processus ciblé (traduit de [5])	37
Tableau VII. MT-2: La spécification des connaissances utilisées pour une tâche, ainsi que les goulots d'étranglement et les points d'amélioration (traduit de [5])	38
Tableau VIII. MA-1: La spécification des agents (traduit de [5])	39
Tableau IX. OTA-1: Les éléments à inclure dans le document de décision (traduit de [5])	40

Intentionnellement en blanc.

1.0 Introduction

Il existe au Canada trois centres de coordination des opérations de sauvetage (CCOS) et ce à Halifax, (Nouvelle-Écosse) à Trenton, (Ontario), et à Victoria, (Colombie Britannique) ainsi que deux centres secondaires de sauvetage maritime à Québec (Québec) et à St-John's (Terre-neuve). Ces centres sont chargés de la planification et de la coordination des missions de recherche et sauvetage découlant d'incidents aériens, maritimes ou autres. Ce travail est effectué par les coordonnateurs qui sont soit des militaires (incidents aériens) soit des civils de la garde côtière (incidents maritimes).

Le travail des coordonnateurs est complexe. Dès la réception d'un appel indiquant qu'un avion est en retard par rapport à son plan de vol, ou d'un signal de détresse détecté par un satellite, ou encore d'un appel d'un proche inquiet, le coordonnateur doit déclencher un processus d'investigation et de cueillette d'information qui mènera à l'élaboration d'hypothèses sur ce qui a pu se produire. Lorsqu'il est convaincu qu'il existe une possibilité que quelqu'un soit en difficulté ou lorsqu'un certain laps de temps s'est écoulé, il doit commencer à planifier et préparer une mission de recherche et éventuellement de sauvetage.

Actuellement, les coordonnateurs disposent d'un système d'information géographique présentant des cartes avec l'information sur les positions des ressources aériennes, les hôpitaux, les aéroports, les bases militaires, etc. De plus, les formulaires qu'ils doivent remplir pour décrire un cas sont disponibles en format électronique. Toutefois, ils ne disposent pas des outils d'aide à la décision qui permettent d'automatiser ou de semi-automatiser certaines de leurs tâches.

L'ingénierie de connaissance (IC) en général, et plus particulièrement la compréhension et la modélisation des tâches des coordonnateurs, est une première activité pouvant apporter des éléments de réponse à la question suivante: serait-il pertinent et bénéfique de développer un système à base de connaissances (SBC) pour les coordonnateurs, et, le cas échéant, pour aider à quelle(s) tâche(s)? Mais avant tout, qu'est-ce un système à base de connaissances?

Il existe plusieurs définitions des SBC. Nous en présentons quelques-unes ci-dessous.

- Un SBC est un programme informatique conçu pour modéliser les capacités de résolution de problème d'un expert [1].
- Un SBC est un programme informatique intelligent qui utilise des connaissances et des procédures d'inférence afin de résoudre des problèmes qui sont assez difficiles pour que leur résolution nécessite une assez grande expertise humaine [2].
- Un SBC est un système informatique qui utilise des connaissances à propos d'un domaine afin d'arriver à résoudre un problème de ce domaine. La solution est essentiellement la même que celle à laquelle arriverait un expert du domaine lorsqu'il est confronté au même problème [3].

La définition que nous retenons est la suivante :

- Un SBC est un système informatique qui utilise des modèles de connaissances et un mécanisme de raisonnement afin de résoudre des problèmes qui nécessitent souvent une représentation symbolique du domaine. Il émule ainsi les capacités de prise de décision d'un expert.

Un SBC possède trois composantes : une interface usager, une base de connaissances et un mécanisme d'inférence. La particularité d'un SBC est la séparation de la connaissance d'une part, et la manière dont elle est utilisée d'autre part. Cette connaissance est souvent très particulière au domaine, de nature heuristique (déclarative) plutôt qu'algorithmique. Un SBC peut s'avérer utile dans des situations où les experts sont très occupés, pour préserver l'expertise d'un employé qui prend sa retraite ou lorsque la tâche est répétitive et facilement automatisable.

Certains avantages des SBC sont :

- la disponibilité accrue de l'expertise;
- son coût réduit;
- sa permanence;
- la rapidité de la réponse;
- l'absence d'émotivité.

Certains inconvénients des SBC sont :

- leurs erreurs peuvent être coûteuses;
- la question de l'imputabilité de leurs erreurs;
- leurs connaissances sont limitées au domaine;
- contrairement à un expert humain, ils ne connaissent pas les limites de leurs connaissances;
- leur manque de "gros bon sens".

1.1 L'ingénierie de connaissance

La construction d'un SBC ne saurait se faire sans une approche organisée dans un cadre d'ingénierie des connaissances. L'ingénierie de connaissance est le processus de construction d'un SBC [1]. On y distingue six phases:

- l'évaluation du problème;

- l'acquisition des connaissances;
- la conception du système;
- les tests et les évaluations;
- la documentation;
- la maintenance.

Nous décrivons brièvement les trois premières phases.

1.1.1. L'évaluation du problème

Cette première phase est très importante car elle permet de répondre aux questions : est-ce que cette nouvelle technologie (SBC) fonctionnera pour nous et pourquoi devrions-nous l'utiliser? La démarche consiste à identifier les motivations de l'organisation, identifier les problèmes candidats à une solution par un SBC, déterminer la faisabilité de la solution, effectuer une analyse coût-bénéfice et préparer la proposition de projet.

1.1.2. L'acquisition de connaissances

Cette phase est un processus cyclique constitué de la collection des connaissances, leur interprétation et analyse et la conception de nouvelles méthodes pour obtenir des connaissances additionnelles. Dans un contexte réel, cette phase représente le goulot d'étranglement du projet. Elle est déterminante dans le succès du SBC.

1.1.3. La conception du système

Cette phase implique le choix de la technique de représentation des connaissances, du contrôle, de l'environnement de développement de logiciel, du développement du prototype, de l'interface et enfin du système.

Un des principaux problèmes liés au domaine de l'IC est la difficulté d'acquérir des connaissances. Cette phase est difficile à cause du grand nombre de facteurs externes sur lesquels on n'a aucun contrôle. La disponibilité de l'expert est cruciale, mais pas toujours assurée. L'établissement d'un canal de communication efficace est très important. Il est souvent difficile d'amener l'expert à expliciter ses connaissances tacites, par exemple le concept de « mauvaise météo ». La phase d'acquisition des connaissances peut être très longue et ardue. Selon le point de vue, on peut avoir l'impression que le projet n'a pas beaucoup progressé durant cette phase. On peut aussi avoir l'impression de perdre son temps, dans la mesure où les connaissances acquises pour un domaine et un projet ne sont pas transposables dans un autre domaine (à noter que les techniques et l'expérience acquises seront toujours utiles). Dans le passé, l'acquisition des connaissances était vue comme un processus de

transfert des connaissances de la tête de l'expert vers un système. On supposait que la connaissance était disponible, qu'elle attendait d'être recueillie et implantée. Aujourd'hui, on s'entend pour dire que le travail d'identification, d'élicitation et de représentation des connaissances est un processus complexe. Les travaux de recherche se poursuivent afin de développer des outils qui supportent cette phase.

1.2 CommonKADS

CommonKADS est un cadre de modélisation qui supporte l'ingénierie des connaissances. Le but de ce rapport est de présenter la méthode CommonKADS, d'illustrer son applicabilité à un problème réel, la recherche et sauvetage, et de proposer une nouvelle méthode de résolution de problème (PSM) pour les tâches de planification de cueillette d'information. Les PSM sont intéressantes pour deux raisons principales: Elles nous permettent de modéliser la connaissance nécessaire pour représenter les inférences dans un SBC et de réutiliser cette connaissance dans d'autres SBC. De plus, les PSM peuvent guider le processus d'acquisition des connaissances [4].

Nous présentons au chapitre 2.0 un aperçu de la méthode CommonKADS et de la démarche à suivre. Cette présentation est basée sur [5]. Le chapitre 3.0 contient la description des tâches des coordonnateurs. L'illustration de la construction d'un modèle de connaissances relié à la tâche de cueillette d'information est présentée au chapitre 4.0. Nous y présentons aussi une nouvelle méthode de résolution de problème (*problem solving method, PSM*) pour la tâche de planification de la cueillette d'information ainsi que son implantation dans ASISA, un SBC que nous avons développé afin de supporter les coordonnateurs dans leurs tâches. Le langage de représentation graphique utilisé pour le modèle du domaine est UML. La notation CML2 est utilisée pour décrire le modèle de connaissances du domaine, d'inférence et de tâches. Le chapitre 5.0 contient les conclusions.

Ce rapport s'adresse principalement à des scientifiques et à des ingénieurs qui conçoivent et développent des systèmes d'aide à la décision. Ce travail a été effectué à la DRDC - Valcartier entre janvier et mai 2000 dans le cadre de l'unité de travail 13dm18, "Optimal search mission planning".

2.0 Bref aperçu de Commonkads

CommonKADS [5], une méthode structurée pour la modélisation et le développement de systèmes à base de connaissances, est le produit d'une série de projets financés par le programme européen ESPRIT dont le premier remonte à 1983. Cette entreprise, réalisée par plusieurs partenaires universitaires et commerciaux européens, a nécessité des centaines d'années personnes. Le principal maître d'œuvre fut l'Université d'Amsterdam. Le besoin d'une telle approche se fit sentir dès 1982, à l'époque où la pratique ambiante était le prototypage rapide et où on passait directement à la conception et l'implantation à l'aide d'équipements et de logiciels spécialisés tels que les machines LISP, les ateliers de systèmes experts. Plusieurs autres cadres de modélisation existent, tels que PROTÉGÉ [6], Tâches génériques [7], *Role Limiting Methods* [8], COMMET [9], MIKE [10]. Aujourd'hui, CommonKADS est considérée comme le standard européen pour les méthodes de développement de SBC.

CommonKADS repose sur les quatre principes suivants :

- l'ingénierie des connaissances n'est pas un travail « d'extraction de connaissances de la tête d'un expert », mais plutôt de construction de différents modèles des différents aspects de la connaissance humaine;
- le principe du niveau de connaissance : lors de la modélisation des connaissances, concentrons-nous en premier sur la structure conceptuelle des connaissances et laissons les détails de programmation à plus tard [11];
- la connaissance a une structure interne stable pouvant être exprimée par des types et des rôles de connaissances précis;
- un projet de connaissances doit être géré d'une façon spirale contrôlée qui permet d'apprendre des expériences passées.

Le développement de CommonKADS ne s'est pas effectué en *vacuum*. Il a été influencé par d'autres méthodes, telles que l'analyse et la conception structurelle, la modélisation orientée-objet, la théorie de l'organisation, la gestion de la qualité et la réingénierie de processus. Cette intégration d'éléments de diverses méthodes permet d'inclure dans un modèle CommonKADS des éléments de modélisation selon d'autres approches. Comme l'indique la figure 1, CommonKADS se positionne entre l'approche structurelle et l'approche orientée-objet.

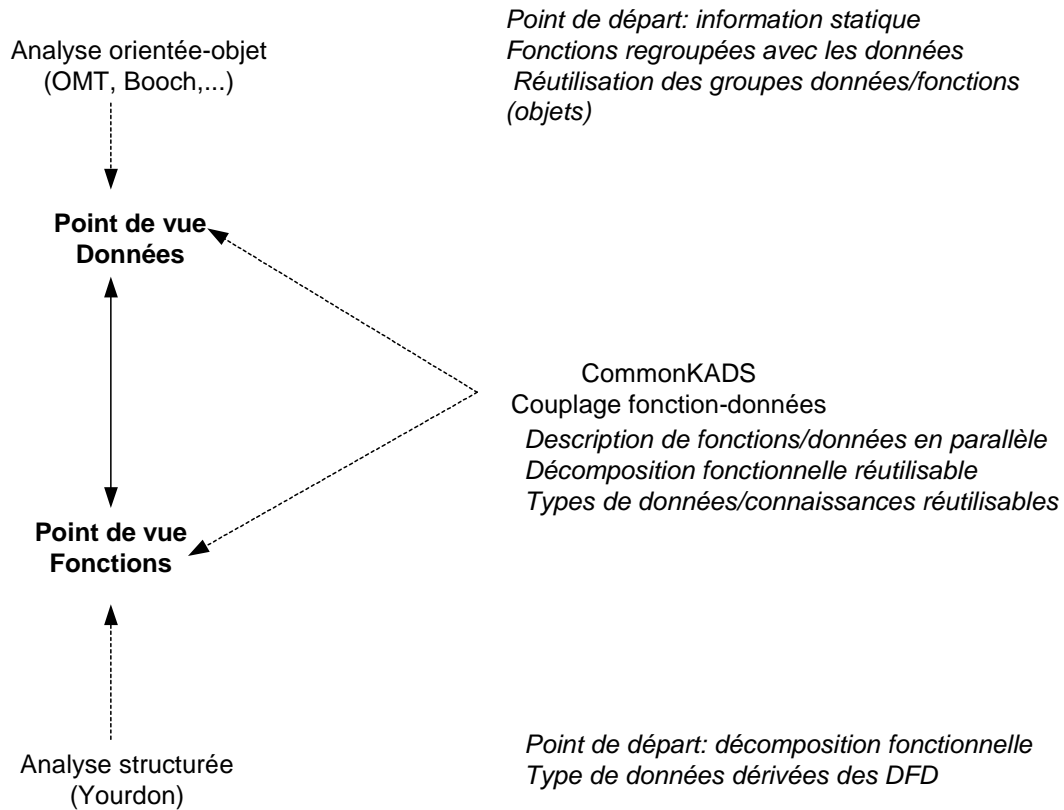


Figure 1. Comparaison des diverses approches (traduit de [5])

Une modélisation à l'aide de CommonKADS cherche à répondre aux questions suivantes :

- **contexte - pourquoi?** Pourquoi une solution de type connaissance (*knowledge solutions*) pourrait-elle être possible? Pour quels problèmes? Quels coûts, bénéfices et impacts sur l'organisation pourrait-elle avoir? Et quelle est la faisabilité d'un projet de conception d'un SBC?
- **concept - quoi?** Quelle est la nature et la structure de la connaissance? Il s'agit ici de décrire la connaissance liée à une tâche.
- **artefact - comment?** Comment devrait-on implanter la connaissance dans un système? Il s'agit ici des aspects techniques de la conception et de l'implantation informatique.

