

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement Supérieur et de la recherche scientifique

Université HADJ-LAKHDAR-BATNA

Faculté de technologie

Département de Génie Industriel

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

Magister en Génie Industriel

Option : Génie Industriel et Productique

Par

Mr : TITAH MAWLOUD

Ingénieur d'état en Génie Industriel

THEME



---

## Externalisation des Connaissances Tacites en Connaissances Explicites : Cas Diagnostic Industriel

---

Travail effectué au sein du Laboratoire d'automatique et productique LAP (U. BATNA)

### MEMBRES du JURY:

N.Kinza Mouss	MC-A	Université de Batna	Président
M.Djamel Mouss	MC-A	Université de Batna	Rapporteur
Abdelouahab Moussaoui	Pr	Université de Sétif	Examineur
Samir Abdelhamid	MC-A	Université de Batna	Examineur
Samia Aitouche	MA-B	Université de Batna	Invité

ANNEE 2012

## *Remerciements*

*Ces travaux de mémoire de magister ont été réalisés au sein du laboratoire d'Automatique et Productique (LAP) au département de Génie Industriel à la faculté de la technologie.*

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères du Dr MOHAMED DJAMEL MOUSS pour avoir accepté de nous encadrer, ses appréciables conseils nous ont guidés de manière forte tout au long du travail.*

*Nous remercions vivement Mme AITOUCHE SAMIA pour son soutien moral et ses encouragements.*

*Mes remerciements vont également à : Tous les employés de la centrale thermique de Tijel, surtout la division d'exploitation.*

*Je remercie vivement les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail de recherche*

*Je remercie, enfin, toute ma famille et tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à ce modeste travail.*

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	10
<b>Chapitre 1 : La gestion des connaissances dans l'entreprise</b>	
1.1. Introduction.....	12
1.2. Définition de la connaissance.....	13
1.3. Distinction entre donnée, information et connaissance.....	13
1.3.1. Les donnée.....	13
1.3.2. Les informations.....	13
1.3.3. Les connaissances .....	13
1.4. Définition la Gestion des Connaissances.....	15
1.5. Les type de connaissances .....	15
1.5.1. Les connaissances statiques .....	15
1.5.2. Les connaissances dynamiques .....	16
1.6. La nature de la Connaissance.....	16
1.6.1. La connaissance explicite.....	16
1.6.2. La connaissance tacite .....	16
1.7. La Compétence, Le savoir et le savoir-faire de l'entreprise.....	17
1.7.1. La Compétence .....	17
1.7.1.1. Les compétences individuelles.....	17
1.7.1.2. Les compétences collectives.....	17
1.7.1.3. Les compétences organisationnelles.....	18
1.7.2. Le savoir de l'entreprise .....	18
1.7.3. Le savoir-faire .....	18
1.7.3.1. Le savoir-faire opérationnel stabilisé .....	18
1.7.3.2. Le savoir-faire opérationnel proactif .....	18
1.8. Modèle de Création de Connaissance selon Nonaka et Takeuchi.....	19
1.8.1. Socialisation (connaissance tacite vers connaissance tacite) .....	20
1.8.2. Externalisation (connaissance tacite vers connaissance codifiée).....	20
1.8.3. Internalisation (connaissance codifiée vers connaissance tacite) .....	21
1.8.4. Combinaison (connaissance codifiée vers connaissance codifiée) .....	21
1.9. Rendre explicite la connaissance tacite ; trois caractéristiques clés de la création de la connaissance.....	22
1.9.1. La métaphore et l'analogie.....	22
1.9.2. De la connaissance personnelle à la connaissance organisationnelle.....	22
1.9.3. Ambiguïté et redondance.....	22
1.10. Méthodes et outils de capitalisation de connaissances.....	23
1.10.1. La méthode MOKA.....	23
1.10.2. La méthode MCSC.....	23
1.10.3. La méthode SAGACE.....	23
1.10.4. La méthode CommonKADS.....	23
1.10.5. La méthode KOD.....	24
1.10.6. La méthode REX.....	24
1.10.7. La méthode MASK.....	24

1.10.8. La méthode CYGMA.....	25
1.10. Conclusion.....	25

## ***Chapitre 2 : Diagnostic Industriel***

2.1. Introduction.....	26
2.2. Concept de base et définitions.....	27
2.2.1. Faute.....	27
2.2.2. Dégradation.....	27
2.2.3. Défaillance.....	27
2.2.4. Panne.....	27
2.2.5. Indicateur.....	27
2.2.6. Symptôme.....	27
2.2.7. Définition de Diagnostic.....	27
2.3. Les différentes étapes techniques du diagnostic industriel.....	28
2.4. Les différentes méthodes du diagnostic.....	30
2.4.1. Méthode basée sur la connaissance.....	30
2.4.1.1. La méthode ADD (Arbre De Défaillance).....	31
2.4.1.2 La méthode AMDEC.....	31
2.4.1.3. Les systèmes à base de règles.....	32
2.4.2. Méthode basée sur le traitement de données.....	33
A. Le diagnostic par reconnaissance de formes.....	33
2.4.3. Méthode à base de modèles.....	34
2.5. Conclusion.....	35

## ***Chapitre 3 : Description de la méthodologie CommonKADS***

3.1. Introduction.....	36
3.2. La méthode KADS.....	37
3.3. La méthode CommonKADS.....	37
3.4. La modélisation à l'aide de CommonKADS.....	39
3.4.1 La modélisation du contexte.....	40
3.4.1.1. Le modèle de l'organisation.....	40
3.4.1.2. Le modèle de tâches.....	42
3.4.1.3 Le modèle d'agents.....	43
3.4.2 Le modèle de connaissances.....	44
A. La connaissance du domaine.....	45
A.1. Le schéma du domaine.....	46
A.1.1. Les Concepts.....	46
A.1.2 Les relations.....	46
A.1.3 Les types-de-règle.....	46
A.2. La base de connaissance.....	46
B. La connaissance d'inférence.....	47
C. La connaissance de tâche.....	47
3.4.3. Directives pour construire le modèle de connaissances.....	47
3.4.4 Le modèle de communications.....	48
3.4.5 Le modèle de conception.....	48
3.5. Notion UML en Commonkads.....	48
3.6. Conclusion.....	48

## **Chapitre 4 : Application de la méthodologie commonKADS à la centrale thermique de Jijel**

4.1. Introduction.....	49
4.2. Le Domaine d'Application.....	50
4.2.1. Les équipements de la centrale.....	51
4.3. Modèle d'Organisation.....	52
4.3.1. Identification dans l'organisation des problèmes et des opportunités orientées vers une solution de connaissances.....	52
4.3.2. MO-II: Les aspects organisationnels ayant un impact ou pouvant être affectés par la solution de connaissances.....	54
4.3.3. Modèle de l'organisation-3 (MO-3).....	58
4.3.4. Modèle de l'organisation-4 (MO-4).....	59
4.4. Modèle de Tâche-1 (MT-1).....	60
4.5. Modèle de Tâche-2 (MT-2).....	62
4.6. Le Modèle d'Agent.....	63
4.7. Modèle de l'Organisation-Tâche-Agent OTA-1.....	64
4.8. Modèle de connaissances.....	65
4.8.1. Connaissance du domaine.....	65
4.8.2. Connaissance de la tâche.....	68
4.8.3. Connaissance d'Inférence.....	69
4.9. Le modèle de communication.....	71
4.10. Conclusion.....	72

## **Chapitre 5 : l'implémentation du modèle d'expertise de commonKADS par G2**

5.1. Introduction.....	73
5.2. Le langage CML2.....	74
5.3. Présentation du G2.....	74
5.3.1. Le langage spécifique du G2.....	74
5.4. La Connaissance du domaine.....	75
5.4.1. Schéma de domaine.....	75
5.4.1.1. Les concepts (classes).....	75
5.4.1.2. Les attributs (pour les concepts).....	76
5.4.1.3. Les type des valeurs.....	76
5.4.1.4. Les relations entre concepts.....	76
5.5. La connaissance d'inférence.....	77
5.6. Implémentation de modèle de connaissance par G2.....	78
5.6.1. La connaissance du domaine.....	78
5.6.2. Les variables.....	79
5.7. Les messages d'alarme du système de graissage.....	80
5.8. Les règles utilisées pour vérifier l'arme.....	81
5.9. Les procédures.....	81
5.10. Les résultats de l'inférence Identifiée.....	82
5.11. Conclusion.....	82
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>83</b>
<b>Références Bibliographiques.....</b>	<b>85</b>
Annexe A.....	94.

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1.1. Modèle hiérarchique de la connaissance et outil associés.....	14
Figure.1.2.deux catégorie de connaissance des entreprises.....	19
Figure 1.3.Modèle de création de connaissance selon NONAKA et TAKOUCHI [22].....	20
Figure.2.1.Différentes étapes du diagnostic Industriel [16].....	28
Figure.2.2.classification des méthodes de Diagnostic [11].....	30
Figure.2.3.Développement d'un système expert .....	32
Figure.2.4.Principe d'un système expert de diagnostic [15].....	33
Figure.2.5. Diagnostic d'un système avec l'approche par reconnaissance de formes [58].....	34
Figure.2.6. schéma de diagnostic à base de modèle.....	35
Figure 3.1. Comparaison des diverses approches (traduit 33).....	38
Figure 3.2. Les six modèles de CommonKADS traduit [33].....	39
Figure 3.3 Le modèle de l'organisation (traduit de [33]).....	41
Figure 3.4 Feuille de route pour la modélisation du contexte (traduit de [33]).....	43
Figure 3.5. La modélisation du concept et de l'artefact (traduit de [33]).....	44
Figure 3.6. Les catégories de connaissance dans un modèle de connaissances (traduit de [33]).....	45
Figure 3.7. Les étapes de construction du modèle de connaissances (traduit de [33]).....	47
Figure 4.1.la centrale thermique de Jijel.....	50
Figure 4.2. La salle de commande service exploitation.....	50
Figure 4.3. Schéma simplifié de processus de production de la centrale de Jijel.....	51
Figure 4.4.l'organigramme de la centrale thermique.....	55
Figure 4.5.détaille de division exploitation.....	56
Figure 4.6.Diagramme d'activité de service quart de production.....	57
Figure 4.7.Diagramme de cas d'utilisation de service quart de production.....	65
Figure 4.8. Schéma du domaine de modèle de connaissance en UML.....	66
Figure 4.9. Le Concept S-Graissage en CML2.....	67
Figure 4.10. type-de-valeur Etanchéité-system en CML2.....	67
Figure 4.11. Les relations entre groupe-turbo –alternateur et signale d'alarme en CML2.....	67
Figure 4.12. Modèle de connaissance da la tache.....	68
Figure 4.13. Structure d'Inférence.....	69
Figure 4.14. Description de l'Inférence Vérifier en CML2.....	70
Figure 4.15. Description de l'Inférence Couvrir en CML2.....	70
Figure 4.16. Description de l'Inférence sélectionné en CML2.....	70
Figure 4.17.Diagramme de séquence.....	71

---

Figure 5.1. Présentation du concept au langage CML2 et langage spécifique du G2.....	75
Figure 5.2. Les attributs au CML2 et G2.....	76
Figure 5.3. Les types des valeurs en CML2 et en G2.....	76
Figure 5.4. Les types de relation en CML2 et en G2.....	77
Figure 5.5.présentation d'inférence en CML2 et en G2.....	77
Figure 5.6. Les objets de la centrale thermique de Jijel .....	78
Figure 5.7. Les attributs du système de graissage .....	78
Figure 5.8. Les variables utilisés dans système .....	79
Figure 5.9. La variable Température dans système .....	79
Figure 5.10. Les instances des objets de la centrale .....	80
Figure 5.11. Les messages d'alarmes du système de graissage .....	80
Figure 5.12. Les règles de vérification l'alarme .....	81
Figure 5.13 les procédures utilisées pour l'inférence Identifié .....	81
Figure 5.14 la sortie de l'inférence identifier .....	82

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 3.1. Montre l'application de chaque modèle selon le type de mémoire Souhaitée [32]...	38
Tableau 4.1. Modèle d'organisation 1.....	53
Tableau 4.2. Modèle d'organisation 2.....	54
Tableau 4.3. Modèle d'organisation 3 .....	59
Tableau 4.4. Modèle d'organisation 4.....	60
Tableau 4.5. Modèle de tâche 1 .....	61
Tableau 4.6. Modèle de tâche 2 .....	63
Tableau 4.7. Modèle d'Agent.....	64
Tableau 4.8. Modèle d'organisation-tâche-agent .....	64

## **LES ABRÉVIATIONS**

SBC : Système à Base de Connaissance.

KADS: Knowledge Analysis and Design System

TPCC : Techniciens Principaux Conduite Centrale

TCA : Techniciens Conduites Auxiliaires

TPC : Techniciens Principale Chimiste

Ipro : Ingénieur de Production

Exp : Experts

CE : Consigne d'Exploitation

SSE : Système de Surveillance en Ligne

PS : Panneau de Signalisation

GMAO : Gestion de Maintenance Assisté par Ordinateur

UML: United Modeling Language

CML : Conceptual Modeling Language

## **Résumé:**

Le travail de ce mémoire s'inscrit dans le cadre de la conduite des systèmes de production, utilisant le modèle de création de connaissance pour la réalisation du diagnostic industriel "aspect sûreté de fonctionnement". La connaissance est considérée comme un capital de plus en plus important dans les organisations, notamment dans le secteur industriel basé sur la connaissance, le but de ce travail consiste en l'externalisation des connaissances tacites en connaissances explicites.

Pour notre analyse, nous avons utilisé la méthodologie d'acquisition des connaissances "CommonKADS", un standard pour le développement des systèmes à base de connaissance en Europe, mais le point faible est l'absence d'outil informatique pour supporter cette méthode, et un problème au niveau de langage CML (Conceptual Modeling Language), car c'est un langage semi formelle et il manque d'inférence (rôle de connaissance). Par conséquent, nous avons ainsi proposé le générateur de système expert "G2" de Gensym comme support informatique de modèle d'expertise pour cette méthodologie, il constitue un produit très performant d'aide au développement des systèmes à base de connaissances. Ceci provient du fait, qu'il contient un langage naturel et formel, structuré et permet de définir tous les éléments de la méthode CommonKADS, plus qu'un moteur d'inférence.

La centrale thermique de Jijel a un système de surveillance en ligne, qui fait la détection par des panneaux de signalisation qui affichent des anomalies sous forme d'un message d'alarme. Nous avons proposé un système à base de connaissance qui suit la détection, pour faire le diagnostic hebdomadaire du processus qui assure la bonne continuité de la production et la disponibilité des moyens de production, et aboutit à la qualité de surveillance du matériel et la rapidité du diagnostic. Le savoir-faire devrait alors permettre un meilleur ajustement des interventions. On parle ici de système de surveillance et aide au diagnostic

**Mots clés :** Connaissances tacites, connaissances explicites, externalisation, CommonKADS, diagnostic, modèle d'expertise, G2.

**Abstract:**

The work of this thesis is part of the conduct of production systems, using the model of knowledge creation for the realization of industrial diagnosis" dependability" appearance. Knowledge capital is considered a more important role in organizations, particularly in the industrial sector based on knowledge, the aim of this work consists in outsourcing tacit knowledge into explicit knowledge at the thermal power plant Jijel .

For our analysis, we used the methodology "CommonKADS" knowledge acquisition, a standard for the development of knowledge-based systems in Europe, but the weak point is the lack of tool support for this method and a problem of language CML (Conceptual Modeling Language), because it is a semi-formal language and lack of inference (the role of knowledge). Therefore, we proposed and generator "G2" expert system of Gensym as computerized model of expertise for this methodology, it is a highly efficient development assistance systems knowledge base. This comes from the fact that it contains a natural language and formal, structured and allows you to define all the elements of the methodology CommonKADS, more than inference engine.

Thermal power plant in Jijel monitoring system online, which makes the detection of signs that show abnormalities in the form of an alarm. We have proposed a knowledge-based system that follows the detection to diagnose weekly process that ensures good continuity of production and availability of inputs, and results in quality monitoring equipment and rapid diagnosis. Expertise should then allow a better fit of interventions. We are talking about system monitoring and diagnostic aid

**Keywords:** Tacit Knowledge, Explicit knowledge, Outsourcing, CommonKADS, Diagnosis, Model of expertise, G2.

## *Introduction générale*

## **Introduction générale**

### **1. Problématique**

Le départ en retraite, le départ volontaire pour aller travailler chez un concurrent pour un salaire meilleur, se convertir en une autre profession pour des maladies professionnelles ou pour l'épanouissement personnel; tous sont des départs de connaissances et d'expertise donc perte de capital intellectuel qui sans doute va mal influencer l'entreprise. Un nouveau recrue ne saurait par où commencer, ne saurait qui solliciter pour aborder son nouvel emploi.

Vient alors la nécessité de sauvegarder de cette expertise avant son départ, pour pouvoir la partager et la réutiliser au besoin.

Les systèmes industriels n'échapperont pas à la règle. Tel est l'objet de notre recherche.

### **2. l'Objectif du travail**

Intitulé « Externalisation des Connaissances Tacites en Connaissances Explicites : cas diagnostic industriel », le travail présenté s'inscrit dans le cadre de la conduite des systèmes de production, utilisant le modèle de création de connaissance pour le diagnostic industriel aspect sûreté de fonctionnement. Dans le but de réaliser un système d'aide au diagnostic des défaillances par approche à base de connaissances.

La gestion des connaissances ou knowledge management est devenu un des axes les plus importants de la recherche industrielle. Le modèle de création des connaissances repose sur la distinction entre savoir tacite et savoir explicite.

La surveillance en-ligne d'un système industriel a pour objectifs de détecter tout dysfonctionnement du procédé, de localiser le ou les éléments défaillants et de déterminer la ou les causes de défaillance [54].

La centrale de Jijel contient des experts compétents et des cadres capables d'assurer la continuité de production et la disponibilité des moyens de productions grâce à leurs expériences dans le domaine.

En utilisant le modèle de création des connaissances qui a été développé par Nonaka et Takeuchi [22], La plupart des activités de gestion des connaissances sont liées à des enjeux d'externalisation, c'est-à-dire la transformation des connaissances tacites en connaissances explicites.

Pour notre analyse, nous avons choisi la méthodologie CommonKADS [traduit33], pour modélisés les connaissances explicites sur notre domaine d'application et réalisés entièrement les modèles du domaine, des tâches, des agents, de communication et de conception.

### **3. Structure du mémoire**

Une **introduction générale** à la problématique étudiée et décrit l'organisation de travail .

Le **premier chapitre** donne des définitions essentielles de la gestion des connaissances de l'entreprise, ces définitions intéressent à la notion de la connaissance dans l'entreprise, la distinction entre la connaissance tacite et explicite, aussi l'intérêt de la connaissance tacite dans l'entreprise, le modèle de création des connaissances, les techniques d'acquisition des connaissances.

Le **deuxième chapitre** vise à rappeler dans un premier temps la terminologie utilisée dans la littérature scientifique. Un état de l'art sur le diagnostic, les étapes techniques aussi les différentes méthodes du diagnostic.

Le **troisième chapitre** 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.

Le **quatrième chapitre** est une application de la méthodologie commonKADS au niveau de la centrale thermique de Jijel, les modèles d'organisation, taches, agent sont présenté par des tableaux successive. La construction des éléments d'un modèle de connaissance est illustrée pour la tache diagnostic.

Le **cinquième chapitre** présente le modèle de conception, une étude comparative entre le langage CML2 spécifique de la méthode CommonKADS et le langage naturelle de G2, afin de proposé G2 comme un support informatique de modèle de connaissance de la méthode CommonKADS.

Enfin nous concluons en rappelant les travaux réalisés dans le cadre de ce mémoire avec des perspectives.

*Chapitre 1 : La gestion des  
Connaissances dans l'entreprise*

## **1.1. Introduction**

Les métiers de l'entreprise ont toujours été liés à la maîtrise d'un savoir-faire. Or dans le contexte économique actuel, la valorisation de cette connaissance assure la compétitivité de l'entreprise.

La gestion de la connaissance est un facteur intéressant dans l'entreprise, la gestion des connaissances devrait permettre pour les organisations de localiser et rendre visible les connaissances de l'entreprise, être capable de les conserver, y accéder et les actualiser, savoir comment les diffuser et mieux les utiliser.

La connaissance est considérée comme un capital de plus en plus important dans les entreprises et les organisations, notamment dans le secteur des services des industries basées sur la connaissance. Cette connaissance, les expériences et le savoir faire des employés sont stockées et capitalisées afin de créer le capital intellectuel de l'entreprise.

Ce chapitre introductif donne les définitions essentielles de la gestion des connaissances de l'entreprise, ces définitions s'intéressent à la notion de la connaissance dans l'entreprise, la distinction entre la connaissance tacite et explicite, ainsi que l'intérêt de la connaissance tacite dans l'entreprise.

## 1.2. Définition de la connaissance

La connaissance se définit dans littérature et certain ouvrages de référence comme :

**Définition 1 :** Les connaissances dans l'entreprise sont considéré comme « *une ressource stratégique pour la productivité croissante ; un facteur de stabilité dans un environnement instable et dynamique et c'est un avantage concurrentiel décisif* » [1].

**Définition 2 :** Selon le dictionnaire le ROBERT 1994 « ce qui est connu, est présent à l'esprit ; ce que l'on sait pour l'avoir appris ».

**Définition 3 :** Selon AFNOR 2002 « un ensemble de représentation, idées ou perceptions acquises par l'étude ou par l'expérience ».

**Définition 4 :** selon I.Nonaka et H.Takeuchi 1995 « la connaissance est du savoir, du savoir-faire, de l'expérience, voire du savoir-être. la connaissance peut être tacite ou explicite » [18].

## 1.3. Distinction entre donnée, information et connaissance

### 1.3.1. Les données

Les données sont des faits objectifs qui relatent, comme des observations simples, alors que l'information est une donnée (ou une série de données) qui a du sens.

« Les données sont des matériaux bruts nécessaires pour la création de l'information » [19].

### 1.3.2. Les informations

Les informations selon les chercheurs de l'information comportent un élément de sens, on dit « l'information est un message d'un émetteur à un récepteur, qui informe celui-ci, c'est-à-dire qui lui apprend quelque chose qu'il ne savait pas » [18].

### 1.3.3. Les connaissances

La connaissance, quant à elle, tire son origine du cerveau des individus, et se construit à partir de l'information qui est transformée et enrichie par l'expérience personnelle, la connaissance est du savoir, du savoir-faire de l'expérience.

La figure ci-dessous représente un modèle hiérarchique de la connaissance qui nous permet de faire une distinction entre donnée, information et connaissance.

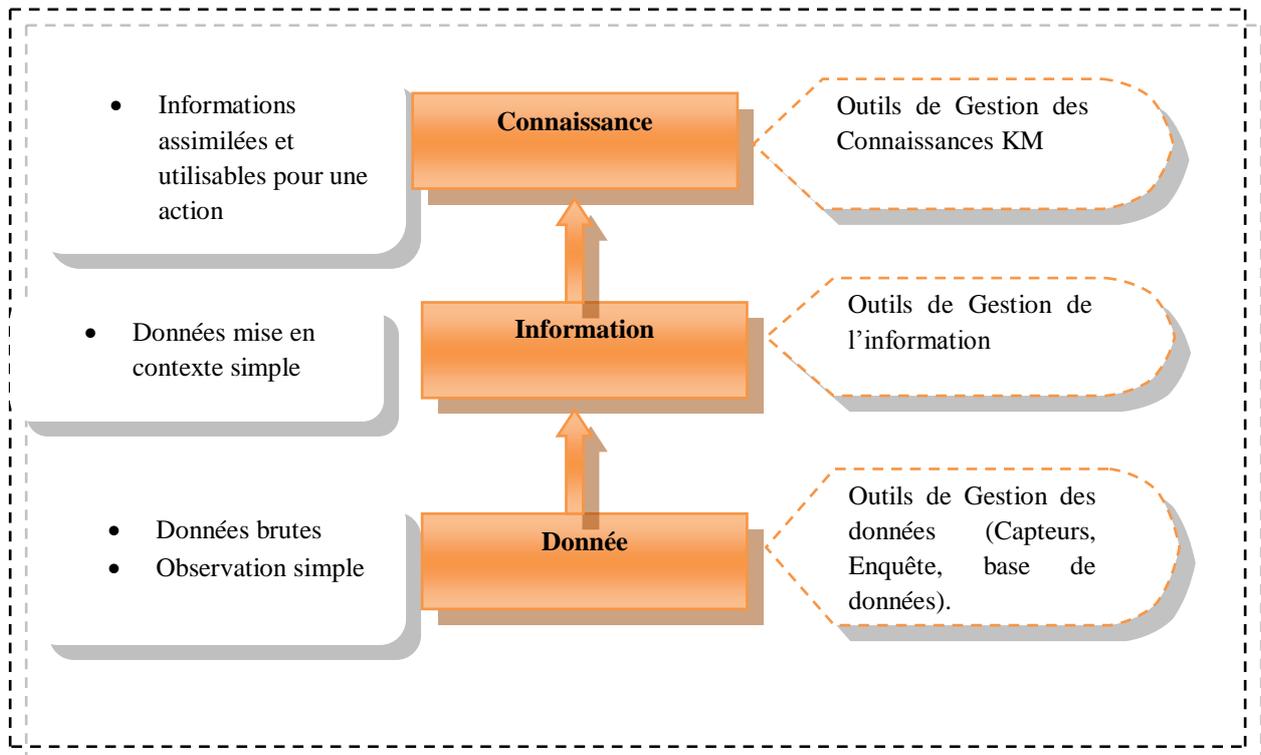


Figure 1.1. Modèle hiérarchique de la connaissance et outils associés

Les éléments traditionnellement présentés dans cette hiérarchie sont les données, les informations et les connaissances. Les données sont constituées par les faits, les observations, les éléments brutes. Les informations situées au niveau intermédiaire qui consistent en données interprétées qui ont un sens. Elle répond aux questions du type qui ? Quoi ? Quand ? Ou ?

