

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE ABBES LAGHROUR KHENCHELA  
DEPARTEMENT DE MATHEMATIQUE ET INFORMATIQUE



# Mémoire

Présenter pour l'obtention du  
**Diplôme Master en informatique**  
Option  
**Sécurité et technologie web**  
Thème

**Modèle ontologique pour représenter les connaissances tacites et  
explicites dans le domaine médical**

Réaliser par

- Abdesselem Abdellah
- Hemidi Ala Eddine

encadré par

-Mr Chergui Wahid

Année Universitaire 2016/2017

## **Remerciement**

Nous tenons tout d'abord à remercier profondément notre Encadreur MR Chergui Wahid pour la gentillesse et la patience.

Nous le remercions, aussi, pour nous avoir guidés, encouragés, conseillés, tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Mes profonds remerciements vont également au DR Djamel Mibarkia pour son aide et explication de son activité comme un médecin. Nous tenons à lui exprimer notre profonde gratitude pour le respect et la sympathie.

Enfin, mes remerciements ne seraient pas complets sans mentionner l'ensemble de nos enseignants qui ont participé à notre formation. Qu'ils trouvent ici, l'expression de notre profond respect et de notre haute considération.

## Résumé

Aujourd'hui la gestion de connaissance devient une nécessité pour conserver le patrimoine de connaissance et le développer pour le transférer facilement aux utilisateurs, parmi les domaines qui s'intéressent à la gestion de connaissance le domaine médicale, dans ce mémoire nous essayons d'étudier l'activité de diagnostic médicale est comment transfère l'expérience et les connaissances du médecin, c'est une activité purement pratique.

A ce titre, les ontologies se révèlent la solution informatique pour gérer ces connaissances. L'objectif de ce mémoire consiste à la construction d'une ontologie de l'activité de diagnostic médicale dont le processus de construction s'est réalisé en trois phases fondamentales :

- La création du modèle d'activité basé sur le modèle d'Engeström.
- la conceptualisation essentiellement fondée sur la méthode *METHONTOLOGY* qui a donné lieu à une ontologie conceptuelle ;
- l'opérationnalisation qui a abouti à une ontologie opérationnelle cohérente et consistante

## Abstract

Today knowledge management becomes a necessity to preserve the knowledge heritage and developed it to easily transfer it to users, among the domains that are interested in knowledge management the medical field, in this thesis we try to study The medical diagnostic activity is how the doctor's experience and knowledge is transferred, it is a purely practical activity.

As such, ontology prove to be the solution for managing this knowledge.

The objective of this thesis consists in the construction of ontology of the medical diagnostic activity whose construction process was carried out in three fundamental phases:

- The creation of the activity model based on the Engeström model
- The conceptualization essentially based on the method *METHONTOLOGY* that gave rise to a conceptual ontology;
- Operationalization, which resulted in a coherent and consistent operational ontology

## ملخص

تعتبر اليوم إدارة المعرفة ضرورة للحفاظ على التراث المعرفي ونقله بسهولة إلى المستخدمين، ومن بين المجالات التي تهتم بإدارة المعرفة المجال الطبي، في هذه الأطروحة نحاول دراسة التشخيص الطبي وكيفية نقل خبرة ومعارف الطبيب، والذي يعتبر نشاط عملي بحت.

على هذا النحو، الانطولوجيا تعتبر الحل الأمثل بكل ما تحمله من إيجابيات.

الهدف من هذه الرسالة يتمثل في بناء انطولوجيا التشخيص الطبي والمنهجية المتبعة تمت على ثلاث مراحل أساسية:

- إنشاء نموذج النشاط استنادا إلى نموذج Engeström
- وضع نموذج تصوري للأنطولوجيا والذي اعتمدنا خلاله على طريقة *METHONTOLOGY*
- تحويل هذا التصور إلى انطولوجيا عملية كاملة ومتناسكة

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	1
<b>Chapitre 01 : Connaissance et Knowledge Management (KM)</b> .....	2
1. Introduction.....	2
2. La connaissance, concepts et définitions .....	2
1.2. Donnée .....	2
1.3. Information.....	2
1.4. Connaissance.....	3
3. La gestion des connaissances dans l'entreprise.....	4
4. Qu'est-ce que le Knowledge management.....	5
4.1. Définition utilitaire : .....	5
4.2. Définition opérationnelle : .....	5
4.3. Définition fonctionnelle : .....	5
4.4. Définition économique : .....	6
5. Processus de capitalisation de connaissance .....	7
6. Nature de la connaissance .....	8
6.1. Connaissance tacite .....	8
6.2. Connaissance explicite .....	9
7. Le processus de création de connaissance .....	10
8. Les cartographies de connaissances .....	12
8.1. L'approche processus.....	12
8.2. L'approche domaines .....	13
8.3. Les différents types de cartographie .....	13
9. Les ontologies et la gestion des connaissances.....	14
10. Conclusion .....	15
<b>Chapitre 02 : Généralité sur l'ingénierie ontologique</b> .....	16
1. Introduction.....	16
1. La notion d'ontologie .....	16
2. Qu'est-ce qu'une ontologie.....	17
3. Cycle de vie.....	18
4. Les constituants d'une ontologie .....	19
4.1. Concept .....	19
4.2. Relation .....	20
4.3. Axiome.....	20
4.4. Fonction .....	20

4.5. Instance .....	20
5. Les types d'ontologies : .....	21
5.1. Les ontologies du domaine : .....	21
5.2. Les ontologies applicatives ou ontologies d'application : .....	21
5.3. Les ontologies génériques ou ontologies de haut niveau : .....	21
5.4. Ontologie de Tâches : .....	21
6. Méthodes et outils de construction d'ontologie .....	22
6.1. La méthode de Bachimont .....	22
6.2. METHONTOLOGY .....	23
.7 Les outils de construction d'ontologie .....	24
7.1. Les outils dépendants de formalisme de représentation .....	24
.7.1.1 Onto lingua : .....	24
.7.1.2 OntoSaurus : .....	25
7.1.3. OilEd : .....	25
.8 Les outils indépendants de formalisme de représentation .....	25
8.1. Protégé 2000 : .....	25
.8.2 ODE et WebOde : .....	25
8.3. OntoEdit : .....	26
9. Les ontologies comme ressource de connaissance. ....	26
10. Conclusion .....	27
<b>Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité</b> .....	<b>28</b>
1. Introduction.....	28
2. Concept connaissance déclarative et procédurale : .....	29
3. Ressource cognitive et connaissances tacites .....	30
3.1. Les schèmes .....	31
3.2. La compétence .....	31
3.3. Habilité.....	32
3.4. La capacité : .....	32
4. La conceptualisation dans l'action : .....	33
4.1. Le cadre théorique : .....	33
4.2. La connaissance est ancrée dans l'action sous forme de schèmes .....	34
4.3. Les invariant opératoires .....	36
4.4. Champs conceptuel .....	37
4.5. Déroulement de l'activité et le modèle de connaissance .....	38
5. La théorie de l'activité : un cadre systémique et dynamique .....	41
.5.1 Historique et aperçu de la théorie de l'activité .....	41
5.2. Les niveaux d'activité : .....	42

5.3. Modélisation de l'activité humaine.....	42
6. Conclusion .....	44
<b>Chapitre 04 : Conception</b> .....	<b>45</b>
1. Introduction.....	45
2. Les ontologies dans le domaine médical .....	46
3. Diagnostic médical.....	46
3.1. Le raisonnement déductif.....	47
3.2. Le raisonnement inductif .....	47
3.3. Le raisonnement par analogie .....	48
4. Conception de l'ontologie du diagnostic médical.....	48
5. Les difficultés rencontrées .....	49
6. Présentation des activités liées au diagnostic médicale .....	49
6.1. Classification des activités du médecin .....	49
6.1.1.L'activité interrogatoire : .....	49
6.1.2.L'activité clinique .....	49
7. Méthode de conception de notre ontologie.....	50
8. Processus de création d'ontologie.....	51
9. Pourquoi la méthode Methontology.....	51
10. Modèle de base .....	51
10.1. Les concepts liés à l'entité activité .....	52
11. Cas d'exemple.....	54
12. Présentation de l'ontologie .....	56
13. Conclusion .....	57
<b>Chapitre 05 : Implémentation</b> .....	<b>58</b>
1. Introduction.....	58
2. Environnement de développement.....	58
3. Présentation de l'éditeur Protégé .....	58
4. Création d'ontologies avec PROTEGE .....	59
4. L'édition de l'ontologie.....	61
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>65</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>66</b>

## Liste des figures

Figure 1: Le Modèle Conventionnel De Créations De Connaissances. ....	3
Figure 2 :Processus de capitalisation des connaissances .....	7
Figure 3:Processus de conversion de connaissances [12] .....	11
Figure 4:cycle de vie d'une ontologie .....	19
Figure 5 : PROCESSUS de la méthode BACHIMONT [43].....	23
Figure 6 : processus de développement et le cycle de vie de METHONTOLOGY .....	24
Figure 7 : les composantes structurelles du modèle d'Anderson [52] .....	29
Figure 8 : Théorie de la représentation et des champs conceptuels d'après Gérard Vergnaud [68].....	37
Figure 9 : Structure de base d'une activité (modèle d'Engeström, .....	43
Figure 10 : Perspective d'activité du diagnostic médicale.....	52
Figure 11: Présentation d'ontologie du diagnostic médicale .....	56
Figure 12 : Interface graphique de Protégé 4.3.0 .....	59
Figure 13 : interface de protégé 4.3.0 .....	60
Figure 14 : Choix de type de projet.....	60
Figure 15 : Choix d'emplacement pour enregistrer l'ontologie .....	61
Figure 16 : création des classes.....	61
Figure 17 : création des relations.....	62
Figure 18 : Les contraintes de cardinalité .....	62
Figure 19 graphe représente les concepts d'ontologie.....	63
Figure 20 graphe représente l'acteur et ces relation avec les concepts d'ontologie.....	63
Figure 21 graphe représente l'activité palpation.....	64
Figure 22 représentation d'ontologie avec l'outil graphe VIZ.....	64

## Liste des Tableaux

Tableau 1 : Les quatre catégories des définitions de la GC [14].....	6
Tableau 2: SYNTHÈSE de la définition des cartographies des connaissances [15].....	14



# **Introduction générale**

## Introduction générale

La Gestion des Connaissances est une discipline plus que jamais d'actualité. Souvent méconnue dans certains milieux, cette méthode de management a déjà été adoptée par des structures à fort capital intellectuel : grands groupes dans les secteurs industriels, bancaires, médicale et des services. La concurrence accrue, incite les entreprises à mettre rapidement leurs produits sur le marché ce qui a laissé une place centrale aux connaissances procédurales dans l'organisation. Celles-ci doivent être mises en commun pour améliorer les démarches d'ingénierie.

La diffusion et le partage collectif des savoir et savoir-faire deviennent prépondérants et représentent de véritables atouts concurrentiels. Le capital immatériel, comprenant le capital des connaissances et le capital humain, occupe une place de choix dans ces types de structures.

Dans le domaine de la santé, le Transfer du savoir et de la connaissance devient une mission essentielle, le défi et désormais de conservé ce capital des connaissances afin de réorganiser, réutilise et partager entre différent générations, dans ce contexte des problématiques se posent aux organisations :

- Comment conserver les connaissances et compétences ?
- Comment formaliser efficacement les connaissances ?
- Comment formaliser les habilités et les attitudes ?

Dans ce mémoire nous allons aborder une démarche pragmatique qui s'articule globalement sur une question principale la quelle : comment formaliser les connaissances tacite dans le diagnostic d'un médecin.

Dans le premier chapitre nous dresserons les différents concepts lie à la gestion de connaissance telle que la donnée, l'information, et la connaissance, puis nous présenterons le KM et son rôle dans l'entreprise par la suit la nature, la classification, le processus de création et capitalisation des connaissances et en verrons aussi les types de connaissance tacite.

Dans le deuxième chapitre nous parlerons de l'ontologie et leur utilisation, la classification et la différence entre l'ontologie et la base de connaissance et on va présenter aussi les méthodes et outils de construction d'ontologie.

Ensuite nous abordons dans le troisième chapitre la relation entre connaissance et action et cela par la présentation des concepts déclarative et procédurale de la théorie d'activité et les différentes ressources cognitifs lie à la réalisation de l'activité, ces notions et théorèmes nous a permet de proposé un modèle d'activité du diagnostic médical présenté et commenté dans le quatrième chapitre.

## **Chapitre 01**

# **Connaissance et Knowledge Management**

### 1. Introduction

Les entreprises Aujourd'hui détiennent d'un capitale de connaissance très important qui les obligent à mettre en place d'une démarche nouvelle et innovante à tous les niveaux de l'entreprise, cette démarche s'intéresse à la gestion de ce capitale de connaissance et les acteurs de savoir pour assurer le bon contrôle de ces ressources de savoir afin de mettre en œuvre des techniques de partage et de transfert des connaissances entre acteurs ,

Dans ce chapitre nous allons présenter les notions de base de la gestion de connaissance on commence par les concepts généraux de connaissances puis on passera par le rôle de KM dans l'entreprise et on donne une définition de KM, en suite on parle de processus de création des connaissances, on présente aussi la notion de cartographie et son rôle dans la gestion de connaissances et en fin on présente l'ontologie comme un outil de gestion de connaissances.

### 2. La connaissance, concepts et définitions

Les termes « donnée, information, connaissance » sont utilisés dans des contextes multiples avec des significations nuancées, différentes définitions existent nous en donnons quelques définitions

#### 1.2. Donnée

Une donnée est un élément brut pris en dehors de tout contexte, Cette donnée ne prendra de la valeur qu'une fois mise en contexte [1].

Une donnée est un élément fondamental et objectif, qualitatif ou quantitatif servant de base à un raisonnement ou à la réalisation des traitements.

*La donnée est l'enregistrement dans un code convenu d'une observation, d'un objet ou d'un phénomène (donnée « factuelle ») d'une image, d'un son, d'un texte. C'est un fait, une notion, une instruction représentée sous une forme conventionnelle, convenant à une communication, une interprétation ou un traitement soit par l'homme, soit par des moyens informatiques.*

Une donnée est devenue une information lorsque mise en contexte et porte un sens [2]

#### 1.3. Information

L'information [2] est tout le signifiant que l'on attache et que l'on peut déduire d'un ensemble de données, de certaines associations entre données.

L'information est alors un ensemble de données non structurées qui sont organisées pour donner forme à un message résultant d'un contexte donné et donc parfaitement subjectif.

### 1.4. Connaissance

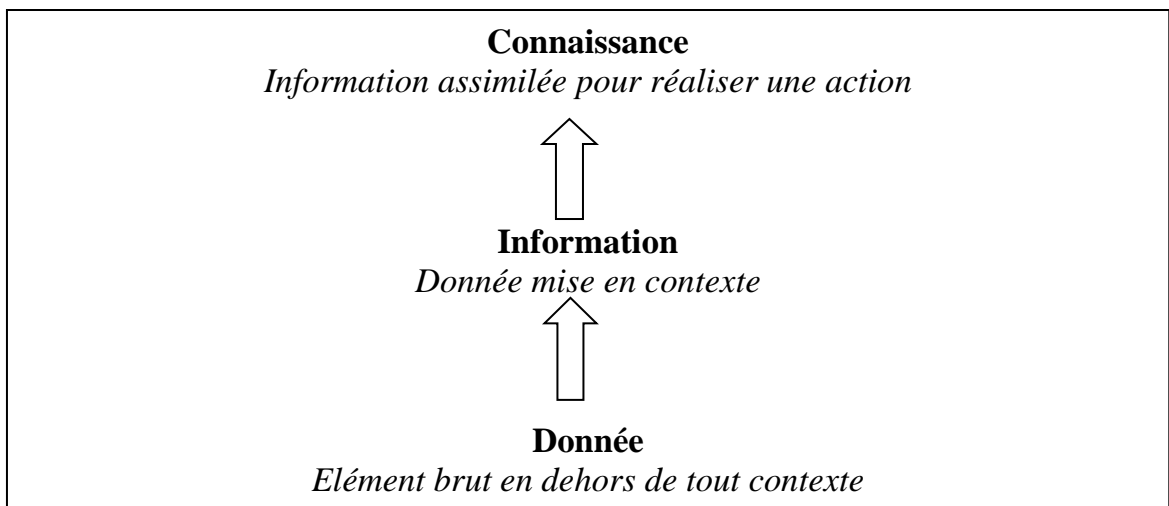
Différentes définitions peuvent être associées au terme « connaissance » provenant de diverses disciplines : philosophie, psychologie, sciences de l'information, sciences humaines et sociales, etc. Nous avons retenu la définition d'Audrey Mazuy :

*« La connaissance renvoie à la capacité de disposer d'une représentation mentale d'une réalité plus ou moins bien circonscrite... Toute connaissance d'un objet au sens le plus large du terme implique ainsi de disposer de descripteurs, de valeurs et de relations, et va dans le sens d'une théorisation, qui tend à être partagée, soit par un groupe social, soit par la société toute entière »*  
[2]

La gestion de connaissance distingue deux grands types de connaissance : les connaissances tacites et la connaissance explicite. [3]

- **La connaissance tacite** est personnelle, elle regroupe des compétences innées ou acquises, le savoir-faire et l'expérience de l'individu. Elle est généralement difficile à formaliser et à communiquer.
- **La connaissance explicite** peut être clairement articulée sur un support et est donc plus facilement transférable (à l'écrit comme à l'oral) et partagée par une communauté.

En résumé, qui nous permet d'appréhender clairement et simplement ces différentes notions [4]



**FIGURE 1: LE MODELE CONVENTIONNEL DE CREATIONS DE CONNAISSANCES.**

### 3. La gestion des connaissances dans l'entreprise

La gestion des connaissances dans l'entreprise ne date pas d'aujourd'hui, bien heureusement. Depuis toujours, les entreprises gèrent leurs savoirs, leurs savoir-faire en les explicitant dans des documents, des procédures...etc., en les transmettant via la formation. Ce qui change maintenant, c'est la nouvelle dimension stratégique du savoir, comme ressource de compétitivité et de performance. Ceci oblige l'entreprise à avoir une approche globale, consciente et raisonnée de son patrimoine de connaissances.

C'est un travail complexe et qui doit se réaliser progressivement, et nécessite la prise en compte de nombreuses paramètres pour que la gestion de connaissance soit viable.

La gestion des connaissances doit avoir un objectif précis, par exemple préparer le départ d'un expert, améliorer la formation de nouveaux salariés, conserver la mémoire d'un projet, etc. L'entreprise doit également avoir conscience qu'elle ne peut capitaliser l'ensemble de ses connaissances. Cela prendrait trop de temps et les connaissances stratégiques seraient perdues dans la masse de connaissances secondaires, il s'agit d'une démarche de progrès continu, qui suit un processus de gestion des connaissances (**KM**).

Il est donc important pour toute organisation de maîtriser la gestion de son capital intellectuel, car comme le confirme Maret « savoir et savoir-faire sont les deux aspects indissociables de la connaissance...tant qu'ils ne sont pas maîtrisés, ils constituent un capital fragile car, ils ne sont ni partageables, ni persistants, c'est-à-dire non réutilisables en l'absence de leur détenteur» [5].

En effet, 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, les mettre en synergie et les valoriser » [6].

Dans ce contexte, la prise de conscience par les entreprises, de l'importance de la gestion des savoirs et savoir-faire, individuels ou collectifs, a abouti à la production de nombreux outils et démarches dont certains sont destinés à la capitalisation des meilleures pratiques des collaborateurs. Par ailleurs, si la gestion des connaissances est un nouveau domaine de recherche en termes de formalisation et de théorisation, il existe du point de vue académique, de nombreuses manières d'approcher la problématique de la gestion des connaissances. Parmi ces approches, citons la capitalisation des connaissances, la modélisation du système de connaissances, le management des compétences, etc.

### 4. Qu'est-ce que le Knowledge management

Le Knowledge Management peut se définir comme « l'élaboration, le partage, la diffusion des savoir-faire collectifs propres à l'entreprise » [7].

Il s'agit ici d'utiliser l'ensemble des connaissances (explicites et tacites) de l'entreprise afin de se différencier, d'obtenir un avantage concurrentiel par rapport aux concurrents. Ces savoirs doivent également être modélisés, systématisés et transmis en interne et auprès des nouveaux venus pour pouvoir constituer la valeur ajoutée de l'entreprise.

Le Knowledge Management s'appuie sur des outils informatiques (portails d'entreprise, outils de travail collaboratif, Intranet, outils de gestion de projet, etc.) mais pas seulement. Il suppose également l'adhésion des ressources humaines de l'entreprise qui possèdent la connaissance étudiée. [8]

Le Knowledge Management est un concept complexe pour cela nous viendrons de proposer les quatre différentes définitions de **Jean-Yves PRAX** [9]

#### 4.1. Définition utilitaire :

Elle définit le Knowledge Management comme une solution à la surabondance d'informations caractéristique du Web. Il permet ainsi de fournir une réponse personnalisée et pertinente en temps voulu, sans que la demande n'ait été clairement explicitée (réponse à une demande tacite).

#### 4.2. Définition opérationnelle :

Il s'agit de « combiner les savoirs et savoir-faire dans les processus, produits, organisations, pour créer de la valeur ». En d'autres termes, l'amélioration de la performance d'une entreprise passe par l'association de savoirs (explicites et diffusables) et de savoir-faire (tacites et non-diffusables).

#### 4.3. Définition fonctionnelle :

C'est la définition la plus répandue qui consiste à décrire le Knowledge Management à travers le « cycle de vie de la connaissance » (formalisation, validation, diffusion, etc.) et des dispositifs nécessaires à sa mise en œuvre (travail collaboration, gestion de projet, GED, etc.). Selon Jean-Yves PRAX [9], cette définition est limitée car elle précise comment faire du Knowledge Management et non ce que c'est et pourquoi en faire.

### 4.4. Définition économique :

Il s'agit de valoriser le capital intellectuel de l'entreprise, c'est-à-dire l'ensemble des savoirs et des savoir-faire, d'exploiter les compétences déjà présentes, en vue d'améliorer sa productivité.

La compréhension de Knowledge Management est peu aisée, car elle fait appel à des méthodes et des concepts difficilement perceptibles, ce qui nous concerne ici c'est les deux parties de connaissances qui sont interdépendante, il n'existe pas l'une sans l'autre, les connaissances visible ou explicite et les connaissances implicite ou moins visible.

La gestion de connaissance s'oriente autour de ces deux concepts, avant de procéder les détails des deux concepts de gestion de connaissances, on va passer par la définition de processus de capitalisation de connaissance.

Catégorie de définition	Description
Définitions utilitaires	La GC consiste à diriger la bonne information à la bonne personne et au bon moment.
Définitions opérationnelles	La GC est la combinaison des savoirs et savoir-faire dans les processus et dans les produits pour améliorer la performance de l'entreprise
Définitions économiques	La GC est une nouvelle science visant à réorganiser l'entreprise autour de sa richesse immatérielle
Définitions fonctionnelles	La GC vise à capitaliser, à créer et à partager l'ensemble des connaissances de l'organisation.

**TABLEAU 1 : LES QUATRE CATEGORIES DES DEFINITIONS DE LA GC [14]**



## 5. Processus de capitalisation de connaissance

La capitalisation des connaissances est un processus dont l'objet est de constituer un capital à partir des informations ou connaissances disponibles dans une organisation afin de les valoriser par leur mise à disposition auprès d'autres institutions ou acteurs. Elle est conçue pour que l'expérience de chacun ne reste pas confinée au niveau individuel, mais serve le collectif dans un mouvement de partage des connaissances, ce qui lui confère un aspect participatif dans son déroulement. La préservation et la transmission de l'expérience et des savoirs acquis facilitent la mise en œuvre de nouveaux projets ou la conduite de nouvelles actions [10]

Le processus de capitalisation des connaissances s'articule autour des connaissances stratégiques de l'entreprise. Son objectif est de :

- De repérer les connaissances stratégiques de l'entreprise (réunions, observations du sujet au cours de son activité, entretiens individuels)
- De les préserver en les modélisant, en les formalisant et en les archivant,
- De les valoriser en les rendant accessibles, en les diffusant, en les exploitants et en les combinant pour créer de nouvelles connaissances,
- De les actualiser en les enrichissant.