On peut obtenir des réponses à ces questions en construisant six modèles: de l'organisation, de tâches, d'agents, de connaissances, de communications et de conception (fig. 2).

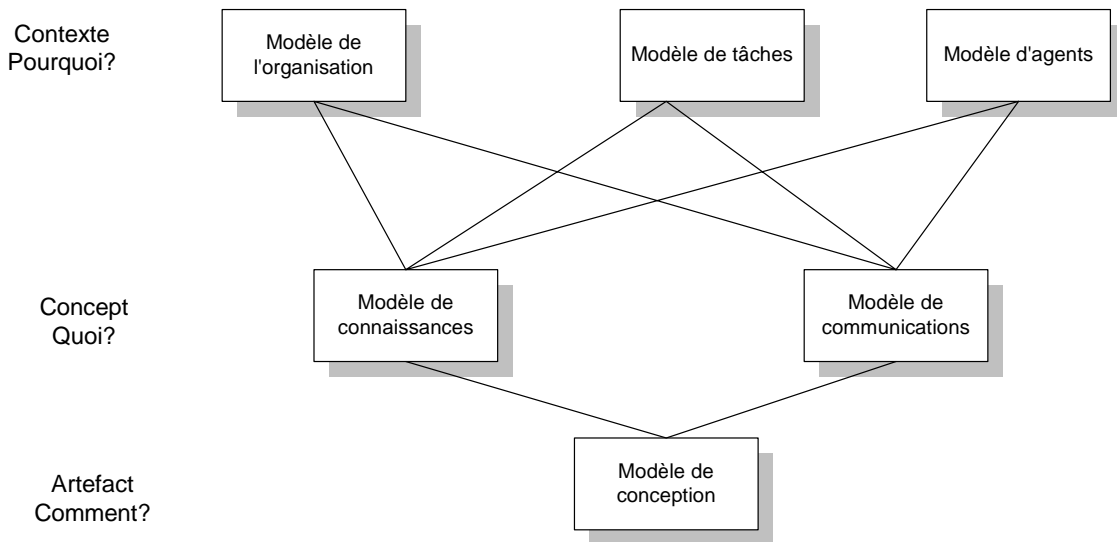


Figure 2. Les six modèles de CommonKADS (traduit de [5])

Les trois premiers modèles permettent l'analyse de l'environnement organisationnel et des facteurs critiques au succès d'un système de connaissances. Les modèles de connaissances et de communications fournissent la description conceptuelle des méthodes de résolution de problème et des données qui doivent être traitées et livrées par le système. Le modèle de conception est la spécification technique du système basé sur les cinq premiers modèles. Il est important de préciser qu'il n'est pas toujours nécessaire de construire les six modèles. Ceci dépendra du besoin du projet qu'on développe. Par exemple, dans le cadre de notre application à la recherche et sauvetage, nous avons principalement développé le modèle de connaissances.

2.1 La modélisation du contexte

La modélisation du contexte repose sur le modèle de l'organisation, le modèle de tâches et le modèle d'agents. Le modèle de l'organisation sert à identifier les problèmes et les opportunités pour les résoudre à l'aide de solutions par des systèmes de connaissances. Il permet de déterminer la faisabilité du projet relié à ce type de solution. Les modèles de tâches et d'agents nous permettent de répondre aux questions suivantes:

- Recommande-t-on des changements organisationnels? Si oui, lesquels?
- Quelles mesures devrait-on implanter pour des tâches précises ainsi que les employés concernés?
- Est-ce que les changements proposés bénéficient de l'appui des personnes concernées?
- Quelles sont les directions futures du projet du système de connaissances?

Les livrables d'un projet de modélisation CommonKADS peuvent être l'un des éléments suivants:

- des documents sur les modèles CommonKADS;
- de l'information pour la gestion de projet;
- le logiciel d'un SBC.

2.1.1. Le modèle de l'organisation

Le modèle de l'organisation supporte l'analyse des facettes majeures de l'organisation afin de découvrir les problèmes et les possibilités de solutions par des SBC. Il permet de déterminer la faisabilité de ces solutions et d'évaluer leur impact sur l'organisation. Il décrit l'organisation d'une façon structurée, à la manière d'un système. Il permet de tenir compte des différents aspects liés à l'introduction dans une organisation d'une solution de connaissances. Ces éléments incluent la structure de l'organisation, les processus, le personnel et les ressources. Il aide à identifier les endroits où des systèmes de connaissances peuvent ajouter de la valeur à l'organisation. De plus, il permet de choisir les solutions et d'évaluer leur faisabilité en déterminant la valeur du projet en matière de coûts et bénéfices, des ressources nécessaires et de l'engagement au sein de l'organisation. L'idée est de synthétiser l'information sur ces éléments dans la situation actuelle et dans la situation proposée. En effectuant la comparaison, on peut avoir une bonne idée de la faisabilité et du potentiel d'acceptabilité des solutions de connaissances. De plus, elles permettent souvent d'obtenir des mesures de la performance de l'organisation et des suggestions d'amélioration qui vont plus loin que le développement de systèmes. Ce modèle est construit à l'aide de quatre tableaux reliés au Modèle de l'Organisation: MO-1, MO-2, MO-3, et MO-4 décrits à la figure 3 et détaillés dans les tableaux I à IV de l'annexe A.

La faisabilité de la solution de connaissances est établie à l'aide du tableau Modèle de l'Organisation MO-5 (tableau V de l'annexe A). Ce tableau nous permet d'analyser la faisabilité du point de vue des affaires en fonction des coûts et bénéfices anticipés, la faisabilité technique en fonction de la complexité des tâches et de la disponibilité des outils techniques, et la faisabilité du point de vue de l'organisation en fonction des ressources et des compétences disponibles, ainsi que de l'engagement des décideurs et gestionnaires. Cette démarche permet donc de tenir compte de différents points de vue. On peut alors choisir d'effectuer une analyse complète de la faisabilité ou encore de privilégier un aspect plutôt qu'un autre. Ce choix dépendra de la priorité des responsables du développement.

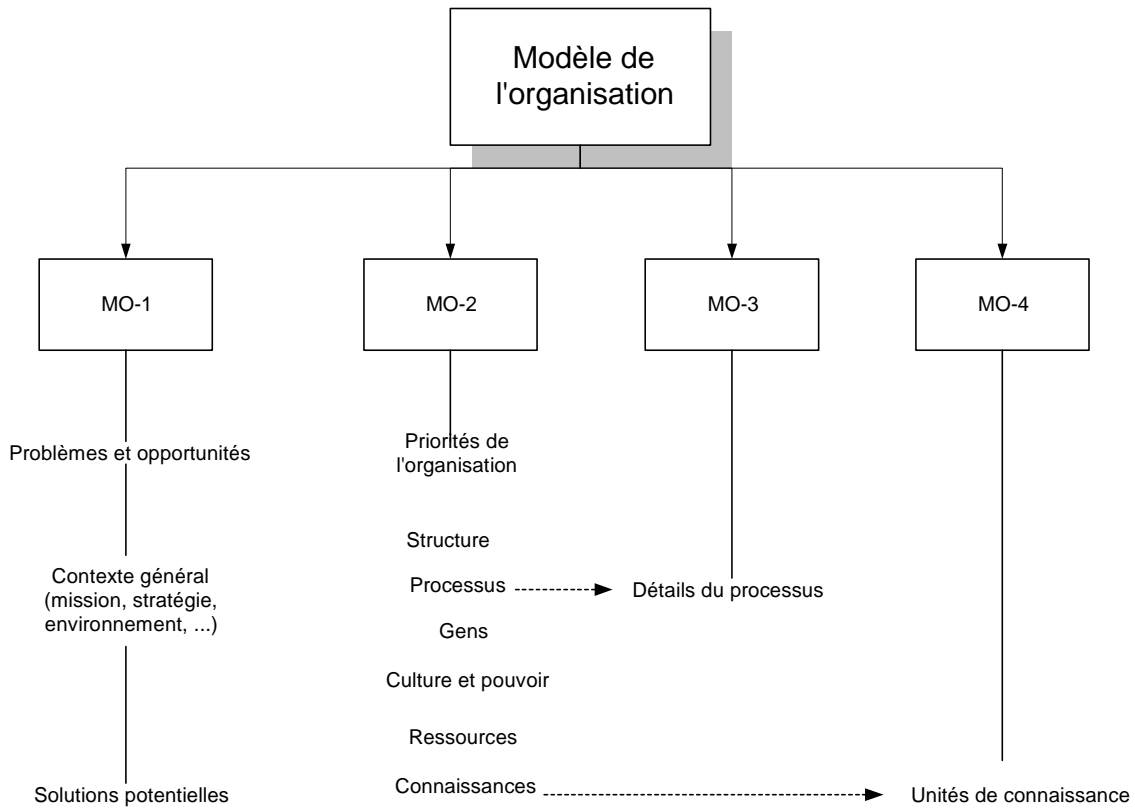


Figure 3. Le modèle de l'organisation (traduit de [5])

Lorsque la faisabilité d'un SBC a été établie, la deuxième étape est de construire les modèles de tâches et d'agents. Le résultat de cette étape est une connaissance détaillée des impacts d'un système de connaissances surtout au niveau des actions qui sont possibles ou nécessaires à la suite de l'introduction de ce SBC dans l'organisation. Cette étude d'impact permet d'accumuler les connaissances sur les liens entre les tâches, les agents impliqués, l'utilisation des connaissances pour une bonne performance et les améliorations qui peuvent y être apportées. Elle permet de décider des mesures organisationnelles et des changements de tâches de manière à assurer l'acceptation et l'intégration de la solution de connaissances.

2.1.2. Le modèle de tâches

Le modèle de tâches permet d'étudier les sous-processus d'affaires. Il analyse l'organisation globale des tâches, les entrées et les sorties, les pré-conditions et les critères de performance, ainsi que les ressources et compétences nécessaires. Dans CommonKADS, une tâche est un sous-processus du processus d'affaires qui:

- représente une activité orientée vers un but et qui ajoute de la valeur à l'organisation;

- traite des entrées et fournit des sorties d'une manière structurée et contrôlée;
- utilise des ressources;
- a besoin de connaissances et en fournit ;
- est effectuée selon des critères de qualité et de performance;
- est effectuée par des agents responsables et imputables.

Le modèle de tâches peut-être vu comme un raffinement du tableau MO-3. Ce raffinement est effectué à l'aide du tableau Modèle de Tâches-1 (MT-1). Le détail de chaque élément de connaissance associé à une tâche est obtenu au tableau MT-2 (tableaux VI-VII de l'annexe A) .

2.1.3. Le modèle d'agents

Après la construction du modèle de tâches, le modèle d'agents décrit les caractéristiques des agents qui peuvent être soit des humains, soit des systèmes d'information, soit d'autres entités capables d'effectuer une tâche. Les agents sont les exécuteurs des tâches. Le modèle décrit leurs compétences, leur autorité et leurs contraintes ainsi que les liens de communication. Ce modèle est construit à l'aide du tableau Modèle de l'agent-1 (MA-1) (tableau VIII de l'annexe A).

Les résultats de la modélisation du contexte sont intégrés à un document de décision destiné aux décideurs. Le tableau Organisation-Tâches-Agent (OTA-1) (tableau IX de l'annexe A) est un guide de rédaction de ce document qui doit contenir les actions proposées en vue d'améliorer le fonctionnement de l'organisation par une solution de connaissances. Le document contient aussi une évaluation de la faisabilité de cette solution de connaissances. La figure 4 présente le chemin à suivre afin de mener à bien cette modélisation. Elle décrit l'ordre dans lequel doivent être construits les tableaux présentés à l'annexe A et qui servent à construire les modèles de l'organisation, de tâches, d'agents.