Les connaissances appartiennent au niveau supérieur, elles répondent aux questions pourquoi ? comment ?

Par exemple, la connaissance possédée par un individu, ce qui n'est le cas ni pour l'information ni pour les données, mais elle est internalisée par la personne qui a de l'expérience. On dit qu'une connaissance individuelle qui contient du savoir faire (connaissances tacites) peut être externalisée.

## 1.4. Définition de la Gestion des Connaissances

**Définition 1 :** le management, ou la gestion des connaissances en français, correspond à l'expression « knowledge management » en anglais et couvre « toutes les actions managériales visant à répondre à la problématique de capitalisation des connaissances dans son ensemble. Il faut aligner le management des connaissances sur les orientations stratégiques de l'organisation, sensibiliser, former, encourager, motiver tous les acteurs de l'organisation organiser et piloter les activités et les processus spécifiques conduisant vers plus de maîtrise des connaissances, susciter la mise en place des conditions favorables au travail coopératif et encourager le partage des connaissances, élaborer des indicateurs permettant d'assurer le suivi et la coordination des actions engagées, de mesurer les résultats et de déterminer la pertinence et les impacts de ces actions »[2].

**Définition 2 :** la gestion de connaissances est « L'utilisation systématique et organisée des savoirs contenus dans l'entreprise dans le but de l'aider à atteindre ses objectifs. Elle vise à améliorer la performance de l'entreprise et permet d'obtenir une vision d'ensemble des compétences et des savoirs de l'entreprise » [20].

**Définition 3 :** La gestion des connaissances est “ l'ensemble des initiatives, des méthodes et des techniques permettant de percevoir, d'identifier, d'analyser, d'organiser, de mémoriser, et de partager des connaissances entre les membres des organisations, en particulier les savoirs créés par l'entreprise elle même ou acquis de l'extérieur en vue d'atteindre l'objectif fixé” [19].

la gestion des connaissances vise à rassembler le savoir et le savoir faire sur des supports facilement accessibles, faciliter leur transmission en temps réel à l'intérieur de l'établissement, en différer à nos successeurs et garder la trace de certaines activités ou actions sur lesquelles on peut devoir rendre des comptes à l'avenir.

## 1.5. Les type de connaissances

Il existe deux types de connaissances : les connaissances statiques et les connaissances dynamiques [24] :

**1.5.1. Les connaissances statiques :** appelées aussi déclaratives, sont attachées aux concepts et aux objets d'un domaine. Elles caractérisent la compréhension et permettent de décrire une Situation ou d'établir des faits séparés de leur mode d'emploi. Ces connaissances sont de l'ordre de "Quoi".

**1.5.2. Les connaissances dynamiques :** "modélisent des stratégies des connaissances statiques du domaine dans le but de résoudre un ou plusieurs problèmes donnés". Ce sont des connaissances liées à la description des conditions d'exécution d'une tâche. Elles sont de l'ordre du "Comment". Elles sont intimement liées au contexte et sont très opérationnelles. On les assimile souvent au savoir faire.

## **1.6. La nature de la Connaissance**

Deux catégories générales de la connaissance sont distinguées, à savoir les connaissances tacites et explicites.

### **1.6.1. La connaissance explicite**

La connaissance explicite est une connaissance codifiée, qui est transmise dans un langage formel et structuré : le règlement du code de la route est un exemple de connaissance explicite ; la connaissance explicite correspond à l'acception du terme 'savoir' dans la langue française ;

« Les connaissances explicites se réfèrent à la connaissance qui peut être exprimée (formalisée) Sous forme de mots, de dessins, d'autres moyens "articulés" notamment les métaphores » [18].

### **1.6.2. La connaissance tacite**

La connaissance tacite est une connaissance personnelle, 'qui réside dans la tête de l'individu' et qui ne peut pas toujours être articulée sous forme codée; elle est implicite et fait appel à l'expérience et au savoir-faire de la personne qui la possède; non tangible, elle peut être difficile, voire impossible, à expliciter dans une forme exploitable par d'autres personnes. Ces connaissances tacites ont parfois été réduites à la notion de savoir-faire aux travers lesquels elle se manifeste habituellement. Ces connaissances tacites sont étroitement liées à l'expérience de ceux qui les détiennent, il peut s'agir d'un art ou d'un talent particulier des individus mais aussi des intériorisations des connaissances explicites passées [4].

Le transfert de connaissance tacite se réalise principalement par la collaboration et l'interaction des individus. C'est à travers cette interaction que les individus peuvent avoir de nouvelles idées et innover [25].

Il existe trois types de connaissances tacites dans une organisation:

- Les connaissances tacites qui ne sont pas exprimées parce que tout le monde les connaît et les considère comme 'acquises';

- Les connaissances tacites qui ne sont pas formulées parce que personne ne les comprend entièrement ;
- Les connaissances tacites qui restent non explicitées alors que certaines personnes les comprennent parce que le processus d'explicitation serait trop coûteux pour l'organisation.

On peut ajouter un autre type de connaissances tacites :

- Les connaissances tacites que l'individu refuse d'explicitier parce qu'il considère que ces connaissances lui permettent de détenir une certaine forme de pouvoir par rapport à ses collègues.

## **1.7. La Compétence, Le savoir et le savoir-faire de l'entreprise**

### **1.7.1. La Compétence**

La compétence est vue comme « la capacité à mobiliser efficacement des connaissances dans un contexte donné afin de produire de l'action réussie » [23].

La notion de compétence repose sur la capacité des personnes :

- à savoir combiner et mobiliser un ensemble de connaissances, de savoir-faire,...
- pour réaliser, dans un contexte particulier, des activités professionnelles
- afin de produire des résultats (services, produits), satisfaisant à certains critères de performance

On distingue généralement trois formes de compétences : individuelles, collectives et organisationnelles :

#### **1.7.1.1. Les compétences individuelles :**

« la compétence est vue d'abord comme un élément individuel. Si l'on a pu parler de qualification collective, pour décrire les phénomènes d'adaptation au fonctionnement de l'organisation existant au niveau d'un collectif de travail, la « compétence », elle, est individuelle, liée aux caractéristiques personnelles du salarié » [20].

#### **1.7.1.2. Les compétences collectives :**

Elles peuvent être désignées comme celles attribuées à un groupe. Elles sont totalement dépendantes des compétences individuelles exercées dans l'activité du groupe [21].

### **1.7.1.3. Les compétences organisationnelles :**

On dit « compétences de l'entreprise ». Ces compétences sont considérées comme stratégiques. Généralement les compétences organisationnelles représentent l'avantage concurrentiel de l'entreprise.

### **1.7.2. Le savoir de l'entreprise**

Le savoir de l'entreprise représente les compétences individuelles et collectives, les connaissances des faits et des dépendances, les plans, les documents, les Modèles, les données, etc. Le savoir a le caractère des connaissances explicites et correspond plutôt à la partie gestion de l'information représentée par des objets.

### **1.7.3. Le savoir-faire**

Le savoir-faire représente la connaissance de la résolution des problèmes, des procédures, des stratégies, du contrôle des actions, des expériences individuelles et d'organisation et a plutôt le caractère tacite.

Il existe deux niveaux de savoir-faire : un savoir faire opérationnel stabilisé et un autre savoir faire opérationnel proactif.

#### **1.7.3.1. Le savoir-faire opérationnel stabilisé :**

Il consiste à disposer d'une connaissance suffisante pour être modélisable dans l'action (le maçon qui construit un pavillon, le charpentier qui pose sa charpente...). Ce savoir-faire qui tient compte des évolutions techniques, présente comme caractéristique essentielle d'être reproductible sans contrainte majeure, ce qui ne veut pas dire qu'il est banalisé.

#### **1.7.3.2. Le savoir-faire opérationnel proactif :**

Il repose toujours sur une base de connaissance, mais enrichie de compétences qui permettent de faire face à des situations non décrites ou pour lesquelles il n'y a pas d'antériorité. En d'autres termes ce savoir-faire s'étend à la mise en œuvre de techniques ou d'outils permettant d'améliorer sa propre connaissance du sujet, d'en repousser les limites, et d'anticiper ou de mettre en action une solution ou des options novatrices permettant d'agir dans un contexte incertain.

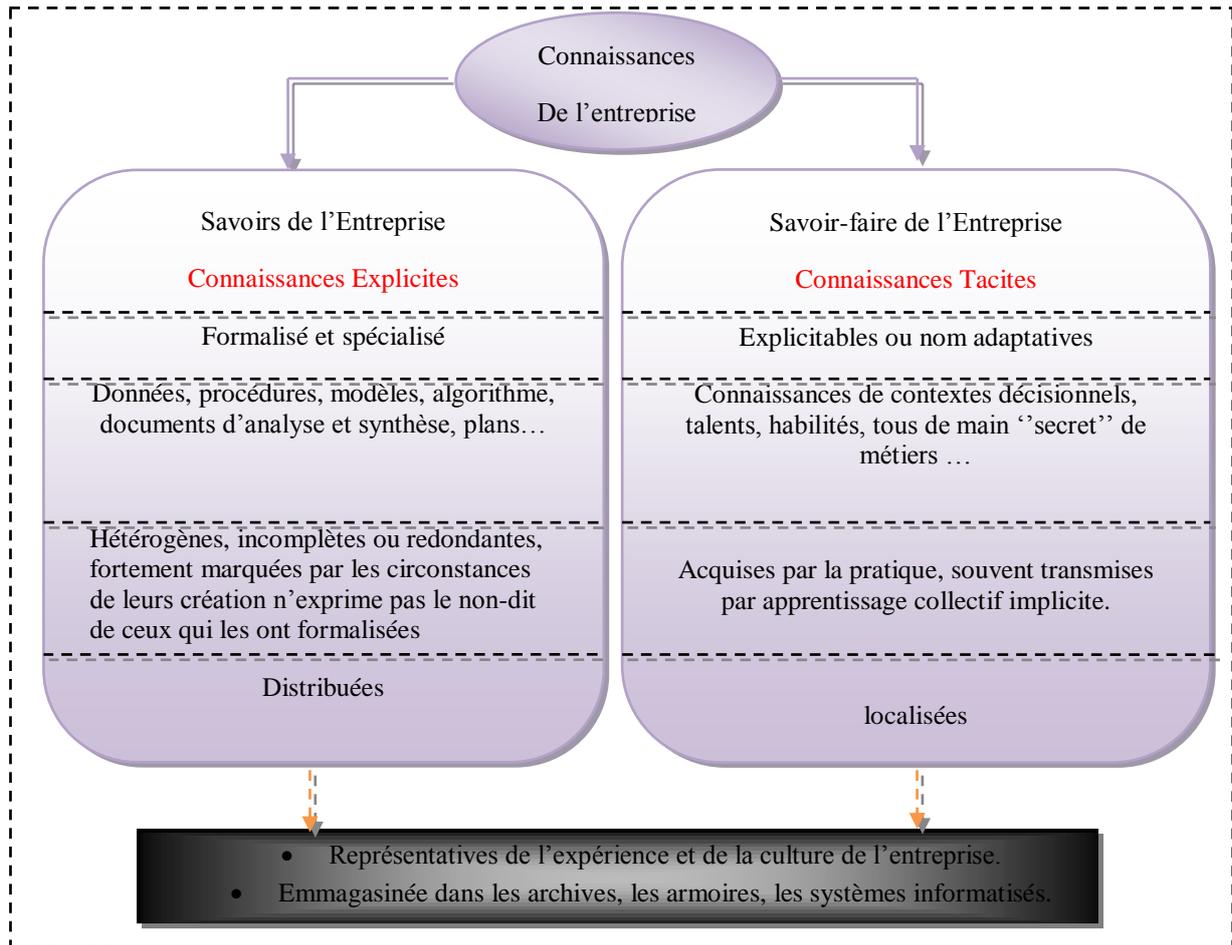


Figure.1.2. Deux catégories de connaissance des entreprises

En fait, les connaissances implicites, contextuelles, dictent une bonne partie de notre comportement. Les connaissances tacites ont également ceci de particulier qu'à partir d'un certain niveau d'expertise, l'individu lui-même n'est plus conscient de l'étendue de ses savoirs : il les met en pratique de façon automatique et intuitive, presque instinctive. Autrement dit, *'nous connaissons plus que ce que nous pouvons exprimer'*.

### 1.8. Modèle de Création de Connaissance selon Nonaka et Takeuchi

Nonaka et Takeuchi ont proposé en 1995 un modèle de création de connaissances dans leur ouvrage 'the Knowledge-creating company' quatre types de « conversion des connaissances » tacites et explicites, par création de connaissance organisationnelle. Dans leur modèle de spirale les connaissances organisationnelles sont créées par socialisation (tacites

aux tacites), externalisation (tacites aux explicites), internalisation (explicites aux tacites) et combinaison (explicites aux explicites).

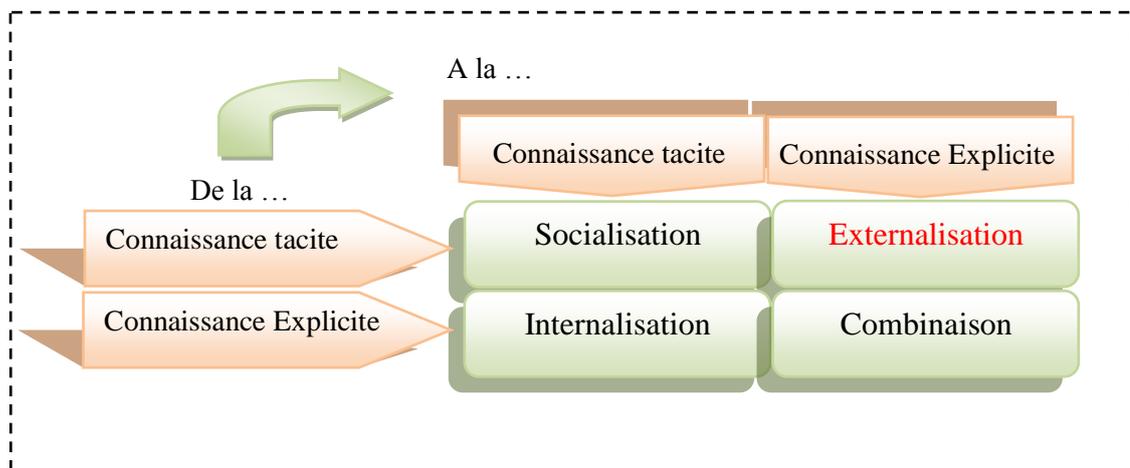


Figure 1.3. Modèle de création de connaissance selon NONAKA et TAKEUCHI [22].

### 1.8.1. Socialisation (connaissance tacite vers connaissance tacite)

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

Ce mode présente toutefois deux inconvénients majeurs : il demande beaucoup de temps et il ne peut s'appliquer qu'à un nombre réduit de personnes.

### 1.8.2. Externalisation (connaissance tacite vers connaissance codifiée)

L'externalisation est un processus qui permet le passage de connaissances tacites en connaissances codifiées, sous la forme de concepts, modèles ou hypothèses. La modélisation d'un concept est très souvent déclenchée par le dialogue et l'échange avec d'autres individus. L'objectif des technologies est de faciliter la communication écrite entre individus.

La plupart des activités de gestion des connaissances sont liées à des enjeux d'externalisation, c'est-à-dire la transformation des connaissances tacites en connaissances explicites. Pour Nonaka et Takeuchi, c'est la clé de la création de connaissances.

Ce mode passe par une mise par écrit des connaissances, avec plusieurs variantes selon le niveau de structuration de ces écrits. Tout en étant pas codifiées, étaient facilement codifiables et donc relativement faciles à intégrer dans des livres, manuels, procédures.

Quand le niveau de connaissances tacites est plus profond, non plus lié au seul fait qu'il n'est pas écrit et diffusé, mais que le savoir développé est complexe et individualisé, on recourt d'avantage au récit d'apprentissage.

### **1.8.3. Internalisation (connaissance codifiée vers connaissance tacite)**

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

L'internalisation n'est pas, en soi, une stratégie de transfert des connaissances entre générations. Toutefois, il est intéressant de comprendre son impact dans cette perspective. L'internalisation est la transformation par un individu de la connaissance explicite en connaissance tacite. Un individu qui a passé 40 ans dans une entreprise, 10-20 ans dans un poste, a développé une importante connaissance et son expertise n'est plus localisable dans la base de connaissances explicites de l'organisation. Mais, dans le même temps, tout individu qui débute dans un emploi, une fois intégrées les règles de base, va développer lui aussi des connaissances tacites, des façons de faire spécifiques, des moyens de gagner du temps ou de l'énergie. Donc, quelle que soit la qualité du transfert, les nouvelles générations au travail vont également produire ces connaissances.

C'est une limite naturelle, indispensable et profitable bien souvent au besoin d'un transfert trop systématique.

### **1.8.4. Combinaison (connaissance codifiée vers connaissance codifiée)**

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

La combinaison est le cas de figure le plus facile à régler du point de vue des transferts. Elle permet d'utiliser les technologies de l'information et donc d'effectuer des opérations à grande échelle. Cependant, elle nécessite une formalisation des connaissances et une bonne compréhension de l'environnement : les pratiques des individus, leur rapport à l'outil, l'intégration dans les pratiques et les opérations, souvent aussi une analyse préalable des réseaux sociaux existants. C'est rarement une solution unique et exclusive car elle risque de négliger l'importance critique des connaissances tacites.

## **1.9. Rendre explicite la connaissance tacite ; trois caractéristiques clés de la création de la connaissance**

La création des connaissances des entreprises japonaises tient principalement dans leur capacité à convertir les connaissances tacites en connaissances explicites.

Pour ce faire, trois caractéristiques sont clairement identifiées par Nonaka et Takeuchi afin de faciliter ce processus de conversion de connaissance tacite vers explicite : premièrement, les gens utilisent avec confiance le langage figuré et symbolique, deuxièmement, pour pouvoir être diffusée, une connaissance personnelle doit être partagée avec les autres. Troisièmement, la nouvelle connaissance naît de l'ambiguïté et de la redondance.

### **1.9.1. La métaphore et l'analogie**

Les gens utilisent le langage figuré et symbolique pour exprimer ce qui est difficilement exprimable. Le recours aux métaphores ou analogie est une méthode particulière qui permet à des individus situés dans des contextes différents et ayant des expériences variées de se comprendre.

Par l'usage de métaphore, les gens mettent en commun ce qu'ils savent sous des formes nouvelles et commencent à exprimer ce qu'ils savent mais ne peuvent le dire en tant que telle, la métaphore est très efficace pour renforcer l'engagement direct dans le processus créatif durant les premières étapes de la création de connaissances.

Une analogie est plus structurée qu'une métaphore pour distinguer deux idées ou objets, l'analogie est une étape intermédiaire entre la pure imagination et pensée logique [4].

### **1.9.2. De la connaissance personnelle à la connaissance organisationnelle**

La connaissance est toujours initiée par un individu, et c'est l'interaction au sein du groupe qui permet d'élever les connaissances individuelles au niveau de l'organisation. Ce processus est possible par l'emploi du dialogue, de la discussion, de l'échange d'expérience et l'observation.

### **1.9.3. Ambiguïté et redondance**

L'ambiguïté peut parfois s'avérer utile non seulement comme source procurant un nouveau sens de la direction à suivre mais aussi comme source de significations alternatives et de nouvelles façons de penser les choses [4]. La construction d'une organisation redondante joue un rôle important dans la gestion du processus de création de connaissances. La redondance est importante parce qu'elle encourage le dialogue fréquent et la communication [4].

## 1.10. Méthodes et outils de capitalisation de connaissances

Le processus de capitalisation des connaissances est basé sur l'explicitation et puis la formalisation, de ces derniers, en utilisant des techniques d'ingénierie des connaissances, ces techniques de modélisation sont apparues pour fournir une représentation (le plus souvent graphique) de la connaissance et rendre visible l'invisible. Ces techniques s'appuient essentiellement sur des interviews "d'experts", entendues comme personnes détentrices de savoirs. Ces interviews permettent de formaliser des connaissances, des savoir-faire ou des retours d'expérience.

Plusieurs méthodologies telles que : MOKA, REX, CAGACE, CBR, CommonKADS , KOD, MASK , MCSC.....

**1.10.1. La méthode MOKA:** (Methodology and tools Oriented to Knowledge-based engineering Applications) [9].

Elle offre un atelier complet, sous forme de démarche, de modèle de représentation et d'outils, dédié au développement des systèmes experts.

Elle se focalise sur trois étapes de préservation des connaissances : collecter la connaissance, structurer la connaissance, formaliser la connaissance.

**1.10.2. La méthode MCSC:**(Méthode de Conception des Systèmes d'information Coopératifs) [10].

Elle est spécialisée dans les problématiques organisationnelles liées au travail coopératif.

**1.10.3. La méthode SAGACE :** [57] qui est une méthode de modélisation des systèmes complexes. Cette méthode est développée au sein du CEA (Commissariat à l'Energie Atomique) a comme principe de base la modélisation des connaissances statiques décrivent un système de production.

**1.10.4. La méthode CommonKADS :** (*Common Knowledge Acquisition and Design System*) [33] qui permet de mettre en place un processus d'acquisition (puis de gestion) des connaissances par la construction de système à base de connaissances.

CommonKADS a été utilisée dans de nombreuses applications, telles que : la surveillance aéronautique, 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. (détaille voir chapitre 3).

#### **1.10.5. La méthode KOD: *Knowledge Oriented Design***

Elle s'intéresse à produire une spécification de l'expertise traitée précisant les domaines de compétence et les phases de mise en oeuvre de cette expertise.

KOD a été conçue pour introduire un modèle explicite entre la formulation du problème en langue naturelle et sa représentation dans le métalangage informatique choisi. KOD repose sur une démarche inductive qui, sur la base d'un corpus constitué de documents, d'observations et de discours d'experts, oblige à exprimer de façon explicite le modèle conceptuel des connaissances (aussi appelé modèle cognitif) des experts.

Les principales caractéristiques de cette méthode sont qu'elle repose sur des principes issus de la linguistique et de l'anthropologie. Ses fondements linguistiques la rendent bien adaptée pour l'acquisition de connaissances exprimées en langage naturel.

#### **1.10.6. La méthode REX: *Retour d'Expérience***

Une méthodologie dédiée à la capitalisation de l'expérience acquise durant la réalisation des activités d'une organisation et qui gère les connaissances dans un objectif de retour d'expérience.

Elle a été définie au départ dans le but de capitaliser les expériences de conception de réacteurs nucléaires au sein de CEA [56], cette méthode a été ensuite utilisée dans plusieurs domaines tels que la conception aéronautique, la conception de générateur électrique...

Le principe de base de la méthode consiste à constituer des ''éléments d'expérience''.

#### **1.10.7. La méthode MASK : *Methodology for Analysing and Structuring Knowledge***

Elle se présente comme une méthode d'analyse des systèmes de connaissances, dont le but est de rendre ces systèmes intelligibles à ceux qui en sont les acteurs, afin qu'ils puissent mettre eux-mêmes en place leur propre système de connaissances. Elle regroupe de nombreux travaux depuis la méthode MOISE (Méthode Organisée pour l'Ingénierie des Systèmes Experts) en 1993 et la méthode MKSM (Method For Knowledge System Management) en 1996.

Elle se veut encore aujourd'hui être en cours d'évolution vers un ensemble de démarches

Pour le management des connaissances [55] :

➤ MASK1 (évolution de la méthode MKSM en tant que méthode de formalisation Des connaissances),

- MASK2 (Cartographie et alignement stratégique),
- MASK3 (Partage et transfert des connaissances).

#### **1.10.8. La méthode CYGMA : Cycle de vie et Gestion des Métiers et Applications :**

Cette méthode se situe exactement entre MASK et CommonKADS. CYGMA a été créée au départ pour faire des systèmes experts notamment dans le domaine de la conception industrielle. L'objectif était de pouvoir écrire des règles de conception industrielle et de les programmer à l'aide de langages tels que la programmation par contraintes ou la programmation logique. La difficulté était de recueillir cette connaissance. Il y a eu une offre séparée entre la création d'un système intégré à la CAO (Conception Assistée par Ordinateur) pour la conception de pièces industrielles et le recueil de connaissances. Les concepteurs de CYGMA ont retenu la modélisation pour écrire des livres de connaissance, qui s'appelaient alors bréviaires métier.

#### **1.10. Conclusion**

L'individu étant le premier agent dans la création de savoirs et le principal détenteur de connaissances tacites, il développe son capital de connaissances tacites grâce à son expérience : plus grande est son expérience, plus importantes sont ses connaissances tacites. Articuler les connaissances tacites est souvent une tâche difficile, celles-ci étant nuancées, subtiles et liées au contexte. Par conséquent, certaines connaissances tacites ne peuvent pas être transmises autrement que d'individu à individu.

## *Chapitre 2 : Diagnostic Industriel*

## 2.1. Introduction

Le diagnostic des systèmes industriels suscite, depuis une trentaine d'années, un intérêt croissant tant au niveau du monde industriel que de la recherche scientifique. A l'origine, le diagnostic se limitait aux applications industrielles à haut niveau de risque pour la communauté comme le nucléaire ou l'aéronautique [16].

Aujourd'hui tous les industriels s'intéressent aux nouvelles technologies qui leur permettront d'améliorer le diagnostic et d'accroître leur compétitivité [27]. En effet, réduire le temps de remise en service, optimiser le temps de fonctionnement, en plus des exigences de disponibilité.

Le processus du diagnostic industriel repose sur le principe de l'observation et de l'analyse des symptômes d'une défaillance, dans le but de trouver le remède garantissant sa réparation et réduire sa probabilité de défaillance [15].

La synthèse d'un système de diagnostic peut s'opérer suivant deux types d'approches: les méthodes quantitatives et les méthodes qualitatives. Les méthodes quantitatives se basent sur la connaissance d'un modèle mathématique du processus, méthodes qualitatives reposent sur le savoir faire (connaissances tacites) de l'ingénieur ayant une très bonne maîtrise de l'installation à surveiller.