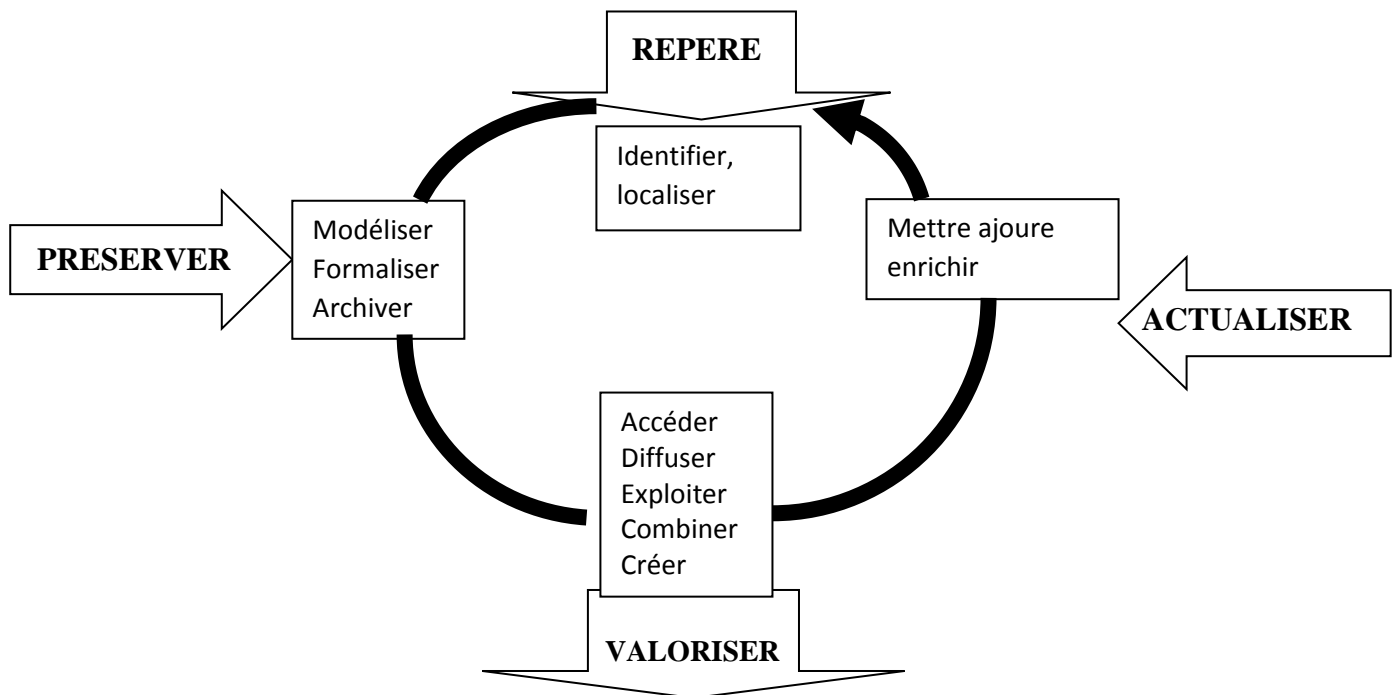


FIGURE 2 : PROCESSUS DE CAPITALISATION DES CONNAISSANCES

### 6. Nature de la connaissance

Le concept connaissance subit l'influence de plusieurs courants de pensée. Depuis de nombreux siècles, philosophes et autres intellectuels alimentent un débat passionné sur son origine et sa nature. Il existe ainsi une fracture entre les taxonomistes classifiant les différents types de connaissances et leurs implications en fonction des objets qu'ils poursuivent et les chercheurs qui tentent de modéliser la connaissance dans l'organisation.

La taxonomie opposant la connaissance tacite à l'explicite dans la mesure où elle est une des premières à être apparue est l'une des plus célèbres et des plus pertinentes [11].

NONAKA et TAKEUCHI considèrent que la connaissance en entreprise s'articule sous deux formes : la connaissance tacite et la connaissance explicite.

#### 6.1. Connaissance tacite

C'est la connaissance que possèdent les individus. Elle n'est pas formalisée et par conséquent difficilement transmissible. Ce sont les compétences, le jugement, les expériences, l'intuition, les secrets de métiers, les savoir-faire, les tours de mains qu'un individu a acquis et échangés lors des relations à l'intérieur de son organisation.

Nonaka et Takeuchi soutiennent que cette connaissance tacite existe dans l'esprit humain de manière symbolique. Elle est intimement liée au vécu de l'individu et elle est constituée de facteurs intangibles comme la perspicacité, la subjectivité, les croyances, les valeurs, la vision personnelle du monde, les tours de mains et les émotions. La nature subjective et intuitive de la connaissance tacite la rend difficile à traiter ou à transmettre de manière systématique. Intimement liée aux collaborateurs qui la détiennent, la connaissance tacite est la forme du savoir la plus répandue dans les entreprises ou organisations, De nombreux auteurs admettent qu'elle représente 85% de la connaissance globale d'une organisation.

Il convient de faire remarquer que pour que la connaissance tacite soit communiquée et partagée dans l'organisation, elle doit être convertie en mots ou nombres que n'importe qui peut comprendre. Ce processus de conversion de tacite en explicite s'appelle articulation ou formulation.

Dans le même ordre d'idées, la connaissance tacite de l'entreprise peut être observée de manière individuelle ou de manière collective, dans les activités quotidiennes des employés de l'entreprise et de ses clients, quand les gens réalisent des activités, quand ils ont des relations entre eux ou quand ils placent l'activité de l'entreprise au centre de leurs conversations [11].

### 6.2. Connaissance explicite

C'est la connaissance formalisée et transmissible sous forme de documents ou supports réutilisables. Elle regroupe les informations, faits et connaissances scientifiques qui peuvent être articulés, codifiés et donc transférés de façon formelle par le biais des méthodes systématiques, telles que les règles et procédures selon les observations de Nonaka et Takeuchi.

La connaissance explicite est donc stockée dans le monde objectif, dans des répertoires tels que les livres, les manuels, les bases de données, les Intranets, les notes, les programmes d'ordinateur sous la forme d'études, e-mails, rapports, journaux...

La connaissance explicite individuelle concerne les connaissances et compétences qui peuvent être facilement enseignées ou écrites alors que la connaissance explicite collective concerne davantage les procédures opérationnelles standards, la documentation, les systèmes d'information et les règles. En d'autres termes, ce sont les documents qui peuvent être capturés (Collectés et / ou scannés) et partagés par un système d'information.

Il importe de faire remarquer que si les connaissances explicites peuvent être facilement exprimées dans des documents, elles sont moins susceptibles de déboucher sur des innovations majeures que les connaissances tacites qui sont la réelle source d'innovation.

Il est intéressant de faire remarquer que pour nous professionnels de l'information documentaire, selon l'ADBS (Association de professionnels de l'information et de la documentation), la collecte des connaissances explicites est à l'origine des techniques documentaires et génère les techniques de records management.

Les connaissances tacites ne pouvant que très difficilement être figées dans des documents, il faut favoriser l'échange, le travail en réseau, le partage d'expériences, seuls moyens susceptibles d'aboutir à des processus innovants. La collecte des connaissances tacites est à l'origine des techniques d'intelligence économique et génère les techniques du Knowledge Management [ADBS].

Plusieurs travaux de recherche montrent que l'avoir intellectuel servant à faire fonctionner une firme ou une organisation est composé de 30% de connaissances explicites et de 70% de connaissances tacites (connaissances personnelles intangibles, trucs de métiers issus de l'expérience, intuitions créatives, etc.)**[11]**.

### 7. Le processus de création de connaissance

Nonaka décrit dans ses recherches, le processus de création des connaissances comme un des mécanismes responsables du développement de l'innovation au sein d'une organisation.

Il considère la création comme un processus itératif d'interactions entre les différents types de connaissances et entre les individus.

Cette nouvelle connaissance disposera d'un contexte propre qui lui aura permis de naître et d'évoluer.

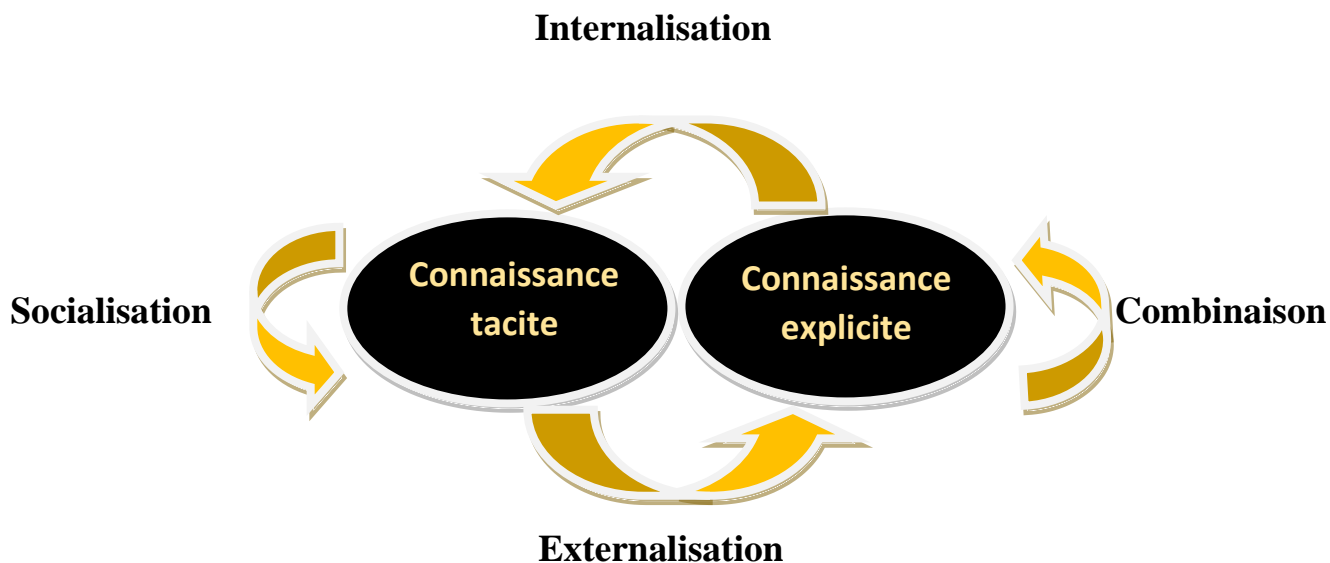
C'est un processus en spirale dans lequel l'interaction entre la connaissance tacite et celle explicite va s'agrandir avec la taille du groupe concerné.

Le transfert des connaissances apparaît comme une étape centrale dans tout processus de création des connaissances.

L'échange des connaissances peut prendre deux formes selon la nature de la connaissance : le transfert de connaissances explicites et de connaissances tacites.

La connaissance explicite peut être transférée grâce à des méthodes formelles systématiques, comme des règles et procédures, En revanche, le transfert de connaissances 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 [11]. Ce model repose sur la distinction entre savoir tacite et savoir explicite. Le savoir tacite est enraciné dans l'action, dans les routines, dans un contexte spécifique (ce qui peut donner la productivité personnelle au niveau individuel et l'avantage concurrentiel au niveau de L'entreprise). Le savoir explicite est la connaissance codifiée, transmissible en un langage formel et systématique (production de données au niveau individuel, et gestion électronique documentaire au niveau de l'entreprise



**FIGURE 3: PROCESSUS DE CONVERSION DE CONNAISSANCES [12]**

- ✓ Socialisation (du tacite vers le tacite) : l'acquisition de la connaissance tacite se fait alors par l'expérience, l'observation.
- ✓ L'externalisation (du tacite vers l'explicite) : est le processus qui permet le passage des connaissances tacites vers l'explicite. Il se traduit par la modélisation de concepts et découle d'échanges avec d'autres individus.
- ✓ L'internalisation (de l'explicite vers le tacite) : ce processus permettant la conversion des connaissances de l'explicite vers le tacite, s'effectue par l'apprentissage à l'aide de support, documents, manuels...
- ✓ Lorsqu'il s'agit de connaissances explicites (sous la forme de documents), la conversion se fait sous forme de combinaison. « La combinaison est un processus de création des connaissances explicites à partir de la restructuration d'un ensemble de connaissances explicites acquises par différents canaux de communication » [13]

### 8. Les cartographies de connaissances

Les cartographies des connaissances sont apparues relativement récemment dans les entreprises, concomitamment au développement des systèmes de gestion des connaissances mais également au développement des technologies d'analyse et de visualisation des informations [14]

Les cartographies des connaissances sont des Systèmes de Gestion des Connaissances (SGC) décrits comme « *une identification du patrimoine de connaissances* » qui permet aux « *organisations désireuses de gérer leur patrimoine de connaissances, d'en faire une analyse fine afin de déterminer, dans leur stratégie, quelles sont les connaissances qu'elles doivent pérenniser, développé, abandonné, etc. La cartographie devient alors un outil d'aide à la décision* »

Appliquées aux processus de résolution de problèmes ou d'aide à la décision elles proposent de modéliser, de décrire et d'analyser des processus métiers représentées sous la forme d'une arborescence, elles structurent les savoirs d'un individu ou d'un groupe d'individus liés à un métier, à un poste, une activité, afin d'en donner une vision globale et d'identifier les stratégies à mettre en place dans la perspective d'une gestion optimale [15]

L'outil cartographique est le plus approprié, quelle que soit la mission du KM. Il ne fait pas seulement l'inventaire des connaissances d'une organisation : en permettant de visualiser rapidement un ensemble d'informations.

La cartographie permet également d'identifier les liens entre différentes connaissances, de visualiser les canaux à travers lesquels elles circulent, les processus par lesquels elles sont échangées et de mettre ainsi en évidence une structure officieuse, bien éloignée de la structure hiérarchique.

Dans ce contexte, elle permet de visualiser les liens manquants, de localiser des experts.

Enfin, en mettant en évidence certaines informations, elle représente un puissant outil de communication [16]

La cartographie devient « *une action d'élaboration et de construction intentionnelle, par composition de symboles, de modèles susceptibles de rendre intelligible un phénomène perçu complexe* », Ces cartographies proposent donc de travailler sur l'objet complexe qu'est la connaissance, afin de la caractériser précisément pour en permettre une gestion optimale.

Il existe deux types d'approches cartographies

**8.1. L'approche processus** : qui s'appuie sur une modélisation, description et analyse des processus métiers de l'entreprise pour cartographie et déterminer les connaissances dites « critique ». [14].

**8.2. L'approche domaines :** Qui part de l'analyse de la représentation de l'entreprise sur son patrimoine de connaissance (documents et /ou témoignage d'acteur) et regroupe les connaissances dans une logique autre que fonctionnelle, les associant en domaines d'expertise.

### 8.3. Les différents types de cartographie

La caractéristique de processus de conception des cartographies de connaissance explique la variété des formes de la carte, toutefois cette variété s'explique par la multiplicité des finalités qui peuvent attendues de ces cartographies, ainsi Eppler distingue alors 5 types de cartes selon leurs finalités [17]

- ✓ Les « *Knowledge Source Maps* » qui sont des cartographies d'expertise et répondent à la question : où puis-je trouver quelqu'un qui sait cela ? Ces cartes identifient les individus et qualifient leur expertise.
- ✓ Les « *Knowledge Asset Maps* » qui sont des cartographies de patrimoine (au sens de « stock ») de connaissances et qui répondent à la question : combien de spécialistes de tel domaine avons-nous ?
- ✓ Les « *Knowledge Structure Maps* » qui présentent les besoins en connaissances pour un domaine particulier et les liens entre ces différents domaines de connaissances.  
Elles répondent à la question : de quels types de connaissances avons-nous besoin pour que tel processus soit effectif ?
- ✓ Les « *Knowledge Application Maps* » qui présentent quel type de connaissance doit être appliqué quand on a Cartographie de connaissances peut contribuer à cette explicitation.
- ✓ Les « *Knowledge Development Maps* » qui présentent les connaissances à acquérir pour atteindre un objectif de développement et répondent à la question : quelles connaissances devons-nous développer pour lancer telle nouvelle activité ?

Point de vue sur la connaissance	Finalité	Processus de conception	Forme
Connaissance	Identifie et visualiser les connaissances pour prendre une décision		
Vue comme lie à un processus organisationnel particulier	Knowledge structure Maps	Carte Cognitive :  Représentation d'un schéma cognitif d'un acteur ou d'un groupe d'acteur par le biais d'une représentation conventionnelle axée sur la visualisation	Carte  Conçue à partir de technologies d'analyse et Dee visualisation des informations
	Knowledge applications Maps		
Connaissance  Vue comme lie à des pratiques métiers	Knowledge Source Maps		
	Knowledge Asset Maps		
	Knowledge Development Maps		

**TABLEAU 2: SYNTHÈSE DE LA DÉFINITION DES CARTOGRAPHIES DES CONNAISSANCES [15]**

## **9. Les ontologies et la gestion des connaissances**

C'est à partir des années 90 que les ontologies sont apparues dans le domaine de l'Ingénierie des Connaissances, et plus largement en Intelligence Artificielle, comme une approche de modélisation et de représentation des connaissances. Elles se sont introduites dans le cadre des démarches d'acquisition des connaissances pour les Systèmes à Base de Connaissances et ont évolué vers la représentation des connaissances et leur organisation. Durant la dernière décennie, l'utilisation des ontologies pour la gestion des connaissances s'est avérée avantageuse dans le domaine de la recherche en intelligence artificielle où la gestion des connaissances est basée sur la représentation des connaissances de façon à simuler le raisonnement humain afin de modéliser les connaissances d'une façon utilisable par la machine [18].



Ainsi, les ontologies sont utiles pour construire des systèmes de gestion des connaissances. Elles permettent la représentation des connaissances et la modélisation des raisonnements qui sont des caractéristiques fondamentales des Systèmes à Base de Connaissances. Elles ont pour rôle de fournir un système de concepts fondamentaux du domaine, afin de construire une base de connaissances. La conceptualisation permise par les ontologies représente en effet, une base solide sur laquelle sont construites des bases de connaissances partageables et utilisables. Une ontologie modélise à l'aide d'un formalisme approprié les connaissances spécifiques d'un domaine d'application. Elle permet ensuite, la recherche et la restitution des connaissances dans des bases de connaissances et des systèmes d'informations hétérogènes et distribués. La recherche via une ontologie est souvent basée sur la sémantique en exploitant les mécanismes de raisonnement et l'inférence. Nous commençons le deuxième chapitre par une présentation succincte de ce que sont les ontologies et comment elles sont développées.

### **10. Conclusion**

La gestion de connaissance est une démarche très difficile qui demande un travail continu et ajoute pour obtenir un avantage concurrentiel non négligeable, le contrôle de capitale de connaissance spécialement les connaissances pratique nécessite la mise en œuvre des systèmes de gestion est de partage de connaissances entre les différents acteurs, ces systèmes basés sur nouvelle base de connaissances dont on la voit dans le chapitre suivante, ces les ontologies

## **Chapitre 02**

# **Généralité sur l'ingénierie Ontologique**

### 1. Introduction

Le terme « ontologie », construit à partir des racines grecques *ontos* (ce que existe, l'existant) et *logos* (le discours, l'étude), est un mot que l'informatique a emprunté à la philosophie au début des années 1990. En philosophie, l'Ontologie est une branche fondamentale de la Métaphysique, qui s'intéresse à la notion d'existence, aux catégories fondamentales de l'existant et étudie les propriétés les plus générales de l'être. [19]

L'utilisation d'ontologies en informatique vise à intégrer une couche de connaissances aux systèmes afin de permettre des traitements élaborés de l'information qu'ils manipulent.

La conception d'ontologies est une tâche difficile qui nécessite la mise en place de procédés élaborés afin d'extraire la connaissance d'un domaine, manipulable par les systèmes informatiques et interprétable par les êtres humains.

Dans ce chapitre, nous relèverons les différentes définitions qui ont été attribuées à la notion d'ontologie, nous verrons aussi les différents éléments dont elle est composée. Nous monterons aussi le but de l'utilisation des ontologies.

### 1. La notion d'ontologie

Dans le contexte des sciences de l'informatique et de l'information, une ontologie définit un ensemble de primitives représentationnelles permettant de modéliser un domaine de connaissance ou de discours. Les primitives représentatives sont généralement des classes (ou ensembles), des attributs (ou des propriétés) et des relations (ou des relations entre les membres de la classe).

Les définitions des primitives représentationnelles comprennent des informations sur leur signification et leurs contraintes sur leur application logiquement cohérente.

Dans le contexte des systèmes de bases de données, l'ontologie peut être considérée comme un niveau d'abstraction des modèles de données, analogue aux modèles hiérarchiques et relationnels, mais destinée à modéliser les connaissances sur les individus, leurs attributs et leurs relations avec d'autres individus.

Les ontologies sont généralement spécifiées dans des langages qui permettent l'abstraction des structures de données et des stratégies de mise en œuvre ; En pratique, les langages des ontologies sont plus proches en pouvoir expressif à la logique du premier ordre que les langages utilisés pour modéliser les bases de données. Pour cette raison, on dit que les ontologies sont au niveau «sémantique», tandis que les schémas de base de données sont des modèles de données au niveau

«logique» ou «physique». En raison de leur indépendance par rapport aux modèles de données de niveau inférieur, les ontologies sont utilisées pour intégrer des bases de données hétérogènes, permettre l'interopérabilité entre des systèmes disparates et spécifier des interfaces à des services indépendants basés sur la connaissance. Dans la pile technologique des standards du Web sémantique, les ontologies sont appelées comme une couche explicite. Il existe maintenant des langages standards et une variété d'outils commerciaux et open source pour créer et travailler avec des ontologies. [20]

Nous essayons de présenter les principales définitions.

### 2. Qu'est-ce qu'une ontologie

Dans la philosophie classique, l'ontologie correspond à ce qu'Aristote appelait la Philosophie première (porté philosopha), c'est-à-dire la science de l'être en tant qu'être, par opposition aux philosophies secondes qui s'intéressaient, elles, à l'étude des manifestations de l'être (les existants). [21]

Ontologie : partie de la métaphysique qui s'attache à l'étude ou à la théorie de l'être dans son essence, indépendamment des phénomènes de son existence.

« Une ontologie définit les termes et les relations de base du vocabulaire d'un domaine ainsi que les règles qui indiquent comment combiner les termes et les relations de façon à pouvoir étendre le vocabulaire »

En 1993, **Gruber** [22] propose la définition suivante : « Spécification explicite d'une conceptualisation ».

Cette définition a été modifiée légèrement par **Borts** [23] comme «spécification formelle d'une conceptualisation partagée ».

Ces deux dernières définitions sont regroupées dans celle de Studer [24] comme :  
« Spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée ».

- Formelle : l'ontologie doit être lisible par une machine, ce qui exclut le langage naturel.
- Explicite : la définition explicite des concepts utilisés et des contraintes de leurs utilisations.
- Conceptualisation : le modèle abstrait d'un phénomène du monde réel par identification des concepts clefs de ce phénomène.
- Partagée : l'ontologie n'est pas la propriété d'un individu, mais elle représente un consensus accepté par une communauté d'utilisateurs.

Pour **Guarino & Giaretta [25]** « une ontologie est une spécification rendant partiellement compte d'une conceptualisation ». Swart out et ses collègues **[26]** la définissent comme suit : « une ontologie est un ensemble de termes structurés de façon hiérarchique, conçue afin de décrire un domaine et qui peut servir de charpente à une base de connaissances ». La même notion est également développée par Gomez **[27]** comme : « une ontologie fournit les moyens de décrire de façon explicite la conceptualisation des connaissances représentées dans une base de connaissances ».