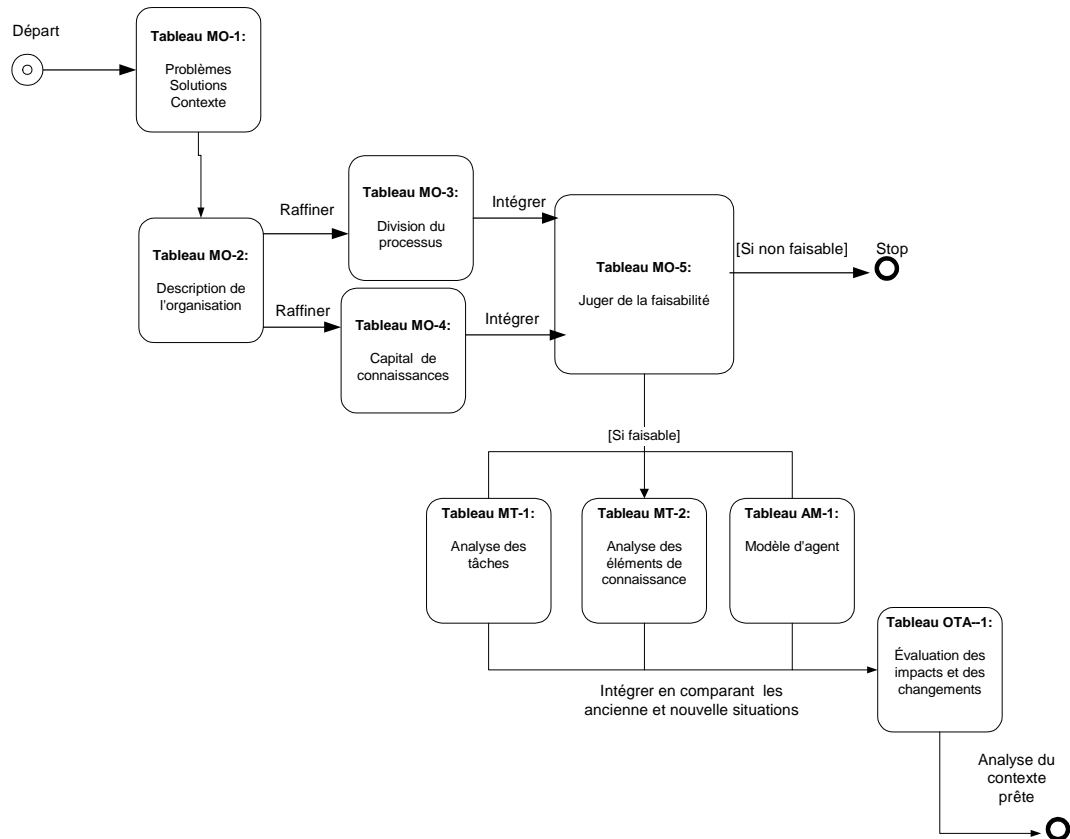


Figure 4. Feuille de route pour la modélisation du contexte (traduit de [5])

2.2 Le modèle de connaissances

La connaissance est un terme qui a une signification intuitive pour tous. Il est difficile de s'entendre sur une définition universelle. La définition proposée dans [5] est la suivante: la connaissance est une information à propos de l'information. Elle nous permet de dire quelque chose à propos de l'information. Elle peut souvent être utilisée pour inférer de nouvelles informations.

Dans CommonKADS le modèle de connaissances spécifie les besoins en connaissances/raisonnement du SBC à implanter. Ce modèle ainsi que le modèle de communications forment l'entrée au modèle de conception. Le modèle de connaissances sert à modéliser une tâche identifiée dans le modèle de l'organisation qui a été détaillée dans le modèle de tâches (MT-1 et MT-2). On suppose que la tâche choisie exige beaucoup de connaissances et que la formalisation de la tâche et des connaissances associées est réalisable.

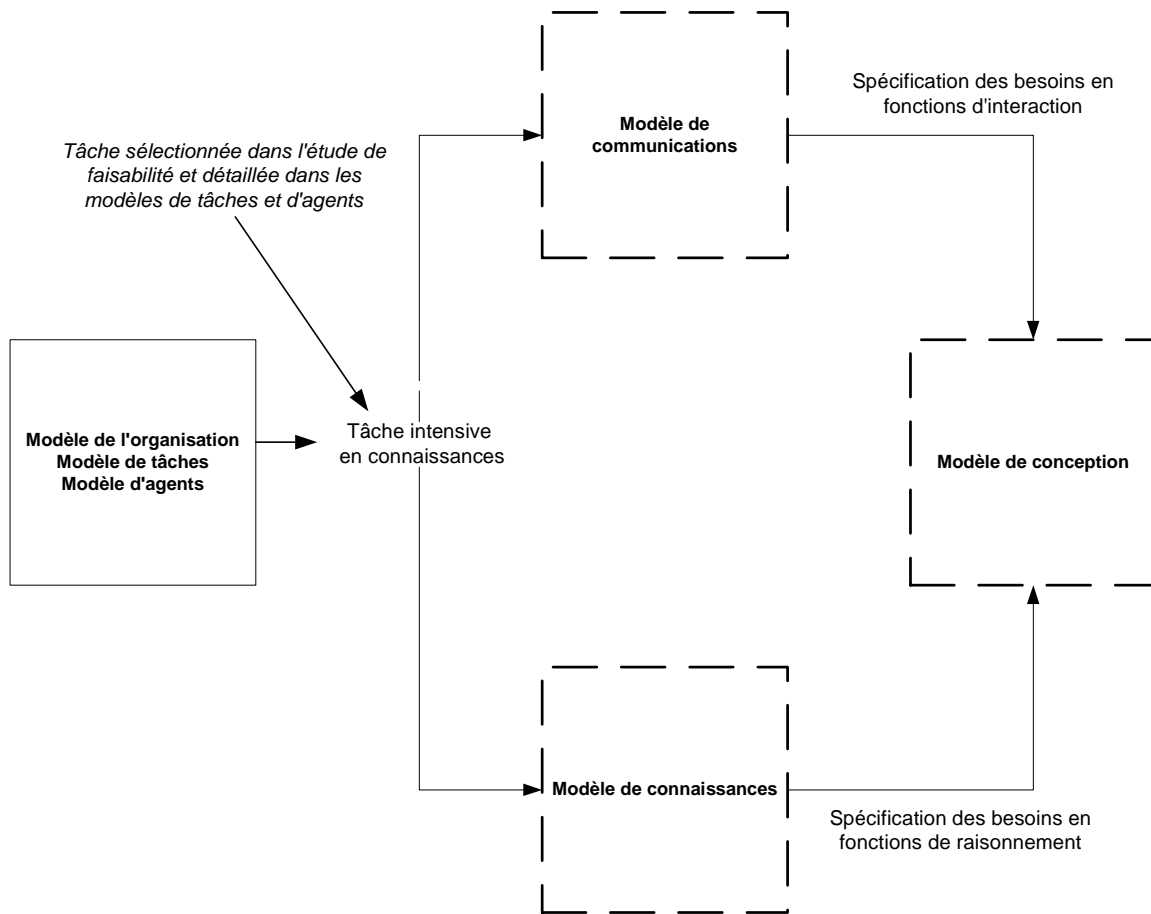


Figure 5. La modélisation du concept et de l'artefact (traduit de [5])

Le modèle de connaissances est un outil qui nous aide à clarifier la structure d'une tâche de traitement d'information qui nécessite beaucoup de connaissances. Le modèle de connaissances d'une application est une spécification des données et des structures de connaissances requises pour l'application. Il est construit en utilisant le vocabulaire du domaine d'application (p. ex. diagnostic médical).

Le modèle de connaissances a une structure similaire à celle des modèles d'analyse traditionnelle. La tâche de raisonnement est décrite par une décomposition hiérarchique de fonctions ou processus. Les types de données et de connaissances sur lesquelles les fonctions s'appliquent sont décrits par des schémas qui ressemblent à un modèle d'objet ou de données.

Un modèle de connaissances comprend trois parties appelées catégories de connaissances: connaissance du domaine, d'inférence et de la tâche (fig. 6).

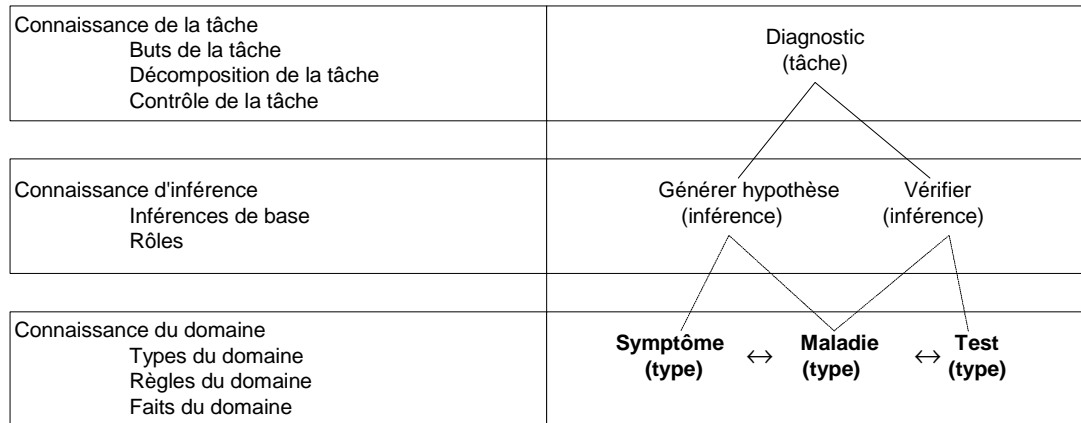


Figure 6. Les catégories de connaissance dans un modèle de connaissances (traduit de [5])

La première catégorie est la connaissance du domaine qui contient des types d'information et de connaissances propres au domaine. Celle-ci ressemble au modèle d'objet en analyse traditionnelle. La deuxième partie est la connaissance d'inférence. Elle décrit les étapes d'inférence qui seront effectuées à l'aide de la connaissance du domaine. Les inférences correspondent au plus bas niveau d'une décomposition fonctionnelle. La troisième catégorie est la connaissance de tâche. Elle décrit les buts poursuivis par une application et la façon de les atteindre par une décomposition en sous-tâches et en inférences. L'aspect "comment" inclut une description du comportement dynamique des tâches, c.-à-d. définition de leur ordre d'exécution.

2.2.1. Directives pour construire le modèle de connaissances

La construction d'un modèle de connaissances s'effectue en trois étapes: l'identification de la connaissance, la spécification de la connaissance et le raffinement de la connaissance. Ces trois étapes sont résumées par la figure 7.

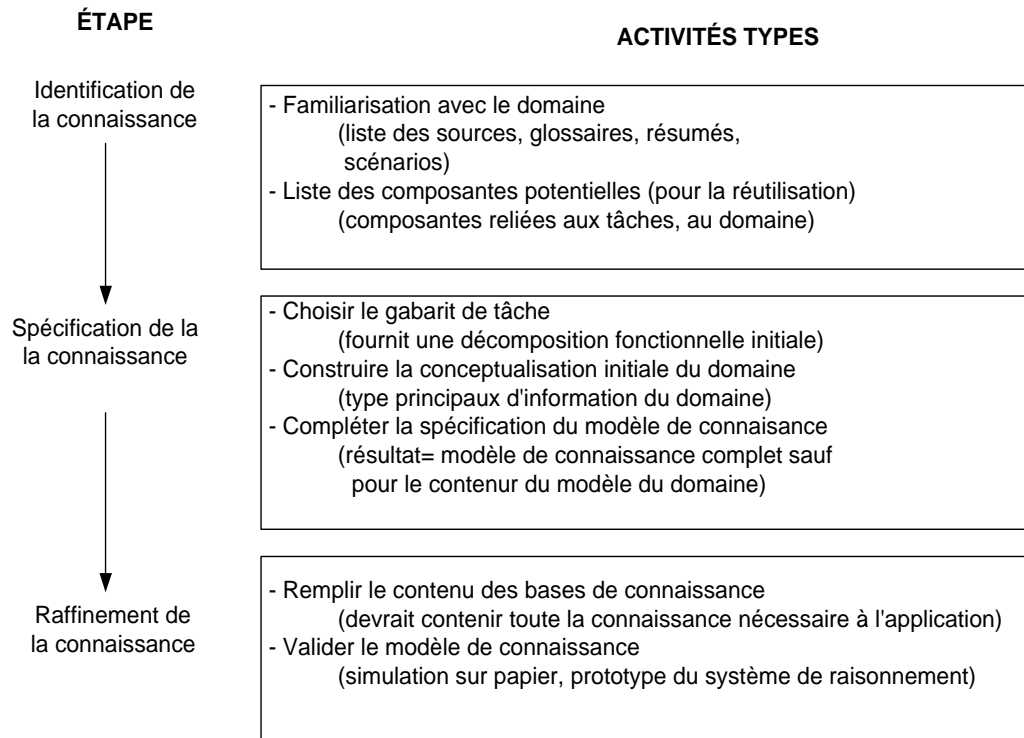


Figure 7. Les étapes de construction du modèle de connaissances (traduit de [5])

2.3 Le modèle de communications

Le modèle de communications nous permet de représenter les transactions entre les agents impliqués dans une tâche.

2.4 Le modèle de conception

Le modèle de conception permet la spécification technique du système basé sur les cinq autres modèles en matière d'architecture, de plate-forme d'implantation, de modules logiciels, de modes de représentations et de mécanismes de calculs nécessaires pour mettre en application les fonctions spécifiées dans le modèle de connaissances et de communications.

3.0 La planification des opérations de recherche et sauvetage

Un centre de coordination des opérations de sauvetage (CCOS) est habituellement constitué de deux coordonnateurs aériens et deux coordonnateurs maritimes dont le rôle est de coordonner, de contrôler et de mener des opérations de recherche et sauvetage dans la région géographique sous la responsabilité du CCOS [12]. La figure 8 présente la décomposition fonctionnelle des tâches d'un coordonnateur.