Ce chapitre introductif, vise à rappeler dans un premier temps la terminologie utilisée dans la littérature scientifique. Un état de l'art sur le diagnostic, les étapes techniques aussi les différentes méthodes du diagnostic.

## 2.2. Concept de base et définitions

Les définitions ci-après sont extraites de normes françaises et internationales, ainsi que de l'étude d'ouvrages synthétiques

### 2.2.1. Faute

- Le terme faute (ou défaut) est généralement défini comme une déviation d'une variable observée ou d'un paramètre calculé par rapport à sa valeur fixée dans les caractéristiques attendues du processus lui-même, des capteurs, des actionneurs ou de tout autre équipement [26].

### 2.2.2. Dégradation

- Une dégradation représente une perte de performances d'une des fonctions assurées par un équipement.

Si les performances sont au-dessous du seuil d'arrêt défini dans les spécifications fonctionnelles de cet équipement, il n'y a plus dégradation mais défaillance [13].

### 2.2.3. Défaillance

- Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

### 2.2.4. Panne

- Une panne est l'inaptitude d'une entité (composant ou système) à assurer une fonction requise [12].

### 2.2.5. Indicateur

- Un indicateur de défaillance est une quantité significative et pertinente à partir de laquelle il est possible de détecter une défaillance [11].

### 2.2.6. Symptôme

- Un symptôme est l'effet ou la conséquence visible d'une défaillance.

### 2.2.7. Définition de Diagnostic

« Le diagnostic est l'identification de la cause probable de la (ou des) défaillance(s) à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur un ensemble d'informations provenant d'une inspection, d'un contrôle ou d'un test. »[11].

Cette définition représente deux tâches essentielles du diagnostic : l'observation des symptômes de la défaillance et l'identification de la cause de la défaillance à l'aide d'un raisonnement logique fondé sur des observations du système.

L'objectif de la fonction diagnostic est de rechercher les causes et de localiser les organes qui ont entraîné une observation particulière. La fonction de diagnostic se décompose en deux fonctions élémentaires : **localisation** et **identification des causes**. La localisation permet de déterminer le sous-ensemble fonctionnel défaillant tandis que l'identification de la cause consiste à déterminer les causes qui ont mené à une situation anormale.

### 2.3. Les différentes étapes techniques du diagnostic industriel

Les différents étapes du diagnostic se résument dans la figure 2.1.

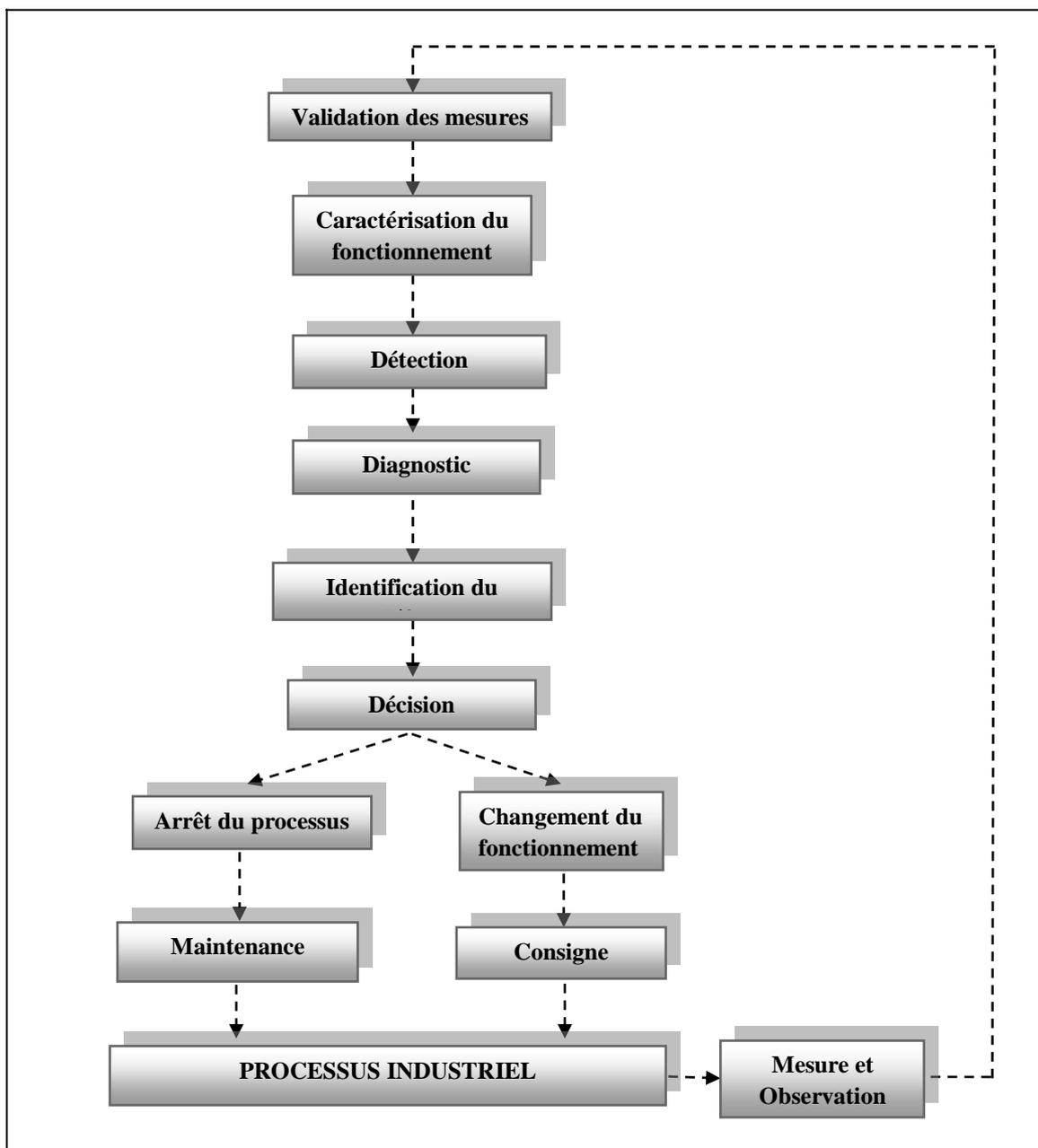


Figure.2.1. Différentes étapes du diagnostic Industriel [16]

1. l'extraction des informations nécessaires à la mise en forme des caractéristiques associées aux fonctionnements normaux et anormaux, à partir des moyens de mesures appropriées ou d'observations réalisées hors des rondes par les personnels de surveillance.

Deux façons pour estimer la grandeur physique :

- mesure directe : utilisation de capteurs,
- mesure indirecte : Estimateur d'état.

2. l'élaboration des caractéristiques et signatures associées à des symptômes révélateurs de défaillances et de dégradations en vue de la détection d'un dysfonctionnement.

- Validation des mesures, c'est l'opération qui consiste à engendrer une information représentant une grandeur physique, qui sera considérée crédible et fiable par les utilisateurs : les opérateurs et les systèmes de diagnostic.

3. la détection d'un dysfonctionnement par comparaison avec des signatures associées à des états de fonctionnements normaux et la définition d'indicateurs de confiance dans la détection. Le bruit associé aux signatures est prise en compte par l'utilisation des tests de décision statistiques.

4. la mise en œuvre d'une méthode de diagnostic de la défaillance ou de dégradation à partir de l'utilisation des connaissances sur les relations de cause à effet.

5. la prise de décision en fonction des conséquences futures des défaillances et des dégradations. Cette prise de décision peut conduire à un arrêt de l'installation si ces conséquences sont importantes.

## 2.4. Les différentes méthodes du diagnostic

Si la prise de décision conduit à déclarer le processus défaillant, il convient alors de sélectionner une méthode de diagnostic.

Les méthodes de diagnostic sont divisées en trois parties, des méthodes basées sur la connaissance, les méthodes basées le traitement des données et méthodes à base de modèle

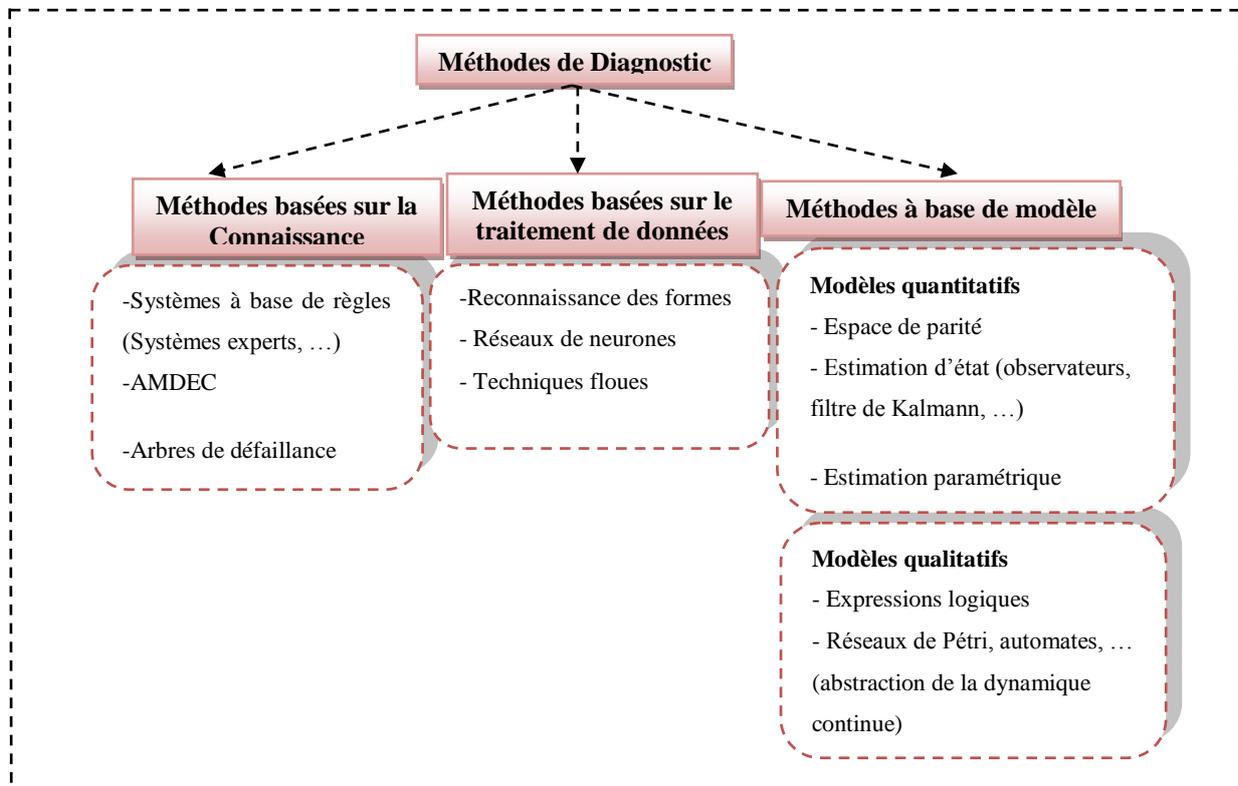


Figure.2.2. Classification des méthodes de Diagnostic [11]

### 2.4.1. Méthode basée sur la connaissance

Les méthodes à base de connaissances exploitent les compétences et le raisonnement des experts sur le fonctionnement du système et les transforment en règles.

Ce type d'approche utilise une connaissance directement explicite ou des connaissances tacites qui sont transformées en connaissances explicites de relations causales entre les symptômes, les défaillances et les fautes. Cette approche associe directement un symptôme à la faute qui en est la cause. La connaissance n'est pas extraite d'un modèle explicite structurel ou de comportement du système. Elle est souvent acquise durant la phase de conception et provient d'une analyse fonctionnelle et structurelle du système.

Cette source de connaissance peut résulter d'une analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE) ou bien d'un historique des mauvais fonctionnements du système représenté

Par un arbre de défaillances par exemple. L'analyse des modes de défaillance et de leurs effets et les arbres de défaillances sont des techniques issues du domaine de la sûreté de fonctionnement et d'études de risque dans les systèmes industriels. Elles sont utilisées pour identifier les causes des défaillances possibles d'un système. Cette connaissance, qui se présente sous la forme d'associations entre effets et causes, est dite externe ou de surface. Des approches de diagnostic qui utilisent ce type de connaissance externe sont des systèmes à bases de règles comme par système à base de connaissance.

#### **A. La méthode ADD (Arbre De Défaillance)**

L'arbre de défaillance est l'un des outils majeurs d'analyse du risque technologique, C'est la méthode la plus couramment utilisée dans les analyses de fiabilité, de disponibilité ou de sécurité des systèmes. Il s'agit d'une méthode optimisée qui permet la détermination des chemins critiques dans un système. Cette méthode a pour objet de déterminer les diverses combinaisons possibles d'événements qui entraînent la réalisation d'un événement indésirable unique. Elle permet donc d'identifier les points faibles de la conception. C'est une méthode déductive dont la représentation graphique des combinaisons est réalisée par une structure arborescente (arbre), permettant un traitement à la fois qualitatif et quantitatif. Cet arbre est établi sous forme d'un diagramme logique et comporte au sommet l'événement indésirable. Les causes immédiates qui produisent cet événement sont ensuite hiérarchisées à l'aide de symboles logiques "ET" et "OU".

Le principal inconvénient des arbres de défaillances est que le développement est sensible aux erreurs commises aux différentes étapes. En effet, l'arbre construit est seulement aussi bon que le modèle mental de son créateur. Pour exécuter un diagnostic correct à partir des arbres de défaillances, ceux-ci doivent largement représenter toutes les relations causales du processus, c'est-à-dire qu'ils doivent être capables d'expliquer tous les scénarios de défauts possibles. De plus, l'emploi de cette méthode se révèle difficile pour les systèmes fortement dépendants du temps. Enfin, il n'y a pas de méthode formelle pour vérifier l'exactitude de l'arbre développé.

#### **B. La méthode AMDEC**

C'est une méthode inductive et qualitative qui propose d'explorer le système composant par composant. Pour chacun d'eux on recherche les modes de défaillance et leurs effets sur le système, en détaillant leur criticité et leur probabilité d'occurrence pour ainsi souligner les points sensibles du système. On tente ensuite de proposer des solutions pour combattre les problèmes soulevés.

« L'AMDEC est une méthode d'analyse prévisionnelle de la fiabilité qui permet de recenser systématiquement les défaillances potentielles d'un dispositif puis d'estimer les risques liés à l'apparition de ces défaillances, afin d'engager les actions correctives à apporter au dispositif » [30].

### C. Les systèmes à base de règles

A partir d'informations heuristiques sur le fonctionnement d'un système, le diagnostic par Système expert essaie de reproduire le comportement d'un expert humain dans son domaine en accomplissant une tâche d'association empirique entre les symptômes observés et les causes [28]

Un SE est un programme qui permet l'exploitation des connaissances dans un domaine précis et rigoureusement limité. Il est utilisé pour effectuer des tâches intellectuelles, c'est-à-dire des travaux exigeant le savoir et l'expérience de l'homme. Un SE est alors capable d'assister l'utilisateur de manière efficace.

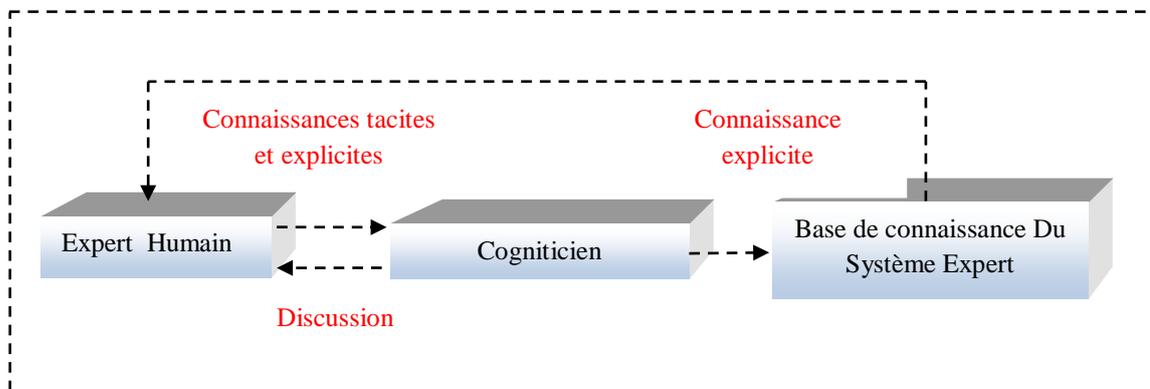


Figure.2.3 Développement d'un système expert

Les experts humains sont capables d'effectuer un niveau élevé de raisonnement à cause de leur grande expérience et connaissance sur leurs domaines d'expertise. Un système expert utilise la connaissance correspondante à un domaine spécifique afin de fournir une performance comparable à l'expert humain. En général, les concepteurs de systèmes experts effectuent l'acquisition de connaissance grâce à un ou plusieurs interviews avec l'expert ou les experts du domaine.

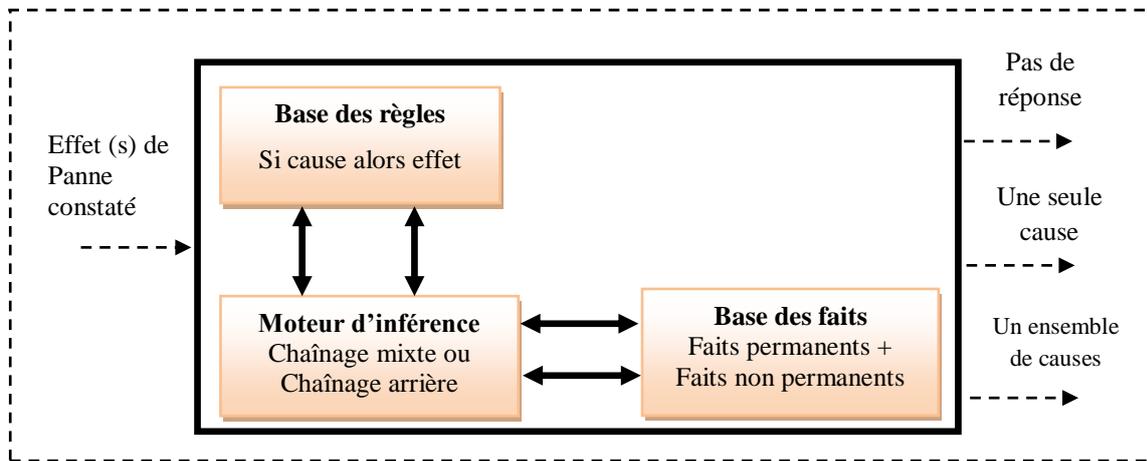


Figure .2.4. Principe d'un système expert de diagnostic [15]

La connaissance d'un système expert d'aide au diagnostic, dans le cas d'un formalisme de règles de production, peut se présenter sous la forme suivante :

Règle de Production : **Si** (Cause 1) **et** (Cause 2) **et** ...**et** (Cause n) **alors** Effet (conséquence)

Cette expertise peut être formulée directement par l'expert et le cognicien ou bien elle peut être déduite à partir des méthodes d'aide au diagnostic qui se basent sur l'analyse de la défaillance.

#### 2.4.2. Méthode basée sur le traitement de données

Dans ces méthodes, les seules informations disponibles sont les signaux issus des capteurs positionnés sur le système. Les capteurs sont supposés fiables et leurs valeurs correctes. L'objectif de ces méthodes est d'associer un ensemble de mesures à des états de fonctionnement connus du système. Ces approches à base de données font appel à des méthodes de reconnaissance de formes qui utilisent des techniques d'apprentissage numérique et de classification afin d'établir un modèle de référence du système fondé sur l'expérience (exploitation des données, des mesures sous la forme d'historique). Le modèle établi ne provient donc pas d'une spécification du système durant la phase de conception. Il ne repose pas sur une connaissance physique du système. Ce modèle de référence capture le comportement normal du système et est utilisé pour la détection et le diagnostic.

##### A. Le diagnostic par reconnaissance de formes

Un problème de diagnostic peut se définir comme un problème de reconnaissance de formes. Il a pour but la reconnaissance d'une forme parmi différentes possibilités à partir d'observations bruitées. Il existe plusieurs approches : la reconnaissance de forme *structurelle* ou *syntactique* qui exploite les relations entre les composants de la forme et la reconnaissance de formes de *type numérique* (statistique, floue, etc) qui exploite des modélisations de formes

Probabilistes ou flous.

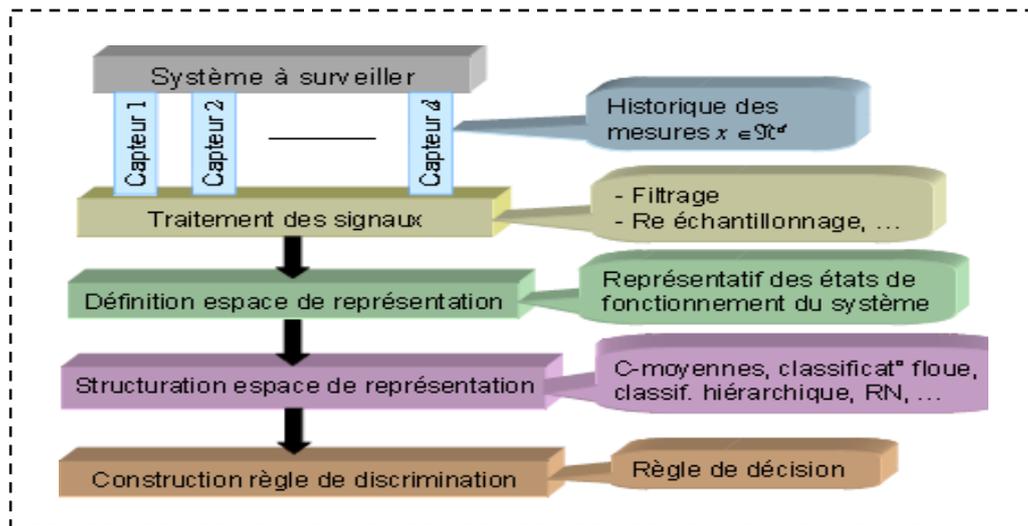


Figure 2.5 Diagnostic d'un système avec l'approche par reconnaissance de formes [58]

### 2.4.3. Méthode à base de modèles

Les approches de diagnostic à base de modèles reposent sur une connaissance physique profonde du système à diagnostiquer. Le système est représenté sous forme d'un ou plusieurs modèles qui décrivent la structure du système et son comportement nominal ou encore son comportement en présence de faute. La méthode de diagnostic s'appuie sur la comparaison du comportement réel observé sur le système physique avec le comportement prédit à l'aide de modèles.

Le modèle est utilisé pour déterminer le comportement du système attendu parton d'une observation.une observation étant un ensemble de données, issues en générale de capteurs, sec observation sont reliées direct avec les variables du modèle.

Le conflit est détecté lorsque les variables calculées par le modèle sont différents para port aux variables observée sur le système.

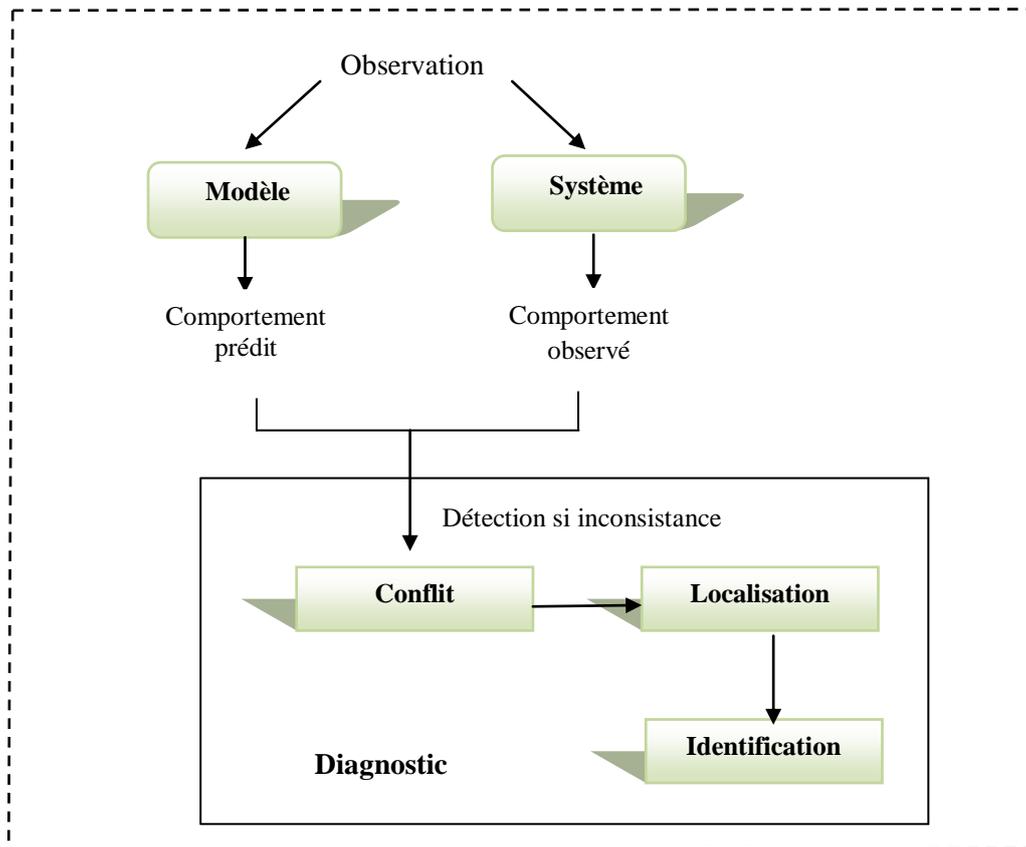


Figure 2.6. schéma de diagnostic à base de modèle

Le conflit détecté, la tâche de diagnostic consiste à expliquer la défaillance en proposant des diagnostics, à savoir des ensembles de composants fautifs, expliquant la défaillance.