**GRUBER [22]**: « In the context of computer and information sciences, ontology defines a set of representational primitives with which to model a domain of knowledge or discourse. The representational primitives are typically classes (or sets), attributes (or properties), and relationships (or relations among class members) ».

### 3. Cycle de vie

Puisque les ontologies sont destinées à être utilisées comme des composants logiciels dans des systèmes répondant à des objectifs opérationnels différents, leur développement doit s'appuyer sur les mêmes principes que ceux appliqués en génie logiciel. Ainsi, les ontologies doivent être considérées comme des objets techniques évolutifs et possédants un cycle de vie qui nécessite d'être précisé. Dans ce contexte, les activités liées aux ontologies sont, d'une part, des activités de gestion de projet (planification, contrôle, assurance qualité), et d'autre part, des activités de développement (spécification, conceptualisation, formalisation) ; s'y ajoutent des activités transversales de support telles que l'évaluation, la documentation, la gestion de la configuration. **[28]**

Un cycle de vie inspiré du génie logiciel est proposé dans **[29]** Nous l'avons adapté à nos besoins et proposons notre vision du cycle de vie d'une ontologie (**Figure04**). Il comprend une étape initiale de détection et de spécification des besoins qui permet notamment de circonscrire précisément le domaine de connaissances, une étape de conception qui se subdivise en trois phases, une étape de déploiement et de diffusion, une étape d'utilisation, une étape incontournable, d'évaluation, et enfin, une sixième étape consacrée à l'évolution et à la maintenance du modèle. Après chaque utilisation significative, l'ontologie et les besoins doivent être réévalués et l'ontologie peut être étendue et, si nécessaire, en partie reconstruite. La validation du modèle de connaissances est au centre du processus et se fait de manière itérative.

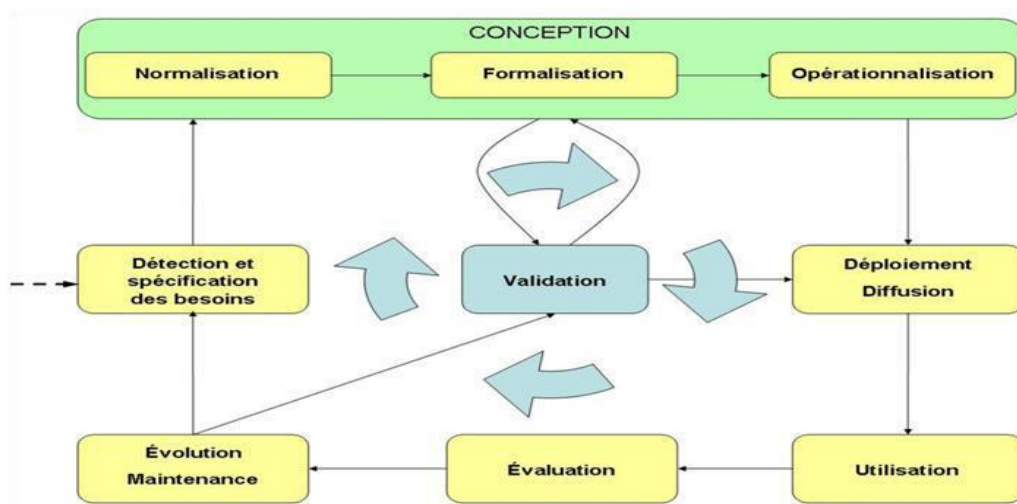


FIGURE 4: CYCLE DE VIE D'UNE ONTOLOGIE.

Corcho [30] insiste sur le fait que les activités de documentation et d'évaluation sont nécessaires à chaque étape du processus de construction, l'évaluation précoce permettant de limiter la propagation d'erreurs. Le processus de construction peut et doit être intégré au cycle de vie d'une ontologie comme indiqué en (figure04).

## 4. Les constituants d'une ontologie

Les connaissances décrivant un domaine en utilisant la notion d'ontologie sont représentées par les cinq éléments suivants : Les concepts, les relations, les axiomes, les fonctions et les instances.

### 4.1. Concept

Les concepts peuvent être une pensée, un principe, une notion profonde. Ils sont appelés aussi termes ou classes de l'ontologie, selon Gomez Pérez [31] ces concepts peuvent être classifiés selon plusieurs dimensions :

- Niveau d'abstraction (concret ou abstrait).
- Atomicité (élémentaire ou composée).
- Niveau de réalité (réel ou fictif).

Un concept est composé de trois parties [32] :

- **Une notion** : elle correspond à la sémantique du concept, elle est définie à travers ses propriétés et ses attributs. Elle est appelée intention du concept.
- **Un ensemble d'objets** : il correspond aux objets définis par le concept, il est appelé extension du concept. Les objets sont les instances du concept.

## Chapitre 02 : Généralité sur l'ingénierie ontologique

---

• **Un (ou plusieurs) terme(s)** : les termes permettent de désigner le concept. Ces termes sont aussi appelés labels de concept. Exemple : le terme « lapin » renvoie à la notion « animal » possédant de longues oreilles et une queue et à l'ensemble des objets ayant cette description.

### 4.2. Relation

Elles représentent des interactions entre concepts permettant de construire des représentations complexes de la connaissance du domaine [33]. Elles établissent des liens sémantiques binaires, organisables hiérarchiquement. Exemple : les concepts « Personnalité » et « Film » sont reliés entre eux par la relation sémantique « réalise (Personnalité, Film) ».

### 4.3. Axiome

Les axiomes sont des expressions qui sont toujours vraies. Ils ont pour but de définir dans un langage logique la description des concepts et des relations permettant de représenter leur sémantique. Ils représentent les intentions des concepts et des relations du domaine et, de manière générale, les connaissances n'ayant pas un caractère strictement terminologique [34]. Leur inclusion dans une ontologie peut avoir plusieurs objectifs :

- Définir la signification des composants.
- Définir des restrictions sur la valeur des attributs.
- Définir les arguments d'une relation.
- Vérifier la validité des informations spécifiées ou en déduire de nouvelles.

### 4.4. Fonction

Elles présentent des cas particuliers de relations dans lesquelles le nième élément de la relation est unique pour les n-1 éléments précédents. [31]

Formellement, les fonctions sont définies telles que :  $F : c_1 * c_2 * \dots * c_{n-1} \rightarrow c_n$ . Exemple de fonctions : « père-de » et « carré » sont des fonctions binaires. Tandis que, « prix-de voiture-usagée » qui calcule le prix d'une voiture de seconde main en fonction du modèle de voiture, de la date de fabrication et du nombre de kilomètres est une fonction ternaire.

### 4.5. Instance

Elles constituent la définition extensionnelle de l'ontologie ; elles sont utilisées pour représenter des éléments dans un domaine. [36]

Exemple : les individus Mohamed et Maha sont des instances du concept «Personne».

### 5. Les types d'ontologies :

Ainsi, il est possible et même conseillé d'utiliser le pluriel pour parler de la notion d'ontologie afin de refléter les multiples facettes qu'elle recouvre.

Selon VanHeijst [37], on peut distinguer quatre types d'ontologies :

#### 5.1. Les ontologies du domaine :

Elles sont appelées de la sorte parce qu'elles expriment des conceptualisations spécifiques à un domaine. Elles rendent compte du vocabulaire d'un domaine spécifique au travers de concepts et de relations qui modélisent les principales activités, les théories et les principes de base du domaine en question. Elles sont réutilisables pour plusieurs applications concernant le domaine pour lequel elles ont été créées car elles ont été conçues de façon aussi indépendante que possible du type de manipulations qui vont être opérées sur ces connaissances. [38]

#### 5.2. Les ontologies applicatives ou ontologies d'application :

Ce sont les ontologies les plus spécifiques, elles contiennent les connaissances requises pour une application particulière et ne sont pas réutilisables. Elles peuvent en outre inclure une ontologie de domaine. [39]

#### 5.3. Les ontologies génériques ou ontologies de haut niveau :

Elles expriment des conceptualisations valables dans différents domaines de valeur relativement générale comme les notions d'objets, de propriété, de valeur, d'état, ou encore de temporalité. Théoriquement, ces ontologies doivent pouvoir être reliées au sommet des ontologies de domaines. [40]

#### 5.4. Ontologie de Tâches :

Ce type d'ontologies est utilisé pour conceptualiser des tâches spécifiques dans les systèmes, telles que les tâches de diagnostic, de planification, de conception, de configuration, de tutorat, soit tout ce qui concerne la résolution de problèmes. Elle régit un ensemble de vocabulaires et de concepts qui décrit une structure de résolution des problèmes inhérente aux tâches et indépendante du domaine. Selon [38], l'ontologie de tâche caractérise l'architecture computationnelle d'un système à base de connaissances qui réalise une tâche.

Deux exemples d'utilisation de l'ontologie de tâche dans le domaine de l'éducation sont les suivants :

1) l'ontologie de formation par ordinateur - Computer Based Training Ontology [41]- qui régit un ensemble de concepts spécifiques à un système d'apprentissage inhérent à des ontologies de tâche.



2) l'ontologie des objectifs d'apprentissage - Learning Goal Ontology [42] - qui décrit les rôles des apprenants et des agents dans le cadre d'un apprentissage collaboratif.

### 6. Méthodes et outils de construction d'ontologie

La définition d'une démarche de construction d'ontologies reste un problème ouvert qui continue à susciter beaucoup d'intérêt dans la communauté du Web sémantique.

La Majorité des approches existantes commence la construction des ontologies par l'identification, puis l'organisation et la structuration des concepts et des relations à représenter. Ainsi, les ontologies réalisées sont très différentes les unes des autres. Dans cette section nous citons quelques méthodologies et outils existants.

#### 6.1. La méthode de Bachimont

Cette méthode propose de contraindre l'utilisateur à un engagement sémantique en introduisant une normalisation sémantique des termes manipulés dans l'ontologie. La méthode de normalisation suit trois étapes [43]

- **Normalisation sémantique** : l'utilisateur doit choisir les termes du domaine et les normaliser en explicitant leurs propriétés et en exprimant les identités et les différences dans leur voisinage proche. La place d'une notion dans l'ontologie doit être justifiée par rapport à la communauté et la différence avec le père et la fratrie.
- **Formalisation des connaissances** : Cette étape consiste à désambiguïser les notions de l'ontologie référentielle obtenue par l'étape précédente et choisir leurs sens pour un domaine spécifique. Cela peut nécessiter la création de nouveaux concepts, l'ajout de propriétés et d'axiomes.
- **Opérationnalisation des connaissances** : Le système utilise un langage opérationnel de représentation de connaissances qui possède les caractéristiques nécessaires pour répondre aux besoins exprimés lors de la spécification du système

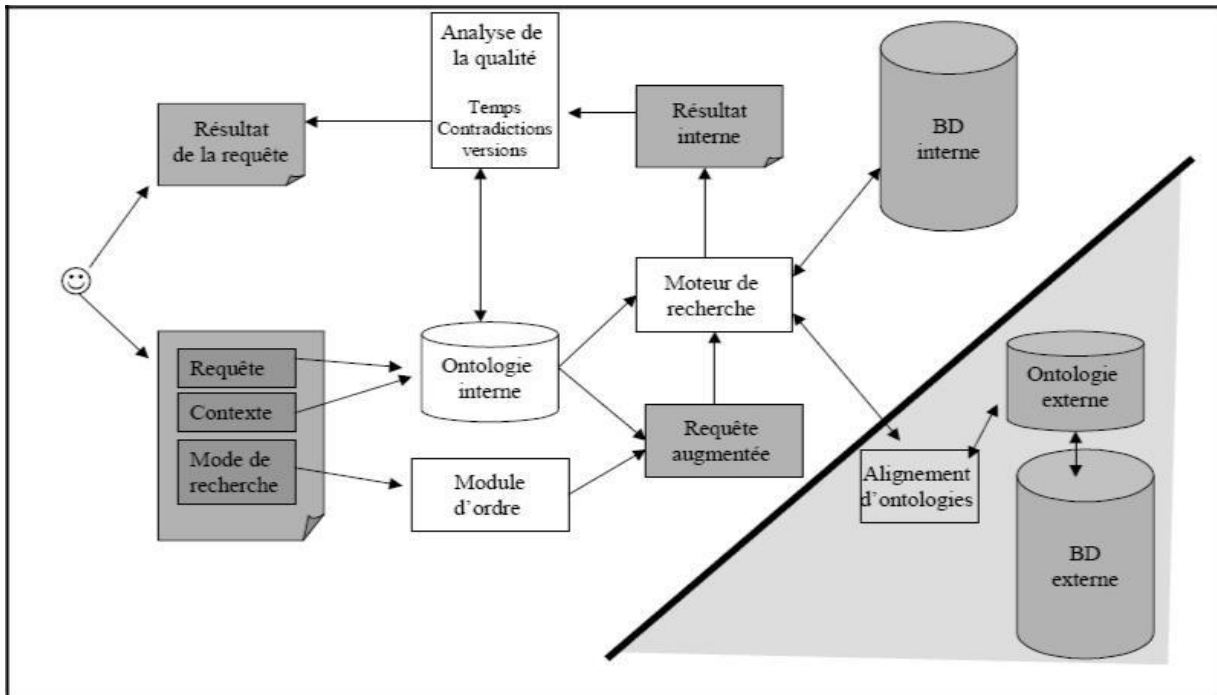


FIGURE 5 : PROCESSUS DE LA METHODE BACHIMONT [43]

## 6.2. METHONTOLOGY

METHONTOLOGY [44] se veut être une approche intégrée s'inscrivant dans le cadre dans un processus de gestion de projet complet, allant la spécification des besoins jusqu'à la phase réalisation et maintenance. Ce processus est composé des étapes suivantes :

- 1- Spécification : déterminer l'utilisation future de l'ontologie ;
- 2- Conceptualisation : obtenir un modèle du domaine au niveau des connaissances ;
- 3- Formalisation : transformation du modèle conceptuel en modèle formel ;
- 4- Intégration : réutilisation d'autres ontologies ;
- 5- Implémentation : construction d'un modèle opératoire utilisable par un ordinateur ;
- 6- Maintenance : mise à jour de l'ontologie en cas de besoin.

METHONTOLOGY permet de caractériser les ontologies au niveau des connaissances et insiste sur la nécessité de travailler à partir de représentations intermédiaires des connaissances lors de la phase de conceptualisation.

Premièrement, il faut créer un glossaire de termes divisé en concepts et verbes. Les concepts sont regroupés en arbres de classification de concepts et les verbes permettent de créer des diagrammes de relations binaires. De ces deux structures, un dictionnaire des concepts est créé pour regroupe toutes les informations concernant ces derniers (nom et

## Chapitre 02 : Généralité sur l'ingénierie ontologique

synonymes, instances, attributs de la classe et de ses instances, relations rattachées au concept). D'autres structures sont aussi créées, à savoir : table des relations binaires, table des attributs d'instances, table des attributs de classes, table des axiomes logiques, table des constantes, table des formules (pour calculer des valeurs d'attributs), arbres de classification des attributs et table des instances.

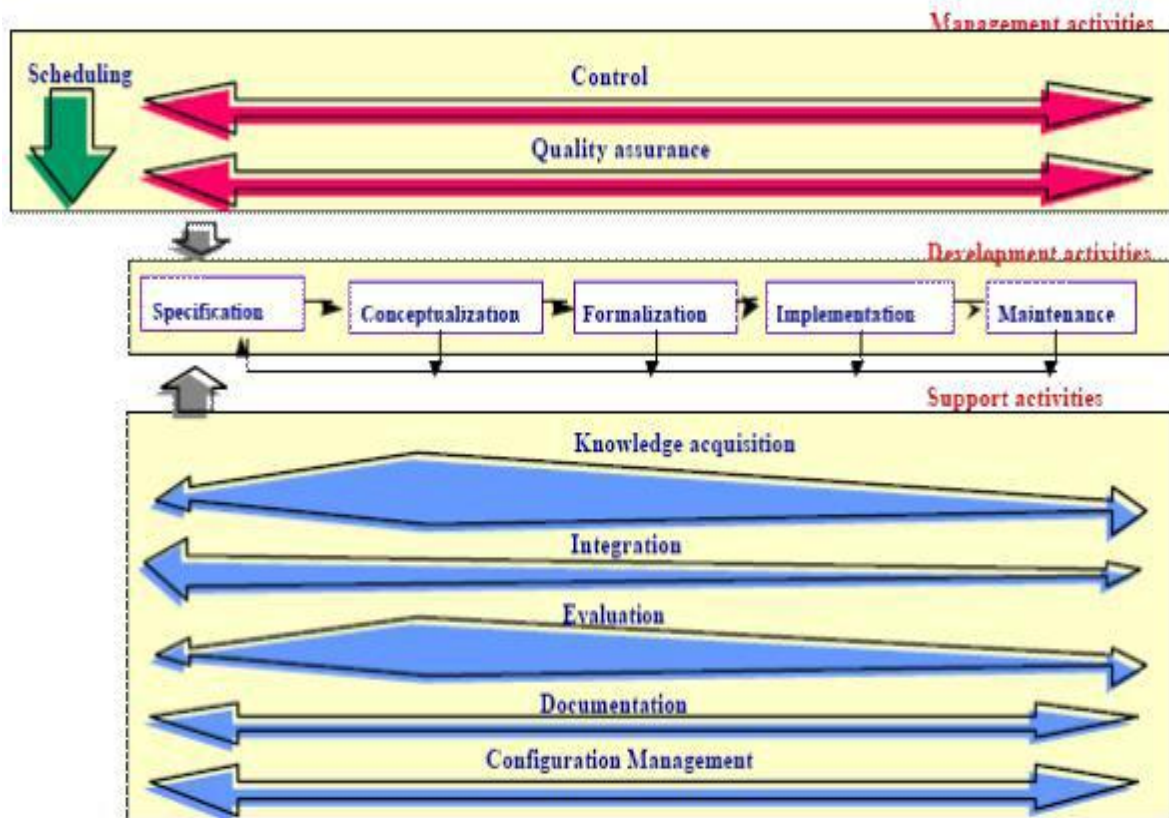


FIGURE 6 : PROCESSUS DE DEVELOPPEMENT ET LE CYCLE DE VIE DE METHONTOLOGY

## 7. Les outils de construction d'ontologie

On distingue deux familles d'outils : les outils de construction d'ontologie dépendants de formalisme de représentation et les outils de construction d'ontologie indépendants de formalisme de représentation.

### 7.1. Les outils dépendants de formalisme de représentation

#### 7.1.1. Onto lingua :

Ontolingua est un serveur d'édition d'ontologies. Il utilise des classes, des relations, des fonctions, des instances et des axiomes pour décrire une ontologie. Une relation peut contenir des propriétés nécessaires (contraintes) ou nécessaires et suffisantes qui définissent la relation. En plus le serveur Ontolingua offre la possibilité d'intégrer les ontologies Ontolingua, ce qui permet la construction modulaire des ontologies. [45]

### 7.1.2. OntoSaurus :

OntoSaurus de l'Information Science Institute de l'Université de Southern California est composé de deux modules : un serveur utilisant LOOM comme langage de représentation des connaissances, et un serveur de navigation créant dynamiquement des pages HTML qui affichent la hiérarchie de l'ontologie ; le serveur utilise des formulaires HTML pour permettre à l'utilisateur d'éditer l'ontologie. [46]

### 7.1.3. OilEd :

OILED a été conçu pour éditer des ontologies dans le langage de représentation OIL, il est souvent considéré comme une simple interface. Cet éditeur offre également les services d'un raisonneur, Facto (un moteur d'inférences bâti sur OIL) qui permet de tester la satisfiabilité des définitions de classes et de découvrir des subsomptions restées implicites dans l'ontologie. L'outil dispose de mécanismes pour la classification et le contrôle de la cohérence des ontologies. [47]

## 8. Les outils indépendants de formalisme de représentation

### 8.1. Protégé 2000 :

Est une interface modulaire permettant l'édition, la visualisation, le contrôle d'ontologie, l'extraction d'ontologies à partir de sources textuelles, et la fusion semi-automatique d'ontologies. Le modèle de connaissances sous-jacent à protégé 2000 est issu du modèle des frames et contient des classes, des slots (propriétés) et des facets (valeurs des propriétés et contraintes), ainsi que des instances des classes et des propriétés. Il autorise la définition de méta-classes, dont les instances sont des classes, ce qui permet de créer son propre modèle de connaissances avant de bâtir une ontologie. [48]

### 8.2. ODE et WebOde :

L'outil ODE (Ontology Design Environment) permet de construire des ontologies au niveau connaissance, comme le préconise la méthodologie METHONTOLOGY. L'utilisateur construit son ontologie dans un modèle de type frame, en spécifiant les concepts du domaine, les termes associés, les attributs et leurs valeurs, les relations de subsomption. [46]

### 8.3. OntoEdit :

OntoEdit (Ontology Editor) est également un environnement de construction d'ontologies indépendant de tout formalisme, Il permet l'édition des hiérarchies de concepts et de relations et l'expression d'axiomes algébriques portant sur les relations, et de propriétés telles que la généralité d'un concept.

Des outils graphiques dédiés à la visualisation d'ontologies sont inclus dans l'environnement, OntoEdit intègre un serveur destiné à l'édition d'une ontologie par plusieurs utilisateurs, Un contrôle de la cohérence de l'ontologie est assuré à travers la gestion des ordres d'édition. [49]

## 9. Les ontologies comme ressource de connaissance.

L'ontologie structurelle connaissances d'un domaine par des concepts en établissant des relations de proximité entre eux. Ces relations ont un rôle important à jouer dans la gestion des connaissances, car « une part importante du sens ou de la compréhension d'un concept doit être intimement liée à sa relation avec d'autres concepts » [50].

Autrement dit, un concept acquiert son sens par les relations qui le lient aux autres concepts. Dans plusieurs cas, un concept est décrit par les autres concepts du réseau qui lui sont rattachés.

Les ontologies définissent différents types de relations sémantiques qui sont des relations taxonomiques telles que « partie de », « sorte de » « est un » ou non taxonomiques comme « concerne », « travaille à », « voyage », etc. Ces relations expriment une sémantique plus riche que celles offertes par les lexiques ou les thésaurus. En structurant les connaissances en réseaux de concepts et de relations, la sémantique formelle des ontologies favorise leur utilisation dans le cadre d'applications informatiques.

De fait, le nouveau rôle des ontologies dans les systèmes de connaissances est d'offrir un vocabulaire standard permettant d'indexer les ressources de connaissances que contient la mémoire d'entreprise.

### **10. Conclusion**

La notion d'ontologie est un élément clé pour une structuration sémantique de données portant sur un domaine particulier. Elle consiste en une spécification formelle et explicite des termes ainsi que des relations que ces termes entretiennent entre eux. C'est donc un vocabulaire formalisé de termes et de relations les liants, partagés par une communauté d'hommes ou de robots.

Au long de ce chapitre, nous avons essayé d'éclaircir la notion d'ontologie en recherchant son origine, puis en mettant en perspective un certain nombre de travaux de la communauté Ingénierie des connaissances. Nous espérons avoir montré que la notion d'ontologie a évolué dans un continuum de réflexions cohérentes pour que puisse se tracer un chemin d'évolution vers la stabilisation du concept.

## **Chapitre03**

# **La représentation de la connaissance dans l'activité**

### 1. Introduction

Les connaissances sont reconnues actuellement comme un capital très important pour les entreprises en termes de ressource, l'exploitation et la gestion de ces ressources nécessite une stratégie de gestion pour bien les organiser afin de développer un avantage concurrentiel, dans cet environnement économique les entreprises sont obligées de développer ces connaissances ce qui les dirige vers une nouvelle ère de la gestion, c'est la gestion des connaissances c'est un domaine qui s'intéresse à la gestion des ressources de connaissances.

Dans ce contexte le problème qui se pose est :

- comment capter une connaissance ?
- comment extraire la connaissance et d'où on peut les extraire ?
- comment valoriser la connaissance ?