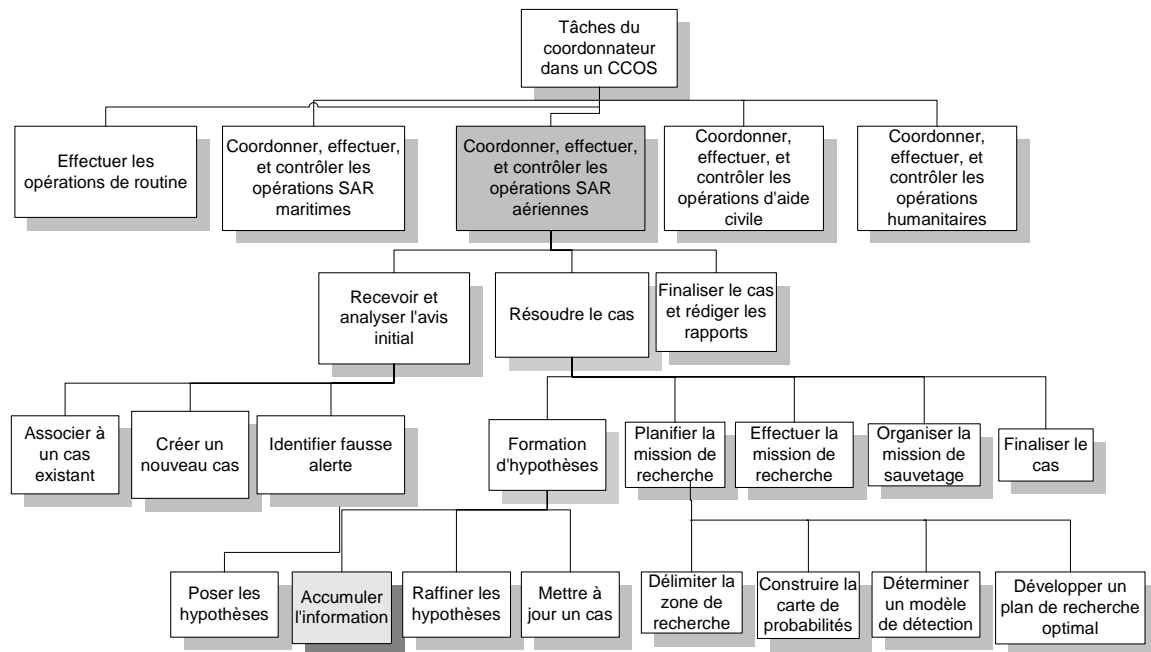


Figure 8. Les tâches d'un coordonnateur

Un incident est rapporté aux coordonnateurs par un avis initial de détresse. Celui-ci peut être signalé par une personne ayant été témoin d'un incident, par un contrôleur aérien indiquant le retard d'un avion, par un pilote ou un satellite de recherche et sauvetage ayant reçu le signal d'une balise de détresse (ELT - *Emergency Locator Transmitter*).

En général, la résolution d'un incident de recherche et sauvetage peut être divisée en trois phases: incertitude, alerte et détresse. Chacune de ces phases peut avoir un certain recouvrement avec les phases adjacentes. Suite à la réception d'un avis initial, les opérations entrent en phase d'incertitude. Durant cette phase, le coordonnateur recueille les informations initiales (p. ex. description du plan de vol et des personnes impliquées). Par la suite, il mène une recherche de communications (processus d'obtention d'information en recherche et sauvetage, de l'anglais *Communications search*) pour obtenir des indices sur l'incident. Ceci

permet de formuler les hypothèses sur ce qui est arrivé, où et pourquoi. La recherche de communications est menée par l'entremise de canaux informels, tels le téléphone ou le télécopieur, et de canaux formels, tels des bases de données gouvernementales (p. ex. données satellites SARSAT) et des sources d'informations commerciales (p. ex. *Lloyd's online*). Par exemple, pour obtenir plus d'information sur l'emplacement exact d'un incident rapporté par un signal de détresse ELT, le coordonnateur peut demander aux aéroports et appareils en vol à proximité de l'incident d'écouter sur certaines fréquences, tout en surveillant les nouveaux signaux de détresse. Si les indices recueillis durant cette phase sont jugés insuffisants, les opérations progressent vers la phase d'alerte. Durant cette phase, le coordonnateur détermine une zone géographique de recherche, sélectionne les avions de recherche et alerte les différentes agences impliquées dans les opérations de recherche et sauvetage.

Si un certain laps de temps s'écoule durant la phase d'alerte sans que de nouveaux indices soient obtenus, les opérations entrent en phase de détresse. Dans cette phase, le coordonnateur étend la zone dans laquelle il essaie d'obtenir de l'information, étoffe le plan de recherche qui sera mené par les unités de recherche et sauvetage, et assigne des ressources additionnelles pour mettre en oeuvre ce nouveau plan. Lorsque l'emplacement de l'appareil est déterminé, le coordonnateur développe et dirige un plan de sauvetage. Les principales étapes de ce plan sont la notification d'organisations, comme les hôpitaux et la police, des membres de la famille et l'envoi d'avions et d'hélicoptères sur le site de l'écrasement. Finalement, un rapport de cas est produit et les résultats sont communiqués aux médias. La figure 9 présente le processus de résolution d'incident aérien par un coordonnateur. Cette tâche correspond à la tâche "coordonner, effectuer et contrôler les opérations SAR aériennes" de la figure 8.

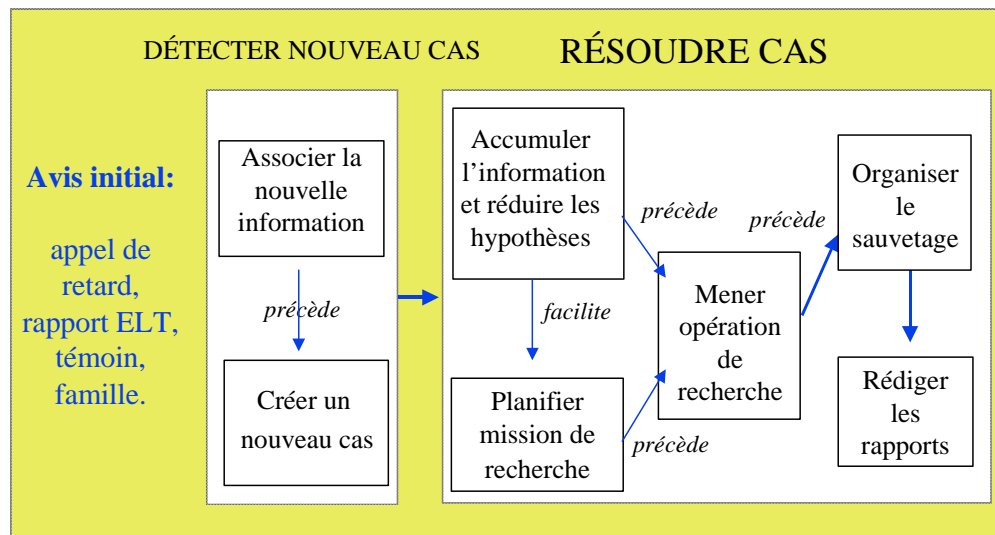


Figure 9. Le processus de résolution d'incident par un coordonnateur

3.1 La formulation d'hypothèses

La formulation d'hypothèses dans les opérations de recherche et sauvetage, omniprésente dans les phases d'incertitude et d'alerte, est un processus analogue au travail d'un détective. L'un des facteurs limitants est l'incertitude de l'information. Plus de 90 % des incidents sont de fausses alertes causées par de l'équipement défectueux, des lignes à haute tension ou même un émetteur ELT qu'un pilote a omis d'éteindre. Par exemple, l'avis de retard d'un avion peut être la conséquence de plusieurs scénarios, tels un écrasement, un ravitaillement non prévu durant le parcours ou même un avion qui n'a jamais quitté l'aéroport d'origine (fig. 10). La détection d'un signal ELT peut être due à l'une des raisons suivantes: le pilote a oublié d'éteindre son ELT, l'avion s'est écrasé, le système ELT ne fonctionne pas très bien (fig. 11).

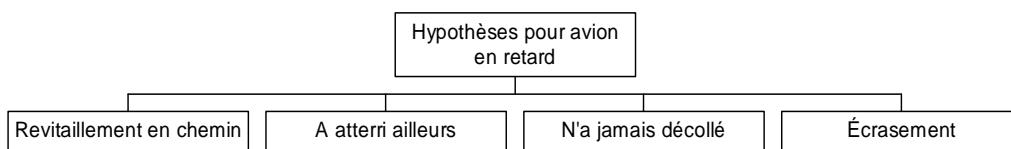


Figure 10. Hypothèses pour avion en retard

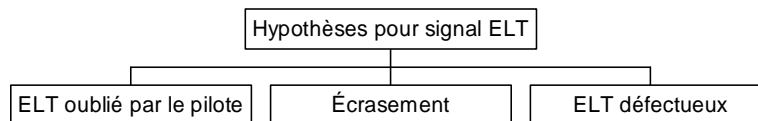


Figure 11. Hypothèses pour signal ELT

La phase de formation d'hypothèses est constituée de deux étapes principales: la génération et le raffinement d'hypothèses, et la cueillette d'information.

Lors de l'étape de raffinement d'hypothèses, le coordonnateur tente de déterminer les hypothèses probables de l'incident courant et son contexte, tel que le nombre de passagers de l'avion et le degré d'urgence. Aucune hypothèse potentiellement pertinente à l'incident ne peut être éliminée a priori. Lors de la phase de cueillette d'information, le coordonnateur tente d'obtenir de nouvelles informations pour réduire l'espace d'hypothèses. Par exemple, à la suite d'un avis de retard, il peut vérifier les conditions météo pour établir le degré de vraisemblance d'un écrasement causé par de mauvaises conditions météorologiques. En même temps, il demandera le plan de vol du pilote afin d'identifier tous les aéroports où le pilote a pu atterrir. Nous représentons cette cueillette d'information par un arbre de tâches constituées de sous-tâches (fig. 12, 13). Le processus de cueillette d'information peut donc être vu comme un plan constitué de tâches décomposables en sous-tâches. Le coordonnateur aura donc à planifier ses tâches de cueillette d'information en décomposant les arbres de tâches et sous-tâches, et ce en fonction de l'alerte initiale (avion en retard ou signal ELT, par exemple).

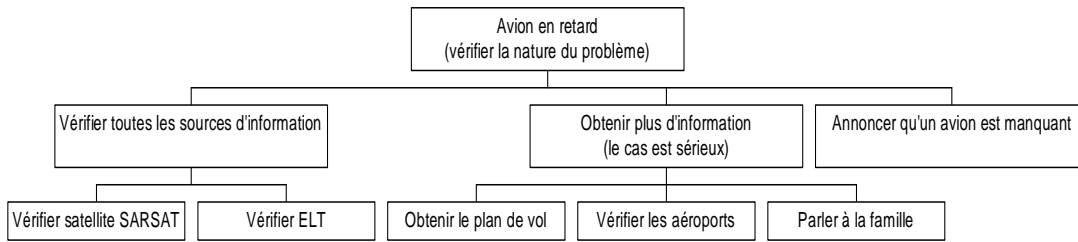


Figure 12. Arbre de tâches "avion en retard"

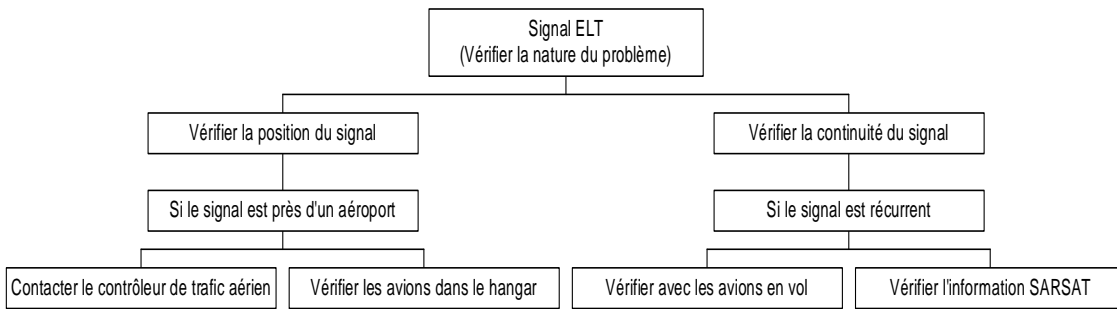


Figure 13. Arbre de tâches "signal ELT"

4.0 Le modèle de connaissances dans un CCOS – tâche de cueillette d'information

Le but de ce chapitre est d'illustrer l'utilisation de CommonKADS pour construire un modèle de connaissances pour la tâche de cueillette d'information dans un CCOS et proposer une méthode de résolution de problème (PSM) pour la planification de cette tâche. Nous commençons par décrire les trois types de connaissance: du domaine, d'inférence et de la tâche (fig. 6). Nous donnons ensuite des exemples des éléments du modèle de connaissances dans le cadre de la tâche ciblée: la cueillette d'information pour la recherche et sauvetage.

4.1 La connaissance du domaine

La connaissance du domaine décrit l'information statique du domaine d'application. Elle est habituellement constituée de deux ingrédients: le schéma du domaine (modèle des données) et la base de connaissances (les instances des types spécifiés au schéma du domaine). Il s'agit ici d'identifier les concepts et les relations, les types-de-règle (*rule type*) et de décrire la base de connaissances (BC) pour chaque relation et type-de-règle.

4.1.1. Le schéma du domaine

Les éléments d'un schéma de domaine sont les concepts, les relations, et les types-de-règle.

4.1.1.1. Les concepts

Un concept décrit un ensemble d'objets ou d'instances qui existent dans le domaine d'application et qui ont des caractéristiques similaires. Il correspond à la notion de classe dans la modélisation orientée-objet, à la différence que les fonctions ne sont pas incluses dans la définition d'une classe. Nous utilisons la notation UML [13] pour décrire graphiquement les éléments du schéma du domaine. Le langage CML2, dont la syntaxe est décrite dans [14] est utilisé pour décrire les éléments du modèle de connaissances. La figure 14 présente des concepts du domaine CCOS.