## 2.5. Conclusion

Nous avons dans, ce chapitre réalisé une étude bibliographique sur le diagnostic, dans le but d'identifier et d'évaluer des solutions qui concernent notre problématique. Nous avons vu que

La synthèse d'un système de diagnostic peut s'opérer suivant trois types d'approches:

Des méthodes basées sur le traitement des données et des méthodes à base de modèles et méthodes basé sur la connaissance.

Dans notre travail, nous avons utilisés la méthode basée sur la connaissance.

***Chapitre 3 : Description de la méthodologie***

***CommonKADS***

### **3.1. Introduction**

L'ingénierie de connaissance n'est pas simplement un moyen de l'extraction des connaissances de l'expert, mais aussi il inclut maintenant des méthodes et des techniques d'acquisition de connaissance, la modélisation, la représentation et l'utilisation [traduit 51].

Pour notre analyse, nous avons choisi la méthodologie CommonKADS, car elle propose un cadre de modélisation au niveau de connaissance.

Ce chapitre 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.

Le langage de représentation graphique utilisé pour le modèle du domaine est UML et le langage de présentation des connaissances est CML.

### 3.2. La méthode KADS

La méthode KADS (*Knowledge Analysis and Design System*) est une méthodologie de développement des systèmes à base de connaissances développées à Amsterdam au début des années 1990, dans le cadre du programme européen ESPRIT I.

- KADS se veut une méthodologie pour l'étude, la construction, l'utilisation et la maintenance de systèmes de connaissances.
- Le principe d'une mise en place rapide d'un prototype est rejeté (connaissance «superficielle», manque de structure, de maintenance), en cherchant au contraire à conceptualiser et modéliser le domaine complètement avant d'entreprendre une implémentation.
- L'approche doit permettre de stocker la connaissance de l'expert indépendamment du système expert construit.

Le projet est reconduit sous le nom KADS II. Le cadre du programme européen ESPRIT II La méthodologie à améliorer dans le but de faire un standard commercial, notamment en Europe. On nomme cette méthodologie CommonKADS .

### 3.3. La méthode CommonKADS

Cette méthodologie est un des résultats des projets ESPRIT, KADS-I et KADS-II. Elle repose sur le postulat que le partage des connaissances est basé sur la communication et la recreation de connaissances. Donc, la gestion de connaissances signifie le partage de la connaissance parmi plusieurs individus. *L'objectif premier de la méthode est d'aider à la modélisation des connaissances d'un expert ou groupe experts dans le but de réaliser un système d'aide à la décision basé sur la connaissance SBC.*

CommonKADS utilise en plus des trois catégories citées ci-dessus, six modèles pour analyser la connaissance : organisation, tâche, agent, communication, connaissance et conception.

- Le modèle de l'organisation décrit l'entreprise dans son ensemble ainsi que ses fonctions.
- Le modèle tâche décrit les tâches réalisant les fonctions identifiées par le modèle d'organisation.
- Le modèle agent identifie et décrit les agents –humains ou informatiques- impliqués dans la réalisation des tâches.
- Le modèle de communication représente la communication entre agents et homme-machine.
- Le modèle de connaissances (ou d'expertise) modélise l'expertise indispensable à la réalisation des tâches par les agents.

- Le modèle de conception concerne plus spécifiquement la conception d'un système à base de connaissances destiné à implémenter les connaissances modélisées [32].

Type de mémoire	Modèles CommonKADS pertinents
Mémoire métier	Modèles de connaissance
Mémoire société	Modèles d'organisation, de tâche, d'agent
Mémoire individuelle	Modèles d'agent et de connaissance
Mémoire de projet	Modèles de tâche, d'agent et de communication
Mémoire technique	Modèles de tâche, d'agent et de connaissance
Mémoire managériale	Modèles d'organisation, de tâche, d'agent et de communication

Le tableau 3.1 Application de chaque modèle selon le type de mémoire Souhaitée [32].

CommonKADS se positionne entre l'approche structurée et l'approche orientée objet, Comme l'indique-la (Figure 3.1).

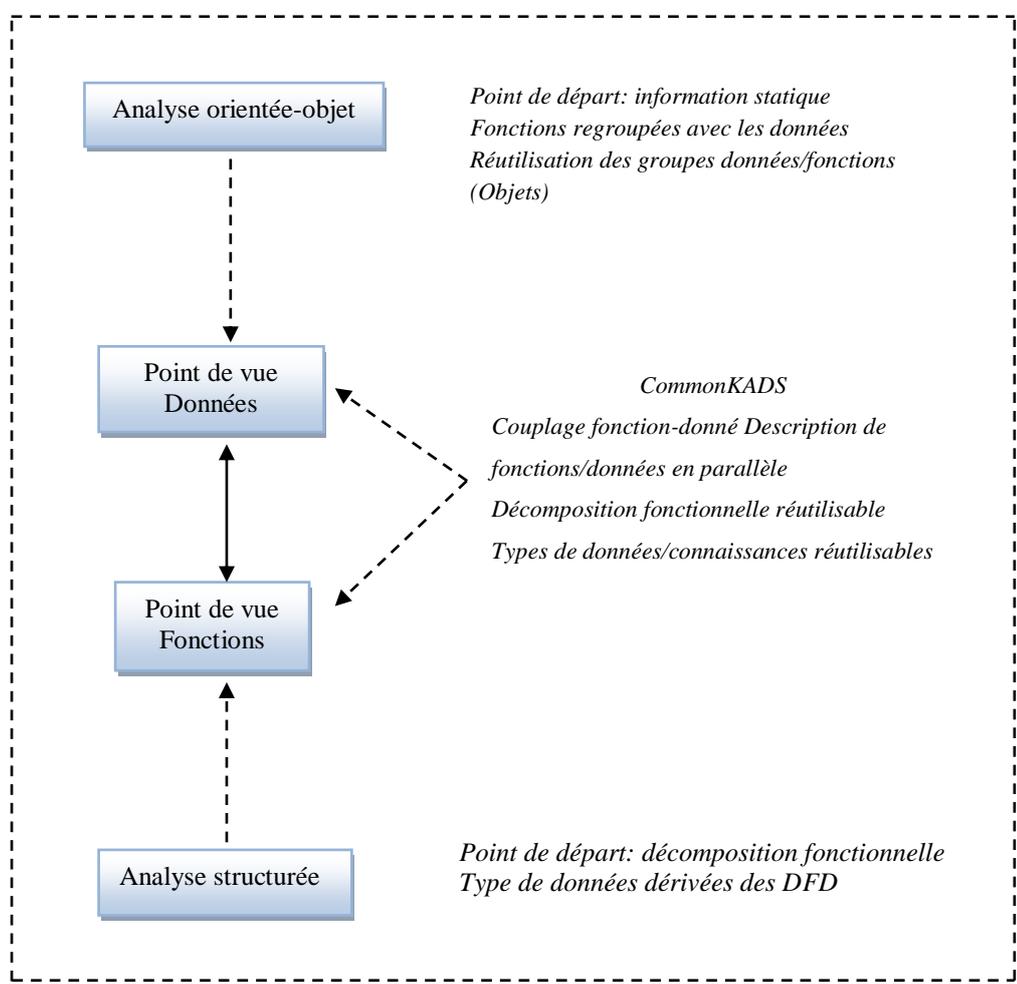


Figure 3.1. Comparaison des diverses approches [33]

### 3.4. La modélisation à l'aide de CommonKADS

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. 3.2.).

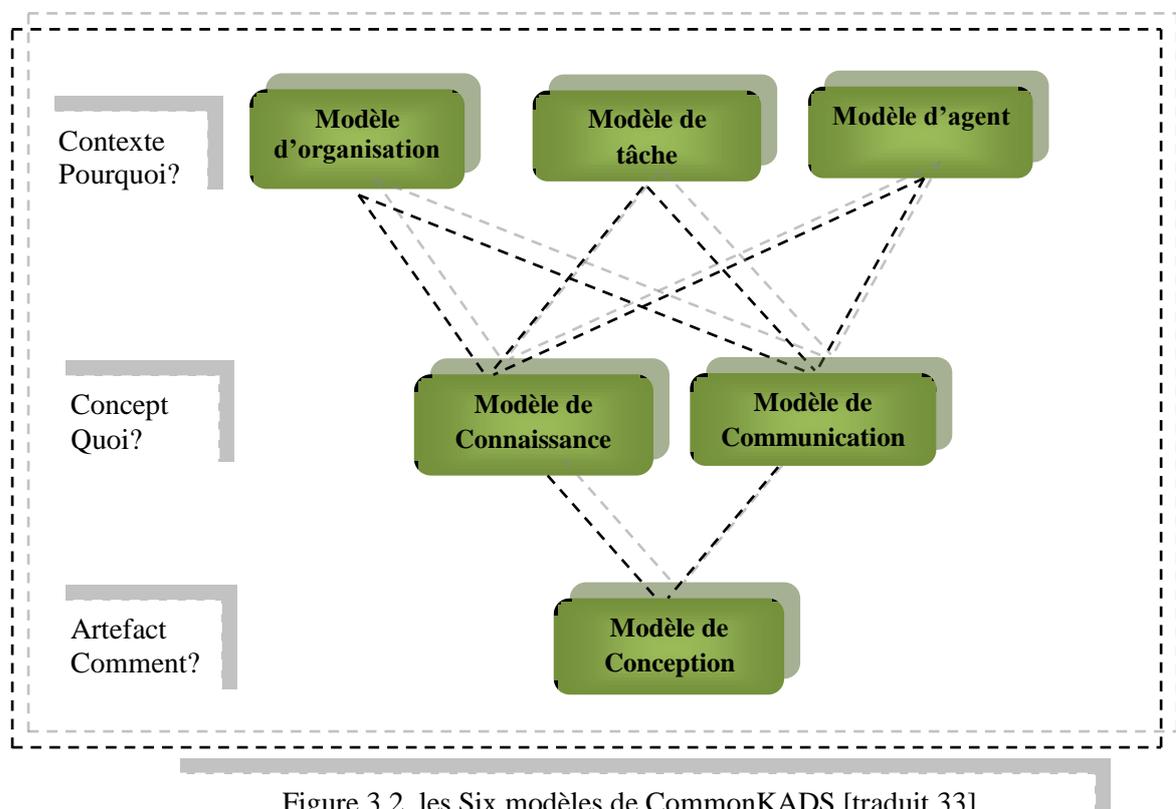


Figure.3.2. les Six modèles de CommonKADS [traduit 33]

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 surveillance d'une centrale thermique, nous avons principalement développé le modèle de connaissances.

### **3.4.1 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?

#### **3.4.1.1. 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 3.3 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.

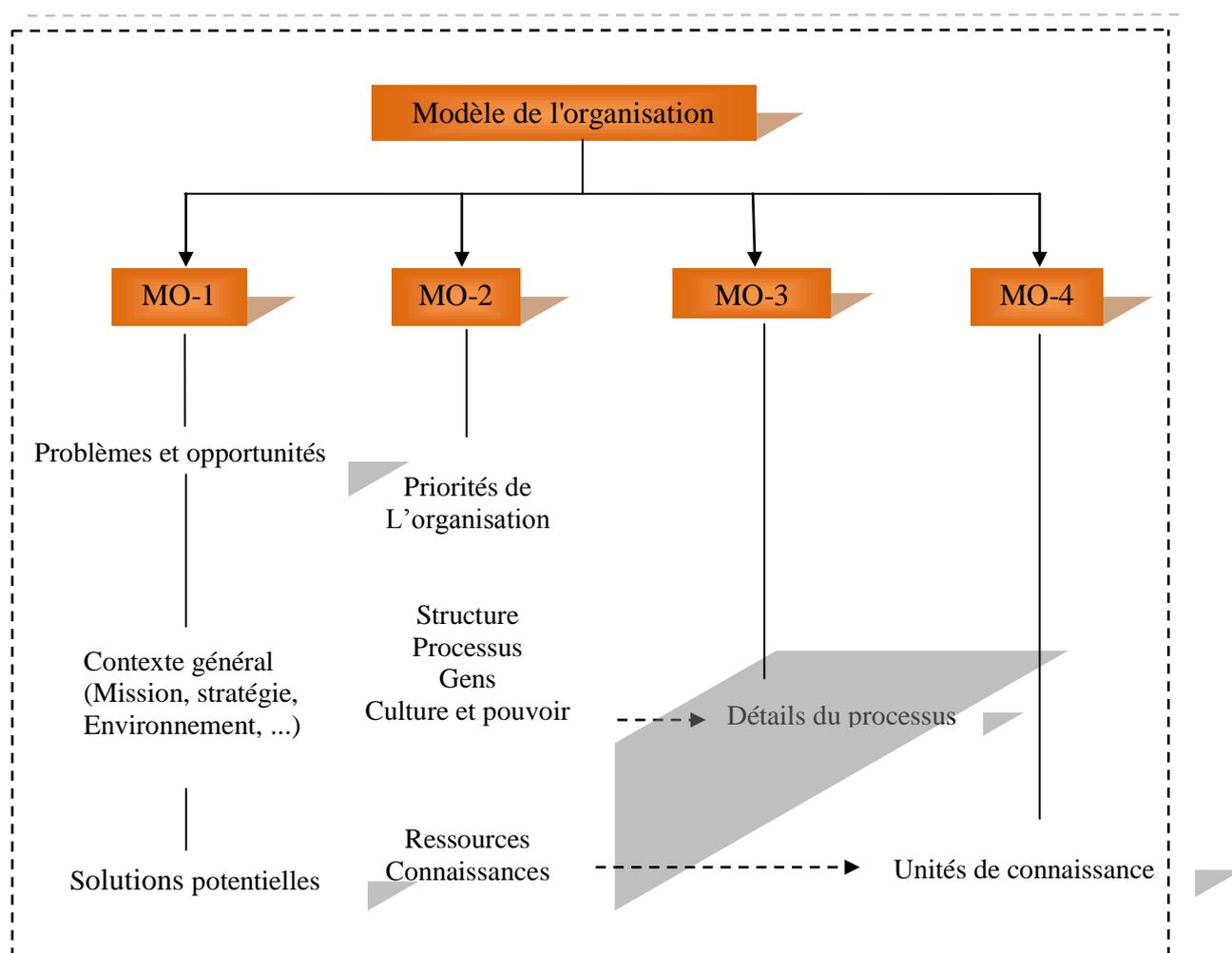


Figure 3.3 Le modèle de l'organisation (traduit de [33])

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.

### **3.4.1.2. 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 de tâche de l'annexe)

### **3.4.1.3 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 dans 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 dans 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 3.4 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. ).

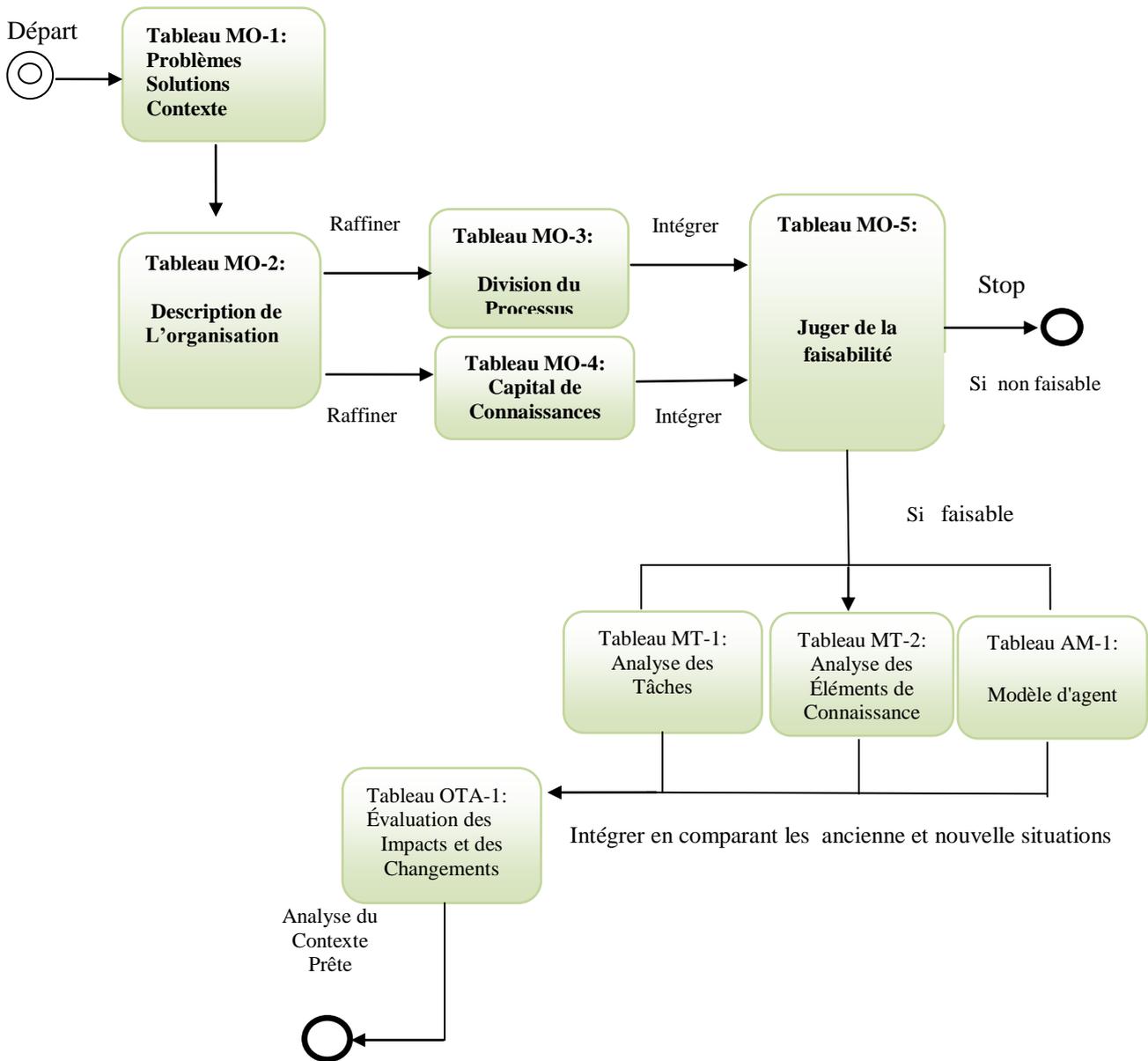


Figure.3.4. Feuille de route pour la modélisation du contexte (traduit de [33])

### 3.4.2 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 [33] 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.

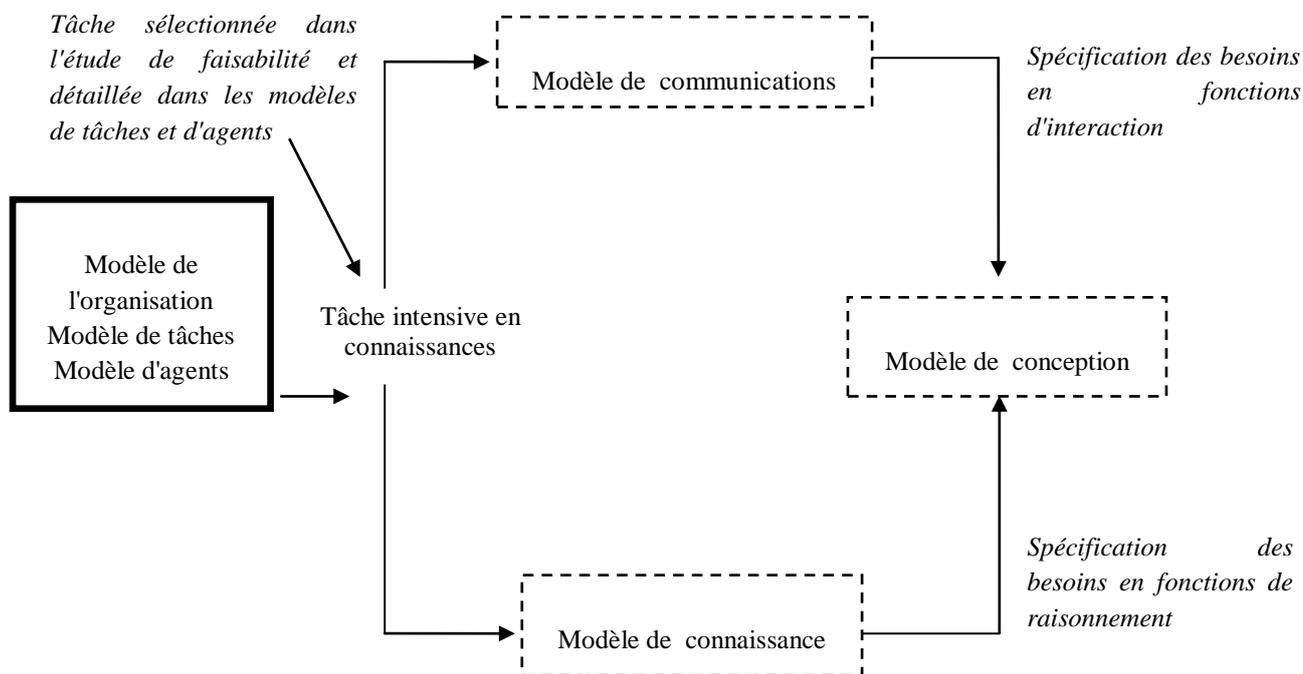


Figure 3.5. La modélisation du concept et de l'artefact (traduit de [33])

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 [47] (figure 3. 6).

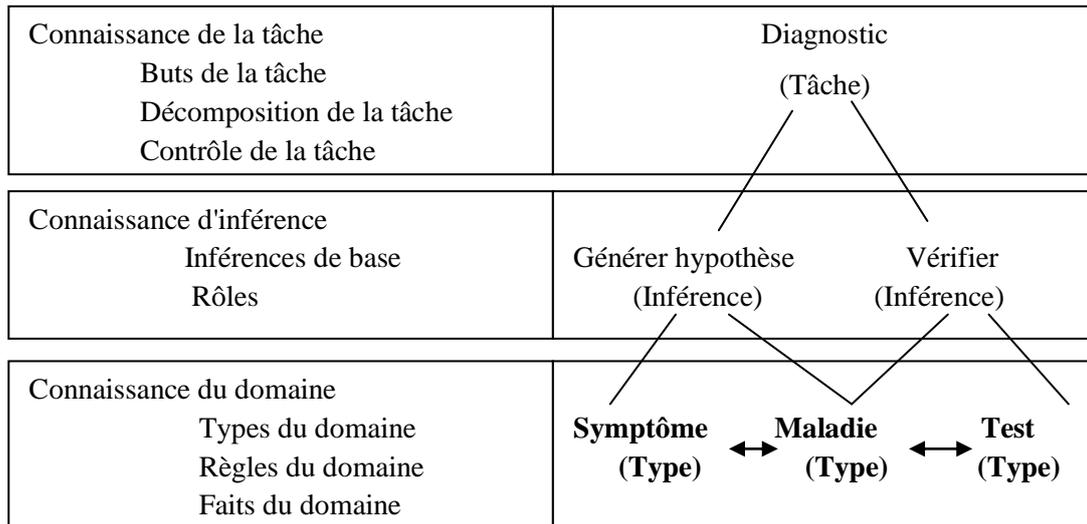


Figure 3.6. Les catégories de connaissance dans un modèle de connaissances (traduit de [33])

## A. La connaissance du domaine

La connaissance du domaine contient des types d'information et de connaissances propres au domaine. Celle-ci ressemble au modèle d'objet en analyse traditionnelle. La connaissance du domaine décrit l'information statique du domaine d'application. Elle est habituellement constituée de deux groupes [47]: 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.

### A.1. Le schéma du domaine

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

#### A.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.

#### A.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.

#### A.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.

## **A.2. La base de connaissance**

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.

## **B. 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.

## **C. 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.

### **3.4.3. 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 3.7.

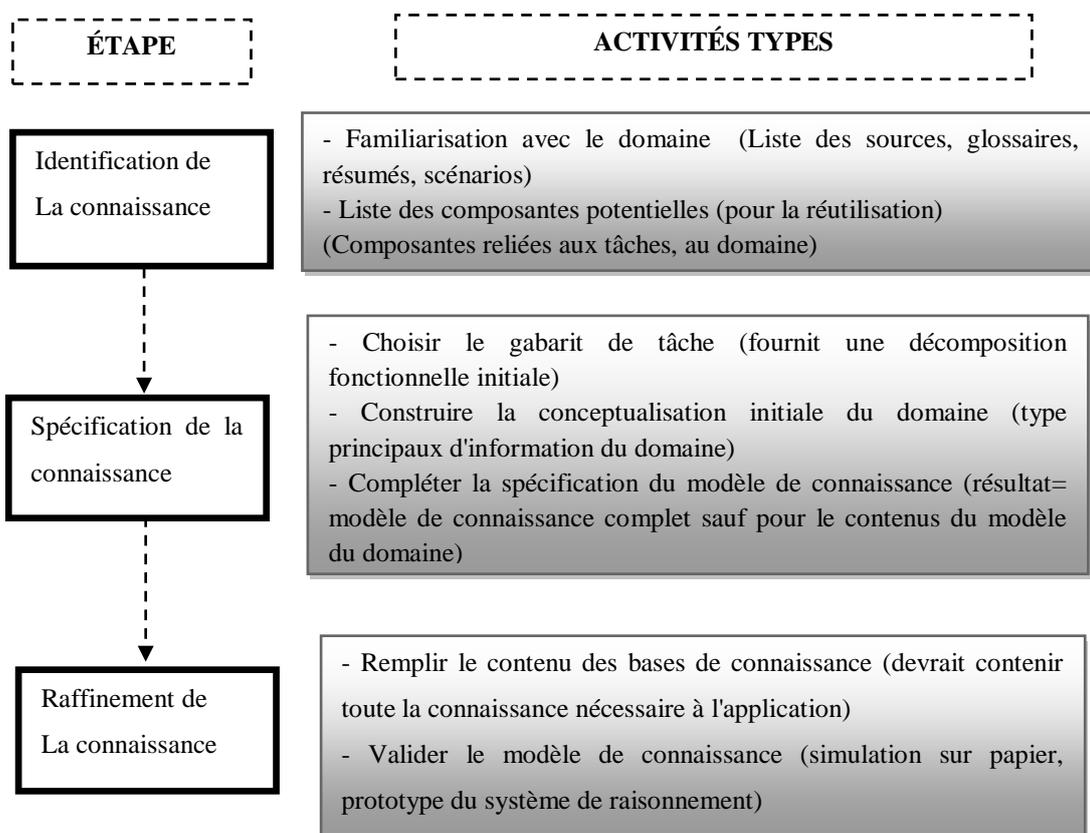


Figure 3.7. Les étapes de construction du modèle de connaissances (traduit de [33])

### 3.4.4 Le modèle de communications

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

### 3.4.5 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.

### 3.5. Notion UML en Commonkads

Nous décrivons les notations UML utilisées dans CommonKADS, diagramme d'activité, diagramme d'état, diagramme de classe, Diagramme de cas d'utilisation. Pour chaque diagramme, nous décrivons les éléments de base (voire l'Annexe C).