On s'intéresse dans cette étude aux connaissances pratiques c'est à dire le savoir-faire.

Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre la connaissance peut être une connaissance explicite ou tacite deux termes qui sont liés l'un à l'autre via la conversion de la connaissance tacite vers la connaissance explicite, le souci est comment extraire le tacite de l'action de l'individu et est-ce que toute action faite par l'individu peut devenir une connaissance ?

Le diagnostic médical est l'une des activités qui n'a pas des règles prédéfinies à suivre, le médecin fait son diagnostic à base de ces connaissances théoriques et ces expériences vues dans son travail ou des cas similaires, c'est une activité avec des résultats différents d'un médecin à l'autre, le diagnostic peut être considéré comme un ensemble d'actions guidées soit par des opérations cognitives soit par des données déclaratives et expérimentales.

Dans cette partie on va étudier le théorème lié à l'activité et l'explication psychologique cognitive de nos actions.



## 2. Concept connaissance déclarative et procédurale :

"La théorie d'apprentissage d'Anderson repose sur la distinction classique en psychologie cognitive entre un savoir déclaratif, constitué d'un assemblage d'informations indispensables pour générer une action, et un savoir procédural constitué de procédures de mise en œuvre de l'action [51].

Anderson remarque qu'il y a une distinction fondamentale entre la connaissance déclarative qui réfèrent à ce que nous connaissons et les connaissances procédurale qui réfèrent à des habilités que nous savons exécuter.

En conséquence il distingue deux types de mémoire qui sous-tendent les deux types de connaissance, dans les composantes structurelles de la mémoire qu'il propose : la mémoire déclarative et la mémoire procédurale. [52]

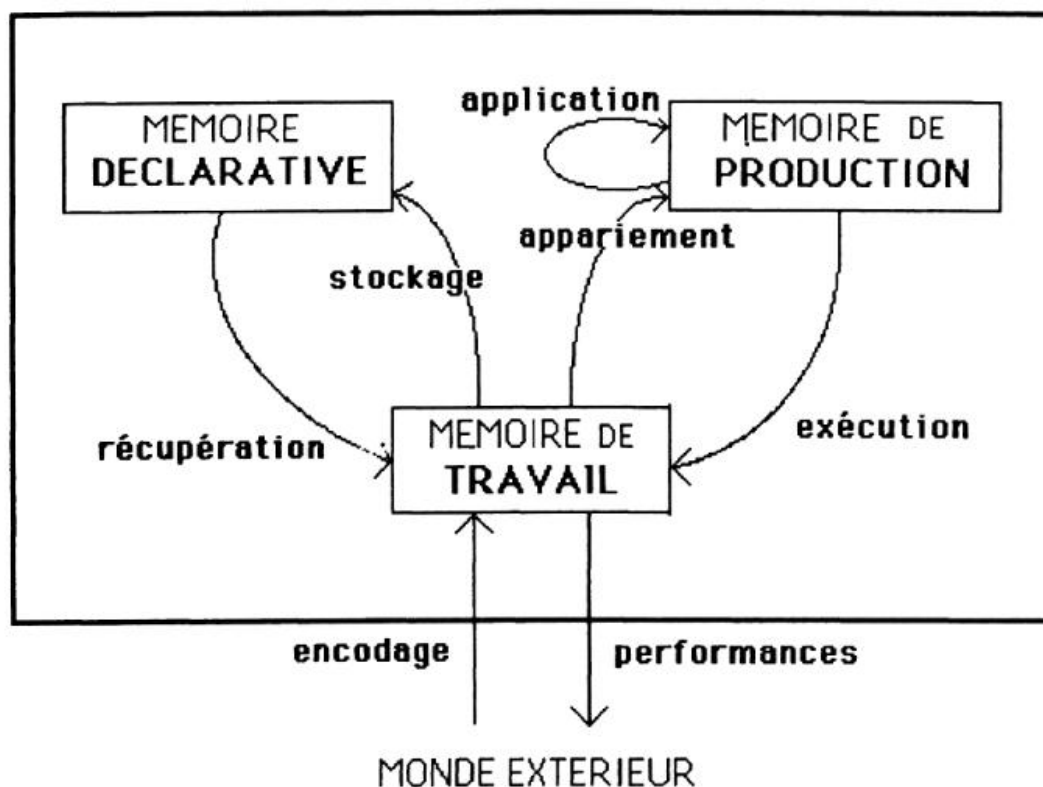


FIGURE 7 : LES COMPOSANTES STRUCTURELLES DU MODELE D'ANDERSON [52]

La mémoire [51] déclarative est le réservoir des faits dont nous avons connaissance et des expériences que nous avons faites. Selon Anderson, il faut distinguer de cette mémoire déclarative une mémoire procédurale qui contient les règles d'action gouvernant les savoir-faire. En quoi consiste une règle procédurale ? D'après Anderson, elle est constituée par "une condition qui spécifie les circonstances dans lesquelles elle peut s'appliquer et une action qui spécifie ce qui doit être fait

quand la règle procédurale s'applique". On peut traduire une règle d'action (règle procédurale) sous forme verbale en la représentant comme une inférence pratique : si X (antécédent), alors fais Y (conséquent). Dans le cas d'une langue étrangère, il pourrait s'agir d'une règle formelle du genre "si le but est de générer le pluriel d'un substantif, alors ajoute S" ou bien d'une règle très fonctionnelle telle que "si le but est de remercier quelqu'un, alors dis THANKS". Dans l'antécédent, la règle procédurale précise le but poursuivi et les circonstances particulières de l'action. La règle procédurale est la face cognitive de l'action qui précède l'opération elle-même et guide le comportement.

Sous l'effet de stimulations externes ou de computations internes, les règles d'action sont activées dans la mémoire de travail par un processus d'appariement qui met en correspondance les données présentes en mémoire de travail et les conditions d'activation d'une action.

### 3. Ressource cognitive et connaissances tacites

Dans ce mémoire on ne s'intéresse pas à l'étude du savoir comme un aspect générale, mais on essayer d'approfondir dans le sens pratique de savoir on émergent la dimension implicite du savoir en tant que une ressource qui se mobilise dans l'action, en situation professionnelle pour résoudre les problèmes.

Pour bien comprendre le terme « savoir tacite » on pose la question : peut on considère toute savoir comme une savoir tacite ? Pour répondre à cette question on fait une distinction entre le savoir explicite qui concerne toutes les savoirs théorique, et le savoir tacite c'est les savoir que l'individu lui-même ne connaît pas qu'il a un, ce sont des savoirs cognitifs (savoir-faire) émergent en pratique.

Si on veut détailler dans ce terme tacite on trouve qu'il prend plusieurs sens en termes de ressource cognitifs entre laquelle il n'est pas toujours évident de faire des distinctions : Savoirs, habiletés, capacités, schèmes, compétences.

Pour [53] faire clair ces termes, nous utiliserons les approches proposées par Philippe Perrenoud, suite à leurs travaux sur les compétences.

Ils divisent les ressources cognitives en deux groupes, est posent une distinction entre ces deux groupes, le premier groupe des ressources cognitifs ayant comme caractéristiques de relever toutes d'un geste ou d'une opération spécifique, le deuxième groupe qui caractérisé par la combinaison de plusieurs ressources spécifiques dans la quel on trouve : les schèmes, les compétences, les savoirs

### 3.1. Les schèmes

G.LeBoterf définit le schème comme « Le schème est la trame qui permet de construire, une combinaison dynamique de ressources (connaissance, savoir-faire, qualités, culture, ressources émotionnelles, savoirs formalisés, réseaux d'expertise...) » [54].

Jean Piaget a défini le schème comme « Un schème est la structure ou l'organisation des actions telles qu'elles se transfèrent ou se généralisent lors de la répétition de cette action en des circonstances semblables ou analogues ».

"Le schème d'une action n'est ni perceptible (on perçoit une action particulière mais non pas son schème) ni directement introspectible et l'on ne prend conscience de ses implications qu'en répétant l'action et en comparant ses résultats successifs" [55]

### 3.2. La compétence :

« La compétence se manifeste certes dans l'action, l'action maîtrisée. Or, cette maîtrise suppose la mobilisation en contexte, à bon escient et en temps utile, de multiples ressources cognitives, celles qui permettent de prendre une décision judicieuse, de résoudre un problème, d'agir adéquatement. Sans ces ressources cognitives, parmi lesquelles des savoirs, des capacités, des informations, les conditions nécessaires de la compétence ne sont pas remplies.» Philippe Perrenoud [56].

C'est à dire que la compétence désigne la mobilisation d'un ensemble de ressources (savoirs, savoir-faire, savoir être) en vue de résoudre une situation complexe. Pour réussir à résoudre un problème l'individu doit savoir comment gérer ces ressources cognitives de les organiser pour l'adapter avec le problème à résoudre pour cela il peut combiner plusieurs savoir en même temps, Guy Le Boterf définit une autre terme c'est **le savoir combinatoire**.

« Pour faire face à un événement, pour réaliser une activité ou pour résoudre un problème, le professionnel doit savoir non seulement sélectionner les éléments pertinents dans un répertoire de ressources, mais aussi les organiser. Il doit construire une combinatoire particulière de multiples ingrédients qui auront été triés, consciemment ou non. » [57]

### 3.3. Habilité

L'individu dans son activité professionnelle pour résoudre des problèmes il se construit des ressources cognitives dans la plus part inconscientes.

Comment se construit le savoir et quelle sont les étapes qui conduisent à l'apprentissage d'une pratique professionnelle.

L'individu utilise le savoir-faire progressivement, Au départ, le faire est une pratique qui consiste à suivre la règle édictée du mieux possible, les réussites qui en découlent sont pauvres et laborieuses (attention subsidiaire). Par la suite, l'accumulation d'expériences liées à cette pratique permet d'incorporer la règle et de se focaliser alors sur la réussite (attention focale).

C'est au cours de ces expériences qu'en parvenant à reproduire une action réussie l'individu se construit une habileté corporelle (physique ou intellectuelle), fort de cette habileté il va, par des inférences, explorer, tester la complexité de son action réussie afin d'y donner un sens. Ces nouvelles informations incorporées lui permettront, lorsqu'il sera confronté à des situations, de convertir ses habiletés corporelles en savoir, et plus particulièrement en un savoir comment faire.

Ce savoir se manifestera dans son savoir-faire ce qui rendra l'individu capable d'accomplir instinctivement des actions performantes [53].

Ce qui différencie un individu de l'autre c'est comment exploiter ces ressources cognitives et comment l'interprète et combine cette réflexion pour conduire à un autre concept défini par Pierre Bourdieu comme :

**L'habitus** « système de dispositions durables et transposables qui, intégrant toutes les expériences passées, fonctionne à chaque moment comme une matrice de perceptions, d'appréciations et d'actions, et rend possible l'accomplissement de tâches infiniment différenciées, grâce aux transferts analogiques de schèmes permettant de résoudre les problèmes de même forme » [58]

### 3.4. La capacité :

La capacité est définie par **R.J Sternberg** dans ses travaux sur la théorie de la réussite cognitive comme étant :

« La capacité pour l'individu de réussir dans la vie, compte tenu de ses normes personnelles et du contexte socioculturel qui lui est propre. La capacité de réussir de l'individu dépend de sa capacité d'exploiter ses forces et de corriger ou de compenser ses faiblesses grâce à des aptitudes analytiques, créatives et pratiques bien équilibrées, en vue de s'adapter aux environnements, de les façonner et de les sélectionner » [59]

### 4. La conceptualisation dans l'action :

#### 4.1. Le cadre théorique :

Le **diagnostic** est la démarche par laquelle le médecin, généraliste ou spécialiste, le chiropraticien, la sage-femme ou le chirurgien-dentiste, ou encore le psychologue va déterminer l'affection dont souffre le patient, et qui va permettre de proposer un traitement. Il repose sur la recherche des causes (étiologie) et des effets (symptômes) de l'affection, le médecin regroupe les examens pratiques pour comprendre la pathologie dont souffre le patient.

Cette démarche conduite à des résultats diffère d'un médecin à l'autre avec un taux d'erreurs (les erreurs du diagnostic) bas ou élevé selon l'expérience du médecin, c'est très difficile de mettre ces démarches dans un cadre agréable du travail si on prend en considération les variations et les erreurs du diagnostic, pour cela on peut considérer le diagnostic médical comme une activité individuel guidé par des opérations cognitive ou par des expériences.

Dans cette étude nous essayons de proposer une ontologie pour organiser cette activité et de permettre la mise en évidence toutes les connaissances et les méthodes du diagnostic afin de transférer ces expériences et ces connaissances aux stagiaires et même aux médecins, et de faire un référentielle professionnelle pour diminuer les erreurs pondant l'activité du diagnostic.

La modélisation de cette activité nécessite une compréhension de toutes les actions faites par le médecin, les actions explicites et les actions cognitives, pour cela nous travaillons dans un cadre théorique de la conceptualisation dans l'action.

Pour bien repérer la relation entre l'action et la connaissance nous allons parler de la théorie de conceptualisation qui a été fondé par Jean Piaget et développé au plus tard par Gérard Vergnaud et pierre pastré.

Selon Vergnaud [60] la conceptualisation est un processus et que les apprentissages se font dans un va-et-vient entre des objets concrets et les objets théoriques dont l'apprentissage est visé : actions sur les objets familiers, élaboration de conjectures par le sujet, retours aux choses pour éprouver la solidité dans un premier temps, puis utiliser dans un second temps ce qui a été appris.

## Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité

---

Piaget et Pastré emprunte l'idée que « l'action est une connaissance (un savoir-faire) autonome ».[62].

Piaget constat en effet que, pour une tâche donnée, réussir et savoir pourquoi l'on a réussi ne vont pas forcément de pair : « il y a souvent un écart temporel important entre le fait de réussir et le fait de pouvoir comprendre (et expliquer) comment on a fait ».

« Le principe de [toute] action est à chercher non pas à l'extérieur d'elle-même, dans des connaissances dont les actions ne seraient que des applications, mais à l'intérieur d'elle-même » [64]. Ce principe d'organisation engendré par la répétition de l'action elle-même et par la réflexivité du sujet ce principe est désigné par Piaget sous le concept de schème c'est-à-dire les formes d'organisation de l'activité associées aux situations auxquelles les sujets sont confrontés.

La répétition de l'action par une application à des nouveaux objets engendre un schème. L'idée de Vergnaud [60] est que chaque schème est lié forcément à une situation dans le principe qu'il n'y a pas de schème sans situation.

### 4.2. La connaissance est ancrée dans l'action sous forme de schèmes

Pastré emprunte l'idée que « l'action est une connaissance (un savoir-faire) autonome » [62]. Cela signifie que : la connaissance est toujours associée à une action. En effet, la connaissance dans ce sens est active, c'est-à-dire qu'elle révèle une capacité d'agir et que le contexte, dans lequel se produit une connaissance est à prendre en compte. En l'absence d'un contexte bien défini la connaissance peut être une simple information ; ce qui constitue une connaissance pour une personne dans un contexte donné ne peut être qu'une information pour une autre.

Piaget constate en effet que, pour une tâche donnée, réussir et savoir pourquoi l'on a réussi ne vont pas forcément de pair : « il y a souvent un écart temporel important entre le fait de réussir et le fait de pouvoir comprendre (et expliquer) comment on a fait » [62]. Piaget fait donc l'hypothèse que « le principe de [toute] action est à chercher non pas à l'extérieur d'elle-même, dans des connaissances dont les actions ne seraient que des applications, mais à l'intérieur d'elle-même » [62].

Ce principe d'organisation, engendré par la répétition de l'action elle-même et par la réflexivité du sujet, Piaget le désigne sous le concept de schème : « La connaissance procède de l'action, et toute action qui se répète ou se généralise par application à de nouveaux objets engendre par cela-même un "schème", c'est-à-dire une sorte de concept praxique » [63].

### Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité

---

Piaget et Vergnaud, analyse l'activité humaine à partir des concepts de schème et d'invariants opératoires. L'activité est organisée au plan cognitif sous forme de schèmes. Chaque schème possède une base conceptuelle avec les invariants opératoires. D'autres composantes du schème assurent la régulation de l'activité ou la déclenche, ce qui est le rôle dévolu aux règles d'action.

À Piaget et Vergnaud emprunte l'idée qu'il faut lier très fortement le concept de schème à celui de situation. Dans la mesure où « il n'y a pas de schème sans situation » [62], il ne faut pas chercher, comme le fait Piaget, les régularités (**Vergnaud[60]** écrit : les « invariants opératoires ») de l'activité humaine à un niveau très général, mais bien se concentrer sur des situations concrètes, caractéristiques d'une activité donnée, comme la conduite d'une centrale nucléaire, la taille d'une vigne ou encore... l'autoformation. Un schème présente ainsi « une organisation invariante de l'activité pour une classe de situations donnée ». [65]

Pour Vergnaud [60], les situations s'organisent en effet en classes de situations. Chaque classe est ainsi constituée d'un ensemble de situations qui, pour être singulières (car se produisant dans des conditions environnementales uniques), présentent pourtant un certain nombre de caractéristiques communes. Les volontaires qui ont participé à l'étude ont tous reçu les mêmes consignes ; ils se sont pourtant perçus dans des situations différentes. Toutefois, ces situations appartenaient à une classe de situations plus générale, celle de l'« autoformation ». La manière dont ils comprenaient les consignes données, ainsi que celle dont ils percevaient leur environnement et les ressources dont ils disposaient pouvaient en effet déclencher l'émergence d'un schème plutôt qu'un autre.

S'appuyant sur **Piaget et Vergnaud**, **Pastré** propose ainsi un modèle pour l'analyse de toute activité, fondé sur quatre concepts. Pour comprendre l'organisation d'une activité donnée, écrit **Pastré**, il faut en reconstituer le schème. Ce schème est composé, avant tout, de l'ensemble des invariants opératoires qui structurent l'activité. Ces invariants sont liés à un certain nombre d'indicateurs permettant « d'évaluer [leur] valeur [...] dans une situation donnée » [62]. La valeur prise par chaque invariant permet alors de renseigner celui qui agit sur la classe de situations dans laquelle il se situe, et lui donne les moyens d'adapter sa stratégie si le besoin s'en fait sentir. « C'est le triplet concepts, indicateurs, classes de situations, écrit Pastré, qui constitue le guidage conceptuel de l'action » [62].

### 4.3. Les invariant opératoires

Les invariant opératoires sont considérés comme des outils supportant l'action, ces outils constituent nos savoir tacite et explicite, les concepts en acte et les théorèmes en acte représentent une organisation cognitive évolutive permettant d'apporter des réponses comportementales adaptées en fonction des caractéristiques d'une situation.

Pour **Vergnaud** les invariants opératoires constitutifs des schèmes permettent au sujet de capturer, sélectionner et intégrer les informations présentes dans une situation et de les traiter grâce à des catégories de pensée qu'il a élaborées [66]. Ce qui explique que le schème est toujours une activité intense de calcul en situation et n'est pas un stéréotype, ces possibilités résultent principalement des théorèmes-en-acte spécifiques du domaine, et de la classe de situations à laquelle s'adresse le schème, et aussi de théorèmes-en-acte plus généraux, qui couvrent plusieurs domaines d'activité, et qui sont souvent formalisés dans des termes logiques comme la déduction, l'induction, l'abduction.

Pour William Thomas [67], il n'existe pas de sens absolu de la situation, elle dépend de la personne qui va donner ce sens, sa culture antérieure et son positionnement dans cette situation. Il affirme dans ses recherches que les gens répondent par leurs activités non pas en fonction des caractéristiques du contexte de cette action mais plutôt en fonction de la signification qu'ils donnent à ces caractéristiques.

Les invariants opératoires d'un schème sont les éléments responsables pour la reconnaissance des éléments pertinents de la situation et une situation ne se définit donc pas uniquement par les objets qui la composent mais aussi par la signification que donne cet acteur aux rôles que jouent ces objets dans l'activité.



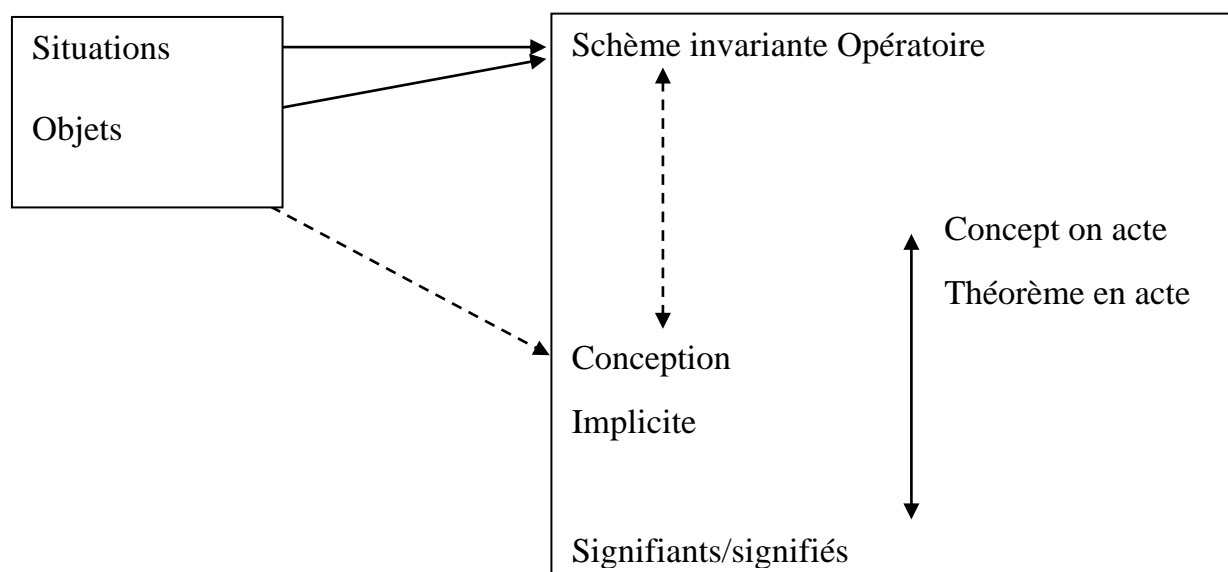


FIGURE 8 : THEORIE DE LA REPRESENTATION ET DES CHAMPS CONCEPTUELS D'APRES GERARD VERGNAUD [68]

### 4.4. Champs conceptuel

**Vergnaud** a défini le développement cognitif comme un développement d'un grand répertoire de schèmes, en affectant différents aspects de l'activité humaine, cela en raison des expériences. C'est à travers l'expérience que l'individu s'adapte à des situations et l'organisation d'une activité évolue en s'adaptant. L'expérience implique un écart entre les activités, une aide d'autrui et une analyse des différentes étapes de l'activité. Ainsi, c'est à travers le développement des formes d'organisation d'une activité (gestes, compétences, interactions, activités langagières, affectivité) que les schèmes sont construits et modifiés, ce qu'on appelle de développement.

Un schème selon cet auteur, est une « organisation invariante de l'activité pour une classe de situations données ». Un schème est universel et peut donner origine à différentes séquences d'action, de recueil d'informations et de contrôle, selon les caractéristiques de chaque situation. Il n'est pas le comportement qui est invariant, mais si l'organisation du comportement. [69]

Confronter l'acteur à une même tâche dans des situations différentes peut être un puissant levier pour agir sur l'ajustement de l'organisation de l'activité déployée pour traiter la tâche, en fonction des caractéristiques de la situation.

Dans le cadre théorique du schème, développé par **Vergnaud** [65] une telle démarche pédagogique peut être lue comme un travail sur la composante « inférences » du schème dont l'une des fonctions

est, précisément, de sélectionner les « règles d'action » les plus adaptées aux caractéristiques spécifiques de la situation et de la tâche.