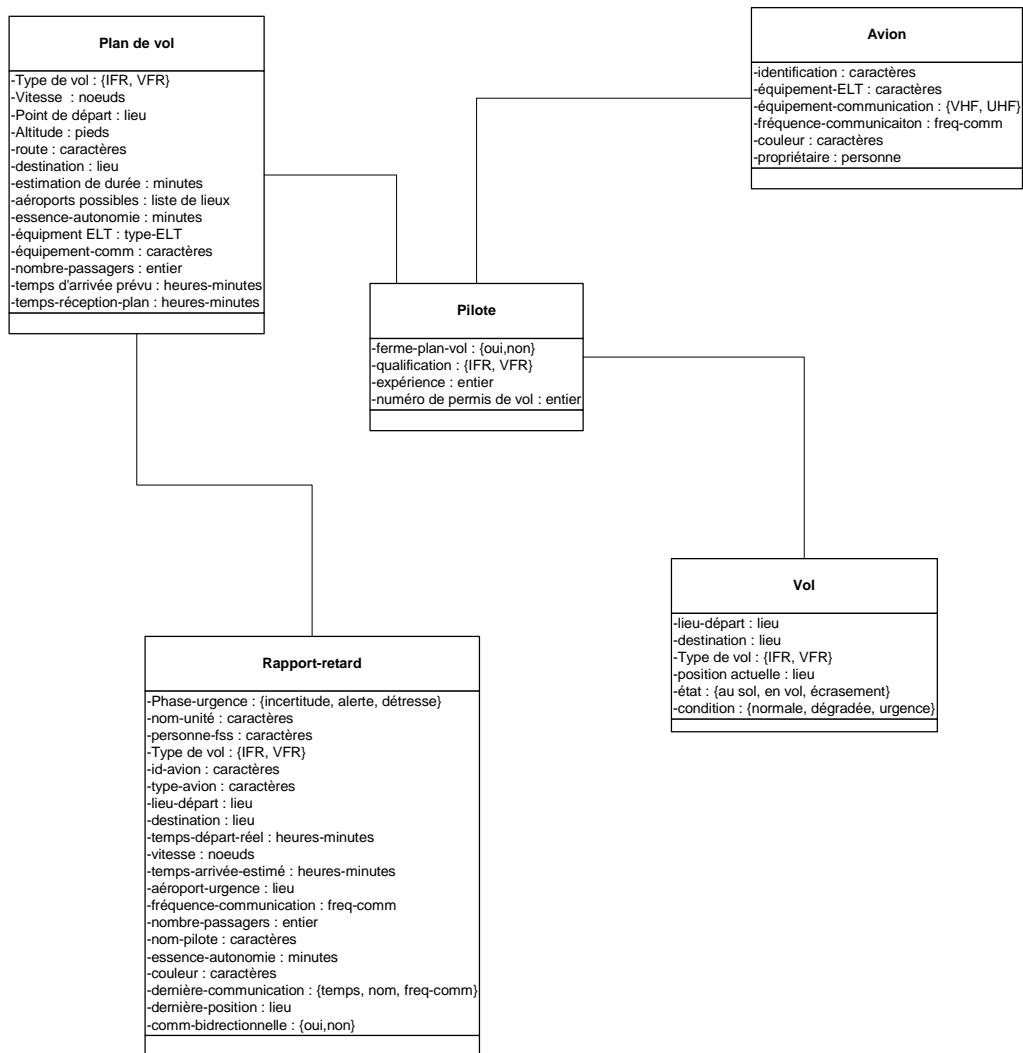


Figure 14 - Des concepts du domaine CCOS

Le langage CML2 peut être utilisé afin de décrire les concepts comme par exemple le concept avion (fig. 15).

```

CONCEPT avion;
  DESCRIPTION:
    "Les attributs d'un avion";
  ATTRIBUTES:
    identification: STRING;
    équipement-ELT: STRING;
    équipement-communication: {VHF, UHF};
    fréquence-communication: freq-comm;
    couleur: STRING;
    propriétaire: personne;
END CONCEPT avion;

```

Figure 15. Le concept avion en CML2

Un concept a des attributs qui peuvent prendre des valeurs. Pour chaque attribut, on définit un type-de-valeur (*value-type*) comme par exemple le type fréquence de communications en hertz (freq-comm) tel qu'illustré sur la figure 16.

```

VALUE-TYPE freq-comm;
  TYPE: NOMINAL;
  VALUE-LIST: {121.5, 406, 243};
END VALUE-TYPE freq-comm;

```

Figure 16. Type-de-valeur freq-comm

4.1.1.2. Les relations

Les liens entre les différents concepts sont définis par une construction de type relation. Une relation peut elle-même avoir des attributs. Un exemple d'une relation est présenté à la figure 17. Dans ce cas, on voit qu'un pilote peut produire 0 ou plusieurs plans de vol, qu'un plan de vol est produit par un pilote, et que la relation "est produit par" a un attribut date qui lui est associé (fig. 18).

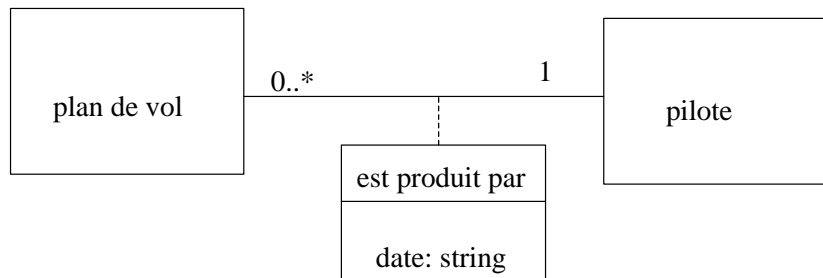


Figure 17. Exemple d'une relation

```

BINARY-RELATION est produit par;
DESCRIPTION:
    "Le plan de vol d'un pilote.";
ARGUMENT-1: plan de vol;
    CARDINALITY: 0..*;
ARGUMENT-2: pilote;
    CARDINALITY: 1;

```

Figure 18 - Spécification d'une relation en CML2

4.1.1.3. Les types-de-règle

Les types-de-règle, qui différencient le schéma du domaine d'un modèle de données traditionnel, nous permettent de représenter les dépendances entre différents concepts. Ils nous permettent d'exprimer des relations logiques entre les concepts à un niveau schématique abstrait, c.-à-d. sans avoir à énumérer toutes les instances. Ils correspondent habituellement à des expressions concernant les valeurs des attributs d'un concept. Un type-de-règle ressemble à une relation dont les arguments sont des antécédents et des conséquents. Ces arguments ne sont pas des instances de concept, mais plutôt des expressions à propos de ces concepts. Ils ne décrivent pas toujours une implication, mais peuvent aussi représenter des relations heuristiques entre les expressions du domaine. Les antécédents et les conséquents d'un type-de-règle sont un concept ou une relation.

Plus concrètement, considérons par exemple notre problème de cueillette d'information. La planification des tâches de cueillette d'information nécessite la décomposition des arbres de tâches des figures 12 et 13. Les règles sont de type modèle-de-décomposition (fig. 19). Elles ont comme antécédent l'information disponible actuelle et comme conséquent l'information qui devrait être obtenue. Nous présentons à la section 4.2 un exemple d'une instanciation de ce type-de-règle. La syntaxe utilisée est celle de CML2.

```

RULE-TYPE modèle-de-décomposition;
  ANTECEDENT:
    But;
    CARDINALITY: 1;
  CONSEQUENT:
    Sous-buts;
    CARDINALITY: 0..*;
  CONNECTION-SYMBOL:
    indicates;
END RULE-TYPE modèle-de-décomposition;

```

Figure 19. Exemple d'un type-de-règle

La notion de règle n'influence en rien le choix d'implantation. C'est plutôt un outil d'analyse pour capturer les structures de dépendance logique dans un domaine d'application, et ce indépendamment de leur représentation finale dans un système.

4.1.2. La base de connaissances

Le premier élément de la connaissance du domaine est le schéma du domaine qui décrit les types de connaissances, comme les concepts, les relations et les types-de-règle. Le deuxième élément est la base de connaissances. Celle-ci contient des instances de ces types de connaissance. Une BC est typique de la modélisation des connaissances; elle contient les instances sur lesquelles le raisonnement devra s'effectuer. La séparation du schéma du domaine et de la base de connaissances implique que l'acquisition de connaissances se fait en deux étapes. La première consiste à définir les types de connaissances et la deuxième à obtenir les instances de ces connaissances avec des va-et-vient entre les deux. Une BC contient les instanciations des relations et de type-de-règle comme cette instanciation d'un type-de-règle du modèle-de-décomposition (fig. 20). Par exemple, la règle correspondant à la branche droite de la figure 13, qui est une instance du type-de-règle du modèle-de-décomposition correspond à:

signal-ELT=récurrent INDICATES vérifier avec les avions en vol dans la région
--

Figure 20. Instanciation d'une règle du modèle-de-décomposition

4.2 La connaissance de la tâche

Un des aspects particulièrement importants lorsqu'on développe un modèle de connaissances est l'utilisation qu'on en fera, c'est-à-dire la tâche qui sera supportée par un SBC. Par exemple, dans notre cas, la tâche que le SBC supportera est la planification de la cueillette d'information. Le modèle de connaissance de la tâche (une des trois composantes d'un modèle de connaissances) permet de définir cette tâche et la méthode qui nous permettra de la réaliser. Ce modèle a deux composantes: la description de la tâche et la description de la méthode qui explicite le contrôle, c'est-à-dire la façon dont les inférences décrites dans le modèle d'inférence sont utilisées afin d'accomplir cette tâche. Il existe des méthodes par défaut pour les différents types de tâches, telles que le diagnostic, la planification, la classification, l'évaluation, le monitoring, la conception, l'ordonnancement, etc. [15]. Ce sont des méthodes de résolution de problème (*Problem Solving Method*, PSM).

4.2.1. La méthode de résolution de problème (PSM)

La première étape de la construction du modèle de connaissance de la tâche est le choix d'un modèle de résolution de problème. Une PSM décrit le processus de raisonnement dans un SBC à un niveau indépendant du domaine particulier et de l'implantation. Elle décrit la façon d'atteindre le but d'une tâche. Elle possède des

entrées et des sorties qui sont composées de tâches et sous-tâches ou d'inférences [16]. De plus, une PSM détermine les inférences nécessaires à l'atteinte d'un but, elle définit les structures de contrôle sur ces inférences et sur les rôles de connaissance, ainsi que le rôle joué par la connaissance du domaine. On retrouve trois éléments principaux dans l'architecture d'une PSM [17]:

- La compétence: ceci est une description de ce que la PSM peut accomplir ainsi que ses entrées et sorties;
- La spécification opérationnelle: cette propriété décrit le processus de raisonnement d'une PSM pour réaliser sa compétence étant donnée que la connaissance du domaine est disponible. Elle est constituée des inférences ainsi que de la connaissance et le transfert de contrôle entre elles. Celles-ci sont décrites par des entrées/sorties et peuvent être exécutées par une méthode ou une inférence primitive. Le flux de connaissance se fait au moyen de rôles dynamiques. Le contrôle est l'ordre d'exécution des inférences.
- Besoins/hypothèses: ceux-ci décrivent les connaissances du domaine nécessaires à la PSM.

Il existe des banques de PSM [15], [5] qui fournissent des modèles d'inférence pour différentes tâches telles que le diagnostic, la classification, la planification, etc. Toutefois, un très grand travail d'adaptation doit être fait avant d'adopter une PSM générique pour un domaine particulier. La figure 21 présente la PSM que nous avons développée pour la tâche de cueillette d'information modélisée comme une tâche de planification. Nous nous sommes inspirés du modèle présenté dans [18].

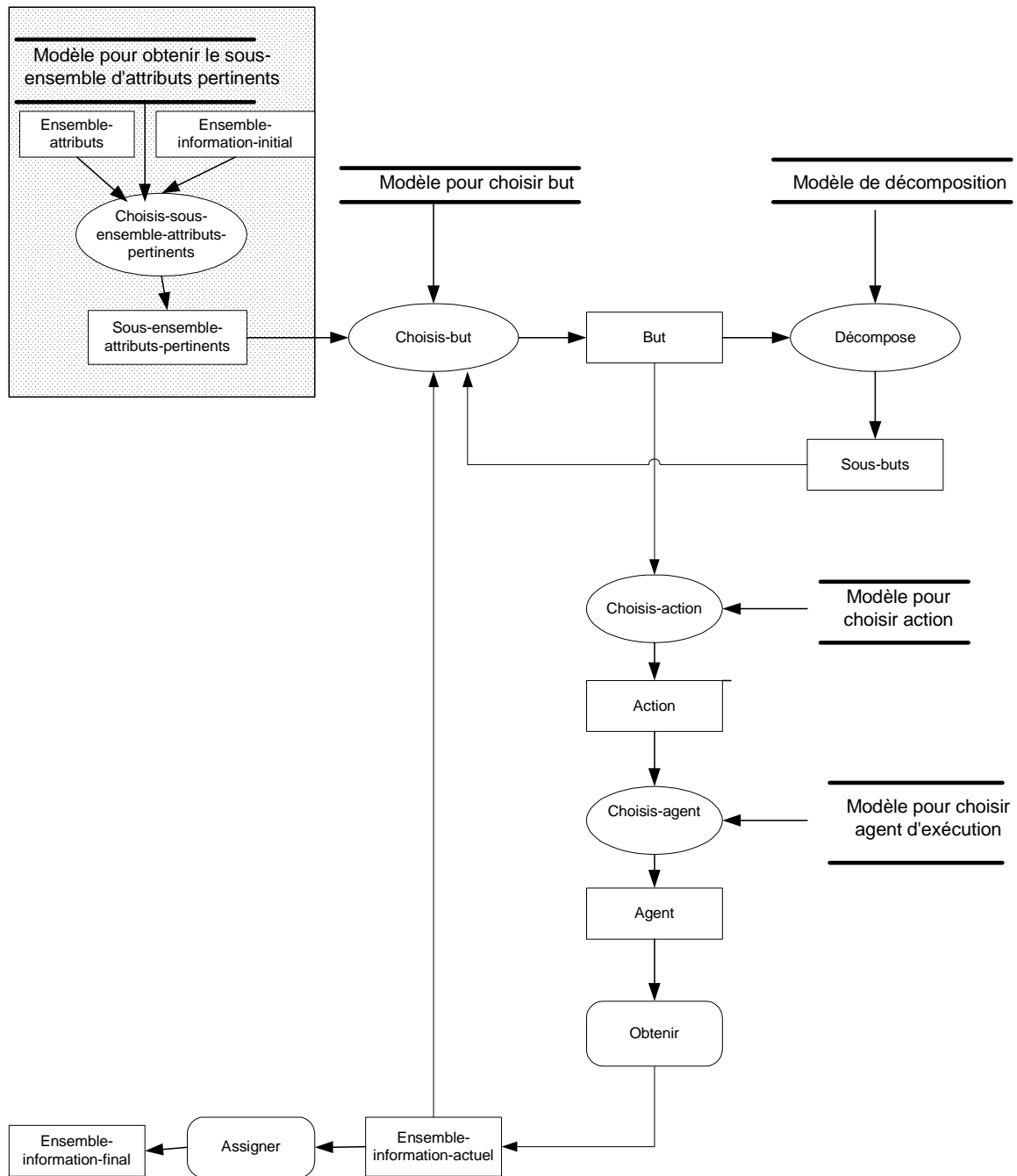


Figure 21. La PSM de la tâche de cueillette d'information

La PSM que nous proposons est un modèle de la cueillette d'information coopérative où la responsabilité est partagée par les agents système et l'utilisateur [19]. Elle prend en entrée l'information initiale et fournit en sortie un ensemble d'information plus complet. Elle est constituée de deux parties principales: la première partie permet