### **3.6. Conclusion**

Nous avons présenté dans ce chapitre une brève description de la méthode de modélisation et de construction de systèmes à base de connaissances CommonKADS. Dans le chapitre suivant, nous allons élaborer en détail les différents modèles dans le cadre de la méthode pour l'application que nous voulons construire.

***Chapitre 4 : Application de la méthodologie  
CommonKADS à la centrale thermique de Jijel***

## **4.1. Introduction**

Ce chapitre présente une application de la méthodologie CommonKADS au niveau de la centrale thermique de Jijel, les modèles d'organisation, tâches, agent sont présentés par des tableaux successifs. La construction des éléments d'un modèle de connaissance est illustrée pour la tâche diagnostic de l'anomalie affichée par des alarmes dans les panneaux de signalisation (système de surveillance en ligne), à la salle de commande.

## 4.2. Le Domaine d'Application

La centrale thermique de Jijel est l'une des plus importantes centrales d'Algérie, elle participe de 16% de la production globale. , elle est de type thermique, situé au bord de la mer et constituée de trois groupes turbo alternateur (turbine à vapeur) d'une puissance unitaire de 210MW.

La centrale thermique de Jijel a été construite par une entreprise russe TPE (Techno Prom Export) Les travaux ont été entamés en 1984, le premier groupe a été couplé au réseau en date du 06 juin 1992 par groupe de travail russe et algérien (experts, ingénieurs, techniciens).



Figure 4.1. La centrale thermique de Jijel

Toutes les fonctions importantes d'une tranche sont commandées et surveillées par la salle de commande.



Figure 4.2. La salle de commande service exploitation

C'est dans la salle de commande que sont centralisées les principales données relatives au fonctionnement de la tranche. C'est de là que partent les "ordres" transmis par les opérateurs aux différents composants et systèmes. Ce "pilotage" télécommandé fait largement appel à l'automatisation et à l'informatique. Il s'agit là d'aides indispensables pour les opérateurs. Mais ce sont eux qui restent les responsables à part entière du pilotage de la tranche et qui prennent les décisions prévues par les procédures. Les opérateurs, veillent au bon fonctionnement de l'installation et ajustent la puissance à la demande du réseau électrique.

#### 4.2.1. Les équipements de la centrale

- Le groupe est l'ensemble des équipements suivants :
  - La chaudière (générateur de vapeur).
  - La turbine (transmetteur de l'énergie thermique cinétique en énergie mécanique).
  - L'alternateur (transmetteur de l'énergie mécanique en énergie électromagnétique).
  - Le poste d'eau (qui ferme le cycle thermodynamique).
  - La salle de commande principale (ou salle de contrôle).

La figure 4.3 présente un schéma simplifié de processus de la centrale thermique de Jijel.

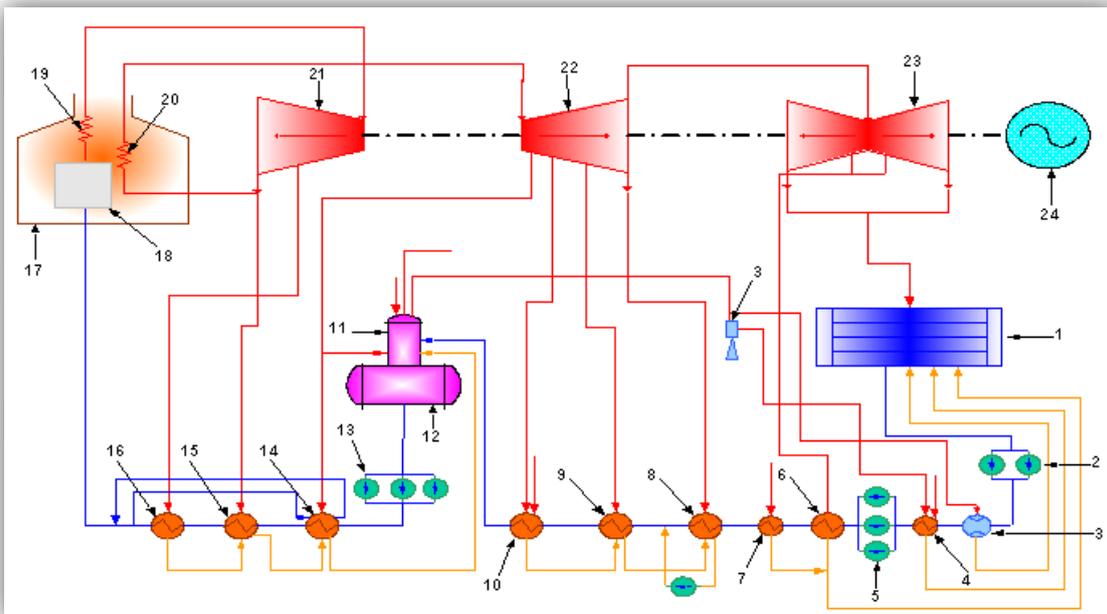


Figure.4.3. Schéma simplifié de processus de production de la centrale de Jijel

<p>(1) : Condenseur</p> <p>(2) : Pompe d'extraction 1<sup>er</sup> étage</p> <p>(3) : Ejecteur</p> <p>(4) : Condenseur de bouillie avec éjecteur</p> <p>(5) : Pompe d'extraction 2<sup>ème</sup> étage</p> <p>(6) : Réchauffeur basse pression 1(RBP1)</p> <p>(7) : Condenseur de bouillie sans éjecteur</p> <p>(8) : Réchauffeur basse pression 2 (RBP2) (9) : Réchauffeur basse pression 3(RBP3)</p> <p>(10) : Réchauffeur basse pression 4 (RBP4)</p>	<p>(11) : Dégazeur</p> <p>(12) : Bâche alimentaire</p> <p>(14) : Réchauffeur haute pression 1 (RHP1)</p> <p>(15) : Réchauffeur haute pression 2 (RHP2)</p> <p>(16) : Réchauffeur haute pression 3 (RHP3)</p> <p>(17) : Générateur de vapeur</p> <p>(18) : Economiseur</p> <p>(19) : Surchauffeur</p> <p>(20) : Resurchauffeur</p> <p>(21) : Corps haute pression</p> <p>(22) : Corps basse pression</p> <p>(23) : Corps moyenne pression</p>
--	--

### 4.3. Modèle d'Organisation

#### 4.3.1. Identification dans l'organisation des problèmes et des opportunités orientées vers une solution de connaissances

Au cours de la prochaine décennie, la population en âge de travail commencera à décliner lorsque les experts prendront leur retraite. Exportant avec elle les savoirs, les savoir-faire (connaissance tacites) et autre expertises indispensables à la primités de notre entreprise, les problèmes et les solutions proposés présenté dans le (tableau 4.1).

<p>Problèmes et opportunités</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manque de coordination entre la division exploitation et division maintenance (le service maintenance n'est Pas informé des déclenchements).</li> <li>• Manque de partage de connaissances entre les cadres d'exploitations (anciens experts) et les ingénieurs nouveau d'exploitation.</li> <li>• Le délai d'intervention en cas d'une anomalie est très lent, qui engendre un déclenchement de système.</li> </ul>
<p>Contexte organisationnel</p>	<p>Mission</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produire de l'énergie électrique de puissance de 630 MW.</li> <li>• Assure la bonne continuité de production et la disponibilité des moyens de production.</li> </ul> <p>la stratégie de l'organisation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Assurer le suivi des paramètres économiques et améliorer les performances des équipements.</li> <li>• Assurer la formation sur le tas des agents placés sous sa responsabilité.</li> </ul>
<p>Solutions</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Externalisation des connaissances tacites en connaissances explicites par des interviews directe avec les experts afin de construire un système à base de connaissance S.B.C basé sur l'expérience de façons à assurer la transition vers les générations des travailleurs plus jeune.</li> </ul>

Tableau 4.1.modèle d'organisation 1

**4.3.2. MO-II: Les aspects organisationnels ayant un impact ou pouvant être affectés par la solution de connaissances**

Le modèle d'organisation 2 est donné par le tableau 4.2

<b>Modèle d'Organisation</b>	<b>Variant Aspects Worksheet OM-2</b>
Structure	Un organigramme de l'organisation présenté dans la figure 4.4
Processus	Une brève description du processus d'affaires. Il est divisé en tâches détaillées dans MO-3
Les acteurs	Les ingénieurs de production, les cadres d'exploitation (les experts), les Techniciens Principaux Conduite Centrale (TPCC), Techniciens Conduites Auxiliaires (TCA), techniciens Principaux chimistes (TPC), chauffeur VL (Voir Figure 4.5).
Les ressources	<p>Pour commander et contrôler le fonctionnement des équipements relatifs aux trois groupes, la centrale dispose d'une salle de contrôle située dans le bâtiment de commande.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Un Système de surveillance en Ligne : pour la surveillance des installations de production des trois groupes, et contrôle l'état de rendement du système, et affiche les anomalies par des alarmes dans le panneau de signalisation.</li> <li>➤ Un logiciel GEIDE : qui permet la gestion des documentations.</li> <li>➤ Logiciel SAP : utilisé actuellement pour la gestion comptable et le contrôle de gestion.</li> </ul>
La connaissance	La connaissance est une ressource spéciale exploitée dans un processus d'affaires (décrit au tableau MO-4)
La culture et le pouvoir	La centrale de Jijel contient des experts compétents et des cadres capables d'assurer la continuité de production et la disponibilité des moyens de productions grâce à leurs expériences dans le domaine.

Tableau 4.2.modèle d'organisation 2

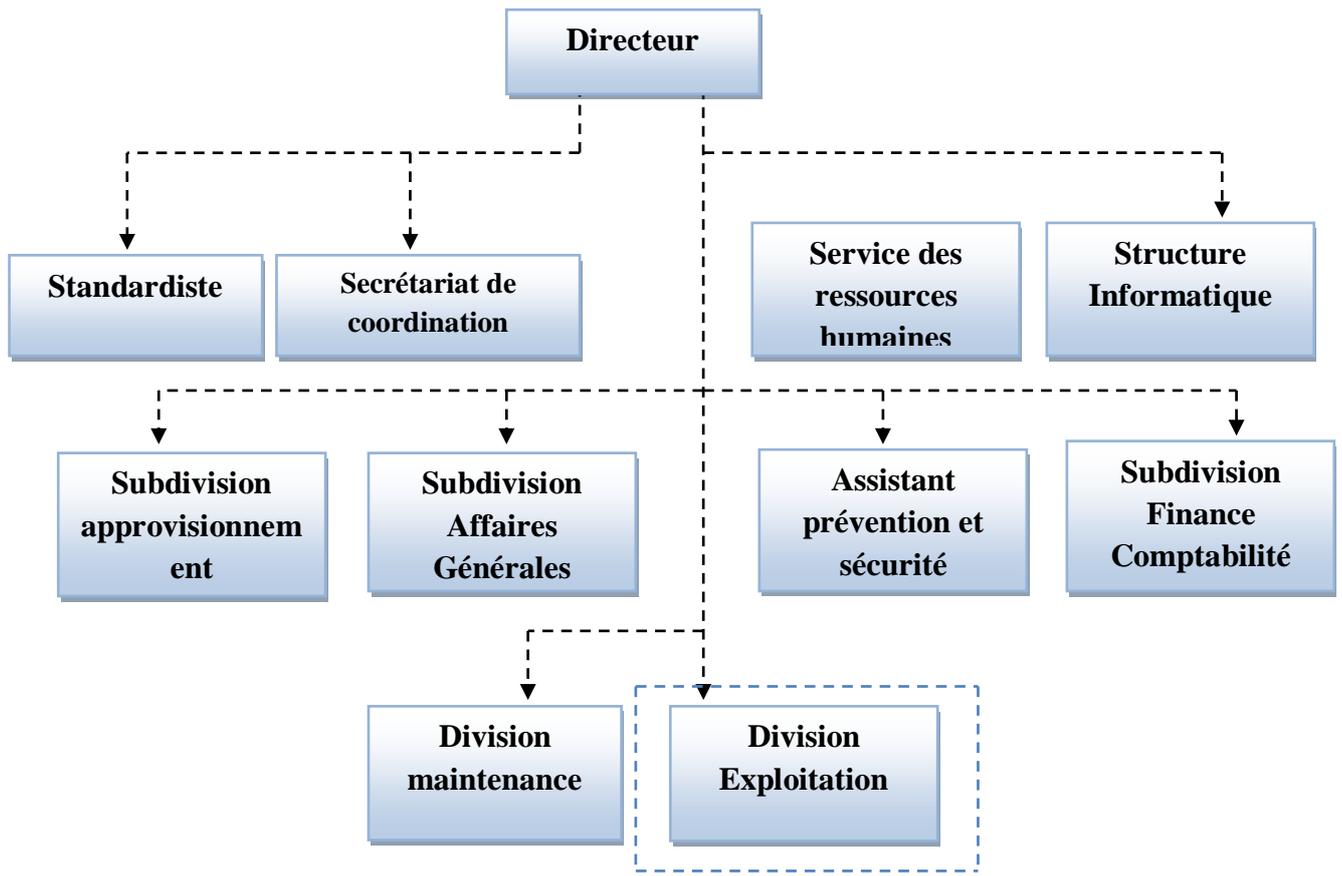


Figure 4.4. L'organigramme de la centrale thermique de Jijel

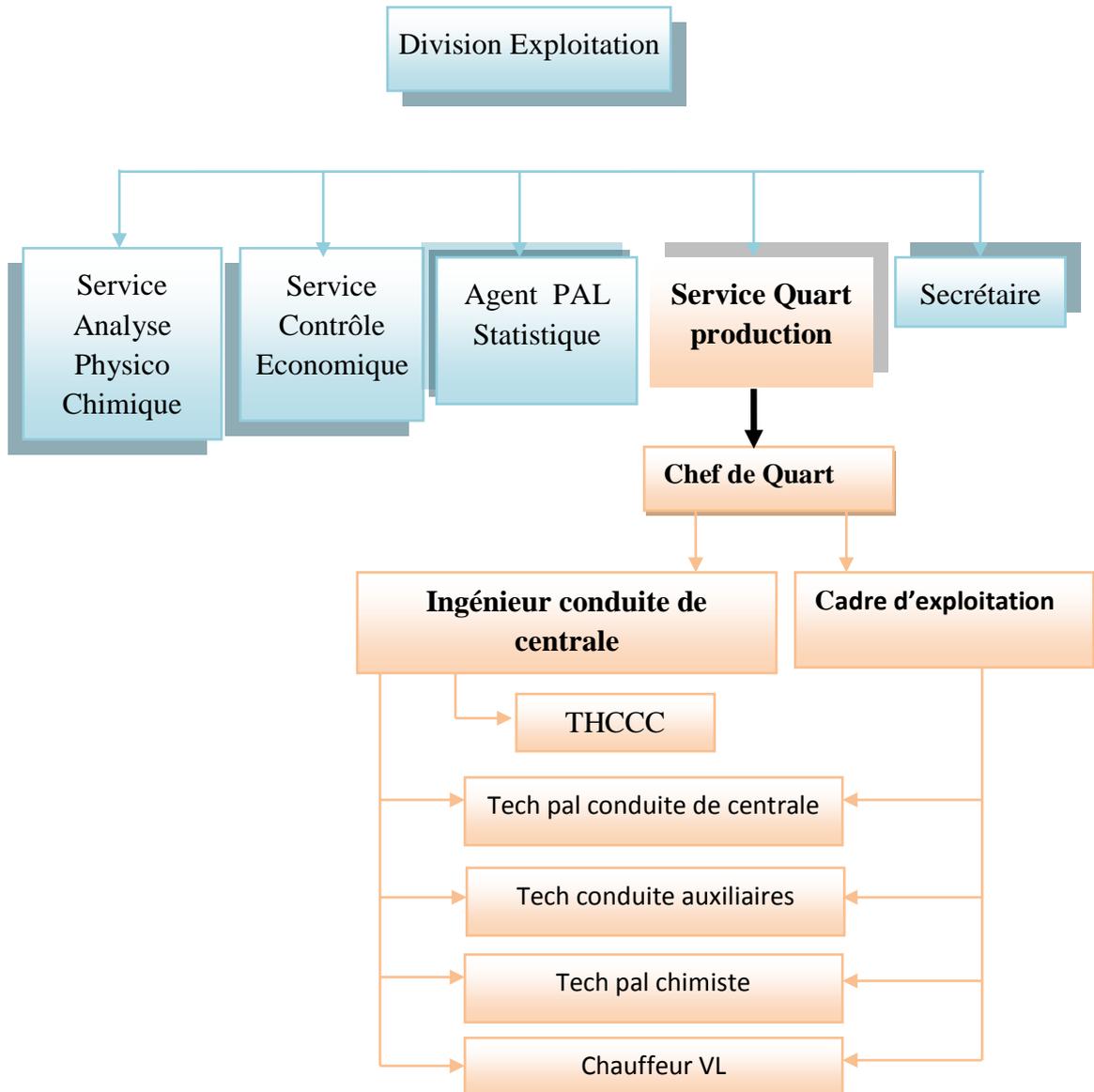


Figure 4.5. Détails de division exploitation

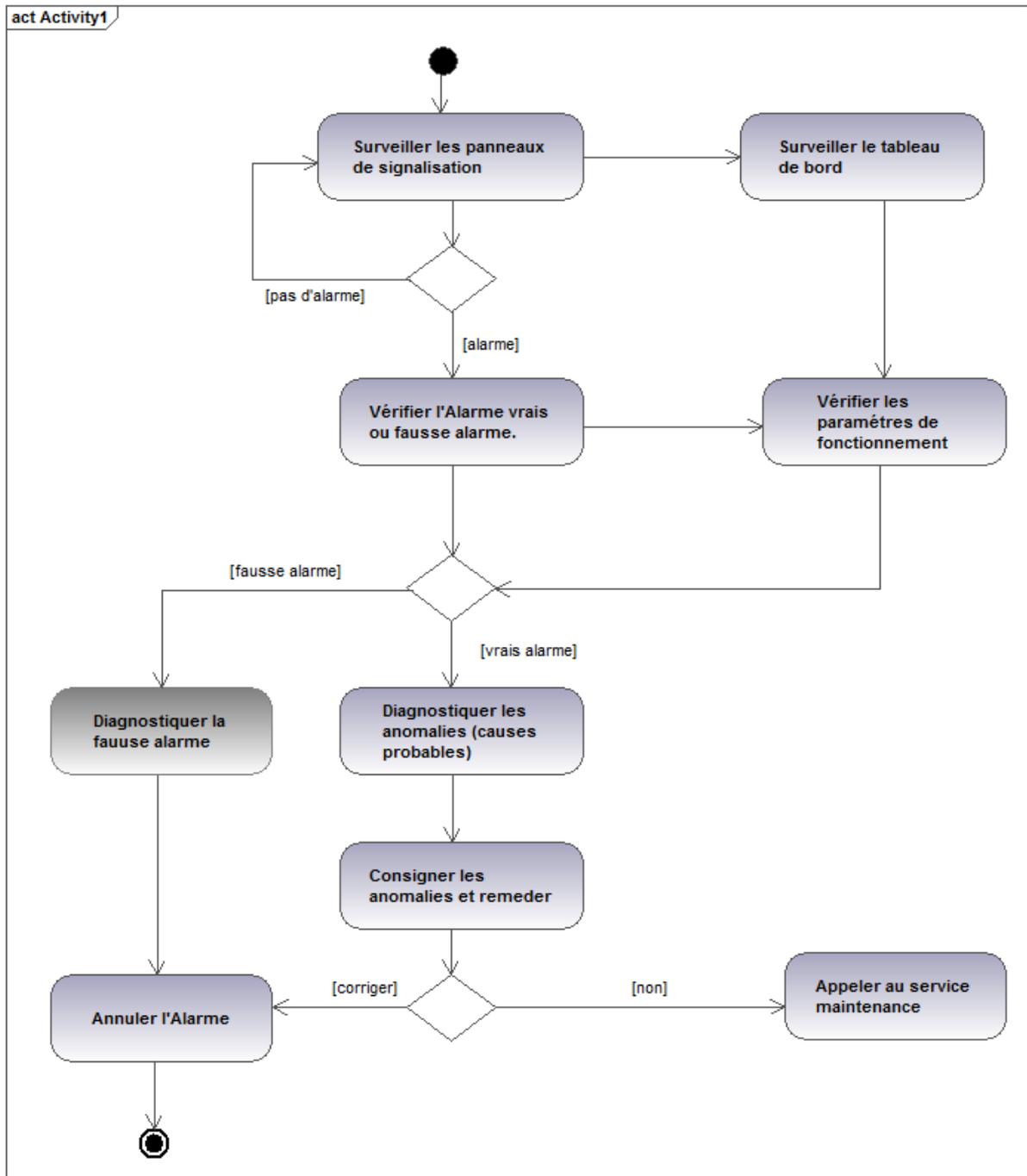


Figure.4.6. Diagramme d'activité du service quart de production

4.3.3. Modèle de l'organisation-3 (MO-3)

Modèle d'organisation		Process Breakdown Worksheet OM-3				
No (identificateur de la tâche)	Tâche (nom de la tâche)	Effectuée par (agent)	Où? (Endroit dans la structure)	Unité de connaissance (voir MO-4)	Connaissance intensive? (Oui/non)	Signification (Sur une échelle de 1 à 5, en fonction de la fréquence, du coût, etc.)
1	Observation du système de surveillance	Le Technicien Principale Conduite Centrale TPCC	Service quart de production (salle de commande)	A partir des panneaux de signalisations.	non	3
2	Vérification des paramètres de fonctionnement	Le TPCC et TCA et TPC	salle de commande	A partir du tableau de bord (affichages des paramètres : température, pression, charge..)	non	5
3	Transformer l'information de dysfonctionnement à l'ingénieur de production et cadres d'exploitation	TPCC	Salle de commande		non	2

4	Diagnostiquer les alarmes de signalisation	Les cadres d'exploitation, les ingénieurs de productions, TPCC, TCA, TPC.	Salle de commande	A partir des connaissances tacites des experts et leurs compétences.	oui	5
5	Consigne les anomalies de fonctionnement et les mesures prises pour y remédier	Ingénieur de production	Salle de commande	A partir de la consigne d'exploitation.	oui	4

Tableau 4.3. Modèle d'organisation 3

#### 4.3.4. Modèle de l'organisation-4 (MO-4)

Modèle d'organisation		Knowledge Asset Worksheet OM-4				
Nom <i>(unité de connaissance)</i> <i>(voir MO-3)</i>	Appartient à <i>(agent)</i> <i>(voir MO-3)</i>	Utilisée dans <i>(tâche)</i> <i>(voir MO-3)</i>	Bon format? <i>(Oui/non)</i>	Bon endroit? <i>(Oui/non)</i>	Bon moment? <i>(Oui/non)</i>	Bonne qualité? <i>(Oui/non)</i>
Dénomination de l'alarme	TPCC	Observation du SSE et diagnostiquer.	non	oui	oui	oui
Identifier les causes probables de dysfonctionnement	Ingénieurs de production et cadres d'exploitations.	Diagnostiquer les anomalies	non	non	oui	oui

Trouver le temps nécessaire pour l'intervention avant le déclenchement du système.	Cadres d'exploitations	Diagnostiquer les anomalies	non	non	oui	oui
--	------------------------	-----------------------------	-----	-----	-----	-----

Tableau 4.4. Modèle d'organisation 4

#### 4.4. Modèle de Tâche-1 (MT-1)

<b>Task Model</b>	<b>Task Model Analysis Worksheet TM-1</b>	
<b>Tâche</b>	Voir MO-3	Diagnostiquer les alarmes de signalisation
Organisation	Voir MO-2	Division exploitation : Service quart, la salle de commande par les cadres d'exploitations
But et valeur		Aide aux personnels d'exploitation pour leur Permettre de réaliser le diagnostic d'état de leurs matériels. Il disposera pour cela D'outils performants et attrayants le déchargeant en outre du travail routinier.
Dépendance et flux	Les tâches précédentes Les tâches suivantes	Vérification des paramètres de fonctionnement. Consigne les anomalies de fonctionnement et les mesures prises pour y remédier
Objets traités	Objets en entrée Objets en sortie Objets internes	Objets d'entrée : alarme de signalisation. Objets de sortie : identification de la cause probable par l'expert.
Temps et contrôle	Fréquence, Durée Contrôle Contraintes & Conditions	La tache la plus important est identification de la cause de signalisation, le temps d'intervention avant le déclenchement ne dépasse plus de 5 minutes.
Agents	MO-2: Gens, Systèmes Ressources; MO-3: effectuée par	Les personnels qui sont responsables de ces tâches : Les cadres d'exploitation (anciens exploitant) et les ingénieurs de production.
Connaissances et compétences	Voir MO-4	Compétences nécessaires pour bien effectuer la tâche. Pour les éléments de connaissances dans le tableau MT-2
Ressources	Détails de MO 2	
Qualité et Performance	Mesures	Le but de la tâche est d'éliminer la cause de problème le plus vite possible avant le déclenchement de système.