Comme le soulignent [70], l'« activité finalisée réalisée, orientée et contrôlée par le sujet psychologique pour réaliser des tâches qu'il doit accomplir en fonction des caractéristiques des situations » (activité productive) se double d'une activité constructive « orientée et contrôlée par le sujet qui la réalise pour construire et faire évoluer ses compétences en fonction des situations et des domaines professionnels d'action ». [70]

### 4.5. Déroulement de l'activité et le modèle de connaissance

Les interactions entre l'acteur et la situation sont la base du fonctionnement d'un schème. L'acteur la perçoit et la modifie par l'activation d'un schème. Durant l'activité supportée par ce schème, des modifications sont observées sur la composition du schème par le biais des différentes instanciations et les retours de correction et d'apprentissage dans l'action. A la fin de l'activité, la structure du plan d'action, et par conséquent, celle du schème, sera stabilisée. [63]

L'acteur utilise ses capacités perceptives pour observer les éléments de son environnement général (situation) contenant la mission et son cadre de réalisation. Il cherche ensuite dans sa mémoire cognitive une situation similaire contenant la réalisation d'une tâche similaire dans le passé. Il choisit parmi les éléments de la situation, ceux qui sont utiles pour son activité pour ensuite faire une première instanciation du schème. Le résultat de cette première instanciation est un schéma d'action global regroupant les différentes possibilités d'action.

En fonction des ressources disponibles dans les modèles cognitifs (concepts, connaissances déclaratives, procédurales...) du schème instancié et des informations en provenance de la situation réelle, l'acteur prépare mentalement son activité et sélectionne les différents plans d'actions susceptibles d'être appliqués dans la situation particulière qui se présente. Un plan d'action est une manière possible d'organiser la réalisation d'une tâche. Si on représente le schéma d'actions par un arbre des possibilités d'actions, un plan d'action sera une branche spécifique de cet arbre.

Puis il fait le passage réel à l'acte et du contrôle réactif par la prise en compte de règles d'action qui orientent l'action. L'acteur prend la décision de choisir un plan d'action particulier et de commencer à réaliser les différentes actions. Au fur et à mesure de l'avancement de son activité, et durant l'exécution d'une tâche particulière ressentie comme familière, l'acteur peut faire l'appelle d'un schème contenant la réalisation d'une tâche similaire et l'acteur corrige son action en cours et

## Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité

---

remet en cause la structure de son plan d'action en fonction des caractéristiques réelles de sa situation et des éventuels événements non prévus au départ.

Quand l'acteur cherche dans sa mémoire cognitive une situation similaire contenant la réalisation d'une tâche similaire dans le passé, Cette correspondance lui permet d'identifier un schème potentiellement efficace, il est possible d'avoir ces cas :

La situation réelle perçue ne correspond jamais exactement à l'image cognitive préalablement construite. L'acteur doit procéder à des ajustements ponctuels (conscients ou non) pour "assimiler" de nouvelles entités de son environnement (par exemple, une ressource, une règle de conduite, ...) mais sans modifier la structure du schème. L'assimilation correspond ainsi à des adaptations mineures : en ce sens, le schème n'est pas un stéréotype ni une procédure figée.

L'acteur juge que le schème qu'il a activé ne lui permet plus d'accomplir sa mission. Cependant, il identifie dans sa mémoire certaines situations déjà vécues comportant des éléments semblables par exemple, le même type d'outil déjà utilisé, le même type de destinataire etc. Dans ce cas, l'acteur va modifier partiellement son plan d'action (c'est-à-dire la structure du schème) par combinaison avec des plans associés aux situations présumées proches. Différentes tactiques cognitives peuvent être utilisées pour valider l'évolution du plan d'action : simulation, essais-erreurs, échanges d'expérience ...etc.

L'acteur se trouve devant une situation complètement nouvelle. Il ne dispose que de connaissances parcellaires dans ses réservoirs cognitifs. Dans ce dernier cas, l'acteur tente d'acquérir et de générer de nouvelles connaissances pour construire progressivement un nouveau schème. Il procède par le biais d'interactions avec l'environnement externe (source de connaissances), par l'utilisation d'outils de simulation, par la réalisation de prototypes partiels ...

### 4.6. tâche et activité

Dire que la compétence « permet d'agir, [...] qu'elle n'existe pas en soi, indépendamment de l'activité, du problème à résoudre » [71] conduit assez naturellement à interroger les concepts de tâche et d'activité, notamment tels qu'ils ont été définis en psychologie du travail ou en ergonomie.

De ce point de vue, les apports de **Leplat** [72] s'avèrent très utiles pour souligner la nécessité d'articuler ces deux éléments, tout en marquant bien la différence entre ce qui relève de la tâche, autrement dit « le but à atteindre et les conditions dans lesquelles il doit être atteint » et ce qui relève de l'activité : « ce qui est mis en œuvre par le sujet pour exécuter la tâche » [72]. On retrouve, également des préoccupations du même type dans les travaux portant sur la résolution de problème

### Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité

---

(Bastien [73]; Hoc [74]; Richard[75] ; Richard[76] ; Bastien [77]; Clément [78]). Les analyses consistent alors à déterminer, du côté de la tâche, l'ensemble des états, des buts et sous-buts ainsi qu'à préciser l'ensemble des contraintes associées à leur réalisation, ce qui permet de délimiter un « espace de recherche » ou « de la tâche »(cf., par exemple, celui du problème de la tour de Hanoï [75]).

On s'intéresse, ensuite aux manières dont différents sujets prennent en considération ces contraintes dans leur activité de résolution, notamment en construisant un « espace de problème » [79]. Ainsi apparaît très clairement qu'il n'y a pas un nécessaire recouvrement entre ce qui relève de « l'espace de recherche » (Richard, 1990) ou de la « tâche prescrite » [72].

Et ce qui est de l'ordre de « l'espace de problème » [79] ou de la « tâche effective ».

Cet écart a d'ailleurs fait l'objet de nombreuses discussions, soit pour le pointer comme l'expression de compétences à reconnaître, en tant « qu'apport particulier des ouvriers, même les plus astreints à des tâches de pure exécution, sans lequel la production ne tournerait pas » [80].

Soit comme un élément, volontairement sollicité dans une nouvelle forme de prescription ayant « cessé d'être claire et univoque », en rupture avec l'organisation taylorienne du travail [62]

En résumé, la nécessité affirmée de marquer une claire distinction entre tâche et activité ne dispense pas de considérer que la tâche que traite le sujet n'est pas forcément celle qui lui est prescrite. En outre, la situation, dans laquelle s'inscrit l'interaction sujet-tâche, constitue un autre élément important, à ne pas négliger dans la mobilisation et le développement de la compétence. [81]

### 5. La théorie de l'activité : un cadre systémique et dynamique

#### 5.1. Historique et aperçu de la théorie de l'activité

Engeström (1987) retrace la genèse de la théorie de l'activité (Activity Theory) en remontant au 19<sup>ème</sup> siècle. Pour notre part, nous ne reprendrons ici que les trois évolutions principales de cette théorie, qu'Engeström qualifie de générations. Elles apportent un éclairage sur l'activité humaine en tant qu'activité médiatisée, culturelle, collective et évolutive, devant être considérée sous un angle systémique pour embrasser toutes ses dimensions.

La première génération de la théorie de l'activité s'articule autour du concept de « médiation » de Vygotsky et repose sur l'idée que les actions humaines sont médiatisées par des artefacts culturels symboliques ou physiques qui permettent à l'homme d'agir sur son environnement humain et matériel.

L'approche de Vygotsky, qui fait du sujet un véritable acteur, pâtit cependant de sa focalisation au niveau de l'action de l'individu.

La deuxième génération, centrée sur les recherches de Leontiev, différencie justement l'individu et le collectif et apporte une vision plus précise en distinguant les niveaux de l'activité, de l'action et de l'opération. L'activité, considérée comme l'unité d'analyse, est le niveau supérieur et est orientée vers une finalité dépendant d'un contexte.

L'atteinte de celle-ci suppose la participation d'autres personnes ou groupes de personnes, qui s'organisent pour se répartir le travail. L'activité est segmentée en plusieurs actions, dont les objectifs peuvent être distincts de la finalité de l'activité, au point même de paraître irrationnelles.

Les opérations correspondent enfin au niveau le plus élémentaire et relèvent d'actes automatiques que les sujets réalisent fréquemment, en réaction aux conditions extérieures, dans le cadre d'actions.

La troisième génération de la théorie de l'activité est celle des systèmes d'activité interdépendants, dont les finalités se croisent et s'entrecoupent.

Les travaux d'Engeström (1987, 2001, 2012) portent principalement sur l'analyse de ces réseaux d'activité et de leurs contradictions (ou blocages) en vue de la modification de l'activité. [82]

### 5.2. Les niveaux d'activité :

Leontiev, un des fondateurs de la théorie de l'action distingue trois niveaux d'activités : les activités proprement dites, des actions et les opérations.

Les activités sont en relation étroite avec un but conscient, une motivation et peuvent donner lieu à une multiplicité d'actions. Elles possèdent une finalité, une intention.

Les actions s'effectuent grâce à des opérations qui sont des procédures compilées et inconscientes. Une action peut servir plusieurs activités : par exemple faire cuire de l'eau de servir à faire du thé, faire des inhalations pour guérir de la grippe ou pour faire cuire des œufs... Une action répond toujours à un but. Et une opération permet l'exécution de l'action selon des conditions nécessaires.

Les actions et les opérations sont dans une relation dynamique qui permet à une action de devenir une opération. Au fur et à mesure que des actions deviennent des opérations, le sujet peut s'occuper d'actions de plus haut niveau. Lorsque les conditions d'exécution d'une opération ont changé, celle-ci peut à nouveau obtenir le statut d'action pour être spécialisée et adaptée à ses nouvelles conditions. [83]

### 5.3. Modélisation de l'activité humaine

La théorie de l'activité est un cadre général d'analyse de différentes formes d'activités humaines issu de travaux soviétiques (perspective historico-culturelle) qui est depuis peu remise en scène en raison des outils conceptuels qu'elle propose pour décrire et comprendre une activité comme un processus social de développement.[84]

Pour la modélisation de l'activité humaine Engeström, décompose l'activité d'apprendre en trois étapes

- ✓ analyse des tâches, des problèmes et les actions qui sont en relation avec les activités
- ✓ voir et faire apparaître les contradictions qui nous forçons d'élaborer des solutions créative
- ✓ l'expansion et généralisation de solutions trouvées en des nouvelles structures d'activité.

La réalisation de l'activité d'apprendre nécessite l'utilisation des modèles et méthodologie, l'apprentissage du travail consiste à proposer aux apprenants des modèle leur permettront de faire émerger de nouvelles structures d'activité.

Engeström [85] propose un modèle d'activité connu sous le nom de « triangle d'Engeström » (**Figure 09**).

### Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité

Cette modélisation de la structure d'une activité explicite les relations mutuelles entre les trois concepts de base que sont le sujet, l'objet et la communauté.

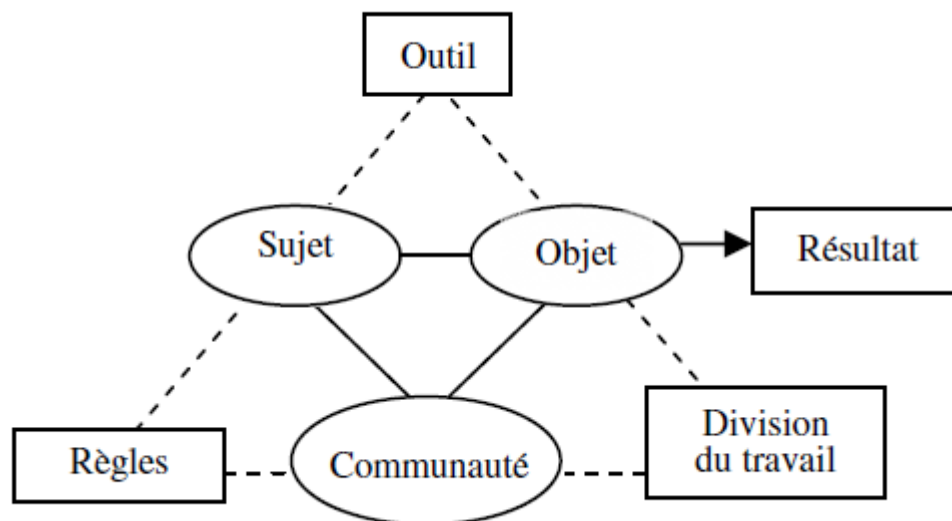


FIGURE 9 : STRUCTURE DE BASE D'UNE ACTIVITE (MODELE D'ENGESTRÖM,

Dans ce modèle, nous retrouvons le triangle formé par le sujet qui peut s'incarner dans un ou plusieurs individus, les instruments -matériels et symboliques- et l'objet. La terminologie d'Engeström distingue la finalité d'une activité, qu'il nomme « Object », de l'objectif d'une action, qu'il nomme « goal ». La finalité de l'activité a une portée plus vaste que la somme des objectifs des actions qui composent l'activité. [85]

Pour atteindre la finalité de l'activité le sujet doit utiliser les instruments mais s'appuie aussi sur les contributions de la communauté que ce soit l'activité dans la mesure ou tout activité est directement ou indirectement.

Nous pouvons en effet le comprendre dans un sens assez restreint, avec des caractéristiques précises telles que l'interdépendance et l'implication des membres, l'existence d'une micro-culture, une organisation sociale spécifique, une sélection des membres et une croissance organique, une certaine longévité et un espace d'échanges [86] Ces spécificités apparaissent à des degrés divers dans des communautés allant, par exemple, des communautés d'intérêt aux communautés d'apprentissage en passant par les communautés de pratique. [87] nous pouvons aussi nous poser la question de savoir si « ce terme [communauté] n'est [...] pas à interpréter de manière moins stricte, plus proche du sens qu'il a chez les Américains, pour qui le voisinage est une communauté ».

## Chapitre 03 : la représentation de la connaissance dans l'activité

---

Nous penchons pour cette deuxième option, qui considère la communauté comme un groupe d'individus, dans la mesure où la première semble trop restrictive pour analyser les activités humaines.

Explicitons enfin les deux derniers pôles du modèle. Grâce à la division du travail, les participants de l'activité organisent leurs actions en sorte de pouvoir atteindre collectivement la finalité de l'activité. Par ailleurs, la réalisation de l'activité est régie par des règles qui s'appliquent aux relations entre les différents pôles.

Bien que, pour des raisons de support, la représentation de ce modèle soit unidimensionnelle et statique, son intérêt réside dans l'étude des relations dynamiques entre les pôles. Par leur évolution, celles-ci engendrent des contradictions qui transforment l'activité.

Engeström considère que les contradictions ont un rôle central en tant que sources de changement et de développement. Elles « génèrent certes des perturbations et des conflits mais aussi des tentatives innovatrices pour modifier l'activité ».

Engeström distingue quatre types de contradictions ; elles peuvent avoir lieu :

- ✓ au sein de chaque nœud de l'activité –le concept de « conflit instrumental » développé par [88] correspond à ce type de contradictions
- ✓ entre les nœuds de l'activité,
- ✓ entre « l'objet de la forme dominante de l'activité centrale et l'objet d'une forme culturellement plus avancée de l'activité centrale »,
- ✓ entre l'activité centrale et des activités voisines. [85]

## 6. Conclusion

La modélisation d'activité humaine, nécessite la compréhension de toutes les formes d'activité faites par l'individu, afin de réaliser ou résoudre une situation pratique.

La réalisation de cette activité nécessite l'utilisation des modèles et méthodologie, dans ce chapitre nous avons présenté le modèle Engeström, Le modèle qui définit toutes les concepts liées à l'activité, on présente aussi la relation entre l'action et la connaissance et les différentes ressources de connaissances, qui nous aident à comprendre l'activité de diagnostic médicale pour réaliser notre modèle d'activité afin de construire l'ontologie, ce qui nous allons voir dans le chapitre suivant.



## **Chapitre 04**

# **Conception et Implémentation**

### 1. Introduction

Le demain de la médecine est dévient un Domain très important de recherche pour développer des ontologies répondent à des besoins essentiel de recherche de l'information, ces ontologies permettent de stocker les informations dans un formalisme partagé, elles permettent aussi de stoker la sémantique de domaine et de fournir des mécanismes d'inférence.

Au cours de dernières années, la recherche dans le domaine informatique biomédicale s'est développée, divers outils sont conçus pour collectés gérer et partager les connaissances et les expériences pour la future génération.

Une grande quantité d'informations géré tous les jours par exemple (les dossiers clinique, les diagnostics des patients, les examens de laboratoire, les images médicales) ce qui pose des problèmes de gestion et de stockage de l'information.

Dans ce chapitre nous viendrons de modéliser l'activité de diagnostic de médecin et de construire une ontologie diagnostic de sorte qu'elle puisse être utilisé par la suit et rendre la recherche d'information très rapide.

Pour cela nous avons essayé de collecter correctement les informations médicales produites au cours des consultations des patients.

La création d'ontologie diagnostic nécessite d'une part une meilleure compréhension de l'activité de diagnostic et les termes utilisés par le médecin, d'autre part la mise en place d'un vocabulaire commun et utilisé des représentations et des concepts définis par des ressources terminologiques par exemple SNOMED.

Dans la prochaine section nous abordons l'activité de diagnostic d'un médecin et le modèle d'activité que nous avons essayé de créer et les concepts utilisé pour développer notre ontologie.

### 2. Les ontologies dans le domaine médical

La minimisation de temps de recherche d'information est souvent très demandée, sur toutes dans les domaines sensibles tels que le domaine médical.

La gaine de temps pour obtenir de l'information peut aider à prendre des décisions jugées très nécessaire sur toutes dans les cas grave.

Les ontologies sont proposées pour répondre aux besoins des professionnelles de la santé, elle est utilisée pour assister l'analyse qualitative des décisions.

La construction des ontologies de domaines médicale pour la recherche d'information, pose un problème au niveau de terminologie et de la modélisation pour facilite l'élaboration des diagnostics précis.

Face aux nombreuses sources d'information et à l'augmentation des textes et des documents de domaines, l'accès aux informations est devient un enjeu majeur pour les professionnelles de la santé, l'utilisation des ontologies est souvent très demander pour faciliter l'usage des terminologies nationale et internationale et l'accès aux connaissances médicale

### 3. Diagnostic médical

le diagnostic médical est une démarche par laquelle le médecin va déterminer l'affection dont souffre le patient, à partir des symptômes et des signes que ce dernier présente, et à l'aide d'éventuelles investigations complémentaires ,Cette démarche repose sur la recherche des causes (étiologie) et des effets (signes et symptômes) de l'affection .

Randolph Miller [89] définit le diagnostic médical comme : « l'acte d'associer le nom d'une ou plusieurs maladies ou syndromes a des manifestations observées (antécédents, Symptômes, signes) sur un patient ».

C'est un processus qui résulte de la confrontation d'un problème réel à l'expérience acquise et à un corpus de connaissances théoriques. Il se déroule en trois étapes :

- L'enquête interrogative,
- L'examen clinique proprement dit
- Les examens complémentaires

Premièrement, le médecin prend connaissance des symptômes se manifestant chez un patient. A partir des symptômes, il formule des hypothèses diagnostiques initiales.

## Chapitre 04 : Conception

---

Dans un deuxième temps, il procède à un examen initial du patient qui lui permet d'augmenter la part de confiance en certaines hypothèses, et de la diminuer pour d'autres.

Le médecin obtient des signes supplémentaires via des examens biologiques ou d'imageries. En même temps, il pose au patient des questions dont les réponses peuvent être utiles à conforter ou rejeter une hypothèse initialement formulée.

Le médecin « réalise » une mise en correspondance entre les informations obtenues au cours des trois étapes précédentes avec les connaissances qu'il possède de par sa formation et son expérience. Si au terme des étapes précédentes, le taux de confiance d'une certaine hypothèse s'accroît au point de dissiper le doute sur la maladie à laquelle est confronté le médecin, ce dernier peut alors formuler son diagnostic final et prescrire le traitement adéquat au patient. Si le cas reste ambigu après les trois étapes indiquées, le médecin cherche alors une autre source d'informations qui puisse apporter une quantité d'informations supplémentaires permettant d'éliminer l'ambiguïté. Souvent, il demande un examen complémentaire qui peut être sous forme d'analyses biologiques, d'imagerie médicale, etc. Il acquiert des informations supplémentaires qui viennent compléter la quantité d'informations dont il dispose déjà, et qui lui permet de confirmer ou d'infirmer la ou les hypothèses qu'il a déjà faites. Si le médecin n'arrive toujours pas à établir un diagnostic, une dernière étape consiste à ce qu'il ait recours à l'étude d'une base de cas similaires traités par le passé (son expérience) afin d'établir une correspondance avec le cas actuel auquel il est confronté en s'appuyant sur toutes les informations dont il dispose. Il utilise alors les cas les plus similaires (Leurs solutions) afin d'en extraire des informations susceptibles de l'aider à trouver une solution à son cas.

Le processus du diagnostic médical peut relever d'un raisonnement déductif, inductif, adductif, par analogie, etc. [90]

### 3.1. Le raisonnement déductif

Dans le raisonnement déductif, on part d'une idée générale, d'un principe, d'une loi pour en tirer une conséquence particulière, c'est une approche descendante

- ❖ Toutes les rhinopharyngites virales ont une évolution spontanément favorable (règle),
- ❖ Ce patient a une rhinopharyngite virale (cas).
- ❖ Ce patient aura une évolution spontanément favorable (résultat).

### 3.2. Le raisonnement inductif

Le raisonnement inductif montre une proposition générale à partir d'observations particulières. Il est utilisé dans les processus d'apprentissage et est ascendant, c'est-à-dire qu'à partir d'exemples, on produit des règles qui décrivent ces exemples. Si ces règles sont bonnes, elles s'appliquent non

## Chapitre 04 : Conception

---

seulement à ces exemples particuliers mais aussi d'une manière générale a d'autres cas, [90] par exemple

- ❖ Un groupe de patients a une rhinopharyngite virale (cas),
- ❖ Tous les patients ont guéri spontanément (résultat),
- ❖ Toutes les rhinopharyngites virales ont une évolution spontanément favorable règle).

### 3.3. Le raisonnement par analogie

Le raisonnement par analogie est une forme particulière de raisonnement inductif. Il consiste à s'appuyer sur une analogie, une ressemblance ou une association d'idées entre deux situations, par exemple passée/présente, connue/inconnue, etc., à procéder à une comparaison et à aboutir à une conclusion en appliquant à la seconde situation une caractéristique de la première.

## 4. Conception de l'ontologie du diagnostic médical

L'objectif de notre étude est de proposer une ontologie de l'activité du diagnostic médical, sur laquelle on peut expliciter des connaissances tacite mesurées très important dans la performance de l'activité.

Comme nous l'avons vu dans les chapitres précédent que les connaissances tacites se traduisent sous « savoir-faire » c'est à dire savoir comment et savoir quoi a base de ça nous essayons de proposer notre ontologie on répond à notre but d'explicitement toutes connaissances tacite que ce soit habilité, compétence, savoir.

En effet, l'ontologie que nous essayons de développer, est visée essentiellement pour traduire l'activité pratique de médecin en connaissances explicite, c'est-à-dire de faire extraire les connaissances tacites et de les transformer en connaissances explicite.

A travers la mise en évidence toutes ce qui fait par le médecin, soit oralement (les questions posent par le médecin pendant la consultation et comment exploite les réponses de patient, les hypothèses initiale ou secondaire proposé) ou pratiquement (le tour de main, la méthode utilisé et les hypothèses proposé).

Pratiquement il n'est pas facile de modéliser un système répond à toutes les besoins d'un domaine vaste et difficile comme la médecine, on a trouvé des difficultés au durant cette étude.

### 5. Les difficultés rencontrées

Dans tous les domaines les développeurs et les chercheurs rencontrent des difficultés qui ralentie le développement ou l'abondons de projet de recherche, dans cette étude nous trouvons des difficultés soit avec les médecins eux même soit avec les documents de domaine de la médecine qui nécessite un expert pour les expliquer nous présentons dans cette section quelques difficultés

- ✓ La disponibilité des médecins : pour mieux comprendre l'activité on doit présenter avec le médecin pendant la consultation et ça n'est pas toujours disponible.
- ✓ La difficulté d'interagir avec les médecins pour nous expliquons leur activité et comment faire leur raisonnement.