d'obtenir le sous-ensemble des attributs pertinents qui devront être instanciés. Une fois obtenu, la deuxième partie consiste à obtenir l'information correspondant à ces attributs. Ceci est possible en choisissant le meilleur attribut à instancier (but), le décomposer lorsque c'est applicable, choisir une action correspondante (quel attribut, de quelle source), décider quel agent obtient l'information (humain ou logiciel) et ensuite exécuter cette action (obtenir) enrichissant ainsi l'ensemble d'information disponible. Nous présentons à la figure 22 la spécification de la PSM dans le langage CML2. L'intérêt de notre PSM est qu'elle représente un modèle de cueillette d'information indépendant du domaine d'application. On pourrait ainsi concevoir un système de cueillette d'information dans un autre domaine que la recherche et sauvetage: le domaine médical par exemple. Il s'agira alors, de fournir à un système qui implante cette PSM les rôles statiques et dynamiques nécessaires. Ainsi, il n'est pas nécessaire de reconcevoir et réimplanter un système à base de connaissance. En somme, on peut réutiliser notre logiciel existant qui supporte déjà la tâche de planification de la recherche d'information. Cette réutilisation est rendue possible grâce à la séparation entre la connaissance d'une part (rôles dynamiques et statiques), et la manière dont elle est utilisée d'autre part (PSM).

```

PSM planification de la cueillette d'information;
REALIZES:
  Cueillette en collaboration d'information;
DECOMPOSITION:
  INFERENCE: Choisis-sous-ensemble-attributs-pertinents, Choisis-but, Décompose, Choisis-action,
              Choisis-agent;
  TRANSFER-FUNCTIONS: Obtenir, Assigner;
ROLES:
INPUT:
  Ensemble-information-initial: "l'information disponible au départ";
  Ensemble-attribut: "l'ensemble de toute l'information qui peut être acquise";
  Modèle pour obtenir le sous-ensemble-attributs-pertinents: "les règles et les critères permettant de choisir
  les attributs pertinents"
OUTPUT:
  Ensemble-information-final: "l'information la plus complète";

INTERMEDIATE:
  Sous-ensemble-attributs-pertinents: "les attributs pertinents à la situation courante en fonction de
  l'information disponible actuellement";
  But: "l'attribut qui devrait être instancié (l'information à obtenir)";
  Modèle pour choisir but: "les critères et règles pour choisir l'information à obtenir";
  Modèle de décomposition: "les règles et critères pour décomposer un but en sous-but";
  Sous-but: "les composantes d'un but";
  Action: "les actions (requêtes) pour obtenir l'information : de quelle source et par quel moyen";
  Modèle pour choisir action: "les règles et critères pour déterminer la prochaine action qui devra être
  exécutée";
  Modèle pour choisir agent d'exécution: "les règles et critères qui déterminent si l'information sera
  obtenue par l'utilisateur ou par le système"
  Agent: "l'agent humain ou l'agent logiciel"
  Ensemble-information-actuel: "Toute l'information qui est disponible à un moment donné"
CONTROL-STRUCTURE:
  Choisis-sous-ensemble-attributs-pertinents (Ensemble-information-initial + Choisis-sous-
  ensemble-attributs-pertinents + Ensemble-attributs + Sous-ensemble-attributs-pertinents);
  REPEAT
    Choisis-but (Sous-ensemble-attributs-pertinents + critère de choix de but -> but);
    REPEAT
      Décompose(but + règle de décomposition -> sous-but);
    UNTIL but-décomposable =FALSE
  END REPEAT
  Choisis-action (but + critère de choix d'action -> action);
  Choisis-agent(action + critère de choix d'agent -> agent);
  Obtenir(action + agent -> Ensemble-information-actuel);
  UNTIL
    Choisis-but (sous-ensemble-attributs-pertinents + critère de choix de but -> EMPTY);
  END REPEAT
  Assigner(Ensemble-information-actuel -> Ensemble-information-final);
END PSM planification de la collecte d'information;

```

Figure 22. La PSM de la tâche de cueillette d'information en CML2

4.2.2. La méthode de tâche

La méthode de tâche dans un modèle de connaissance de tâche est donc une PSM adaptée au domaine d'application. La différence principale entre une méthode de tâche et une PSM est que la PSM n'est pas encore liée au domaine d'application. Une méthode de tâche est donc l'instanciation d'une PSM.

Une fois la PSM choisie, il s'agit donc de définir les rôles statiques et dynamiques pour un domaine d'application donné. Ceux-ci correspondent à des concepts, des relations ou des types-de-règle. Ils sont déterminés par la PSM adoptée. Les rôles dynamiques sont souvent les entrées et les sorties des inférences, et les rôles statiques représentent la connaissance externe du domaine utilisée par une inférence. Une inférence est une fonction de raisonnement primitive qui utilise la connaissance contenue dans une base de connaissances afin d'obtenir de nouvelles informations à partir d'un input dynamique. Dans ce cas-ci, nous avons à décrire cinq inférences: Choisis-sous-ensemble-attributs-pertinents, Choisis-but, Décompose, Choisis-action et Choisis-agent.

La connaissance du domaine statique pour cette PSM inclut les modèles composés de critères pour choisir le sous-ensemble d'attributs pertinents, choisir le prochain but, décomposer le but, choisir l'action et l'agent qui exécutera l'action. Cette connaissance inclut aussi une description de tous les attributs qui peuvent être obtenus ainsi que l'ensemble d'information initial. Les rôles dynamiques correspondent aux sous-ensembles d'attributs pertinents, buts/sous-buts (quel attribut instancier), actions (sources d'information) et agents (humain ou logiciel).

4.3 La connaissance d'inférence

La connaissance d'inférence dans un modèle de connaissances décrit les inférences, le plus bas niveau de la décomposition fonctionnelle. Ce sont des unités de traitement de l'information. La dernière étape dans la construction d'un modèle de connaissances est la description de chacune des inférences qui appartiennent à la PSM. À titre d'illustration, l'inférence Choisis-but est décrite en CML2 à la figure 23.

```
INFERENCE chois-but;
ROLES:
INPUT:
    Ensemble-information-actuel;
OUTPUT:
    but;
STATIC:
    Modèle pour choisir but;
SPECIFICATION: "L'entrée est une description de l'ensemble d'information disponible. La sortie est un but
à atteindre (un attribut à obtenir) qui est déterminé à l'aide du modèle pour choisir but."
END INFERENCE chois-but;
```

Figure 23. Exemple de description d'une inférence

4.4 Implantation de la PSM dans un système à base de connaissances: ASISA

Nous avons implanté la PSM décrite au chapitre précédent dans un SBC nommé ASISA (*Agent System for Information Gathering*) ([20], [21], [22]). ASISA a été conçu afin de supporter le coordonnateur d'un CCOS dans sa tâche de cueillette d'information lors de la

résolution d'un cas. Il s'agit d'un processus d'investigation au cours duquel le coordonnateur doit accumuler de l'information afin de déterminer s'il y a réellement eu incident et, le cas échéant, son degré de sévérité et son emplacement. Le coordonnateur doit obtenir ces informations de différentes sources possibles dont la qualité et la fiabilité varient. Lors de ce processus, il est vraisemblable qu'une tâche importante soit oubliée, même par un coordonnateur expérimenté. Le but de ASISA est de présenter au coordonnateur une liste de tâches dynamique (*dynamic checklist*) décrivant le type d'information qui doit être obtenue. Cette liste est constamment mise à jour par ASISA en fonction de l'information courante. ASISA propose aussi au coordonnateur les hypothèses les plus probables sur ce qui est arrivé, pourquoi et où (fig. 24).

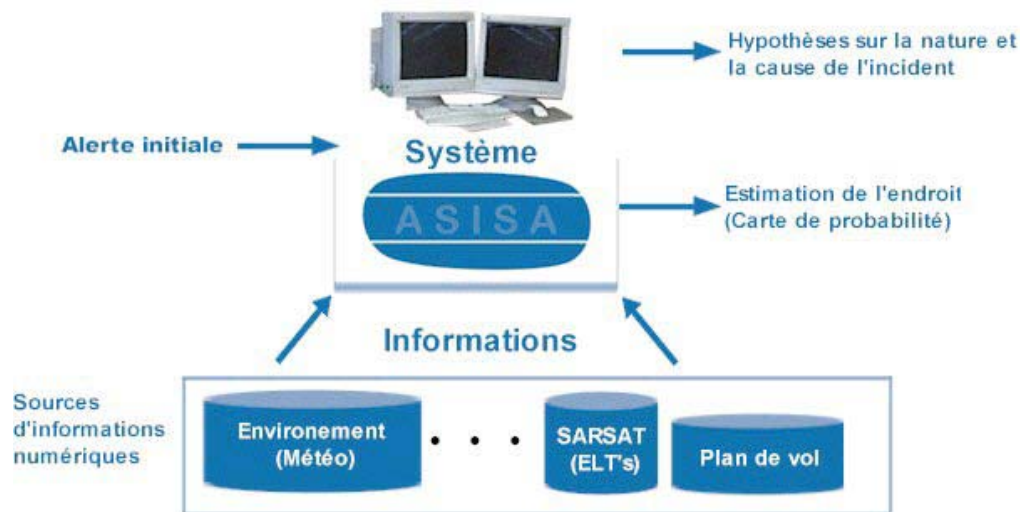


Figure 24. Schéma d'ASISA

De plus, ASISA exécute certaines de ces tâches et obtient lui-même certaines des informations disponibles en format numérique. Le noyau technologique actuel du système s'appuie sur des techniques de raisonnement par cas (*Case-based reasoning*, CBR) [23] et de planification automatique hiérarchique (*Hierarchical task network*, HTN) [24]. L'implantation d'ASISA s'est faite selon la PSM présentée au chapitre précédent. L'inférence Choisis-sous-ensemble-attributs-pertinents est implantée par un engin CBR et les autres inférences sont implantées par des algorithmes de *backtracking* qui agissent sur les HTN.

La version actuelle du prototype utilise les cas pour décrire les hypothèses et encapsuler les requêtes d'obtention d'informations pertinentes. Le système fonctionne de la façon suivante: à partir d'un avis initial et d'informations partielles, un ensemble d'hypothèses est identifié comme candidat par les modules de formation et de sélection d'hypothèses. Un réseau de tâche hiérarchique prescrivant comment effectuer la cueillette d'information est alors choisi à partir des hypothèses. Ces réseaux de tâches sont raffinés par le module de sélection de plan et utilisés par le module d'exécution de tâches pour déterminer les tâches de cueillette d'information à exécuter. Le processus continue ainsi jusqu'à ce qu'une conclusion finale sur

la nature de l'incident soit atteinte conjointement par le système ASISA et par le coordonnateur (fig. 25).