#### 4.5. Modèle de Tâche-2 (MT-2)

		Élément de connaissance : identification de la cause de dysfonctionnement.	
		Agent : cadre d'exploitation	
		Nom de tâche et identificateur : Diagnostiquer les alarmes de signalisation	
Nature de la connaissance		Goulot d'étranglement/ à améliorer	
Formelle, rigoureuse		X	
Empirique, quantitative			
Heuristique, règles du pouce			
Hautement spécialisée, propre au domaine	X		
Basée sur l'expérience	X		
Basée sur les actions			
Incomplète			
Incertaine, pourrait être incorrecte			
Peut changer rapidement	X		
Difficile à vérifier			
Tacite, difficile à transférer	X	X	
Forme de la connaissance			
Mémoire humaine	X		
Sur papier			
Électronique			

Tableau 4.5. Modèle de tâche 1

co:

autres		
<b>Disponibilité de la connaissance</b>		
Limites temporelles		
Limites spatiales	×	
Limites d'accès		
Limites de qualité		
Limites de forme		

Tableau 4.6. Modèle de tache 2

#### 4.6. Le Modèle d'Agent

Modèle d'agent	Agent Worksheet AM-1
Nom	Cadre d'exploitation
Organisation	Division exploitation, service Quart, salle de commande.
Impliqué dans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• diagnostique les anomalies de fonctionnement.</li> <li>• contrôler les équipements de production</li> <li>• superviser les opérations de démarrage et d'arrêt des installations.</li> <li>• Consigne les anomalies de fonctionnement et le remède.</li> </ul>
Communique avec	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le chef de quart, les ingénieurs de productions, les TPCC, TCA.</li> <li>• Le logiciel GMAO : service maintenance.</li> </ul>
Connaissance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Les connaissances tacites et explicites pour la surveillance de fonctionnement des installations et maintenir la production demandée sur la base des paramètres affichées (les panneaux de signalisation).</li> </ul>
Autres compétences	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participer lors des arrêts ou dans le cadre de la rotation de quart à des travaux d'entretien sur le matériel.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etudier les rapports d'exploitation quotidiens et analyse les disfonctionnement.</li> <li>• Proposer des consignes d'exploitation de fonctionnement.</li> </ul>
Responsabilités et contraintes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gérer les équipements de mesure de rendement.</li> <li>• Responsable d'arrêt de groupe en cas d'un problème.</li> </ul>

Tableau 4.7. Modèle d'Agent

#### 4.7. Modèle de l'Organisation-Tâche-Agent OTA-1

Modèles d'Organisation-Tâche-Agent	Checklist for Impact and Improvement Decision Document: Worksheet OTA-1
Impacts et Changements dans l'organisation	<p>Un nouveau système de connaissance dans l'entreprise basé sur l'expérience et compléter le système de surveillance, On appelle poste de surveillance et aide au diagnostic.</p> <p>Et une base commune entre la division exploitation et division maintenance.</p>
Impacts et changements spécifiques aux tâches/agents.	<p>Le système de connaissance offrira aux personnels de centrale thermique de Jijel, service quart de production une aide indispensable pour leur Permettre de réaliser le diagnostic d'état de leurs matériels.</p>
Actions proposées	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Créé un service commun entre la division exploitation et la division maintenance au niveau de service Quart de production pour assurer la continuité de production d'électricité.</li> <li>• Faire des partages de connaissances entre les anciens experts et nouveaux ingénieurs et techniciens.</li> </ul>

Tableau 4.8. Modèle d'organisation-tâche-agent

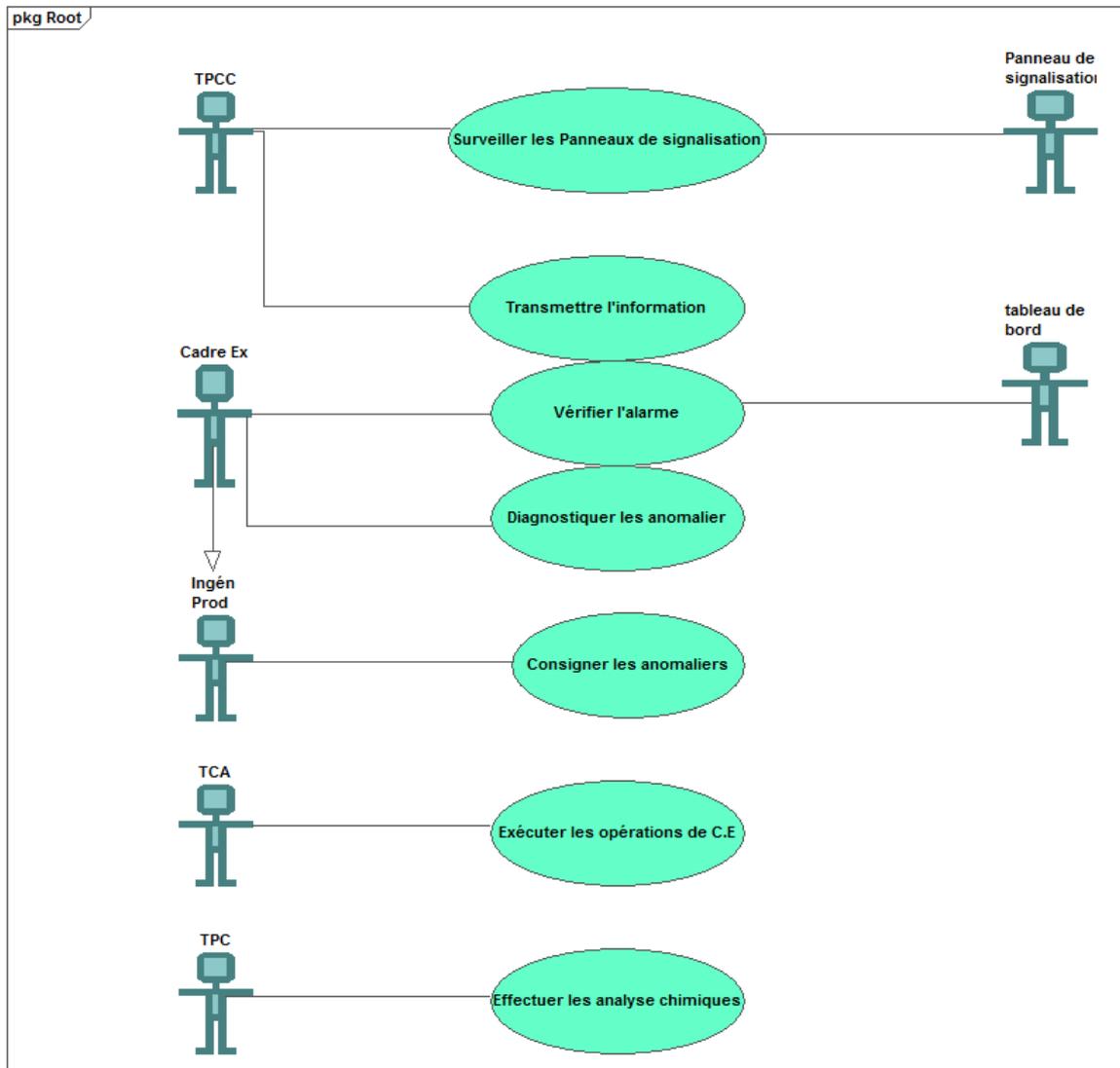


Figure 4.7. Diagramme de cas d'utilisation de service quart de production

## 4.8. Modèle de connaissances

Le modèle des connaissances proposé dans la méthodologie CommonKADS permet de préciser les types, les structures et les rôles de la connaissance. Ce modèle contient trois types de connaissances : les connaissances du domaine, d'inférence et de la tâche.

### 4.8.1. Connaissance du domaine

La connaissance du domaine permet d'identifier les concepts du domaine d'application : exemple, système de surveillance, groupe turbo-alternateur, signal d'alarme, etc. Il est possible de représenter sous forme graphique et textuelle ce domaine (schéma du domaine).

La figure 4.8 présente les concepts identifiés et les relations entre ces concepts. Les classes

‘Système de surveillance’, ‘Signale d’alarme’, ‘panneaux de signalisation’, ‘Tableau de bord’, ‘Expert’, ‘groupe turb-alter’, représentent les concepts du domaine.

Les relations représentent les propriétés des classes. Par exemple le système de surveillance a un tableau de bord et plusieurs panneaux de signalisation, chaque panneau de signalisation contient plusieurs alarmes.

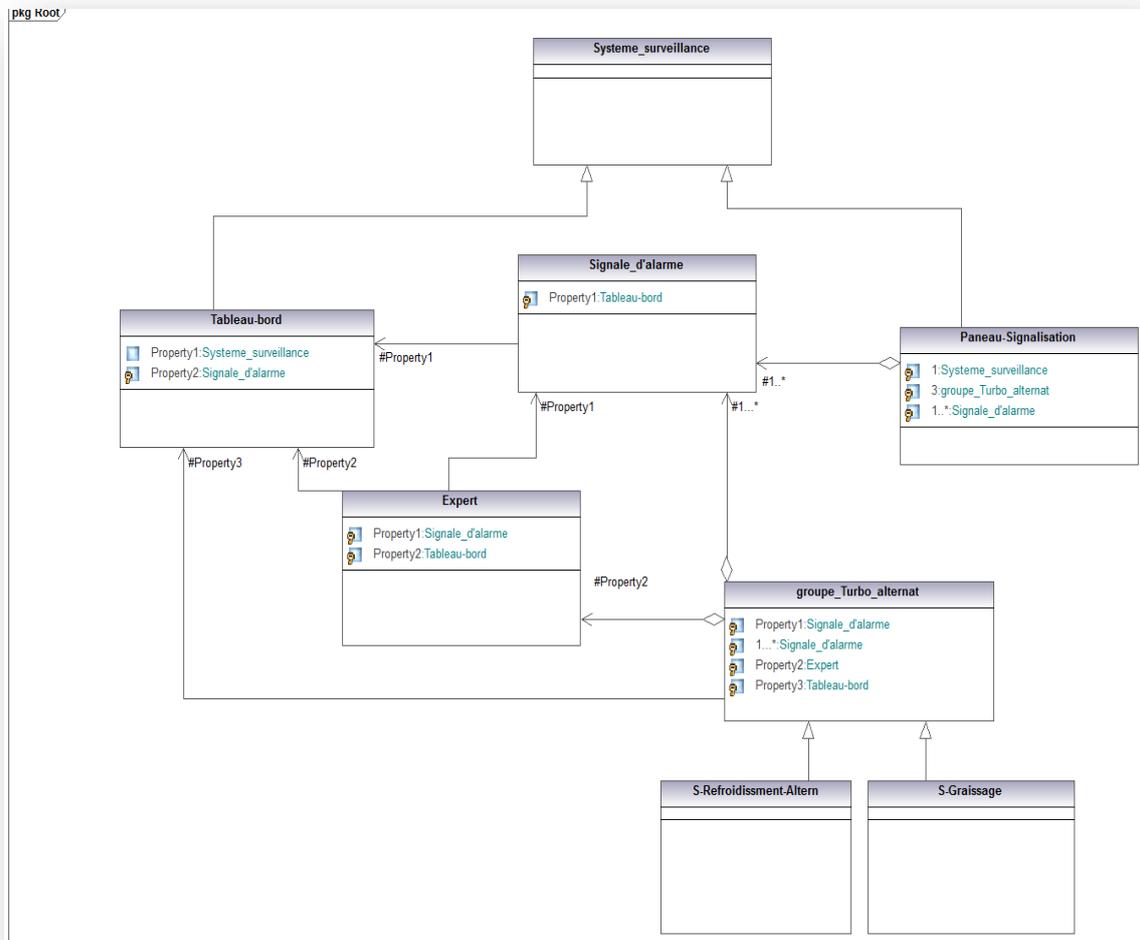


Figure 4.8. Schéma du domaine de modèle de connaissance en UML

```

CONCEPT S-Graissage ;
    Description
    “ Système de graissage pour alimenter les paliers de la turbine et l alternateur ”
    ATTRIBUTES:
        D-Huil :real;
        T-Huil:real ;
        Pr-Huil:real ;
        Res-huil:real;
        Pr-Eau-ref :real ;
        Fuit :Symbol ;
        Etat-fonctionnement :Symbol ;
        Etancheté-system:symbol ;
END CONCEPT S-Graissage ;
    
```

Figure 4.9. Le Concept S-Graissage en CML2

Le concept S-graissage a des attributs qui peuvent prendre des valeurs. Pour chaque attribut, on définit un type-de-valeurs (*value-type*) comme par exemple le type étanchéité-system est une variable symbolique, il prend deux valeurs (étanche ou non étanche) figure 4.9

```

value-type ::= Etanchéité-system ;
    Type: VARIABLE;
    value-List : {Etanche, Non-Etanche}
End value-type [Etancheité-system; ] .
    
```

Figure 4.10. type-de-valeur Etanchéité-system en CML2

```

BINARY-RELATION groupe-turbo-altrnat-Signale-alarme;
    DESCRIPTION:
    “la relation entre système de graissage et le signale d’alarme”;
    ARGUMENT-1: groupe-turbo-alternat;
    CARDINALITY; 1;
    ARGUMENT-2: Signale d’Alarme;
    CARDINALITY; 1..*;
END BINARY-RELATION groupe-turbo-altrnat-Signale-alarme;
    
```

Figure 4.11 Les relations entre groupe-turbo –alternateur et signale d’alarme en CML2

#### 4.8.2. Connaissance de la tâche

La deuxième étape pour construction de modèle de connaissance est la connaissance de la tâche, l'identification de la tâche est très importante.

Dans ce cas, la tâche que le SBC supportera est la Diagnostic de défaillance. La figure 4.12 présente le modèle de connaissance de la tâche qui permet de définir cette tâche et la méthode pour le réaliser.

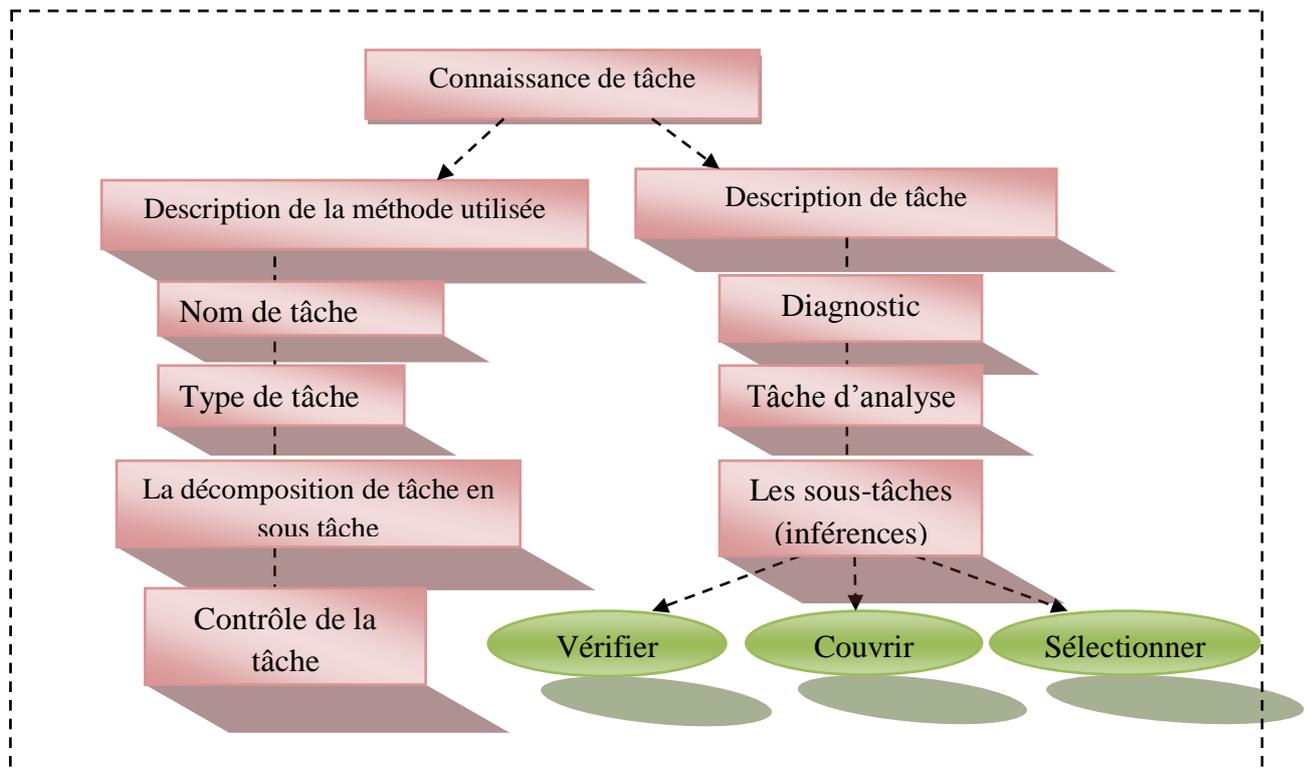


Figure 4.12. Modèle de connaissance da la tâche

### 4.8.3. 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.

La figure 4.13 présente la structure d'inférence pour la tâche diagnostic des défaillances.

Cette structure d'inférence est tirée de la méthodologie CommonKADS. Nous l'avons adaptée pour les besoins de notre application. Les inférences proposées dans ce modèle de connaissance sont : Vérifier, Couvrir, Sélectionner.

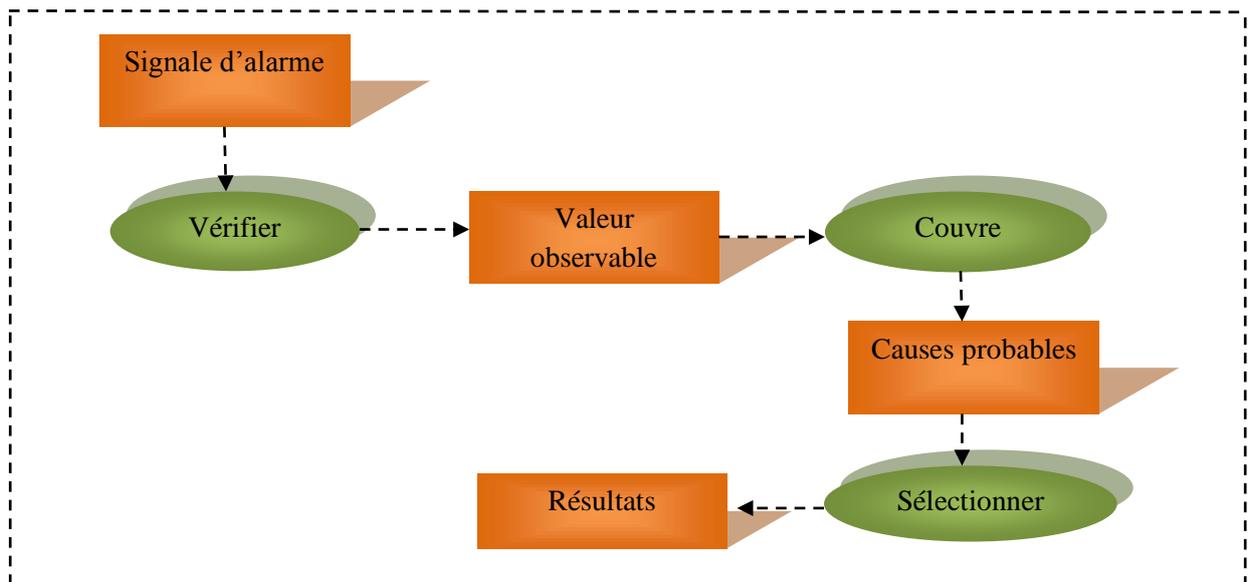


Figure 4.13. Structure d'Inférence

#### Inférences proposée

Nom	Fonction
Vérifier :	Vérifier l'alarme (vraie ou fausse alarme)
Couvrir :	Trouver les causes probables définies par l'expert (externalisation des connaissances tacites en connaissances explicites).
Sélectionner :	Afficher la cause de la défaillance pour éliminer le problème

Les figures 4.14, 4.15, 4.16 présentent les inférences proposés en CML2.

```
INFERENCE :: = Vérifier;
  ROLES:
  INPUT: Message d'alarme;
  OUTPUT: Vraies-Alarme or Fausse-alarme ;
  STATIC:
  Règles pour vérifier alarme;
SPECIFICATION: "L'entrée est un signal d'alarme sous forme d'un message qui indique une
anomalie dans le système. La sortie est un message 'vraies alarme' ou 'fausse alarme'."»
END INFERENCE Vérifier;
```

Figure 4.14. Description de l'Inférence Vérifier en CML2

```
INFERENCE :: = Couvrir;
  ROLES:
  INPUT: Message d'alarme = vraies alarme;
  OUTPUT: Ensemble des causes probables définit par l'expert ;
  STATIC:
  Procédure pour couvrir les causes;
SPECIFICATION: "L'entrée est un message d'alarme avec la condition 'vraie alarme'. La
sortie ensemble des hypothèses (les causes probables de défaillance).»
END INFERENCE Vérifier;
```

Figure 4.15.description de l'Inférence Couvrir en CML2

```
INFERENCE :: = sélectionné ;
  ROLES:
  INPUT: les causes probables;
  OUTPUT: la cause la plus probable ;
  STATIC:
  Procédure pour sélectionner la cause;
SPECIFICATION: "L'entrée est des hypothèses. La sortie est la cause de défaillance."»
END INFERENCE sélectionné;
```

Figure 4.16.description de l'Inférence sélectionné en CML2

## 4.9. Le modèle de communication

Le modèle de communication permet de modéliser de façon conceptuelle et indépendante de la plate-forme les interactions entre plusieurs agents impliqués dans une tâche (système ou expert), la figure 4.17 présente la communication entre différents agents au niveau du service quart de production.

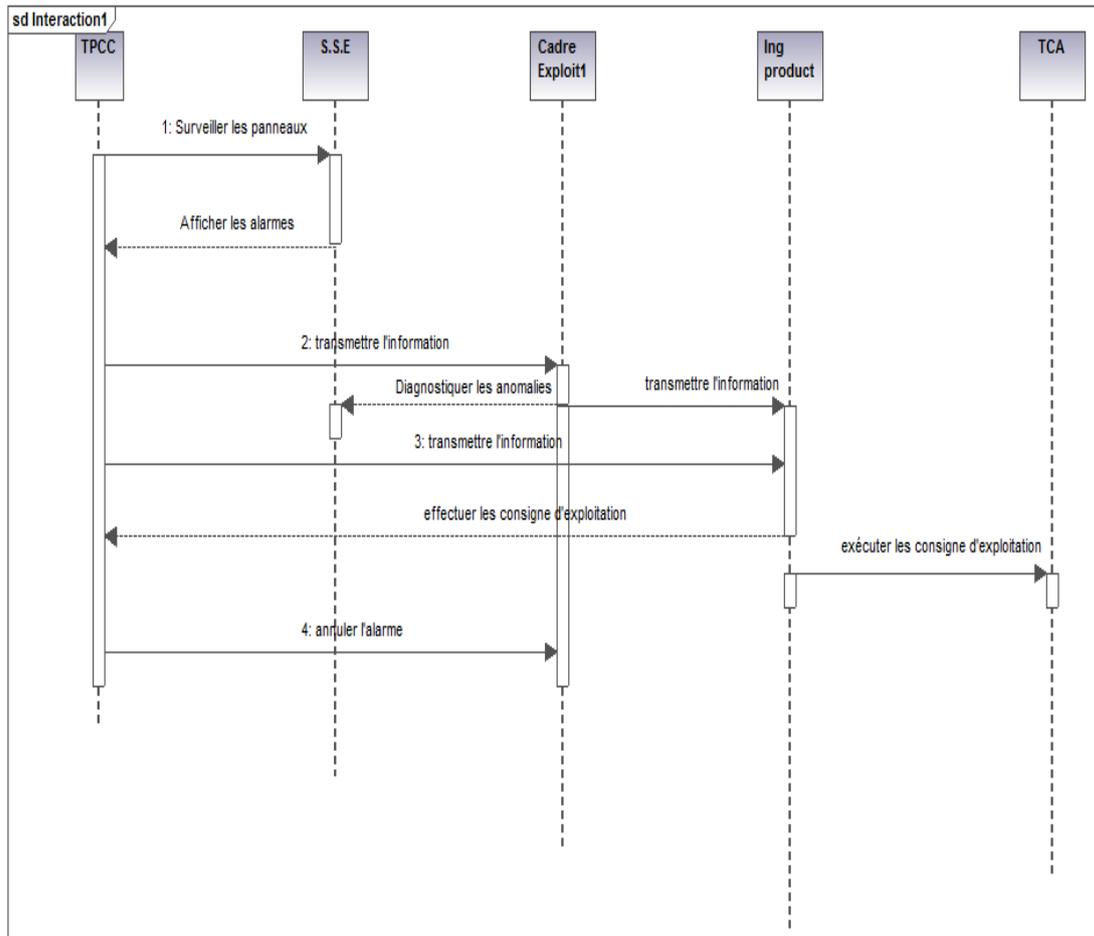


Figure 4.17. Diagramme de séquence

#### **4.10. Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons présenté en détail les modèles d'organisation, des tâches, des agents, des connaissances et la communication que nous avons élaborés dans le cadre de la méthodologie CommonKADS pour l'application au niveau de la centrale de Jijel.

Le modèle de connaissances spécifie les besoins en connaissances/raisonnement du SBC à implanter. Ce modèle ainsi que le modèle de communication forment l'entrée au modèle de conception présenté dans le chapitre 5.

***Chapitre 5 : L'Implémentation de Modèle  
d'Expertise de CommonKADS Par G2***

## 5.1. Introduction

Le point faible de la méthode CommonKADS est l'absence d'atelier ou d'outil logiciel pour supporter l'utilisation de cette méthode aussi la difficulté d'utiliser la notation graphique de CML pour spécifier une structure d'inférence complexe.