### 6. Présentation des activités liées au diagnostic médicale

Avant de construire notre ontologie nous avons essayé de dissocier l'activité du diagnostic en activité élémentaire pour bien comprendre ce que le médecin fait, dès le début de consultation d'un patient nous constatons que le médecin fait une succession d'activités bien ordonnées.

Deux activités sont obligatoires pour la réussite de diagnostic, il semble que le médecin peut arrêter son diagnostic après deux activités s'est-il trouve les causes de la maladie et peut faire toutes les activités sans voir aucun résultat, dans cette partie nous présentons la classification des activités du médecin.

#### 6.1. Classification des activités du médecin

Le diagnostic médicale se déroule typiquement en deux grandes activités, une activité interrogatoire et une activité clinique suivie d'un examen complémentaire (analyse biomédicale, imagerie...etc.)

##### 6.1.1. L'activité interrogatoire :

Au cours de cette activité le médecin pose des questions suivies d'inspection du corps extérieur du patient, ces questions concernent des renseignements administratifs (le nom le prénom l'Age ...), l'antécédent personnel (est-ce que le patient est allergique, est-ce qu'il a des problèmes médicaux, des problèmes pendant la naissance) et les antécédents familiaux (les habitudes et le mode de vie, le traitement actuel...etc.), cette activité oriente l'activité clinique.

##### 6.1.2. L'activité clinique :

Le médecin a souvent une idée assez précise de la maladie l'activité clinique se déroule en quatre activités élémentaires, l'inspection, la palpation, l'auscultation et la percussion

- ✓ **Inspection** : consiste à observer le patient si il y a des anomalies ou non
- ✓ **La palpation** : le médecin examine le corps de l'extérieur de patient avec les mains spécialement avec les paumes des mains et les doigts pour mettre en évidence les anomalies.

- ✓ **La percussion** : c'est un examen physique où le médecin frappe le corps avec les mains et les doigts et écoute les sons qui proviennent de ce geste, les sons renvoyés par la zone percutée donnent une idée sur l'état des régions anatomiques
- ✓ **L'auscultation** : consiste à écouter les bruits du corps en utilisant un stéthoscope pour évaluer l'état et la fonction des organes

## 7. Méthode de conception de notre ontologie

Les ontologies deviennent un outil très important pour l'ingénierie des connaissances, pour cela plusieurs méthodes ont été proposées par les chercheurs pour modéliser les domaines qui sont très nombreux, il est impossible d'obtenir une seule méthode adaptée à tous les domaines.

Nous utilisons la méthode Methontology, pour développer l'ontologie de diagnostic, cette méthode propose un processus de développement qui [91] s'appuie sur la construction d'un modèle conceptuelle et par détermination claire et consistante des exigences de l'ontologie à construire par :

- La détermination des besoins de l'ontologie
- La réutilisation des ontologies ou méta données existantes.
- Le développement d'un modèle conceptuelle.
- La mise en œuvre du modèle conceptuelle.
- L'évaluation de l'ontologie.

Pour la création de notre ontologie nous commençons par la définition du domaine biomédicale, et pour l'accomplir nous allons répondre à quelques questions auxquelles l'ontologie doit répondre.

- ❖ **Quelle est le domaine qui doit couvrir par l'ontologie** : l'ontologie modélise l'activité du diagnostic par laquelle les médecins peuvent prendre des décisions et éviter les erreurs du diagnostic.
- ❖ **Pour quelle but développons nous cette ontologie** : l'ontologie est utilisée pour faciliter la recherche d'information et offre aux médecins une référence pour qu'ils puissent prendre leurs décisions diagnostiques.
- ❖ **Quelle sont les questions que l'ontologie doit fournir des réponses** : l'ontologie peut offrir des réponses aux questions concernant le diagnostic, quelle sont les hypothèses proposées par les médecins dans les cas normale et les cas des maladies où le médecin n'a pas d'expérience, quelle sont les méthodes suivies et les outils utilisés.
- ❖ **Qui va utiliser l'ontologie** : l'ontologie est destinée aux médecins.

### 8. Processus de création d'ontologie

Pour la création des ontologies Methontology propose de commencer par des étapes définies, nous abordons ici l'étape des créations de l'ontologie.

- L'énumération des termes importants dans l'ontologie.
- La définition des classes et la hiérarchie des classes
- La définition des propriétés des classes et des attributs
- La définition des facettes des attributs et création des instances.

A base de ça nous avons présenté précédemment le domaine de notre ontologie et pour quelle but et qui peut l'utiliser ?

Pour procéder de compléter notre ontologie nous avons proposé un modèle d'activité du diagnostic inspiré du modèle d'Engeström défini dans le chapitre précédent.

### 9. Pourquoi la méthode Methontology

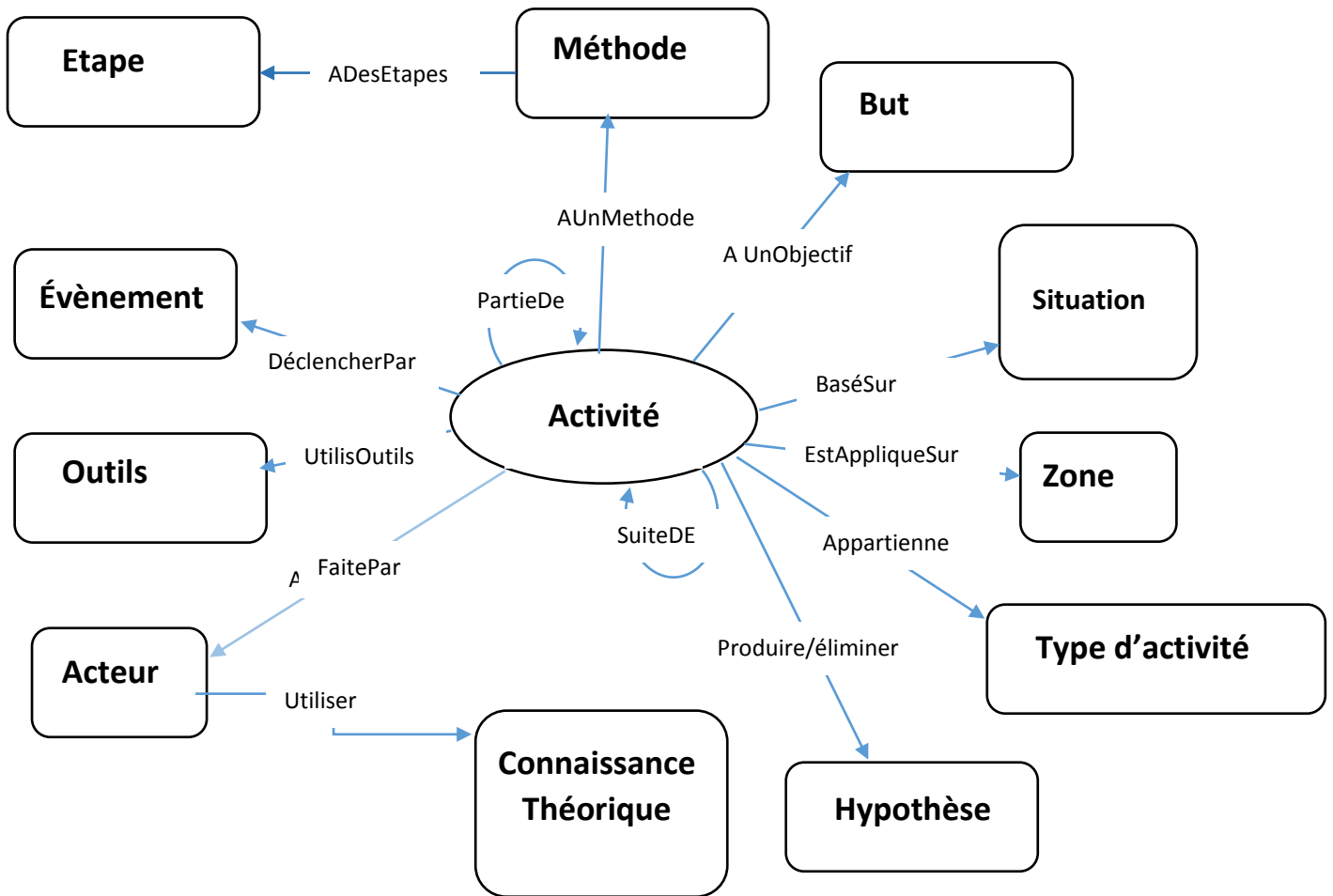
La méthode Methontology préconise d'associer diverses techniques d'acquisition de connaissances pour construire une ontologie.

Ces techniques sont par exemple les entretiens ouverts, permettant d'obtenir des classifications, des propriétés et des formules, les entretiens structurés, permettant de vérifier des classifications, les analyses de texte formelles permettant d'obtenir des définitions, des synonymes et des règles, les analyses de texte informelles permet d'obtenir des tables, des dessins, des définitions, des relations et des faits, les analyses de tables, figures permettant d'obtenir des valeurs d'attributs, des cardinalités et des faits, etc. [92]

### 10. Modèle de base

Comme nous la avons vu précédemment, l'objectif de cette étude est de proposer une ontologie traduisant la pratique du médecin pour extraire les connaissances tacites et de les mettre en évidence, pour cela et pour atteindre notre objectif nous avons proposé un modèle d'activité inspiré du modèle d'Engeström, la figure suivante présente notre modèle d'activité du diagnostic.





**FIGURE 10 : PERSPECTIVE D'ACTIVITE DU DIAGNOSTIC MEDICALE**

Le modèle décrit l'activité du médecin pendant la consultation des patients, quelles sont les méthodes utilisées pour réussir le diagnostic et pour quel but l'activité se déroule, à base de quoi e médecine propose ses hypothèses ?quelles sont les événements qui déclenche l'activité, les outils utilisés et la zone concerné.

Pour bien comprendre le modèle nous donnons la définition de chaque concept du modèle.

### 10.1. Les concepts liés à l'entité activité

#### Le concept activité

Une activité est un ensemble de travaux correspondant à une unité d'évolution du système.

L'activité peut décrire comme un objectif de processus de diagnostic, c'est un élément dans la description de processus de diagnostic.

L'activité fait apparaitre les différents états du processus et conduire à une évolution de ce dernier.

### **L'acteur**

Un acteur est un élément actif chargé d'une ou plusieurs activités dans le processus [93].

L'acteur peut être une personne, une machine, il assure l'exécution d'une ou plusieurs activités, dans notre étude le médecin qui fait toutes les activités de diagnostic.

### **La transition**

Une transition est un lien orienté entre deux activités [93].

La transition exprime les contraintes d'enchaînement et représente l'ordonnement des activités, la transition est associée à deux activités pour définir l'activité prédécesseur et l'activité successeur.

### **L'événement**

Un événement est un stimulus qui provoque une réaction dans une activité [93].

C'est quelque chose qui déclenche l'activité, sans l'intervention d'acteur, l'événement peut déclencher plusieurs activités.

### **L'hypothèse**

C'est le résultat produit issu de l'exécution d'une activité.

Est une unité qui peut concrétiser l'achèvement de l'activité, une activité peut produire plusieurs hypothèses.

### **La ressource**

Une ressource est un élément utilisé pour l'exécution d'une activité.

La ressource peut être de différentes natures, matérielle, documentaire, informationnelle, logiciel.

Dans ce cas la ressource représente les connaissances théoriques de médecin ou les documents du domaine

### **La zone**

Est la place sur laquelle l'activité est appliquée, l'activité peut s'appliquer sur plusieurs zones selon l'état du malade.

### **L'outil**

Les outils ce sont les moyens utilisés par l'acteur pour assurer la réussite de l'activité, il peut être de plusieurs natures matérielle ou documents.

### **Le but**

C'est l'objectif atteint par l'activité.

### **La situation**

La situation représente les données initiales pour orienter l'activité de diagnostic, elle représente l'antécédente personnelle (nom, le prénom, l'âge) et l'antécédent familial (le mode de vie, les habitudes) et les signes cliniques

### 11. Cas d'exemple.

Pour mettre en évidence ce que le médecin fait pendant la consultation des patients nous présentons un exemple du diagnostic en détail.

Un exemple de pneumopathie chez l'enfant

#### **Activité interrogatoire :**

**Situation clinique :** le médecin demande les informations personnelles du patient (l'âge, nom, prénom)

**Question réponse :** le médecin commence cette activité par des questions sur les signes cliniques et le mode de début de ces signes, brutal ou progressif, et le traitement déjà reçu

**Le but de l'activité question réponse :** collecte les informations sur la cause de la fièvre, le signe de l'infection et le type de l'infection.

**Le but de l'activité interrogatoire :** oriente l'examen clinique.

#### **L'activité clinique :**

##### **L'activité inspection :**

**La zone :** face, thorax, abdomen

**Le but :** Coloration cutanée : recherche la cyanose.

**Ampliation thoracique :** symétrique ou asymétrique.

**Les signes de lutte :** tirage intercostal, sans et sous sternal, battement des ailes denez.

**Respiration abdominale :** calculer la fréquence respiratoire.

##### **L'activité palpation :**

**Zone :** thorax, cou, abdomen

**Buts :** recherche un emphysème sous cutané, percevoir les vibrations vocales

#### **Méthode**

**Choix de zone :** le cou, vaisseaux

Allez de la zone la moins douloureuse à la plus douloureuse

Palper avec les pulpes des doigts

**L'hypothèse :** L'exagération des vibrations vocales orientent vers la pneumopathie.

L'existence d'un emphysème sous cutané est un signe de gravité.

L'activité d'auscultation

**Zone :** thorax, cœur, poumons.

**Buts :** recherche une matité

Recherche un tympanisme

#### **Méthode**

**Choix de zone :** les deux poumons

Auscultation des deux poumons d'une façon symétrique.

## Chapitre 04 : Conception

---

Auscultation avec stéthoscope

**Hypothèse :** L'existence d'un foyer de râles crépitants orientés vers la pneumopathie

L'activité de percussion

**Zone :** thorax.

**Buts :** recherche d'une matité

Recherche d'un tympanisme

### Méthode

**Choix de zone :** les deux poumons

Percuter les deux poumons d'une façon symétrique.

Percuter avec les doigts

**Hypothèse :** L'existence d'une matité orientée vers la pneumopathie

L'existence d'un tympanisme signifie que la pneumopathie est compliquée d'un pneumothorax

12.Présentation de l'ontologie

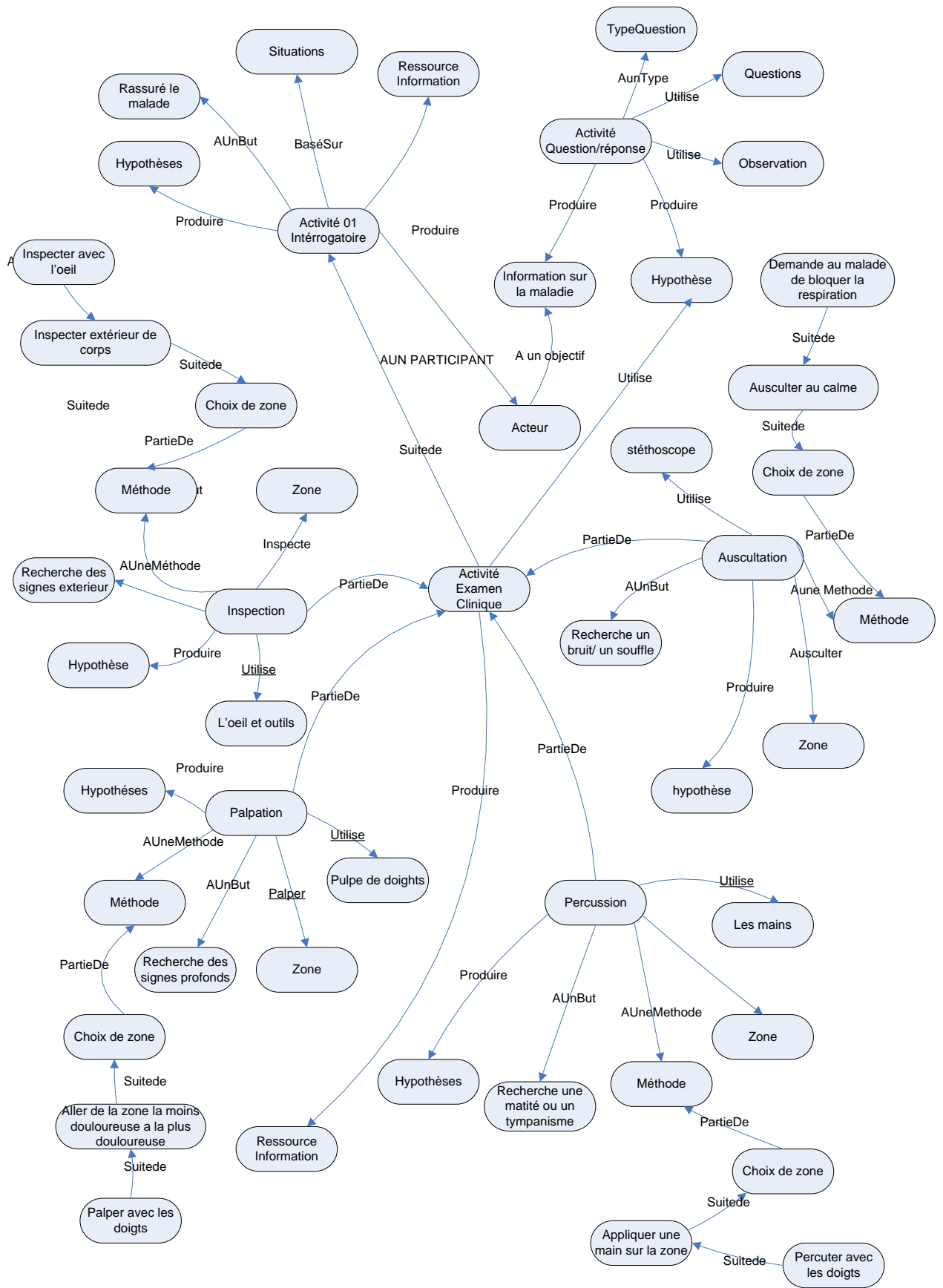


FIGURE 11: PRESENTATION D'ONTOLOGIE DU DIAGNOSTIC MEDICALE

### 13. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté les différentes phases pour concevoir une ontologie en suivant des étapes bien définies. Cela a permis d'avoir les concepts et les relations en plus d'une représentation hiérarchique des concepts. La prochaine étape consiste à rendre cette ontologie opérationnelle et exploitable par un ordinateur

---

## **Chapitre 05**

# **L'implémentation du modèle**

### 1. Introduction

Nous avons vu dans le chapitre précédent le modèle d'activité du diagnostic et la méthode utilisée pour la création de notre ontologie, il nous reste que rendre cette ontologie opérationnelle sur l'ordinateur ce qui nous allons voir dans ce chapitre.

### 2. Environnement de développement

Pour créer notre ontologie, Nous nous proposons de d'utiliser Protégé comme éditeur d'ontologie parce qu'il est le plus abouti et le plus répandu des éditeurs d'ontologie en "open source".

Son interface graphique permet à l'utilisateur de définir facilement des classes et de les organiser en hiérarchie classe/sous classe. Elle permet également de définir des propriétés associées aux classes.

### 3. Présentation de l'éditeur Protégé

Protégé est un éditeur open source créé par l'université de Stanford, est un éditeur qui permet de construire des ontologies, Est une librairie java utilisé pour créer des applications à base de connaissances.

Protégé est utilisé avec plusieurs langages tels que RDF, DAML+OIL et OWL dans le contexte de web sémantique l'aide des plugins permettent d'utiliser protégé comme un éditeur d'ontologie. Protégé est un outil employé par les développeurs et des experts de domaine pour développer des systèmes basés sur les connaissances (Ontologies).

Des applications développées avec Protégé sont employées dans la résolution des problèmes et la prise de décision dans un domaine particulier, Protégé est aussi une plate-forme extensible, grâce au système de plug-ins, qui permet de gérer des contenus multimédias, interroger, évaluer et fusionner des ontologies, etc.

L'outil Protégé possède une interface utilisateur graphique (GUI) lui permettant de manipuler aisément tous les éléments d'une ontologie : classe, méta-classe, propriété, instance,...etc, Protégé peut être utilisé dans n'importe quel domaine où les concepts peuvent être modélisés en une hiérarchie des classes.

Protégé permet aussi de créer ou d'importer des ontologies écrites dans les différents langages d'ontologies tel que : RDF-Schéma, OWL, DAML, OIL, ...etc. Cela est rendu possible grâce à l'utilisation de plugins qui sont disponibles en téléchargement pour la plupart de ces langages.



## Chapitre 05 : Implémentation

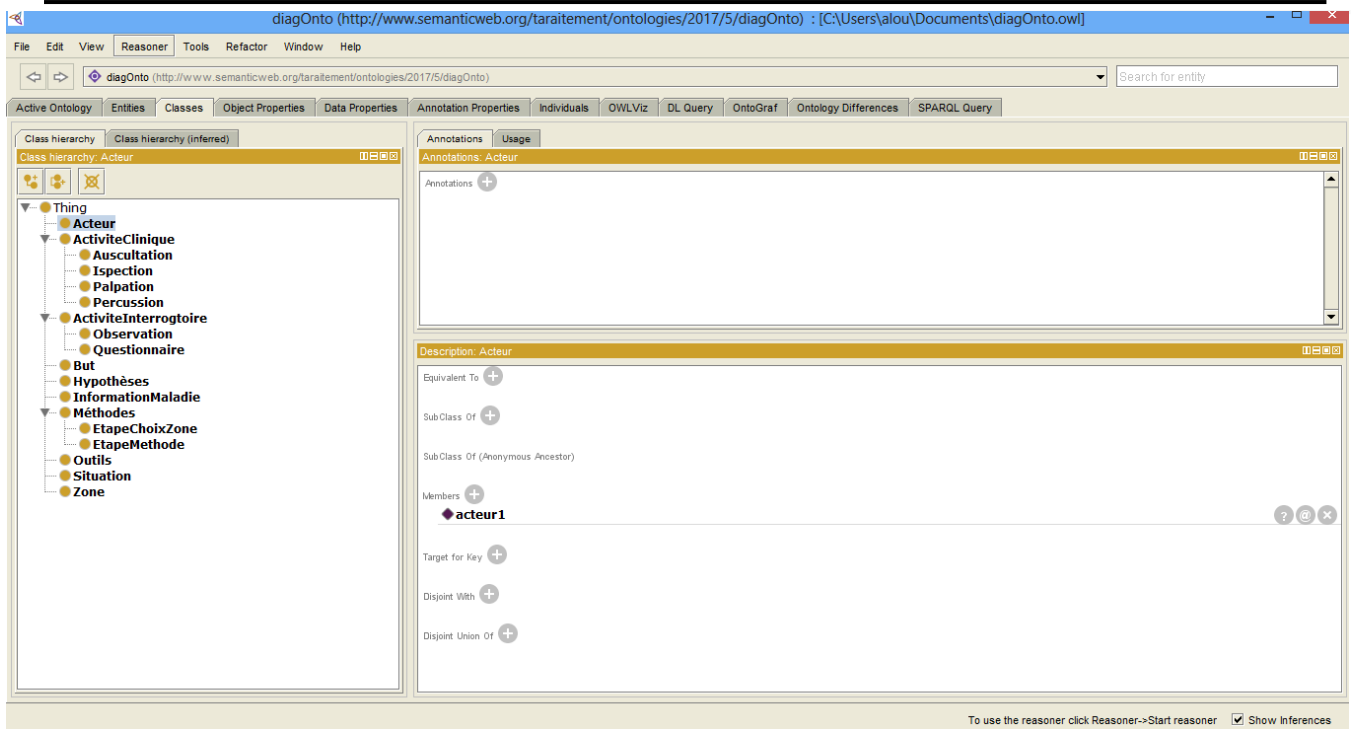


FIGURE 12 : INTERFACE GRAPHIQUE DE PROTEGE 4.3.0

### 4. Création d'ontologies avec PROTEGE

#### Création d'un nouveau projet

Dans cette section nous allons présenter comment nous avons créé cette ontologie dès le lancement du protégé jusque la génération du code OWL.