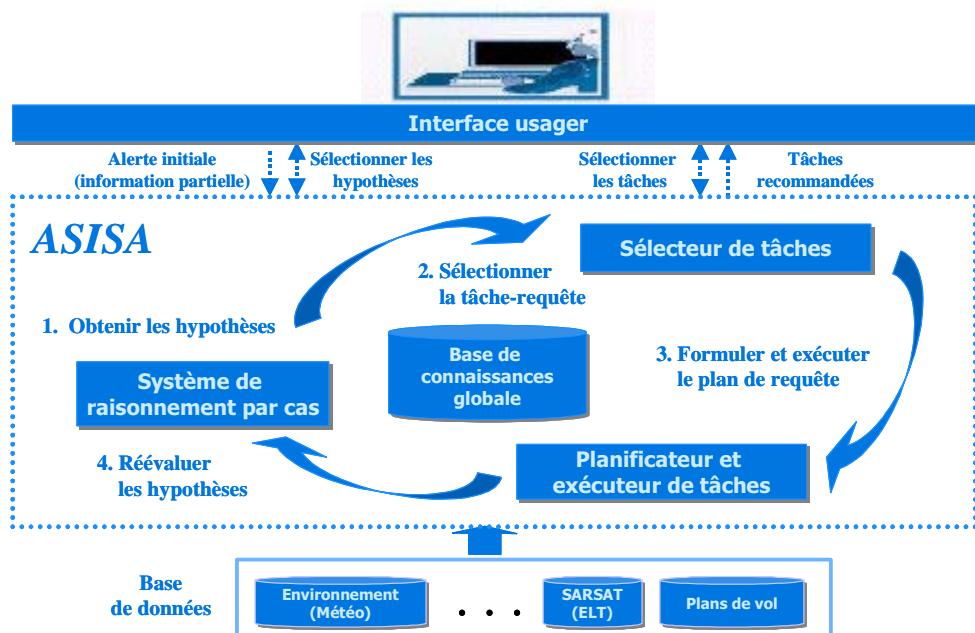


Figure 25. Architecture d'ASISA

Les bénéfices anticipés d'ASISA se situent à plusieurs niveaux. Premièrement, vu l'abondance de l'information, ASISA peut effectuer un filtrage et éviter ainsi le problème fréquent qu'est la surcharge d'information. Ainsi, l'utilisateur peut concentrer ses efforts sur les informations pertinentes. Deuxièmement, ASISA permet d'améliorer la précision et de diminuer le temps nécessaire pour l'évaluation d'un cas. Troisièmement, pour les opérateurs novices, ASISA peut agir en tant que système de formation tutoriel afin d'améliorer la courbe d'apprentissage de nouveaux coordonnateurs.

5.0 Conclusions

Nous avons présenté dans ce rapport une brève description de la méthode de modélisation et de construction de systèmes à base de connaissances CommonKADS. Nous avons illustré son applicabilité à un domaine réel : la recherche et sauvetage. Nous avons proposé une nouvelle méthode de résolution de problème (PSM) pour modéliser la tâche de cueillette d'information comme une tâche de planification. De plus, nous avons décrit brièvement ASISA, un système à base de connaissances que nous avons mis au point et qui est basé sur cette PSM.

Tous conception et développement de systèmes doivent forcément utiliser une démarche structurée. Bien qu'il existe plusieurs cadre de développement, comme mentionné en introduction, CommonKADS est aujourd'hui considérée comme le standard européen pour les méthodes de développement de SBC. Nous avons constaté que CommonKADS offre un cadre de modélisation très utile et complet, surtout au niveau de la modélisation de l'organisation. D'ailleurs, cette partie pourrait même être éventuellement utilisée dans le développement de systèmes traditionnels.

La plus grande difficulté que nous avons rencontrée fut au niveau du choix de la PSM pour le modèle d'inférence. Nous avons eu à examiner de près les PSM existantes avant de constater qu'aucune ne s'appliquait exactement à notre tâche même si celle-ci correspond à une tâche de planification. Ceci nous a amenés à enrichir le catalogue des PSM d'une nouvelle méthode que nous avons conçue et mise au point.

Le point faible de la méthode CommonKADS est l'absence d'atelier ou d'outil logiciel pour supporter l'utilisation de cette méthode. Il y a bien eu SHELLEY [23], ensuite un produit commercial "CommonKADS workbench" qui a été commercialisé par une compagnie britannique (ISL) et une compagnie française (ILOG). Mais après vérification au printemps 1999, nous avons appris que ces compagnies ne supportent plus l'outil CommonKADS. Sur le site Web de CommonKADS il y a actuellement deux outils: MODELDRAW et KADS 22. Le premier outil pourrait être utilisé pour la modélisation graphique (concepts, relations) selon la notation UML, mais il est préférable d'utiliser un outil du genre VISIO ou encore Rational Rose, si on souhaite plus de robustesse. KADS22 est censé supporter CML2 mais ne fonctionne pas très bien.

6.0 Références

- [1] Durkin, J. : Expert Systems Design and Development. MacMillan Publishing Company, 1994.
- [2] Feigenbaum, E. A. : Knowledge engineering inn the 1980's. Dept of Computer Science, Stanford University, Stanford, California, 1982.
- [3] Gonzalez, A. J., Dankel, D. D. : The Engineering of Knowledge-Based Systems Theory and Practice. Prentice Hall, 1993.
- [4] Gomez Perez, A. & Benjamins V. R. Overview of knowledge sharing and reuse components: Ontologies and Problem Solving methods. In: *Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving methods*, Stockholm, August 1999.
- [5] Schreiber, A. Th., Akkermans, J. M., Anjewierden, A. A., de Hoog, R., Shadbolt, N. R., Van de Velde, W., Wielinga, B. J.: Knowledge Engineering and Management The CommonKADS Methodology, MIT Press, 1999.
- [6] Musen, M. A., Tu, S. W., Das, K. A., et Shahar Y. : A Component-Based Architecture for Automation of Protocol-Directed Therapy. Dans *Artificial Intelligence in Medicine. Proceedings of the 5th Conference on Artificial Intelligence in Medicine in Europe, AIME'95*. LNAI, no. 934, Springer-Verlag, 1995.
- [7] Chandrasekaran, B., et Johnson, T. R. : Generic tasks and task structures : History, critique and new directions. Dans *Second Generation Expert Systems*, David, J. M., Krivine, J. P., et Simmons R., eds, Springer Verlag, 1993.
- [8] Marcus, S. (ed.) : Automating Knowledge Acquisition for Expert Systems. Kluwer Academic Publisher, 1988.
- [9] Steels, L. The componential framework and its role in reusability. Dans *Second Generation Expert Systems*, David, J. M., Krivine, J. P., et Simmons R., eds, Springer Verlag, 1993.
- [10] Fensel, A. J., Landes, D.: Developing Knowledge-Based Systems with MIKE. *Journal of Automated Software Engineering*, vol. 5, no 4, 389-418, 1998.
- [11] Newell, A. : The Knowledge Level. *Artificial Intelligence*, vol. 18, 1982.
- [12] National Search and Rescue Manual, B-GA-209-001/FP001, Canada 1985.
- [13] Ericksson, H.-E., et Penker, M. : UML Toolkit. Wiley, 1998.
- [14] Anjewierden, A., et Shreiber G., CML2 syntax (2.1.2), <http://www.swi.psy.uva.nl/projects/kads22/cml2doc.html>.

- [15]Breuker, J., et Van de Velde, W.: CommonKADS Library for Expertise Modelling, IOS Press, 1994.
- [16]Speel, P.-H. & Aben, M. (1997). Applying a library of problem-solving methods on a real-life task. In: *International Journal of Human-Computer Studies*, 46, 627-652.
- [17]Gomez Perez, A. & Benjamins V. R. (1999). Overview of knowledge sharing and reuse components: Ontologies and Problem Solving methods. In: *Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving methods*, Stockholm, August 1999.
- [18]Cottam, H., Shadbolt, N.: Knowledge Acquisition for Search and Rescue. Proceedings of the 10th Knowledge Acquisition for Knowledge Based Systems Workshop, KAW 96, 1996.
- [19] Lamontagne L. and Abi-Zeid I. (2000), A problem solving method for the cooperative information gathering in the search and rescue domain, Proceedings of COOP 2000, Nice, France.
- [20] Abi-Zeid, I., Yang, Q., & Lamontagne, L. (1999). Is CBR applicable to the coordination of Search and Rescue operations? A feasibility study. In: *Lecture Notes in Computer Sciences*, Vol. 1650, Springer Verlag, 358-371.
- [21]Yang, Q., Abi-Zeid, I. & Lamontagne, L. (1998). Agent systems for intelligent situation assessment. In: Proceedings of the 8th International Conference on Artificial Intelligence: Methodology, Systems, Applications, Sozopol, Bulgaria, 1998.
- [22]Carrick C., Qiang Y., Abi-Zeid, I., & Lamontagne L. (1999). Activating CBR Systems through Autonomous Information Gathering. In: *Lecture Notes in Computer Sciences*, Vol. 1650, Springer Verlag, pp. 74-88.
- [23]Leake, D. (1996). *Case Based Reasoning: Experiences, Lessons and Future Directions*. AAAI Press.
- [24]Erol, K. (1994). Hierarchical Task Network Planning: Formalization, Analysis and Implementation. Ph.D. Thesis, University of Maryland.
- [25]Anjewierden, A., et Wielemaker, J. : Shelley-computer-aided knowledge engineering. *Knowledge Acquisition*, vol. 4, 1992.

Annexe A

Tableau I. MO-1: Identification dans l'organisation des problèmes et des opportunités orientées vers une solution de connaissances (traduit de [5])

Modèle de l'organisation-1 (MO-1)	
Problèmes et opportunités	<i>Dresser une courte liste des problèmes perçus et des opportunités à partir des entrevues, des discussions avec les gestionnaires, etc.</i>
Contexte organisationnel	<i>Indiquer de manière concise les éléments clés du contexte organisationnel, de façon à situer les possibilités et les problèmes: Mission, vision, buts de l'organisation Facteurs externes importants avec lesquels l'organisation doit traiter: la stratégie de l'organisation</i>
Solutions	<i>Énumérer les solutions possibles pour les problèmes perçus telles que suggérées par les entrevues, les discussions, et les éléments dégagés par la description du contexte organisationnel</i>

Tableau II. MO-II: Les aspects organisationnels ayant un impact ou pouvant être affectés par la solution de connaissances (traduit de [5])

Modèle de l'organisation-2 (MO-2)	
Structure	<i>Un organigramme de l'organisation, sections, groupes etc.</i>
Processus	<i>Une brève description du processus d'affaires. Il est divisé en tâches détaillées dans MO-3</i>
Les gens	<i>Indiquer les personnes concernées, les acteurs, les parties prenantes, les décideurs, les bénéficiaires, les usagers, etc.</i>
Les ressources	<i>Décrire les ressources utilisées incluant: Systèmes d'information et autres outils informatiques Équipement et matériel Les qualités sociales et interpersonnelles Les brevets, les droits d'auteur</i>
La connaissance	<i>La connaissance est une ressource spéciale exploitée dans un processus d'affaires (décrit au tableau MO-4)</i>
La culture et le pouvoir	<i>Porter une attention particulière aux règles non écrites du jeu, incluant les réseaux d'influence informels, les styles de communication et de travail</i>

Tableau V. MO-5: Questions de faisabilité (traduit de [5])

Modèle de l'organisation-5 (MO-5)	
Faisabilité d'affaires	<p><i>Pour une paire problème/opportunité répondre aux questions suivantes:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- <i>Quels sont pour l'organisation, les bénéfices anticipés de cette solution. Identifier les bénéfices économiques tangibles et intangibles</i> 2- <i>Quel est l'ordre de grandeur de la valeur ajoutée espérée?</i> 3- <i>Quelle est l'espérance de coût de cette solution?</i> 4- <i>Comment cette solution se compare-t-elle à d'autres options?</i> 5- <i>Des changements organisationnels seront-ils nécessaires?</i> 6- <i>Dans quelle mesure y-a-t-il des risques et incertitudes d'affaires et économiques? Sont-ils associés à la direction préconisée par la solution?</i>
Faisabilité technique	<p><i>Pour une paire problème/opportunité répondre aux questions suivantes:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- <i>Quelle est la complexité de la tâche qui sera effectuée par le SBC en matière de connaissances emmagasinées et de processus de raisonnement?</i> 2- <i>Est-ce que les méthodes et les outils à la fine pointe de la technologie sont disponibles et adéquats?</i> 3- <i>Y-a-t-il des aspects critiques liés au temps, à la qualité, aux ressources dont on a besoin? Si oui, comment traiter ces aspects?</i> 4- <i>Est-ce que les mesures de succès sont claires et comment tester la validité, la qualité et une performance satisfaisante?</i> 5- <i>Quelle est la complexité de l'interaction avec les usagers? Est-ce que les méthodes et les outils d'interfaces usager à la fine pointe de la technologie sont disponibles et adéquats?</i> 6- <i>Quelle est la complexité de l'interaction avec d'autres systèmes d'information? Est-ce que les méthodes et les outils d'interfaces à la fine pointe de la technologie sont disponibles et adéquats?</i> 7- <i>Y-a-t-il d'autres facteurs de risque et d'incertitude technologique?</i>
Faisabilité du projet	<p><i>Pour une paire problème/opportunité répondre aux questions suivantes:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1- <i>Y-a-t-il un engagement de la part des acteurs et des parties prenantes (gestionnaires, experts, usagers, clients, membres de l'équipe du projet) envers le projet?</i> 2- <i>Les ressources nécessaires en termes de temps, budgets, équipements et personnel seront-elles disponibles?</i> 3- <i>Les connaissances et compétences nécessaires sont-elles disponibles?</i> 4- <i>Les attentes envers ce projet et ses résultats sont-elles réalistes?</i> 5- <i>Est-ce que les organisations du projet interne et externe (communication) sont adéquates?</i> 6- <i>Y-a-t-il d'autres risques et incertitudes associés au projet?</i>
Actions proposées	<p><i>Cette partie du document est dirigée vers l'engagement des gestionnaires et des décideurs. Elle comprend les éléments de l'analyse précédente dans un ensemble de recommandations concrètes en matière d'action.</i></p> <p><i>Priorité: Que recommande-t-on en matière de priorité dans l'espace problème-possibilité?</i></p> <p><i>Solution ciblée: Quelle est la solution recommandée pour cette priorité?</i></p> <p><i>Quels sont les résultats et bénéfices anticipés?</i></p> <p><i>Quelles actions doivent-elles être effectuées par le projet?</i></p> <p><i>Si les circonstances internes ou externes venaient à changer, dans quelles conditions devra-t-on reconsidérer les actions proposées?</i></p>