Il y a un produit commercial "CommonKADS workbench" qui a été commercialisé par une compagnie britannique (ISL) et une compagnie française (ILOG), mais ne supporte 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. KADS22 est censé supporter CML2 mais ne fonctionne pas très bien.

Dans ce chapitre nous avons proposé G2 comme un support de modèle de la connaissance de la méthode CommonKADS.

## 5.2. Le langage CML2

CML2 (Conceptual Modeling Language) est un langage semi-formel spécifique au modèle de connaissance de COMMONKADS (voir l'annexe B).

## 5.3. Présentation du G2 :

G2 est un logiciel très performant d'aide au développement des systèmes à base de connaissance, commercialisé par la société GENSYM CORPORATION, il sert de support à de nombreuses applications mettant en œuvre divers techniques de l'intelligence artificielle : Le diagnostic, le filtrage d'alarmes optimisation, le contrôle et la supervision ...

### 5.3.1. Le langage spécifique du G2

Le langage naturel du G2, est un langage formelle et structuré, un développeur peut exprimer les instructions avec des termes familiers, la syntaxe de G2 est proche de l'anglais, ce qui représente un bénéfice de ne pas avoir à être un programmeur pour lire, le langage naturel G2 a pour avantages :

- Un éditeur de texte interactif : cet éditeur de texte aide à écrire et éditer les instructions pour les règles, les procédures.
- Un graphisme interactif : G2 est hautement interactif et c'est un élément visuel. Pour cela G2 offre un ensemble riche de graphismes interactifs pour développer les applications comme :
  - Les icônes d'objets
  - Les courbes, les plans, les tables, les outils
  - Une interface graphique de développement d'un environnement pour l'utilisateur
  - Des boutons, des boites de dialogue
  - Des messages, etc...

## 5.4. La Connaissance du domaine

La connaissance du domaine contient un **schéma** de domaine, qui décrit schématiquement les types de connaissances et d'informations à l'aide de constructions et une base de connaissance.

### 5.4.1. Schéma de domaine

On définit dans le schéma des concepts, des attributs, les types des valeurs, les relations entre concepts, des types de règles (relations entre valeurs).

#### 5.4.1.1. Les concepts (classes)

Le concept orienté-objets est la base de développement en G2, l'objet peut représenter quelque chose de physique comme une pompe, une vanne...ou quelque chose abstrait comme un événement, une tâche, un message...

Une classe d'objet définit les propriétés générales et les comportements des objets (attributs, stubs, icône, etc....), G2 contient plusieurs classes définies et qui peuvent être héritées par les classes définies par l'utilisateur. En G2 toute classe qui hérite d'une classe supérieure doit contenir tout les attributs de la classe mère.

La figure5.1. Présente la notion du concept dans le langage CML2 de la méthode COMMONKADS et dans le langage spécifique du G2 :

<pre> concept ::= <b>Concept</b> degazeur ;        <b>super-type-of</b> : Centrale       [ disjoint : yes / no ; ]       [ complete : yes / no ; ]       [ <b>sub-type-of</b> : Concept , ... ; ]       [ <b>has-parts</b> : has-part+ ]       [ <b>part-of</b> : Concept , ... ; ]       [ <b>viewpoints</b> : viewpoint+ ]       [ attributes ]       [ axioms ]       <b>end concept</b> [Concept ; ] .         </pre>	<table border="1"> <tr><td>Notes</td><td>ok</td></tr> <tr><td>Authors</td><td>Pks(6 jul 2011 12 :41 p.m.)</td></tr> <tr><td>Item configuration</td><td>none</td></tr> <tr><td>Class name</td><td>dégazeur</td></tr> <tr><td>Direct superior classes</td><td>centrale</td></tr> <tr><td>Instance configuration</td><td>none</td></tr> <tr><td>Change</td><td>none</td></tr> <tr><td>Menu option</td><td>A final menu choice</td></tr> <tr><td>Class inheritance path</td><td>none</td></tr> <tr><td>Inherited attributes</td><td>none</td></tr> <tr><td>Attribute initializations</td><td>none</td></tr> <tr><td>Attributs display</td><td>inherited</td></tr> <tr><td>stubs</td><td>inherited</td></tr> <tr><td>Icon description</td><td>inherited</td></tr> </table>	Notes	ok	Authors	Pks(6 jul 2011 12 :41 p.m.)	Item configuration	none	Class name	dégazeur	Direct superior classes	centrale	Instance configuration	none	Change	none	Menu option	A final menu choice	Class inheritance path	none	Inherited attributes	none	Attribute initializations	none	Attributs display	inherited	stubs	inherited	Icon description	inherited
Notes	ok																												
Authors	Pks(6 jul 2011 12 :41 p.m.)																												
Item configuration	none																												
Class name	dégazeur																												
Direct superior classes	centrale																												
Instance configuration	none																												
Change	none																												
Menu option	A final menu choice																												
Class inheritance path	none																												
Inherited attributes	none																												
Attribute initializations	none																												
Attributs display	inherited																												
stubs	inherited																												
Icon description	inherited																												

Figure 5.1 présentation du concept au langage CML2 et langage spécifique du G2

### 5.4.1.2. Les attributs (pour les concepts)

Les attributs représentent les caractéristiques d'un objet. Chaque exécution d'une application sous G2 est basée sur le comportement des objets et les classes d'objets définies.

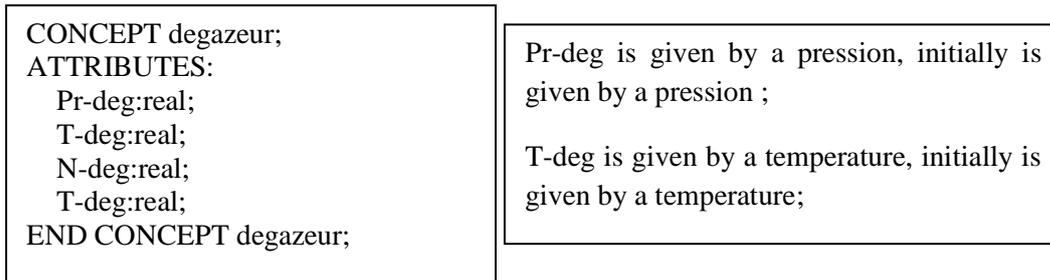


Figure5.2. Les attributs au CML2 et G2

### 5.4.1.3. Les types des valeurs

Dans G2 les types des valeurs courantes des attributs est intéressante. Cette valeur enregistrée directement dans la table de l'objet.

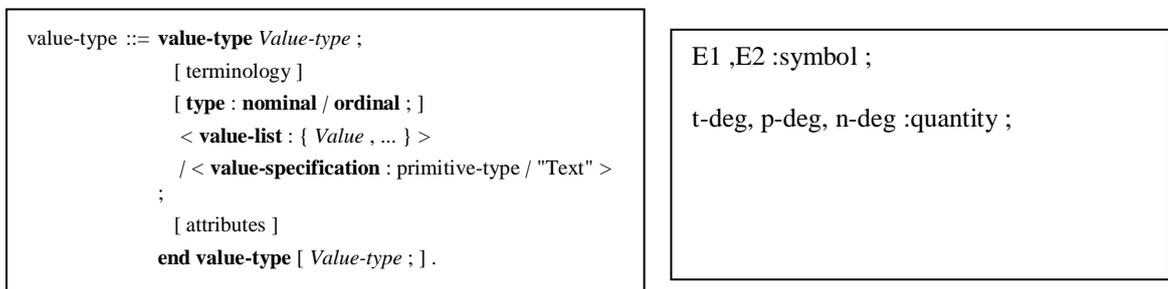


Figure 5.3. Les types des valeurs en CML2 et en G2

### 5.4.1.4. Les relations entre concepts

G2 a deux manières pour définir des liens entre objets : les connexions et les relations, les connexions sont utilisées pour représenter une connexion physique entre des objets

Les relations sont créés uniquement à exécution et non pas une représentation graphique ; elles n'ont pas d'attributs, elle peut être spécifiés un à un, un à plusieurs ou plusieurs à plusieurs.

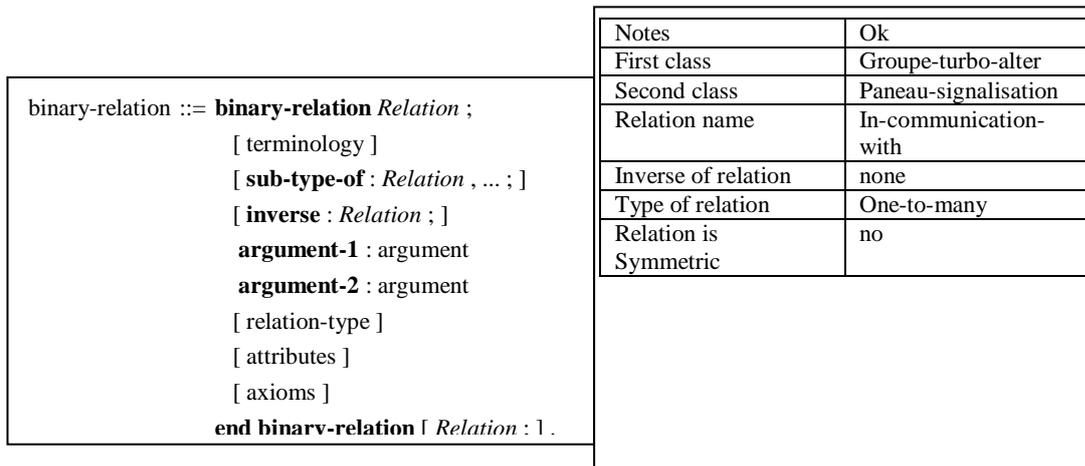


Figure.5.4 Les types de relation en CML2 et en G2

### 5.5. La connaissance d'inférence

G2 est un moteur d'inférence qui met au point un objet en évoquant les règles associées à cet objet, utilise le chaînage arrière pour trouver les valeurs et le chaînage avant aux règles quand une valeur est reçue.

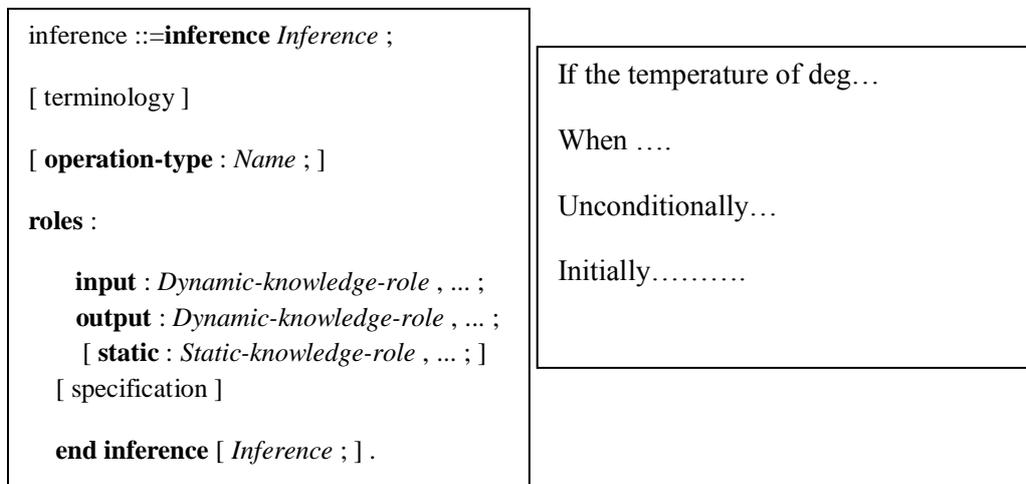


Figure.5.5. Présentation d'inférence en CML2 et en G2

## 5.6. Implémentation de modèle de connaissance par G2

### 5.6.1. La connaissance du domaine

Les objets du domaine sont définis par des icônes. Chaque classe d'objet peut avoir avec sa propre icône, dans ce cas la superclasse est la classe centrale, tous les éléments héritent les caractéristiques de la superclasse.

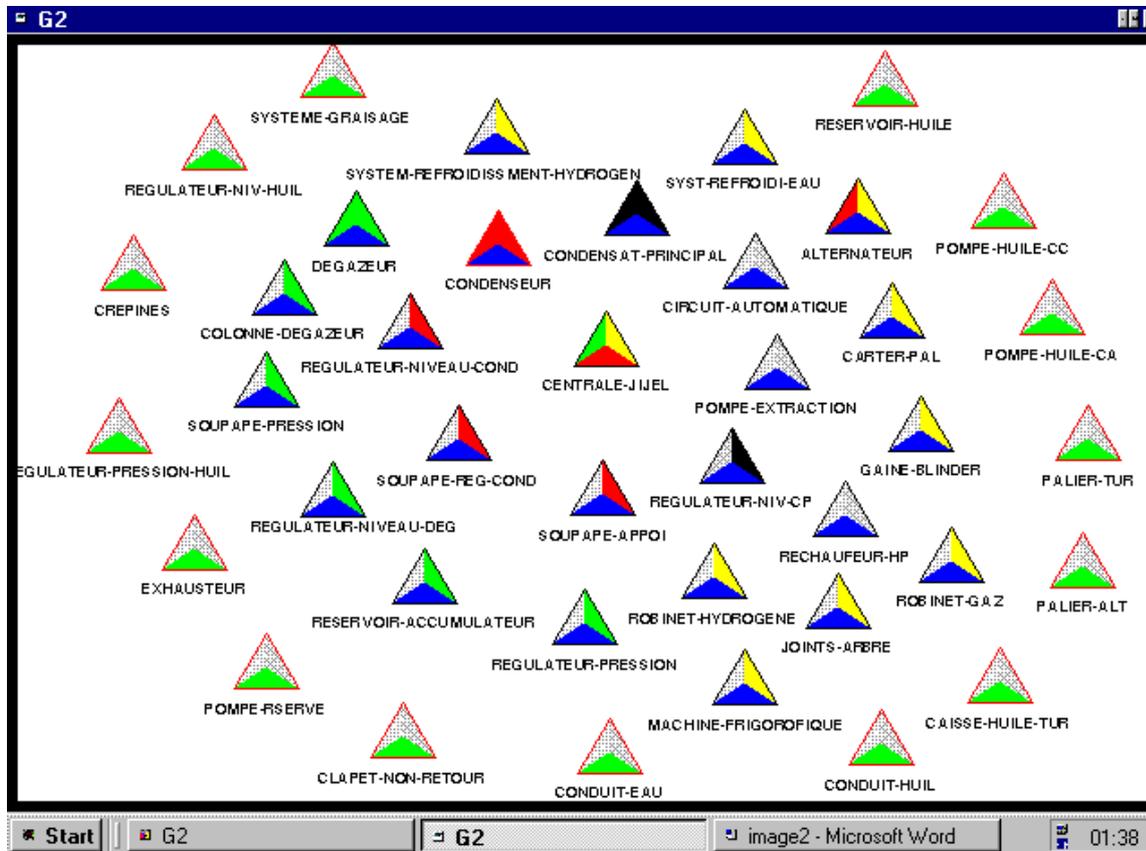


Figure 5.6. Les objets de la centrale thermique de Jijel

SYSTEME-GRAISAGE, an object definition	
Notes	OK
Authors	poste (9 Apr 2002 12:11 a.m.)
Item configuration	none
Class name	systeme-graisage
Direct superior classes	centrale-jijel
Class specific attributes	niv-huil is given by a niveau, initially is given by a niveau; t-huil is given by a temperature, initially is given by a temperature; res-huil is given by a resistance-hydraulique, initially is given by a resistance-hydraulique; d-huil is given by a debit, initially is given by a debit; fuit is given by a fuit, initially is given by a fuit; etancheite-system has values etanche or non-etanche, initially is given by an etancheite; pr-eau-ref is given by a pression, initially is given by a pression; tension-pomp is given by a tension, initially is given by a tension; pr-huil is given by a pression, initially is given by a pression
Instance configuration	none

Figure 5.7. Les attributs du système de graissage

### 5.6.2. Les variables

Tous les objets d'une même classe ont la même structure générale, en utilisant les variables suivantes :

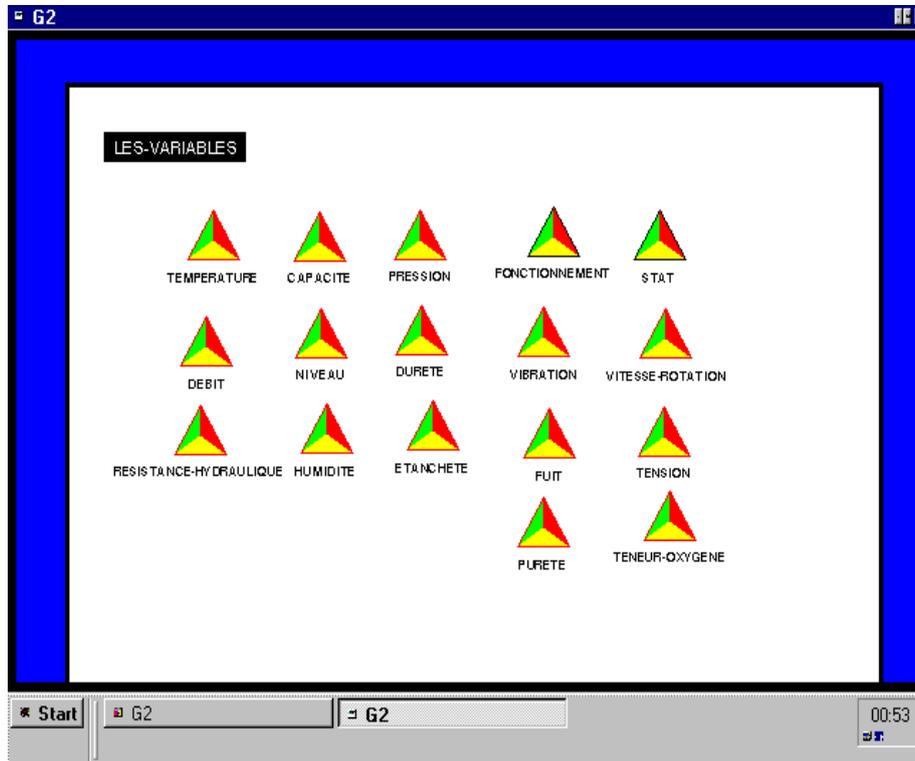


Figure 5.8. Les variables utilisées dans le système

Ces variables enregistré directement dans la table d'objet, et en peut avoir une représentation en temps réel.

LES-VARIABLES



TEMPERATURE

TEMPERATURE, an object definition	
Notes	OK
Authors	poste @ Apr 2002 12:17 p.m.)
Item configuration	none
Class name	temperature
Direct superior classes	quantitative-variable
Class specific attributes	none
Instance configuration	none
Change	none
Menu option	a final menu choice
Class inheritance path	temperature, quantitative-variable, g2-variable, variable, variable-or-parameter, object, item
Inherited attributes	none
Attribute initializations	none

Figure 5.9. La variable Température dans le système

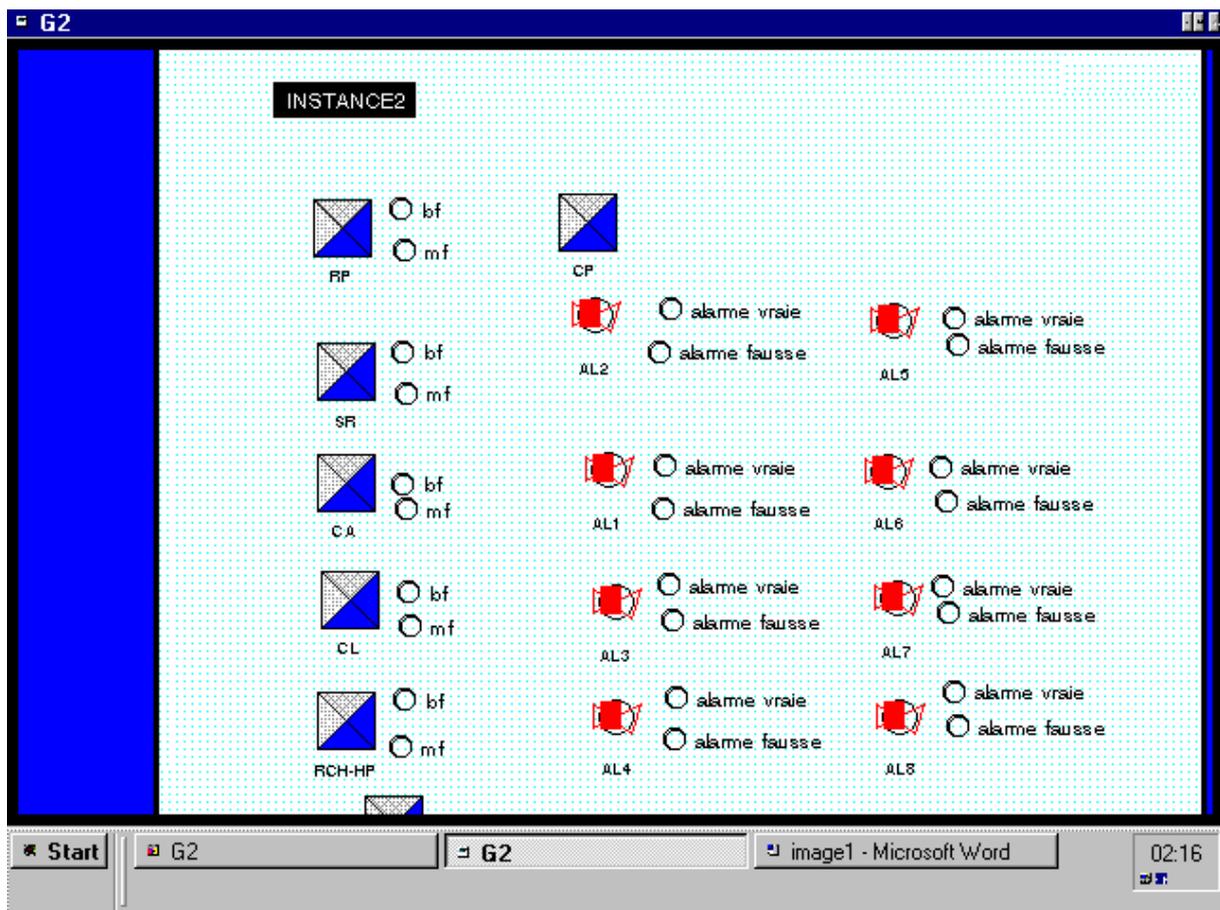


Figure.5.10. Les instances des objets de la centrale

### 5.7. Les messages d'alarme du système de graissage

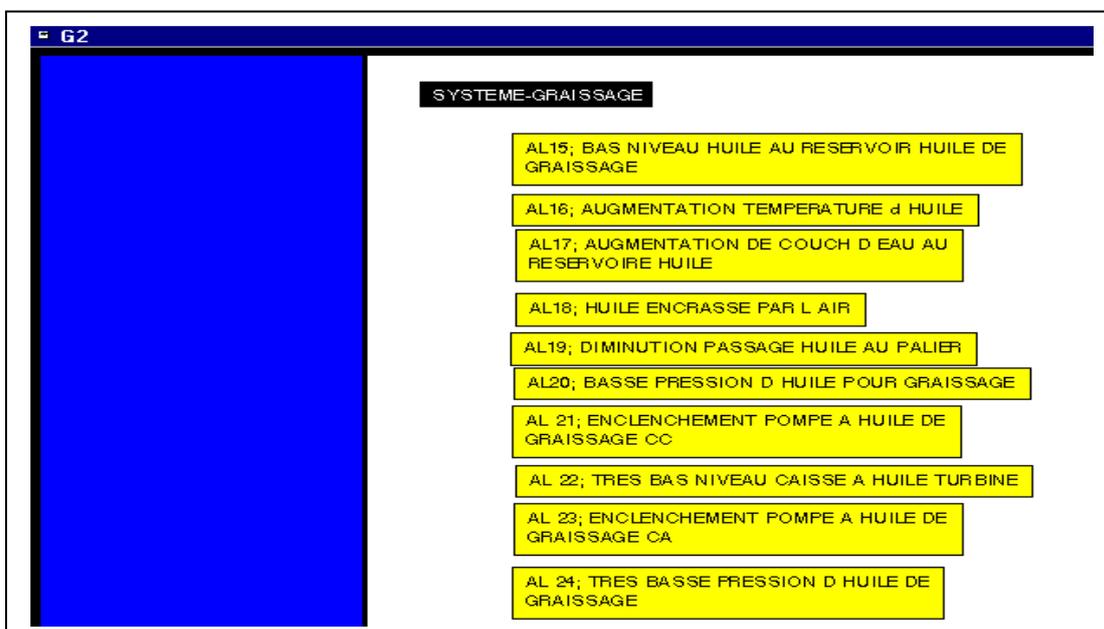


Figure5.11.les alarmes de système de graissage

## 5.8. Les règles utilisées pour vérifier l'arme

Ces règles pour l'inférence vérifiée (vérification de l'alarme vraie ou fausse alarme).



Figure.5.12. Les règles de vérification de l'alarme

## 5.9. Les procédures

G2 contient un langage de programmation procédurale, il fournit les procédures pour réaliser des actions séquentielles. Ces procédures pour l'inférence identifient les causes probables et affichent sous forme d'un message.