Nous avons utilisé la version de protégé 4.3.0 qui est un peu déférente des anciens version. Pour commencer la création de l'ontologie, lancer protégé une fenêtre ouvre est présente l'interface de protégé

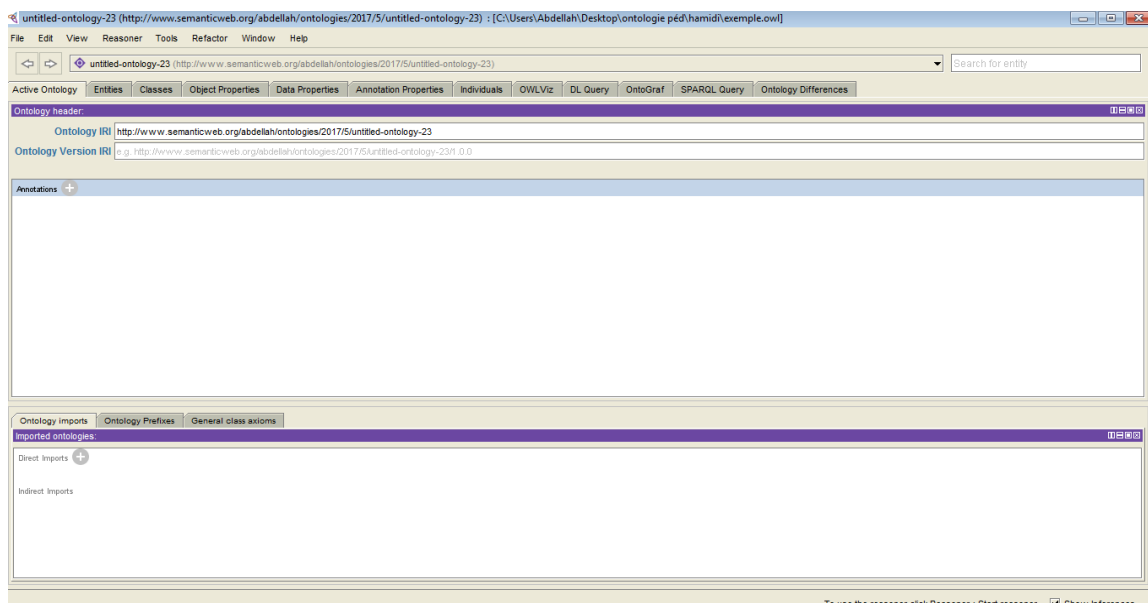


FIGURE 13 : INTERFACE DE PROTEGE 4.3.0

Après le lancement de protégé on peut changer IRI d'ontologie qui prend par défaut « <http://www.semanticweb.org/abdellah/ontologies/2017/5/untitled-ontology-26> ».

En suis on enregistrer l'ontologie on précisant le format utilisé pour le développement d'ontologie comme la figure ci-dessous

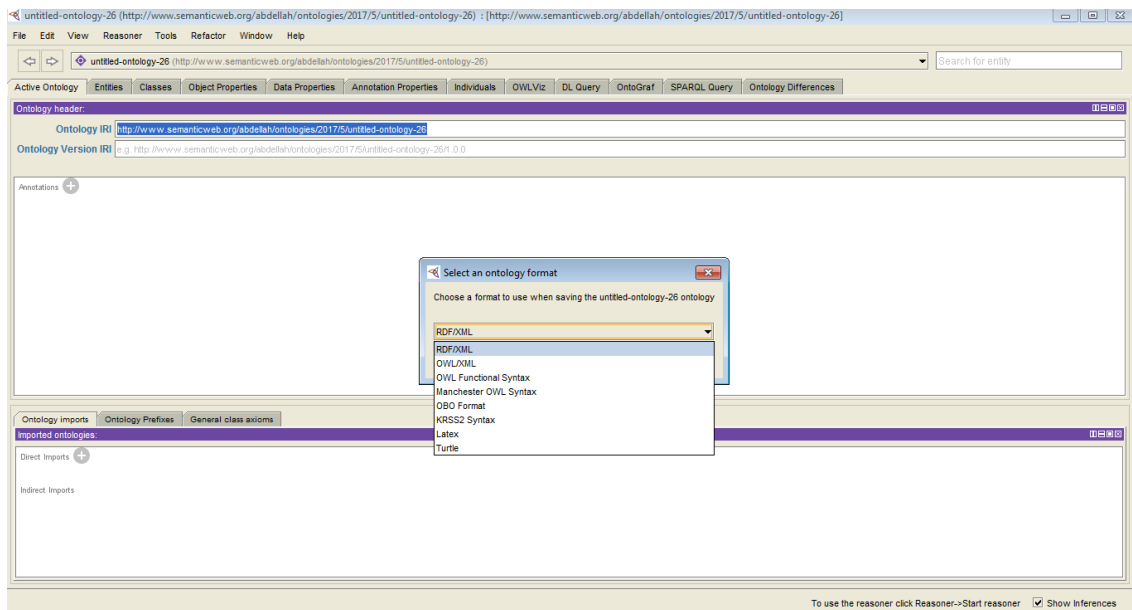
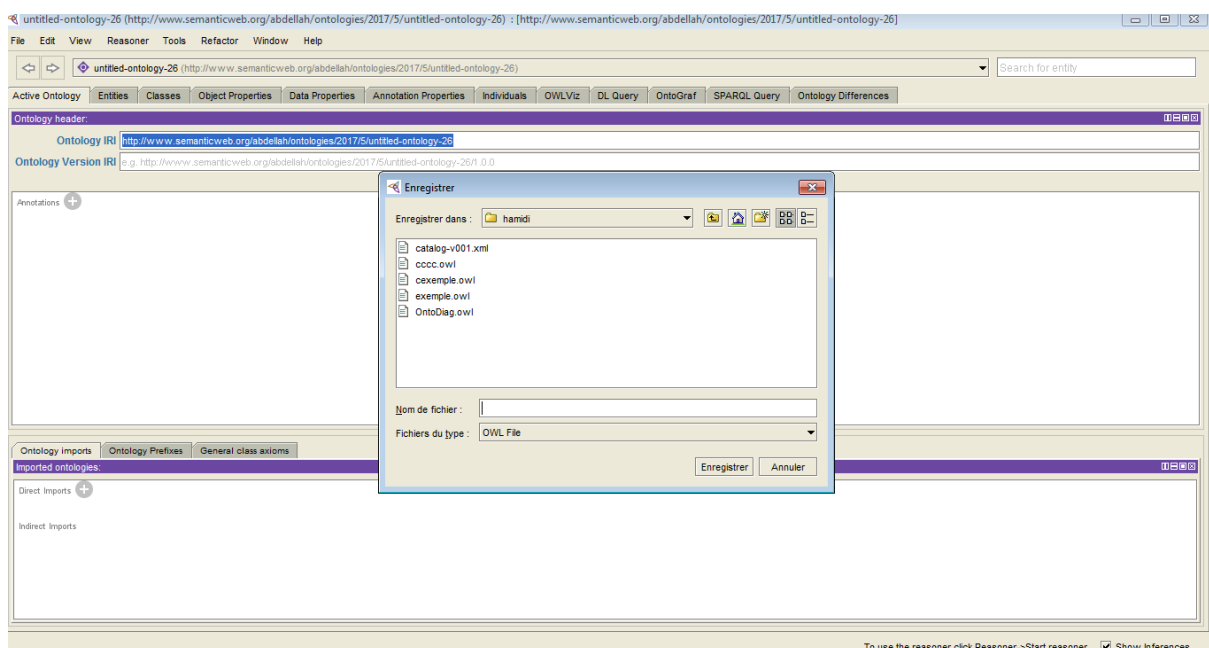


FIGURE 14 : CHOIX DE TYPE DE PROJET

En suit on précise l'emplacement d'enregistrement sur l'ordinateur comme illustre la figure ci-dessous



#### 4. L'édition de l'ontologie

Après avoir spécifié les propriétés du projet, nous commençons par la création des classes d'une façon hiérarchique

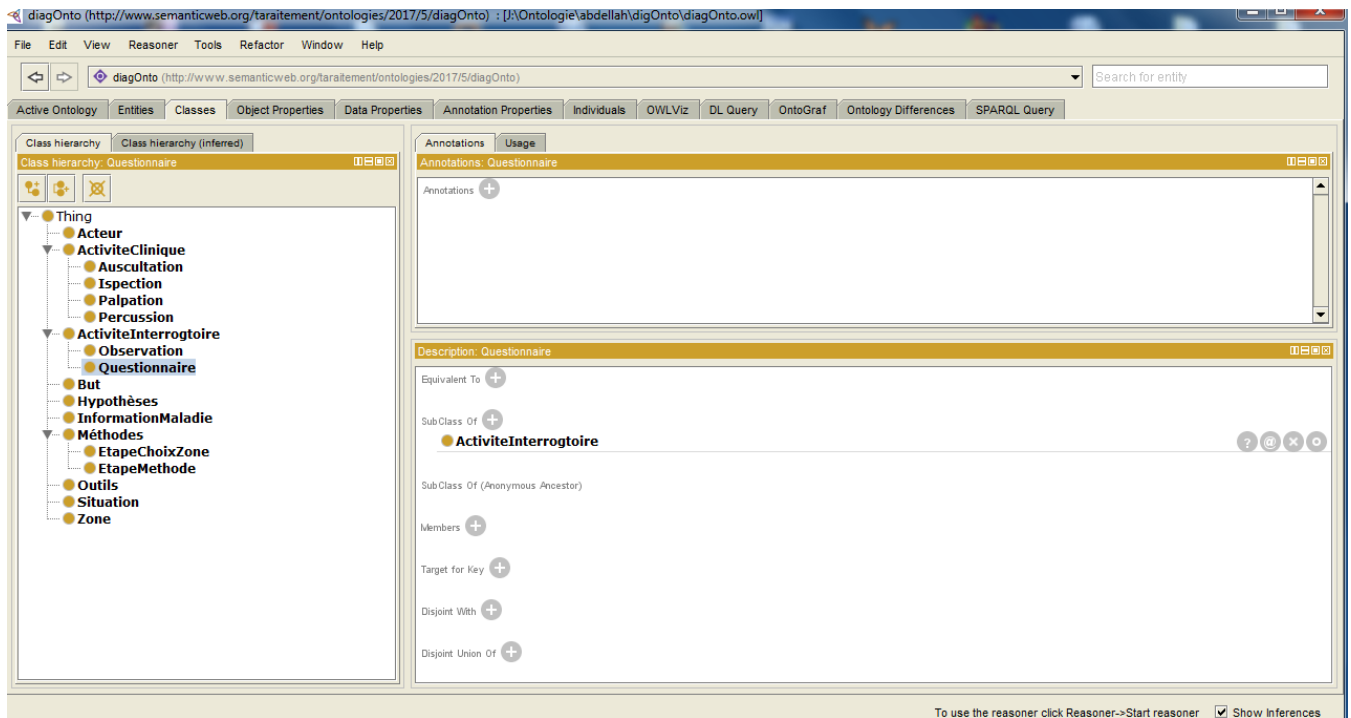


FIGURE 16 : CREATION DES CLASSES

## Chapitre 05 : Implémentation

Après la création des classes il est nécessaire de définir les propriétés, les relations et les relations inverses

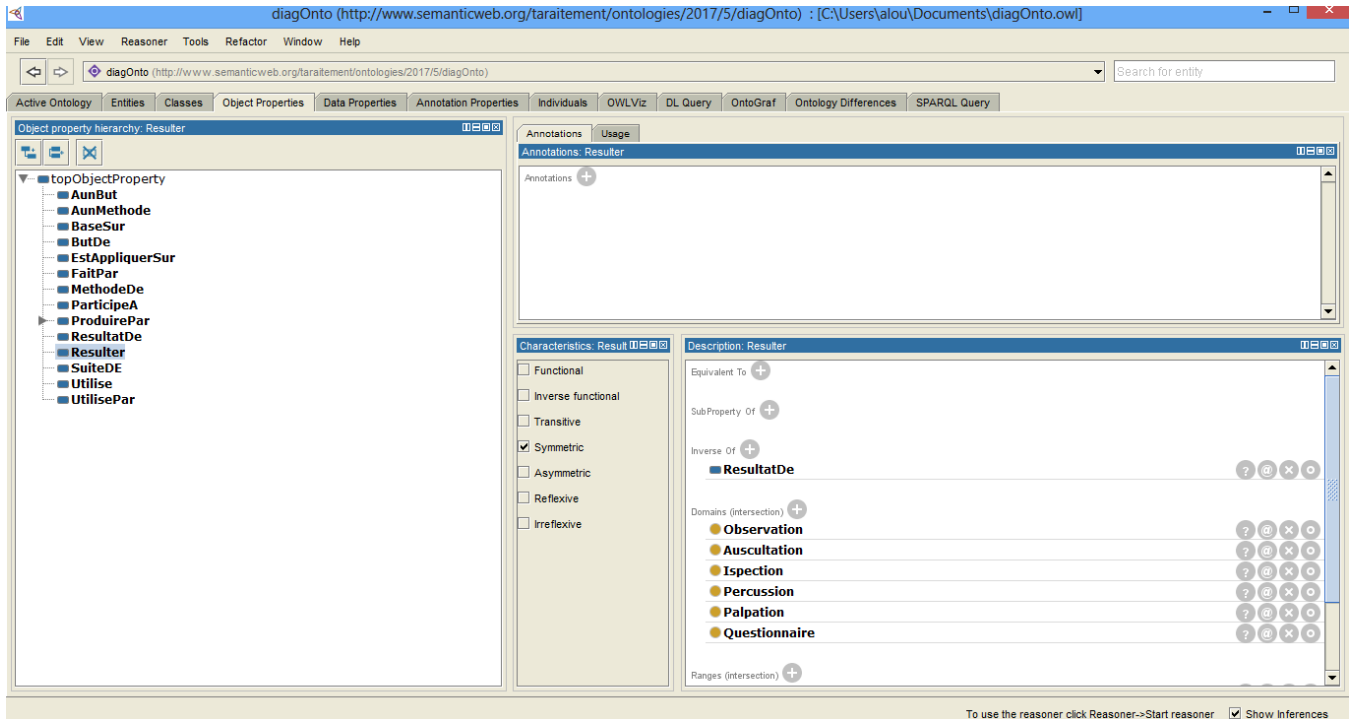


FIGURE 17 : CREATION DES RELATIONS

Dans l'étape suivante on doit spécifier les contraintes et les cardinalités pour chaque propriété