Tableau VI. MT-1: La description raffinée des tâches du processus ciblé (traduit de [5])

Modèle de Tâche-1 (MT-1)		
Tâche	<i>Voir MO-3</i>	<i>Nom et identificateur de la tâche (No)</i>
Organisation	<i>Voir MO-2</i>	<i>Indiquer le processus d'affaires auquel appartient cette tâche, et l'endroit dans l'organisation où elle est effectuée</i>
But et valeur		<i>Décrire le but de cette tâche et la valeur que son exécution ajoute au processus auquel la tâche appartient</i>
Dépendance et flux	<i>Les tâches précédantes Les tâches suivantes</i>	
Objets traités	<i>Objets en entrée Objets en sortie Objets internes</i>	
Temps et contrôle	<i>Fréquence, Durée Contrôle Contraintes & Conditions</i>	<i>Quelle est la fréquence à laquelle la tâche est effectuée et quelle est la durée d'exécution? La structure de contrôle de cette tâche et les tâches desquelles elle dépend (entrée/sortie) Préconditions qui doivent être satisfaites avant l'exécution; post-conditions qui doivent tenir suite à l'exécution de cette tâche; contraintes qui doivent être satisfaites durant la tâche</i>
Agents	<i>MO-2: Gens, Systèmes Ressources; MO-3: effectuée par</i>	<i>Le personnel (voir MO-2/3, Gens) et/ou les systèmes d'information (voir MO-2/3, Ressources) qui sont responsables de ces tâches</i>
Connaissances et compétences	<i>Voir MO-4</i>	<i>Compétences nécessaires pour bien effectuer la tâche. Pour les éléments de connaissances, remplir le tableau MT-2. Énumérer ici les autres compétences pertinentes. Indiquer les éléments de la tâche qui sont intensifs en connaissances. À noter que certaines tâches peuvent aussi livrer des connaissances à l'organisation. Indiquer ici lesquelles</i>
Ressources	<i>Détails de MO-2</i>	<i>Décrire et quantifier les différentes ressources utilisées par la tâche (personnel, systèmes et équipements, matériels, budget financier)</i>
Qualité et performance	<i>Mesures</i>	<i>Énumérer les mesures de qualité et de performance utilisées par l'organisation pour déterminer le succès de l'exécution d'une tâche</i>

Tableau VII. MT-2: La spécification des connaissances utilisées pour une tâche, ainsi que les goulots d'étranglement et les points d'amélioration (traduit de [5])

Modèle de Tâche-2 (MT-2)		
Nom	<i>Élément de connaissance</i>	
Appartient à	<i>Agent</i>	
Utilisé dans	<i>Nom de tâche et identificateur</i>	
Domaine	<i>Le domaine auquel la connaissance appartient (champ du spécialiste, discipline, branche de sciences ou de génie, communauté professionnelle)</i>	
Nature de la connaissance		Goulot d'étranglement/ à améliorer?
Formelle, rigoureuse		
Empirique, quantitative		
Heuristique, règles du pouce		
Hautement spécialisée, propre au domaine		
Basée sur l'expérience		
Basée sur les actions		
Incomplète		
Incertaine, pourrait être incorrecte		
Peut changer rapidement		
Difficile à vérifier		
Tacite, difficile à transférer		
Forme de la connaissance		
Dans l'esprit		
Sur papier		
Électronique		
Reliée à l'action		
Autre		
Disponibilité de la connaissance		
Limites temporelles		
Limites spatiales		
Limites d'accès		
Limites de qualité		
Limites de forme		

Tableau VIII. MA-1: La spécification des agents (traduit de [5])

Modèle d'agent-1 (MA-1)	
Nom	<i>Nom de l'agent</i>
Organisation	<i>Indiquer comment l'agent se positionne dans l'organisation telle que définie par le modèle de l'organisation, incluant le type (humain, système d'information), fonction, position dans la structure organisationnelle</i>
Impliqué dans	<i>La liste des tâches (nom et identificateur, MT-1)</i>
Communique avec	<i>Liste des autres agents</i>
Connaissance	<i>Liste des éléments de connaissance appartenant à l'agent (MT-2)</i>
Autres compétences	<i>Liste des autres compétences que l'agent doit posséder</i>
Responsabilités et contraintes	<i>Liste des responsabilités que l'agent a dans l'exécution des tâches et les restrictions. Les contraintes peuvent être au niveau de la limite de son autorité, mais aussi au niveau des normes légales et professionnelles internes ou externes</i>

Tableau IX. OTA-1: Les éléments à inclure dans le document de décision (traduit de [5])

Modèle de l'Organisation-Tâche-Agent OTA-1	
Impacts et changements	<i>Décrire les impacts et les changements que la solution de connaissances retenue apporte à l'organisation en faisant ressortir les différences entre le modèle actuel de l'organisation (MO-2) et sa forme future. Ceci doit être fait pour les points suivants: structure, processus, ressources, gens, connaissance, culture et pouvoir.</i>
Impacts et changements spécifiques aux tâches/agents.	<i>Décrire les impacts et les changements que la solution de connaissances retenue apporte au niveau des tâches et des agents en faisant ressortir les différences entre les modèles de tâches et d'agents actuels (MT-1/2 et MA-1) et leurs formes futures. On doit tenir compte de toutes les parties prenantes en incluant les travailleurs, les clients, les usagers, les décideurs. Ceci doit être fait pour les points suivants: Changements au niveau de l'organisation des tâches (flux, dépendances, objets traités, timing, contrôle) Changements au niveau des ressources nécessaires Critères de qualité et de performance Changements dans la dotation, les agents concernés Changements dans les positions individuelles, responsabilités, autorité, contraintes dans l'exécution des tâches Changements requis au niveau des connaissances et des compétences Changements au niveau de la communication</i>
Attitudes et engagement	<i>Tenir compte de comment les personnes concernées et les parties prenantes réagiront aux actions proposées et établir s'il y a une base de soutien suffisante pour implanter ces changements</i>
Actions proposées	<i>Cette partie du document contient les impacts et améliorations qui feront l'objet d'une décision et d'un engagement des gestionnaires. Elle comprend les résultats des analyses précédentes et recommande des actions concrètes: Améliorations: <i>Quels sont les changements recommandés par rapport à l'organisation, aux tâches individuelles, aux membres du personnel et aux systèmes?</i> Mesures d'accompagnement: <i>Quelles mesures seront prises afin de faciliter ces changements (p. ex. formation, nouvelles installations)</i> <i>Quelles sont les recommandations liées à la solution d'un système de connaissances?</i> <i>Résultats attendus, coûts, bénéfices? (Revoir ces éléments dans le document de faisabilité)</i> <i>Si les circonstances à l'intérieur ou à l'extérieur de l'organisation venaient à changer, dans quelles conditions faudra-t-il revoir les décisions proposées?</i></i>

Liste des symboles/abréviations/acronymes/sigles

ASISA	SBC pour la cueillette d'information
BC	Base de connaissances
CBR	<i>Case based reasoning</i>
CCOS	Centre de coordination des sauvetages
ELT	<i>Emergency locator transmitter</i>
HTN	<i>Hierarchical task network</i>
IC	Ingénierie des connaissances
KBS	<i>Knowledge based system</i>
PSM	Méthode de résolution de problème (<i>Problem solving method</i>)
RDDC	R&D pour la défense Canada
SAR	<i>Search and rescue</i>
SBC	Système à base de connaissances

Liste de distribution interne

- 1 - Directeur général
- 1 - Directeur général adjoint
- 3 - Bibliothèque des documents
- 1 – Chef de la section technologies de l'aide à la décision
- 3 - Dr. I. Abi-Zeid (auteur)
- 1 - Dr. M. Allouche
- 1 - M. J. Berger
- 1 - Dr. A.-C. Boury-Brisset
- 1 - Dr. R. Breton
- 1 - Maj. B. Deschênes
- 1 - Mr. Y. Ferland
- 1 - Dr. M. Gagnon
- 1 - Dr. A. Guitouni
- 1 - Mme M. Gauvin
- 1 - Dr. H. Irandoust
- 1 – M. M. Lizotte
- 1 - M. G. Thibault

Liste de distribution externe

1 - DRDGIC (copie non reliée)

1 - M. Hubert Desgagnés

MRSC Québec

101, boul. Champlain, Québec (Qc)

G1K 7Y7

1 - M. Jean Maillette, Coast Guard

Coast Guard College

P. O. Box 4500

Sydney, N. S.

B1P 6L1

1 - Mme. Mary Thomas

National Search and Rescue Secretariat

275 Slater Street, 4th Floor

Ottawa, Ontario

K1A 0K2

FICHE DE CONTRÔLE DU DOCUMENT

1. PROVENANCE (le nom et l'adresse) RDDC - Valcartier 2459 boul. Pie-XI, nord Val Béclair, Québec G3J 1X5	2. COTE DE SÉCURITÉ (y compris les notices d'avertissement, s'il y a lieu) SANS CLASSIFICATION	
3. TITRE (Indiquer la cote de sécurité au moyen de l'abréviation (S, C, R ou U) mise entre parenthèses, immédiatement après le titre.) Le modèle de connaissances CommonKADS pour la recherche et sauvetage (U)		
4. AUTEURS (Nom de famille, prénom et initiales. Indiquer les grades militaires, ex.: Bleau, Maj. Louis E.) Abi-Zeid Irène et Lamontagne Luc		
5. DATE DE PUBLICATION DU DOCUMENT (mois et année) 08/2003	6a. NOMBRE DE PAGES 55	6b. NOMBRE DE REFERENCES 25
7. DESCRIPTION DU DOCUMENT (La catégorie du document, par exemple rapport, note technique ou memorandum. Indiquer les dates lorsque le rapport couvre une période définie.) Rapport Technique		
8. PARRAIN (le nom et l'adresse)		
9a. NUMÉRO DU PROJET OU DE LA SUBVENTION (Spécifier si c'est un projet ou une subvention) Project 13dm18	9b. NUMÉRO DE CONTRAT	
10a. NUMÉRO DU DOCUMENT DE L'ORGANISME EXPÉDITEUR TR2000-195	10b. AUTRES NUMÉROS DU DOCUMENT N/A	
11. ACCÈS AU DOCUMENT (Toutes les restrictions concernant une diffusion plus ample du document, autres que celles inhérentes à la cote de sécurité.) <input checked="" type="checkbox"/> Diffusion illimitée <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux entrepreneurs des pays suivants (spécifier) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux entrepreneurs canadiens (avec une justification) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux organismes gouvernementaux (avec une justification) <input type="checkbox"/> Diffusion limitée aux ministères de la Défense <input type="checkbox"/> Autres		
12. ANNONCE DU DOCUMENT (Toutes les restrictions à l'annonce bibliographique de ce document. Cela correspond, en principe, aux données d'accès au document (11). Lorsqu'une diffusion supplémentaire (à d'autres organismes que ceux précisés à la case 11) est possible, on pourra élargir le cercle de diffusion de l'annonce.)		

SANS CLASSIFICATION

COTE DE LA SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)

13. SOMMAIRE (Un résumé clair et concis du document. Les renseignements peuvent aussi figurer ailleurs dans le document. Il est souhaitable que le sommaire des documents classifiés soit non classifié. Il faut inscrire au commencement de chaque paragraphe du sommaire la cote de sécurité applicable aux renseignements qui s'y trouvent, à moins que le document lui-même soit non classifié. Se servir des lettres suivantes: (S), (C), (R) ou (U). Il n'est pas nécessaire de fournir ici des sommaires dans les deux langues officielles à moins que le document soit bilingue.)

Ce rapport présente un aperçu de la méthode CommonKADS pour la modélisation des connaissances en vue de construire des systèmes à base de connaissances (SBC). Les modèles de l'organisation, de tâches, et d'agents sont décrits brièvement. Le modèle de connaissances est présenté en détail. La construction des éléments d'un modèle de connaissances est illustrée pour la tâche de cueillette d'information telle que menée par les coordonnateurs aériens dans un centre canadien de coordination des opérations de sauvetage (CCOS). De plus, nous proposons une nouvelle méthode de résolution de problème (Problem Solving Method, PSM) pour la tâche de planification de cette cueillette d'information. À titre d'illustration, nous décrivons brièvement l'implantation de cette PSM dans un système à base de connaissances que nous avons développé pour les coordonnateurs: ASISA. Ce rapport s'adresse principalement aux scientifiques et aux ingénieurs qui conçoivent et mettent au point des systèmes d'aide à la décision.

14. MOTS-CLÉS, DESCRIPTEURS OU RENSEIGNEMENTS SPÉCIAUX (Expressions ou mots significatifs du point de vue technique, qui caractérisent un document et peuvent aider à le cataloguer. Il faut choisir des termes qui n'exigent pas de cote de sécurité. Des renseignements tels que le modèle de l'équipement, la marque de fabrique, le nom de code du projet militaire, la situation géographique, peuvent servir de mots-clés. Si possible, on doit choisir des mots-clés d'un thésaurus, par exemple le "Thesaurus of Engineering and Scientific Terms (TESTS)". Nommer ce thésaurus. Si l'on ne peut pas trouver de termes non classifiés, il faut indiquer la classification de chaque terme comme on le fait avec le titre.)

CommonKADS, système à base de connaissances, recherche et sauvetage

SANS CLASSIFICATION

COTE DE SÉCURITÉ DE LA FORMULE
(plus haut niveau du titre, du résumé ou des mots-clefs)