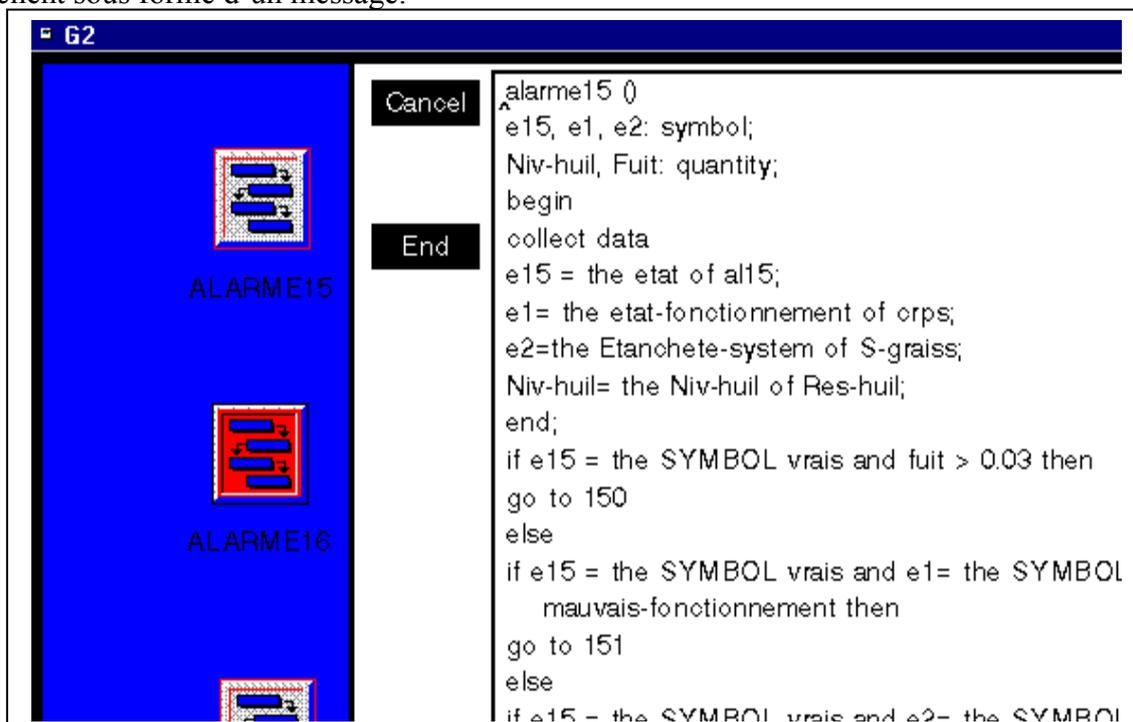


Figure 5.13.les procédures utilisé pour une alarme

## 5.10. Les résultats de l'inférence Identifiée

Les résultats de l'inférence identifiés sont les causes probables de défaillance définie par l'expert sous forme d'un message compris par les agents d'exploitation.



Figure 5.14. La sortie de l'inférence identifiée

## 5.11. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté un outil qui combine la connaissance du domaine (concepts, attributs, relations, valeurs, variables, ...) et la connaissance d'inférence (G2 contient un moteur d'inférence, des règles, procédures, formules, méthodes...).

En utilisant le langage naturel et structuré G2 qui permet de définir tous les éléments de la méthode commonKADS pour l'extraction de meilleures connaissances d'une application, sans utilisation du langage CML qui est un langage semi-formel avec une complexité dans le raisonnement des règles.

## *Conclusion générale et Perspectives*

## Conclusion générale

Nous avons externalisé les connaissances tacites par le dialogue avec les experts et ensuite en écrit sous forme des concepts, modèles et hypothèses

Nous nous sommes consacrés à la description des éléments pertinents de notre méthode d'analyse. Plus précisément, nous avons présenté en détail les différents modèles que nous avons élaborés à l'aide du formalisme de la méthode CommonKADS pour l'application que nous voulions construire.

- La méthodologie CommonKADS est un standard de développement des systèmes à base de connaissance en Europe.
- Beaucoup de facilité dans la modélisation des connaissances.
- Aide à l'externalisation des connaissances : la connaissance du domaine (sous formes des concepts et modèles).et la connaissance de la tache (la décomposition de la tache en inférence).

Notre apport personnel est de proposer G2 comme un support informatique de modèle de connaissances de la méthode CommonKADS, car il est un outil Un outil qui combine la connaissance du domaine (concepts, attribut, relations, valeurs, variables, ...) et la connaissance d'inférence (G2 contient un moteur d'inférence, des règles, procédures, formule, méthodes...).

- Utilisation le langage naturel du G2 sans utilisation de langage CML.

Ceci permet d'élargir le champ d'utilisation de la méthode et construire un SBC plus sophistiqué.

Nous sommes convaincus que cette méthodologie de formalisation servira à conserver la mémoire de la centrale, la réalisation de système d'aide au diagnostic peut se révéler concrètement utile pour favoriser le partage de connaissances entre les experts et tous les agents d'exploitation et de gérer le savoir-faire opérationnelle des experts de domaine.

De nos travaux se dégage plusieurs perspectives :

- L'application de la méthodologie commonKADS en temps réel
- La génération de cette méthode pour toutes les taches d'exploitation et maintenance.
- L'utilisation de modèle d'expertise pour l'optimisation du processus de la maintenance préventive et prédictive.

- Construction un livre de connaissance qui fournit une mémoire complète de savoir-faire et connaissance du domaine.

## *Références bibliographiques*

## Références bibliographiques

- [1] Djda Bahloul « Une Approche Hybride de Gestion des Connaissances basé sur les Ontologies : Application aux Incidents Informatique » Thèse doctorat, institue nationale scientifique d'application de LYON, soutenue le 15 décembre 2006.
- [2] Ivana Rasovska « Contribution à une méthodologie de capitalisation des connaissances basée sur le raisonnement à partir de cas : Application au diagnostic dans une plateforme d'e-maintenance >> Thèse doctorat, de l'Université de Franche-Comté, Soutenue le 4 juillet 2006.
- [3] Harry Collins « Tacit and Explicit Knowledge » a book page 19/202, the university of Chicago press, Chicago and London 2010.
- [4] Ikujiro Nonaka « La connaissance Créatrice: la dynamique de l'entreprise apprenante » livre page 4-5, édition par l'université OXFORD 1995, version française 1997.
- [5] Lamari Moktar « Le transfert intergénérationnel des connaissances tacites : les concepts utilisés et les évidences empiriques démontrées » Article de recherche Télescope, hiver 2010.
- [6] Neslihan Aydogan and Thomas P. Lyon « Spatial Proximity and Complementarities in the Trading of Tacit Knowledge » International Journal of Industrial Organization, September 30, 2004.
- [7] Josianne Basque et Béatrice Pudelko «La comodélisation de connaissances par objets typés : une stratégie pour favoriser le transfert d'expertise dans les organisations » Article de recherche, Télescope, 2010.
- [8] Diane Mercier « Le transfert informel des connaissances tacites chez les gestionnaires municipaux en situation de coordination » thèse doctorat en sciences de l'information, Université de Montréal, Janvier 2007.
- [9] Laurence Negrello « systèmes experts et intelligence artificielle» Cahier Technique Merlin Gerin n° 157 / p.24, CT 157 l'Université Paul Sabatier de Toulouse, édition novembre 1991.
- [10] Blanc M., Charron E., Freyssenet M « le développement des systèmes-experts en entreprise » Cahiers de recherche du GIP « Mutations Industrielles », n° 35, novembre 1989, Édition numérique, freyssenet. Com, 2007.
- [11] Pauline RIBOT «Vers l'intégration diagnostic/pronostic pour la maintenance des systèmes complexes » Thèse doctorat en systèmes automatiques, Université Toulouse, 4 décembre 2009.

- [12] Daniel RACOCEANU « Contribution à la surveillance des Systèmes de Production en utilisant les Techniques de l'Intelligence Artificielle » HABILITATION à DIRIGER des RECHERCHES Présentée à l'Université de FRANCHE-COMTÉ de Besançon, le 19 janvier 2006.
- [13] Otilia Elena VASILE « contribution au pronostic de défaillance par réseau de neuro\_flou maîtrise de l'erreur de prédiction » thèse de doctorat Spécialité Automatique université de FRANCH\_COMTE, soutenu le 24 octobre 2008.
- [14] Freyssenet M., « Les techniques productives sont-elles prescriptives ? L'exemple des systèmes experts », Cahiers de recherche du GIP « Mutations Industrielles », n° 45, mai 1990, 39 p. Édition numérique, freyssenet.com, 2007.
- [15] R. KETATA, Y. NAJAR « Générateur de Systèmes Experts Flous pour la Maintenance Industrielle » Article de recherche Méthodologie et Heuristiques pour l'Optimisation des Systèmes Industriels, Tunis, MHOSI'2005.
- [16] Mohamed Djamel MOUSS « Diagnostic et Conduite des Systèmes de production Par Approche A Base de Connaissance » Thèse doctorat Spécialité Génie Industriel, LAP, université de Batna, Algérie 2005.
- [17] Olivier Corby and Rose Dieng. « a Centaur-based environment for CommonKADS Conceptual Modelling Language » In W. Wahlster, editor, Proc. of the 12th European Conference on AI (ECAI'96), Hungary, August 1996.
- [18] Rachid CHALAL « Une approche pour Capitalisation Coopérative des Connaissances sur les Risques Produit en Phase Initiale d'un Projet Industriel » Thèse doctorat Spécialité : Informatique. Institut Nationale d'Informatique, Algérie, juin 2008.
- [19] Marianne DE OLIVEIRA « La Gestion des Connaissances Territoriales au Service de l'Elaboration d'un Plan de Prévention des Risques d'Inondation » Thèse doctorat Spécialité : science de la gestion, institue de management public et gouvernance territoriale. Marseille, décembre 2010.
- [20] M. Adil CHAFIQI et M. Saïd EL MOUSTAFID « La Gestion des Connaissances face au TURN-OVER des Compétences : cas des société de service ET d'ingénierie informatiques au Maroc » Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme du Cycle Supérieur de Gestion, Institut Supérieur de Commerce et d'Administration des Entreprises, juin 2004.
- [21] MESCHI, P.X « Le concept de compétence en stratégie : perspectives et limites » Article de recherche, la VIème Conférence de l'AIMS, Montréal, mai 97.

- [22] Nouredine Mokhtari and Olivier Corby « Contextual Semantic Annotations: Modeling and Automatic Extraction ». In Poster at K-CAP 2009, The Fifth International Conference on Knowledge Capture, California, USA, September 2009
- [23] BEYOU Claire « Manager les connaissances : du Knowledge management au développement des compétences dans l'organisation » livre page 34 : Editions Liaisons, Paris 2003.
- [24] BALMISSE G., « Gestion des connaissances : outils et applications du knowledge management » livre page 17 : Edition Vuibert, Paris, 2002.
- [25] Vincent Chauvet et Cédric Ghetty « Une approche conceptuelle de la création de connaissance au travers des communautés virtuelles » Article de recherche XIème Conférence de l'Association Internationale de Management Stratégique, juin 2002.
- [26] Rim MRANI ALAOUI « Conception d'un Module de Diagnostic à Base des Suites de Bande Temporelles en Vue de la Supervision des Procèdes Energétique. Application en ligne à un Générateur de vapeur » Thèse Doctoral Spécialité : Productique, Automatique et Informatique Industrielle, Université des Sciences et Technologies de Lille, novembre 2004.
- [27] CONFERENCE « Les nouveaux outils de diagnostic dans les processus industriels-Les clés de la compétitivité » Paris, Mardi 04 Mars 2008.
- [28] Mohamed Saïd BOUGUELID « Contribution à l'application de la reconnaissance des formes et la théorie des possibilités au diagnostic adaptatif et prédictif des systèmes dynamiques » thèse doctorat Génie Informatique, Automatique et Traitement du Signal, Université de REIMS CHAMPAGNE-ARDENNE, décembre 2007.
- [29] Rabah FELLOUAH « Contribution au Diagnostic de Pannes pour les Systèmes Différentiellement Plats » thèse doctorat Spécialité : Automatique, l'Université de Toulouse, Décembre 2007.
- [30] Pierre DAVID « Contribution à l'analyse de sûreté de fonctionnement des systèmes complexes en phase de conception : application à l'évaluation des missions d'un réseau de Capteurs de présence humaine » thèse doctorat, Spécialité : Sciences et Technologies Industrielles, l'Université d D'ORLÉANS, soutenue novembre 2009.
- [31] Barbara E.LOVITTS « Making the Implicit Explicit: Creating Performance Expectations for the dissertation » a book page 00/431, Edition STERLING, Printed in Canada. First Edition, 2007.

- [32] Cortes Robles Guillermo « Management de l'innovation technologique et des connaissances : synergie entre la théorie TRIZ et le Raisonnement à Partir de Cas. Application en génie des procédés et systèmes industriels » thèse doctorat, École doctorale : Systèmes Spécialité : Systèmes industriels, Toulouse, juillet 2006.
- [33] 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
- [34] Catherine Domingues, Olivier Corby, and Fayrouz Soualah-Alila « Reasonner sur une Ontologie Cartographique pour Concevoir des Légendes de cartes » In Proc. 12e Conférence Internationale Francophone sur l'Extraction et la Gestion de Connaissance, EGC, Bordeaux, February 2012.
- [35] Jiehan Zhou , Rose Dieng-Kuntz « A Semantic Knowledge Management System for Knowledge-Intensive Manufacturing » IADIS International Conference e-Commerce 2004 .
- [36] Maâmar El-Amine HAMRI « Utilisation de Arena pour la simulation des modèles spécifiés avec CommonKADS » Article de recherche Université d'Aix-Marseille III 2002.
- [37] Catherine Domingues, Sidonie Christophe, Laurence Jolivet « Connaissances opérationnelles pour la conception automatique de légendes de cartes » publication In Proc. EGC, Extraction et Gestion des Connaissances, Hammamet, Tunisia, January 2009.
- [38] Sidnei Viera Marinho and Cristiano Cagnin « Using a combination of the *commonkads* and system dynamics methodologies to Make operational the transition between the definition of a joint innovation strategy and its implementation and management » the 4<sup>th</sup> international Seville Conference on future-oriented technology Analysis ,may 2011.
- [39] Maâmar El-Amine HAMRI « Extension de CommonKADS pour la spécification des systèmes à événements discrets » Article de recherche, LSIS UMR CNRS 6168 Université de Paul Cézanne d'Aix-Marseille III.
- [40] John Kingston « Linking Knowledge Acquisition with CommonKADS Knowledge Representation » 94 conferences, St John's College, Cambridge 12-14 December 1994.
- [41] Sabine Bruaux, Gilles Kassel, Gilles Morel « Étude critique de la méthode CommonKADS application au calage de codes de calcul » Article de recherche, des Journées Francophones d'Ingénierie des Connaissances : IC'2003.

- [42] Carlos A. Iglesias, Mercedes Garijo , Josè C. Gonzalez and Juan R. Velasco « Analysis and Design of Multiagent Systems using MAS-CommonKADS » This research is funded in part by the Commission of the European Community under the ESPRIT Basic Research Project MIX: Modular Integration of Connectionist and Symbolic Processing in Knowledge Based Systems,ESPRIT-9119.
- [43] Olivier Corby and Catherine Faron-Zucker « une machine abstraite de graphes de connaissances ». In EGC, Extraction et Gestion des Connaissances, Hammamet, Tunisia, January 2010.
- [44] Nada MATTA, Olivier CORBY « Modèles Génériques de Gestion de Conflits dans la Conception Concourante » rapport de recherche, Thème INRIA 3A : Interaction Homme-Machine, Images, Données et Connaissances Décembre 1996.
- [45] Bruno TIXIER « La problématique de la gestion des connaissances Le cas d'une entreprise de développement informatique bancaire » rapport de recherche de l'Institut de Recherche en Informatique de Nantes, Septembre 2001.
- [46] David Sutton, Vivek Patkar « CommonKADS analysis and description of a knowledge based system for the assessment of breast cancer » Science direct ,Expert Systems with Applications 36 , 2009.
- [47] B. A. Gobin, and R. K. Subramanian « An Owl Ontology for Commonkads Template Knowledge Models » International Journal of Human and Social Sciences 5:4, 2010.
- [48] S. S. Bhandari, N. Chakpitak, K. Meksamoot and T. Chandarasupsang « Knowledge Based Model for Power Transformer Life Cycle Management Using Knowledge Engineering » World Academy of Science, Engineering and Technology 72, 2010.
- [49] Abdessamed Réda GHOMARI « Approche Méthodologique d'Acquisition de Connaissances Agrégées à base d'Agents cognitifs coopérants pour les systèmes d'aide à la décision stratégiques » thèse doctorat, Ecole nationale Supérieure en Informatique, juin 2010.
- [50] Aguilar, J.; Bessembel, I.; Cerrada, M.; Hidrobo, F.; Narciso, F. «Una Metodologia para el Modelado de Sistemas de IngenieriaOrientado a Agentes» Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial, Vol. 12, Núm. 38, España 2008.
- [51] S. S. Bhandari, N. Chakpitak, K. Meksamoot and T. Chandarasupsang « Knowledge Based Model for Power Transformer Life Cycle Management Using Knowledge Engineering » article de recherche, World Academy of Science, Engineering and Technology 72 , 2010.

- [52] Pascal Roques « UML2 par la Pratique » Livre, Edition EYROLLES, 5<sup>ème</sup> édition Paris, septembre 2006.
- [53] Gensym Corporation «G2 Reference Manual version 4.0 » a book, Cambridge , September 1995.
- [54] Vincent Cocquempot « Contribution à la surveillance des systèmes industriels complexes » habilitation a dirigé des recherches, université de Lille Novembre 2004.
- [55] Ludovic LOUIS-SIDNEY « Modèles et Outils de Capitalisation des Connaissances en Conception : Contribution au management et à l'ingénierie des connaissances chez Renault – DCT » thèse doctorat, Spécialité : Génie Industriel, Laboratoire d'accueil : LISMMA, Ecole Centrale Paris, décembre 2011.
- [56] HATEM BEN STA « Contribution de la Modélisation Conceptuelle à l'Ingénierie de Knowledge Management: Application dans le cadre de la mémoire de projet » thèse doctorat, Spécialité : Génie Industriel, Ecole Centrale Paris, Ecole Centrale de Lille, Aout 2006.
- [57] Penalva J.M. « SAGACE, la modélisation des systèmes dont la maîtrise est complexe » ILCE, EC2 (Ed), Montpellier, 1994.
- [58] AIMED MOKHTARI « Diagnostic des systèmes hybrides : développement d'une Méthode associant la détection par classification et la simulation dynamique » thèse doctorat, Spécialité : Systèmes industriels, Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS, Toulouse, octobre 2007.

## *Annexes*

**Tableau I. MO-1: Identification dans l'organisation des problèmes et des opportunités orientées vers une solution de connaissances (traduit de [33])**

Modèle de l'organisation-1 (MO-1)	
<i>Problèmes et opportunités</i>	<i>Dresser une courte liste des problèmes perçus et des opportunités à partir des entrevues, des discussions avec les gestionnaires, etc.</i>
<i>Contexte organisationnel</i>	<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>
<i>Solutions</i>	<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 [33])**

Modèle de l'organisation-2 (MO-2)	
<b>Organisational Model</b>	<b>Variant Aspects Worksheet OM-2</b>
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 III. MO-3: Détails du processus (traduit de [33])**

<b>Modèle de l'organisation-3 (MO-3)</b>						
<i>Organisational Model</i>		<i>Process Breakdown Worksheet OM-3</i>				
<i>No</i> <i>(identificateur</i> <i>de la tâche)</i>	<i>Tâche</i> <i>(nom de</i> <i>la tâche)</i>	<i>Effectuée</i> <i>par</i> <i>(agent)</i>	<i>Où?</i> <i>(Endroit</i> <i>dans la</i> <i>structure)</i>	<i>Unité de</i> <i>connaissance</i> <i>(voir MO-4)</i>	<i>Connaissance</i> <i>intensive?</i> <i>(Oui/non)</i>	<i>Signification</i> <i>(Sur une</i> <i>échelle de 1 à</i> <i>5, en fonction</i> <i>de la</i> <i>fréquence, du</i> <i>coût, etc.</i>

**Tableau IV. MO-4: Description des unités de connaissance (traduit de [33])**

<b>Modèle de l'organisation-4 (MO-4)</b>						
<i>Organisational Model</i>		<i>Knowledge Asset Worksheet OM-4</i>				
<i>Nom</i> <i>(unité de</i> <i>connaissance)</i> <i>(voir MO-3)</i>	<i>Appartient</i> <i>à (agent)</i> <i>(voir MO-</i> <i>3)</i>	<i>Utilisée</i> <i>dans (tâche)</i> <i>(voir MO-3)</i>	<i>Bon</i> <i>format?</i> <i>(Oui/non)</i>	<i>Bon</i> <i>endroit?</i> <i>(Oui/non)</i>	<i>Bon</i> <i>moment?</i> <i>(Oui/non)</i>	<i>Bonne</i> <i>qualité?</i> <i>(Oui/non)</i>

Tableau V. MO-5: Questions de faisabilité (traduit de [33])

<b>Modèle de l'organisation-5 (MO-5)</b>	
<b>Organisational Model</b>	<b>Checklist for Feasibility Decision Document: Worksheet OM-5</b>
Faisabilité d'affaires	<p><i>Pour une paire problème/opportunité répondre aux questions suivantes:</i></p> <p><i>1- Quels sont pour l'organisation, les bénéfices anticipés de cette solution.</i></p> <p><i>Identifier les bénéfices économiques tangibles et intangibles</i></p> <p><i>2- Quel est l'ordre de grandeur de la valeur ajoutée espérée?</i></p> <p><i>3- Quelle est l'espérance de coût de cette solution?</i></p> <p><i>4- Comment cette solution se compare-t-elle à d'autres options?</i></p> <p><i>5- Des changements organisationnels seront-ils nécessaires?</i></p> <p><i>6- 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></p>
Faisabilité technique	<p><i>Pour une paire problème/opportunité répondre aux questions suivantes:</i></p> <p><i>1- Quelle est la complexité de la tâche qui sera effectuée par le SBC en matière de connaissances emmagasinées et de processus de raisonnement?</i></p> <p><i>2- Est-ce que les méthodes et les outils à la fine pointe de la technologie sont disponibles et adéquats?</i></p> <p><i>3- 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></p> <p><i>4- Est-ce que les mesures de succès sont claires et comment tester la validité, la qualité et une performance satisfaisante?</i></p> <p><i>5- 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></p> <p><i>6- 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></p> <p><i>7- Y-a-t-il d'autres facteurs de risque et d'incertitude technologique?</i></p>
Faisabilité du projet	<p><i>Pour une paire problème/opportunité répondre aux questions suivantes:</i></p> <p><i>1- 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></p> <p><i>2- Les ressources nécessaires en termes de temps, budgets, équipements et personnel seront-elles disponibles?</i></p> <p><i>3- Les connaissances et compétences nécessaires sont-elles disponibles?</i></p> <p><i>4- Les attentes envers ce projet et ses résultats sont-elles réalistes?</i></p> <p><i>5- Est-ce que les organisations du projet interne et externe (communication) sont adéquates?</i></p> <p><i>6- Y-a-t-il d'autres risques et incertitudes associés au projet?</i></p>

Tableau VI. MT-1: La description raffinée des tâches du processus ciblé (traduit de [33])

<b>Modèle de Tâche-1 (MT-1)</b>		
<b>Task Model</b>	<b>Task Model Analysis Worksheet TM-1</b>	
	<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	Les tâches précédantes Les tâches suivantes	
Objets traités	<i>Objets en entrée</i> <i>Objets en sortie</i> <i>Objets internes</i>	
Temps et contrôle	<i>Fréquence, Durée</i> <i>Contrôle</i> <i>Contraintes</i> & <i>Conditions</i>	<i>Quelle est la fréquence à laquelle la tâche est effectuée et quelle est la durée d'exécution?</i>  <i>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</i> <i>Ressources;</i> <i>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 [33])**

<b>Task Model</b>	<i>Knowledge Item Worksheet TM-2</i>	
Nom	Élément de connaissance	
Appartient à	Agent	
Utilisé dans	Nom de tâche et identificateur	
Domaine	Le domaine auquel la connaissance appartient (champ du spécialiste, discipline, branche de sciences ou de génie, communauté professionnelle)	
<b>Nature de la connaissance</b>		<b>Goulot d'étranglement/ à améliorer</b>
Formelle, rigoureuse		
Empirique, quantitative		
Heuristique, règles du ponce		
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		
<b>Forme de la connaissance</b>		
Dans l'esprit		
Sur papier		
Électronique		
Reliée à l'action		
autres		
<b>Disponibilité de la connaissance</b>		
Limites temporelles		
Limites spatiales		
Limites d'accès		
Limites de qualité		
Limites de forme		

**Tableau VIII. MA-1: La spécification des agents (traduit de [33])**

<b>Agent Model</b>	<b>Agent Worksheet AM-1</b>
Nom	Nom de l'agent
Organisation	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
Impliqué dans	La liste des tâches (nom et identificateur, MT- 1)
Communique	avec Liste des autres agents
Connaissance	Liste des éléments de connaissance appartenant à l'agent (MT-2)
Autres compétences	Liste des autres compétences que l'agent doit posséder
Responsabilités et contraintes	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

**Tableau IX. OTA-1: Les éléments à inclure dans le document de décision (traduit de [33])**

Organisation-Task-Agent Models	Checklist for Impact and Improvement Decision Document: Worksheet OTA-1
Impacts et changements	<p>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</p>
Impacts et changements spécifiques aux tâches/agents.	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Changements au niveau de l'organisation des tâches (flux, dépendances, objets traités, timing, contrôle)</li> <li>Changements au niveau des ressources nécessaires</li> <li>Critères de qualité et de performance</li> <li>Changements dans la dotation, les agents concernés</li> <li>Changements dans les positions individuelles, responsabilités, autorité, contraintes dans l'exécution des tâches</li> <li>Changements requis au niveau des connaissances et des compétences</li> <li>Changements au niveau de la communication</li> </ul>
Attitudes et engagement	<p>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</p>
Actions proposées	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Améliorations: Quels sont les changements recommandés par rapport à l'organisation, aux tâches individuelles, aux membres du personnel et aux systèmes?</li> <li>Mesures d'accompagnement: Quelles mesures seront prises afin de faciliter ces changements (p. ex. formation, nouvelles installations)</li> <li>Quelles sont les recommandations liées à la solution d'un système de connaissances?</li> <li>Résultats attendus, coûts, bénéfices? (Revoir ces éléments dans le document de faisabilité)</li> </ul>