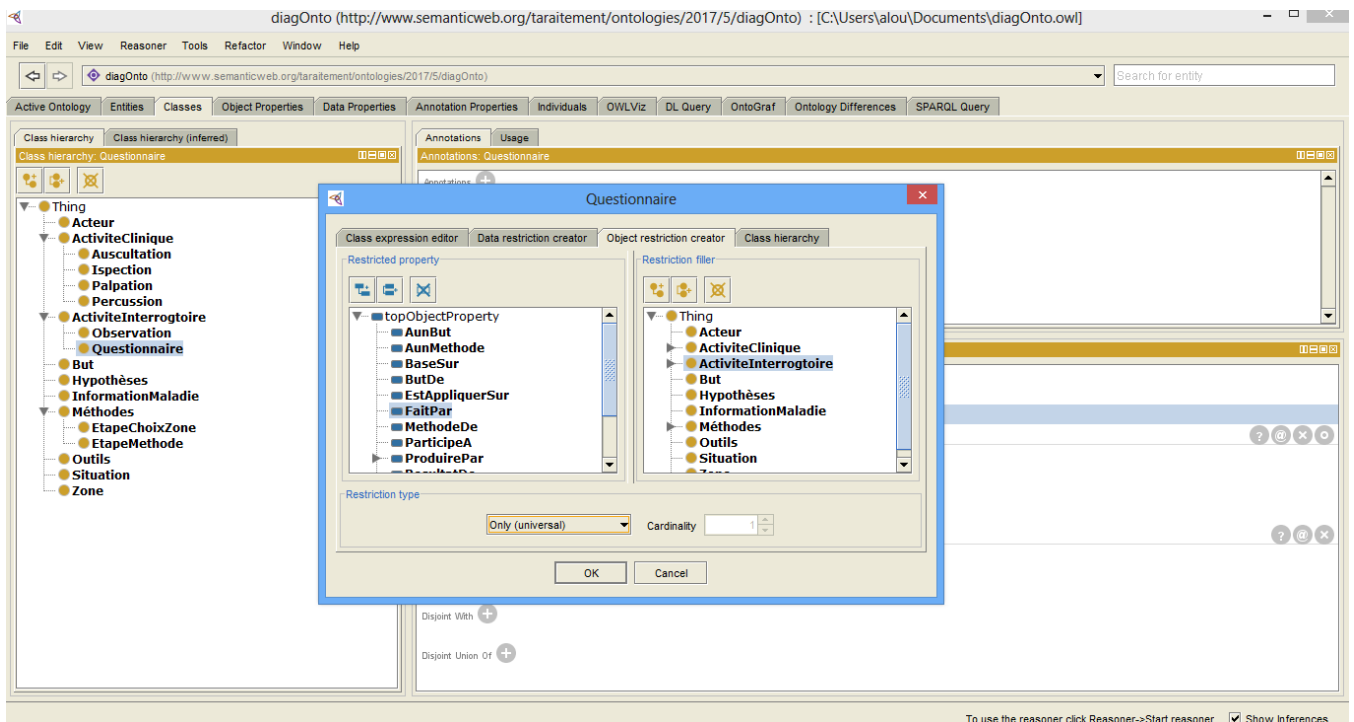


FIGURE 18 : LES CONTRAINTES DE CARDINALITE

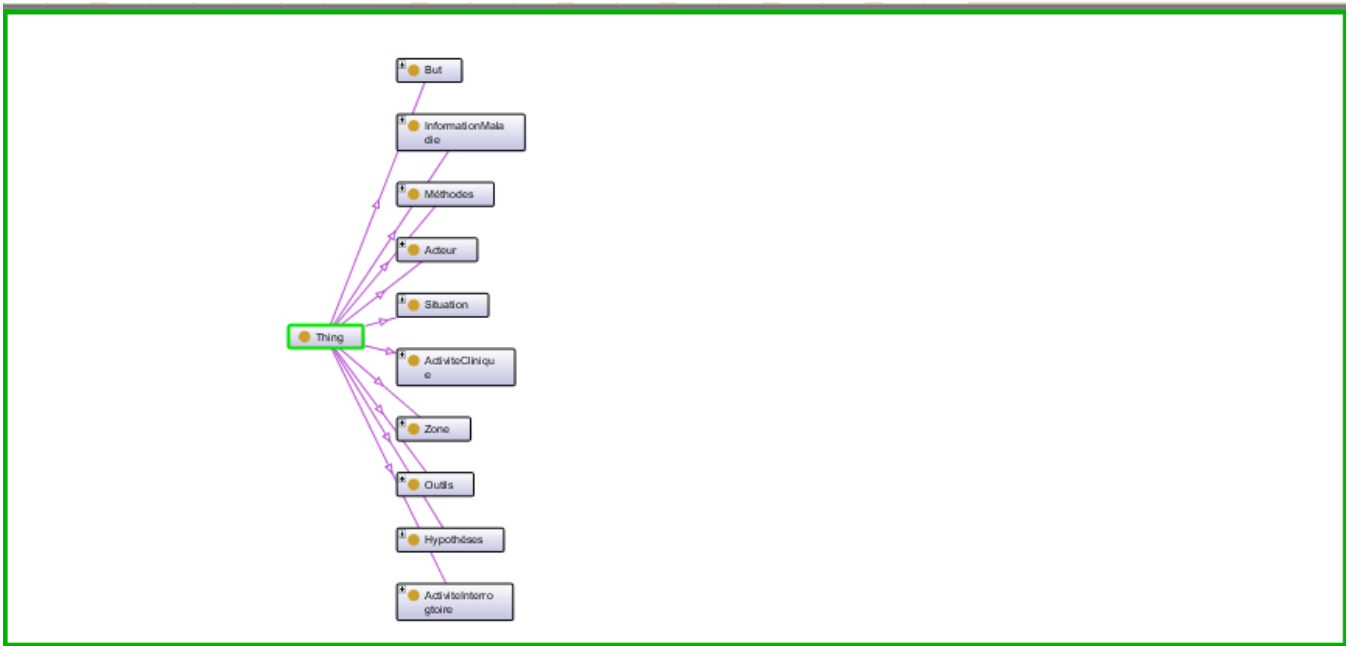


FIGURE 19 GRAPHE REPRESENTE LES CONCEPTS D'ONTOLOGIE

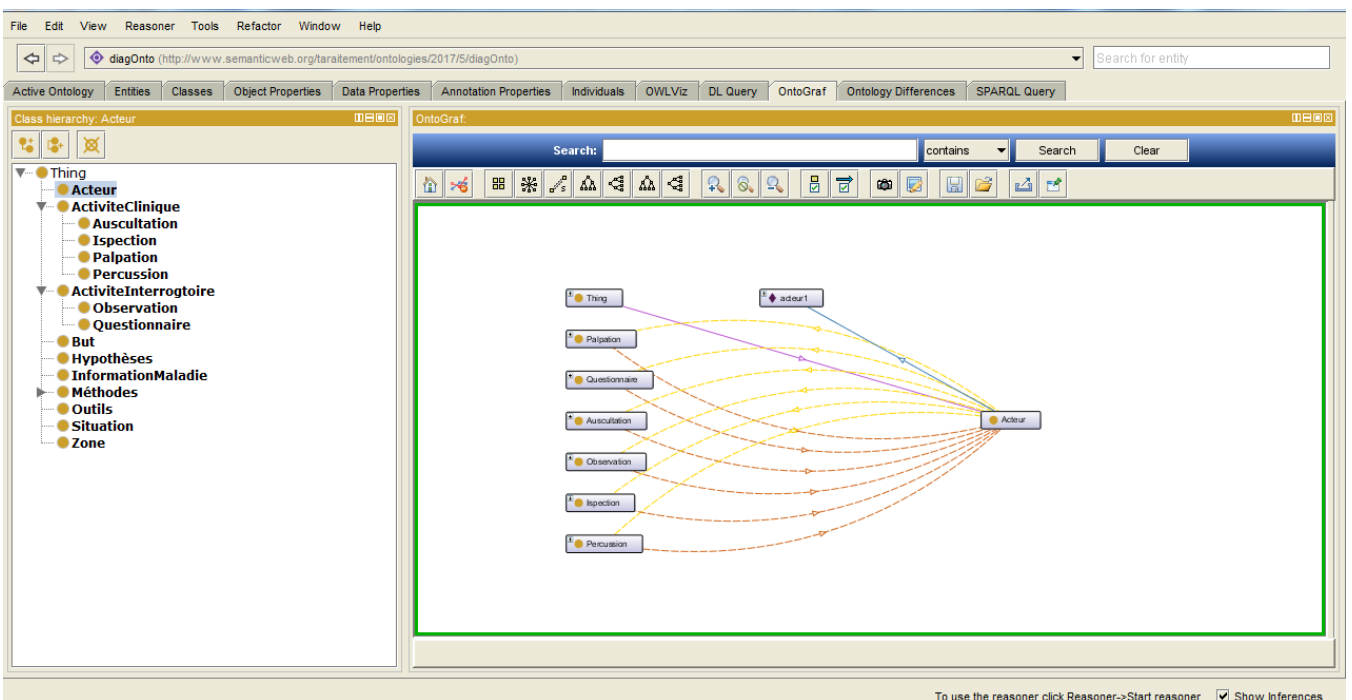


FIGURE 20 GRAPHE REPRESENTE L'ACTEUR ET CES RELATION AVEC LES CONCEPTS D'ONTOLOGIE

# Chapitre 05 : Implémentation

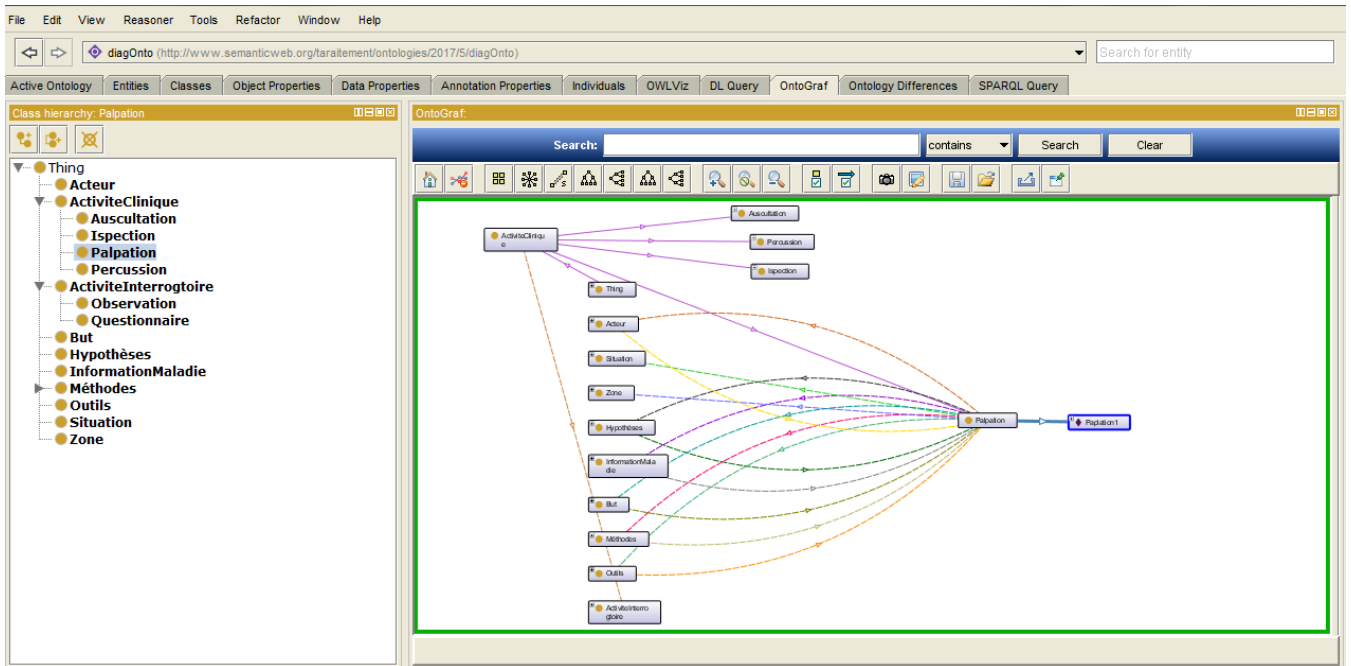


FIGURE 21 GRAPHE REPRESENTE L'ACTIVITE PALPATION

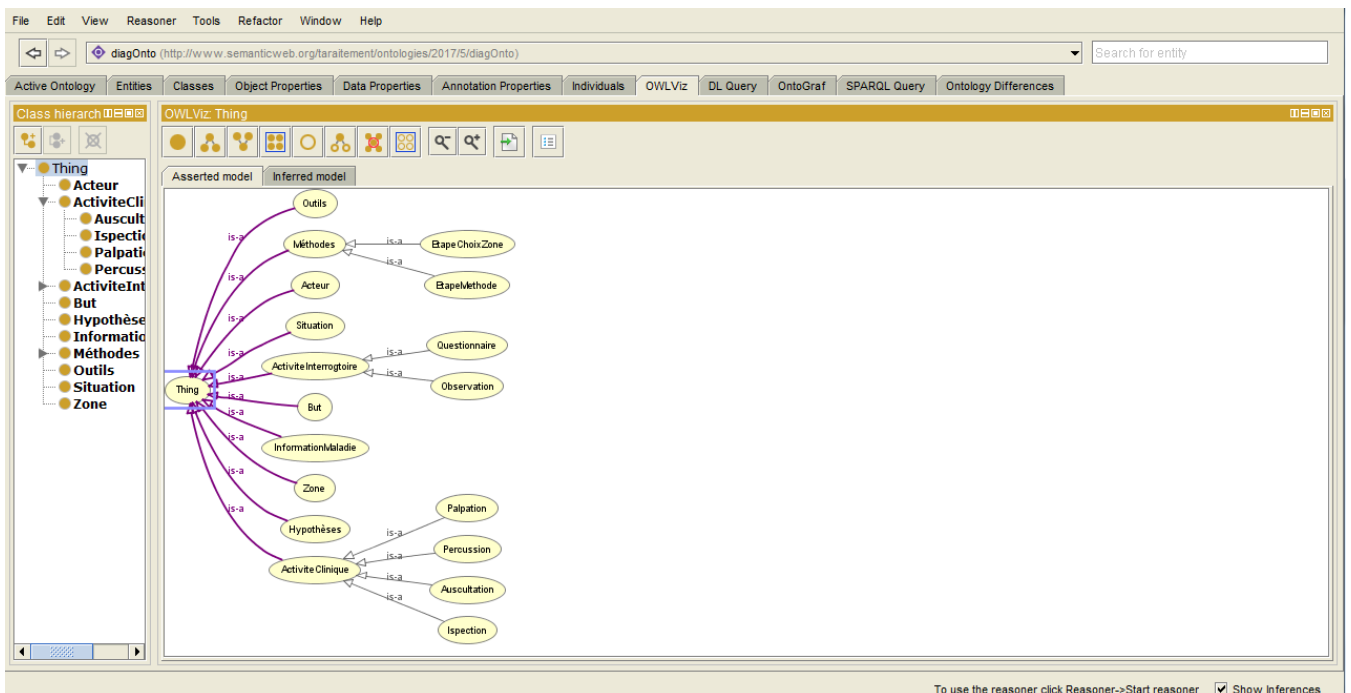


FIGURE 22 REPRESENTATION D'ONTOLOGIE AVEC L'OUTIL GRAPHE VIZ

## Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'environnement sur lequel on développe l'ontologie et les détails d'implémentation de l'ontologie du diagnostic médicale présentée dans le chapitre précédent. On la rendre opérationnelle et utilisable sur l'ordinateur

## **Conclusion général**

## **Conclusion générale**

Au cours de réalisation de ce mémoire on voit que la gestion de connaissances est un travail complexe et difficile qui doit se réaliser progressivement.

Les entreprises sont obligées de mettre en place des nouvelles approches conscientes pour gérer leur patrimoine de connaissances, les entreprises doivent aussi être conscientes qu'elles ne peuvent pas gérer et capitaliser leurs connaissances, cela prend du temps ce qui provoque la perte des connaissances stratégiques.

Pour cela les entreprises doivent suivre un processus de gestion de connaissances, il est important aussi de maîtriser la gestion de leur savoir et savoir-faire, ces deux aspects indissociables pour construire un capital fort, ces deux aspects qui repèrent les connaissances en deux formes, les connaissances tacites et explicites.

Pour que la gestion soit viable, et pour éviter la perte des connaissances il est nécessaire d'avoir des systèmes permettant d'organiser, évaluer et partager les connaissances.

Les ontologies donnent un avantage dans le domaine de gestion de connaissances et de recherche de l'information, et simulent le raisonnement humain afin de modéliser les domaines de gestion de connaissances d'une façon utilisable.

Nous avons présenté dans ce mémoire la modélisation de l'activité pratique du diagnostic médical. On s'appuie sur le modèle d'Engeström qui nous donne la possibilité d'émuler les différentes concepts pour construire l'ontologie de diagnostic.

Nous essayons de dissocier l'activité de diagnostic afin de comprendre la démarche suivie par le médecin pendant la consultation des patients, et d'extraire toutes les connaissances utilisées.

Nous essayons aussi de différencier entre le savoir et savoir-faire et comment le médecin produit de nouvelles connaissances qui sont considérées ultérieurement comme une expérience.



# **Bibliographie**

### Bibliographie

- [1] Ehret Fanny, Mettre en place une démarche de gestion des connaissances en entreprise. Production des Connaissances, Actes du Colloque de l'Entreprise Apprenante et les Sciences de la Complexité, Aix-en-Provence, mai 1995.
- [2] Fabien Jalabert, Cartographie des connaissances : l'intégration et la visualisation au service de la biologie Application à l'ingénierie des connaissances et à l'analyse de données  
D'expression de gènes
- [3] Noémie GLORIEUX, Emilie MEUNIER, Knowledge Management, En quoi le *Knowledge Management* s'inscrit-il dans une stratégie d'entreprise ? p06
- [4] BALMISSE Gilles. *Le marché des outils de KM*. [en ligne]. Disponible sur <http://www.savoirsenreseau.com/2007/05/09/connaissances-et-competences-clarification-des-concepts/>.
- [5] Maret P., Pinon J.-M. Ingénierie des savoirs-faire : compétences individuelles et mémoire collective. Paris : Ed Hermès, 1997, 186 p.
- [6] Grundstein, M. La capitalisation des connaissances de l'entreprise, Système de
- [7] BROUSTE Pierre, COTTE Dominique. *Les tablettes....d'Ourouk. Le Knowledge Management*. Paris : Ourouk, mai 1999, n°5.
- [8] Noémie GLORIEUX, Emilie MEUNIER, *Knowledge Management*, En quoi le *Knowledge Management* s'inscrit-il dans une stratégie d'entreprise ? p07
- [9] PRAX Jean-Yves. *Le manuel du Knowledge Management : une approche de deuxième génération*. Paris : Dunod, 2003, p.22-24.
- [10] Ndèye Coumba FALL, Adama Abdoulaye NDIAYE, méthodologie de capitalisation et de valorisation des expériences des projets et programmes du fida en Afrique de l'ouest et du centre
- [11] Etude de communautés de pratique et mécanismes de partage des connaissances via les réseaux numériques : le cas du Pnud, Félicien MAMBULU
- [12] Gilles Balmisse .- Knowledge Management et outils informatiques
- [13] Laura PHIRMIS conservatoire national des arts et métiers institut national des techniques de la documentation, novembre 2009, MEMOIRE pour obtenir le Titre professionnel "Chef de projet en ingénierie documentaire" INTD niveau I
- [14] Aurélie Dudezert. Cartographie des connaissances et gestion des ressources humaines : exemple de l'ambiguïté cognitive des Systèmes de Gestion des Connaissances. Systèmes d'Information et Management 2008, HAL Id: hal-00239370

## Bibliographie

---

- [15] Kelly Sellin, Aurélie Duzert, Christophe Binot, Les cartographies de connaissances pour le transfert de connaissances : étude de cas au sein du Groupe Total, HAL Id: hal-00542844
- [16] Michèle ORBAN, un outil cartographique au service de la gestion des connaissances, Université catholique de Louvain (UCL)
- [17]karimeseddiki : mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en informatique de gestion
- [18]Barthès J-P. Capitalisation des connaissances et intelligence artificielle. In Journées Franco-Finlandaises de Tampere, Compiègne, 1997.
- [19]PAR FABIEN GANDON, CHERCHEUR, ÉQUIPE EDELWEISS, INRIA - SOPHIA-ANTIPOLIS, Le Web Sémantique : comment les ontologies pourront-elles favoriser l'échange des connaissances sur le web du futur ?
- [20] Fernandez, M., Gomez-Pérez, A., Juristo, N. (1997) METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering. Proceedings of the AAAI-97 Spring Symposium Series on Ontological Engineering, Stanford, CA, USA 1997, p 33-40.
- [ 21 ] Psyché V., 2007. Rôle des ontologies en ingénierie des EIAH : Cas d'un système d'assistance au design pédagogique. Thèse de doctorat, Université du Québec, Canada.
- [22] Gruber, T. R. (1993), A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220.
- [23]Borst W. N. (1997). Construction of Engineering Ontologies. Center for Telematica and Information Technology, University of Twente, Enschede, NL.
- [24] Studer R., Benjamins R. etFensel D. (1998). Knowledge Engineering: Principles and Methods. Data Knowledge Engineering.
- [25] Guarino N. etGiaretta P. (1995). Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification. In Mars N. J. I. (Ed.), Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing, Amsterdam: IOS Press., 25-32.
- [26]Swartout B., Patil R., Knight K. et Russ T. (1997). Towards Distributed Use of Large-Scale Ontologies. Spring Symposium Series on Ontological Engineering, pp.138-148.
- [27]Corcho, Oscar and Gómez-Pérez, A. (2000). A roadmap to ontology specification languages. In: "12th International Conference on Knowledge Engineering and knowledge Management (EKAW'00)", October 2-6, 2000, Juan-les-Pins, French Riviera. ISBN 3-540-41119-4. pp. 80-96.
- [28]Blázquez M., Fernández M., García-Pinar J. M. et Gómez p. A., 1998. Building Ontologies at the Knowledge Level using the Ontology DesignEnvironment. <http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW98/blazquez/>

## Bibliographie

---

- [29] Dieng R., Corby O., Gandon F., Giboin A., Golebiowska J., Matta N. et Ribière M., 2001. Méthodes et outils pour la gestion des connaissances : une approche pluridisciplinaire pour le knowledge management, 2ème édition, Paris :Dunod.
- [30]Corcho O., Fernandez-Lopez M. et Gomez P. A., 2002. OntoWeb Technical Roadmap, Version 1.0. <http://www.ontoweb.org>.
- [31]Gómez-Pérez A. (1999). Ontological Engineering: A state of the art. Expert Update, 2(3), 33-43.
- [32]Hernandez N., 2005. Ontologies de domaine pour la modélisation du contexte en recherche d'information. Thèse de doctorat, université Paul Sabatier de Toulouse.
- [33]Charlet J., Bachimont B. et Troncy R., 2004. Ontologies pour le Web Sémantique. Série de la Revue Information - Interaction - Intelligence (I3), 4 : 96-100.
- [34] Staab S. et Maedche A., 2000. Axioms are objects too: Ontology engineering beyond the modeling of concepts and relations. Research report 399, Institute AIFB, Karlsruhe.
- [35]Gomez P. A. et Benjamins V.R., 1999. Overview of Knowledge Sharing and Reuse Components: Ontologies and Problem-Solving Methods.
- [36]Van Heijst G., Schreiber A. etWielinga B. J., 1997. Using Explicit Ontologies in KBS Development. International Journal of Human and Computer Studies /Knowledge Acquisition, 46: 183-292.
- [37]Mizoguchi R., Kozaki K., Sano T. et Kitamura Y. 2000. Construction and Deployment of a Plant Ontology. The 12th International Conference, EKAW2000, Juan-les-Pins, France, pp. 113-128.
- [39]Maedche A., 2002. Ontology Learning for the Semantic Web. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- [40] Guarino N., 1997b. Some organizing principles for a unified top-level ontology. AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering. Stanford, CA, pp.57-63.
- [41]Jin L., Chen W., Hayashi Y., Ikeda M., Mizoguchi R., Takaoka Y. etOhta M. 1999. An Ontology-Aware Authoring Tool - Functionalstructureandguidancegeneration. Proceedinf of AIED1999, Le Mans, France, pp. 85–92.
- [42] Inaba A., Supnithi T., Ikeda M., Mizoguchi R. et Toyoda J. 2000. An Overview of Learning Goal Ontology. Proceeding of ECAI2000 Workshop on AnalysisandModelling of Collaborative Learning Interactions. Berlin, Germany, pp. 23-30.
- [43] Bachimont, B. (2000), Engagement sémantique et engagement ontologique : conceptionet réalisation d'ontologie en ingénierie des connaissances, In J. Charlet, M. Zacklad,G.Kassel et D. Bourigoult (éd.), Ingénierie des connaissances. Evolutions.
- [44] Fernández-López, M. and Gómez-Pérez, A. and Juristo, N. (1997) *METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering*. In:

## Bibliographie

---

- "AAAI-97 Spring Symposium Series", 24-26 March 1997, Stanford University, EEUU.
- [45] Construction d'une ontologie pour le domaine de la sécurité : Application aux agents mobiles(mémoire de magister Riad LEKHCHINE .
- [46] Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique Gestion des Ontologies Médicales (G.O.M) HADJOUI Fatima Zohra.
- [47]Bechhofer, S., Horrocks, I., Goble, C., & Stevens, R. (2001).
- [48] mémoire de magister CONSTRUCTION D'UNE ONTOLOGIE POUR LA PRISE EN CHARGE DES PATIENTS À DOMICILE Melle SouheilaKHALFI.
- [49] MEMOIRE Pour l'obtention du Diplôme Magister construction d'une ontologie à partir de bases de données pour l'aide a la maintenance industrielle application : turbine à vapeur.
- [50] Neveu Erik. *Dictionnaire critique de la communication* (sous la direction de Lucien Sfez). In: *Réseaux*, volume 11, n°62, 1993. Les conventions. pp. 201-204.
- [51] <http://portail-du-fle.info/glossaire/savoirdeclaratifetprocedural.html>.
- [52] Jean-Paul Fischer La distinction procédural/déclaratif : une application à l'étude de l'impact d'un "passage du cinq" au CP, *Revue française de pédagogie* Année 1998 Volume 122 Numéro 1 pp. 99-111
- [53] Ariel Doulière, Les savoirs tacites :« Si les salariés savaient tout ce qu'ils savent ! » Master Ressources Humaines Spécialité : « Conditions de travail et compétences » 2006
- [54]Guy Le Boterf, « Construire les compétences individuelles et collectives » Editions d'Organisation, 2000
- [55][http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/presentation/index\\_notion.php?PRESMODE=1&NOTIONID=239](http://www.fondationjeanpiaget.ch/fjp/site/presentation/index_notion.php?PRESMODE=1&NOTIONID=239)
- [56]Philippe Perrenoud « Construire un référentiel de compétences pour guider une formation professionnelle »Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation université de Genève 2001 [http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/php\\_2001/2001\\_33.html](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2001/2001_33.html)
- [57]Guy Le Boterf, « Construire les compétences individuelles et collectives » 244 pages, Editions d'Organisation, 2000,
- [58] Pierre Bourdieu « Esquisse d'une théorie de la pratique » Genève, DROZ, 1972, page 178/179
- [59]Robert J Sternberg « Successful intelligence » 1997. New York
- . [60]Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2/3), 133-170

## Bibliographie

---

- [61] thierrydias ,vivianedurand-guerrier , jean-loupheraud , anne-cecilemathe , ericsanchez, la conceptualisation dans l'apprentissage des sciences faire l'épreuve des objets,2008.
- [62] Pastré P.- (1999).- L'ingénierie didactique professionnelle in : Carré P. Caspar P. (dir.) Traité des sciences et techniques de la formation.- Paris, Dunod.
- [63] Piaget J. (1975), L'équilibration des structures cognitives : problème central du développement. Paris : PUF.
- [64] Sophie Pécaud, Marc Nagels : L'autoformation comme activité, HAL Id: hal-01146717 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01146717>, Submitted on 29 Apr 2015
- [65] Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. Recherches en didactique des mathématiques, 10(2/3), 133-170.
- [66] Vergnaud, G. (2007). Héritages, Réponses aux Activités humaines et conceptualisation. Toulouse: Presses Universitaires du Mirail.
- [67] Thomas W.I., « standpoint for behavior analysis », Little Brown and Company, Boston, 1923 ref. internet <http://www.umsl.edu/~rkeel/general/010/withomasdefsit.html>.
- [68] Catherine Boyer, conceptualisation et actions didactiques à propos de la reproduction végétale, ASIÉ N° 31. 2000. Les sciences de 2 à 10 ans. INRP, 29, rue d'Ulm, 75230 Paris Cedex 05.
- [69] Vergnaud, G. (1998). A comprehensive theory of representation form Mathematics Education. Journal of Mathematical.
- [70] Samurçay R. & Rabardel P. (2004), « Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences, propositions », in R. Samurçay & P. Pastré (Eds.) Recherches en didactique professionnelle (pp. 163-180). Toulouse : Octarès.
- [71] Bellier S.- (1999).- La compétence in : Carré P. Caspar P. (dir.) Traité des sciences et des techniques de la formation.- Paris, Dunod
- [72] « La notion de régulation dans l'analyse de l'activité », Pistes, 8, 1, 1-25
- [73] Bastien C. (1987), Schèmes et stratégies dans l'activité cognitive de l'enfant, Paris : PUF.
- [74] Hoc J. M. (1987), *Psychologie cognitive de la planification*, Grenoble : PUG.
- [75] Richard J.-F. (1990), Les Activités mentales. Comprendre, raisonner, trouver des solutions, Paris: A. Colin.
- [76] Richard J.-F. (1994), « La résolution de problèmes : bilan et perspectives », Psychologie française, 39, 2, 161-175.
- [77] Bastien C. (1997), Les Connaissances de l'enfant à l'adulte, Paris : A. Colin.
- [78] Clément E. (2009), La Résolution de problèmes : à la découverte de la flexibilité cognitive, Paris: A. Colin.
- [79] Newell A. & Simon H. A. (1972), *Human Problem Solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall
- [80] Lichtenberger Y. (1999), « La compétence comme prise de responsabilité », in Entreprises et compétences: le sens des évolutions (p. 69-85), Paris : Les cahiers des clubs CRIN.

## Bibliographie

---

- [81] la notion de compétence : un modèle pour décrire, évaluer et développer les compétences, j.-c. Coulet, p.u.f. | le travail humain, 2011/1 - vol. 74, pages 1 à 30, issn 0041-1868.
- [82] Laure Chotel, Interactivité et interactions sur un site d'apprentissage et de réseautage en langues : analyse systémique de l'activité de trois apprenants,
- [83] <http://www.archives.philippeclauzard.com/spip.php?article360>
- [84] Modélisation et perception de l'activité dans l'environnement Symba, Marie-Laure Betbeder, Pierre Tchounikine, 2004, HAL Id: hal-00002162 <https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00002162>
- [85] Laure Chotel, Interactivité et interactions sur un site d'apprentissage et de réseautage en langues : analyse systémique de l'activité de trois apprenants.
- [86] Dillenbourg, P. Mendelsohn, P. & Jermann, P. (1999) Why spatial metaphors are relevant to virtual campuses. in Levonen, J. & Enkenberg, J. (Eds.) (1999). Learning and instruction in multiple contexts and settings. Bulletins of the Faculty of Education, 73. University of Joensuu, Finland, Faculty of Education.
- [87] Mangenot, F. (2011). Apprentissages formels et informels, autonomie et guidage. In Dejean, C., Mangenot, F., Soubrié, T. (2011, coord.). Actes du colloque Epal 2011 (Échanger pour apprendre en ligne), Université Stendhal – Grenoble 3, 24-26 juin 2011.
- [88] Marquet, P. (2005). Intérêt du concept de conflit instrumental pour la compréhension des usages des EIAH. Actes de la conférence EIAH 2005, p. 383-388.
- [89] Miller, R. A. (2009). Computer-assisted diagnostic decision support : history, challenges, and possible paths forward. *Advances in health sciences education : theory and practice*, 14(1), 89-106.
- [90] Pierre Sidoine V. Donfack Guefack, Modélisation des signes dans les ontologies biomédicales pour l'aide au diagnostic.
- [91] Sanchez Santana, ontologie pour la traçabilité des manipulations d'image médicale, p 75
- [92] Gomez-perez A. « Ontological engineering ». In: ECAI 98; Budapest; 1998.
- [93] Dunod, processus métiers et système d'informations – Gouvernance-management- Modélisation, Paris 2011, ISBN 978-2-10-056178-0.