



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Pour l'obtention du diplôme de MASTER**

**Spécialité : Informatique**

**Option : Ingénierie des Logiciels**

---

***Formalisation des connaissances  
organisationnelle dans un environnement  
Cloud Computing***

---

**Réalisé par :**

HAOUCHET Yanis

DOURI MOHAMED Amine

**Devant le jury composé de :**

- Guessoum Dalila (Présidente)
- Djeddar Afrah (Examinatrice)
- Mme CHIKHI Imane (Promotrice)

**Année universitaire :  
2021/2022**

# Remerciements

Nous voudrions tout d'abord adresser toute notre reconnaissance à toutes les personnes qui ont contribué au succès de notre projet de fin d'étude et qui nous ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire, à la directrice de ce mémoire, pour sa patience et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion. Nous voudrions exprimer notre reconnaissance envers les amis et collègues qui nous ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de nos études, nos parents, pour leur soutien constant et leurs encouragements.

## ملخص

مع ظهور تقنيات جديدة ونماذج جديدة، يجب على الشركات بذل جهود جديدة للتوافق معها، لا سيما في مجال إدارة المعرفة. يجب أن يكون إنشاء رأس مالها المعرفي والاستفادة منه ومشاركته أحد الاهتمامات الرئيسية لأي منظمة ناجحة، حيث تشكل الخبرة رأس مآلاً مهماً للمؤسسة. دفع فقدان هذا النوع من المعرفة الشركات إلى إيجاد طريقة لاستغلالها لإعادة استخدامها لاحقاً. عادة ما يتم تمثيل المعرفة بشكل غير رسمي. وبالتالي، يجب علينا تنفيذ عملية إضفاء الطابع الرسمي من أجل تمثيل المعرفة في لغات تمثيل المعرفة لتسهيل نقلها واستغلالها. بالإضافة إلى ذلك، تعد الحوسبة السحابية واحدة من أكثر التقنيات الناشئة في السنوات الأخيرة. يهدف العمل المقدم في هذه الأطروحة إلى تحديد عملية تشكيل المعرفة (من حيث المراحل) ودراسة استخدام نموذج الحوسبة السحابية لتنفيذه. هدفها هو إنشاء نظام لإضفاء الطابع الرسمي على معرفة الشركة في بيئة الحوسبة السحابية. تشمل هذه المعرفة الأعمال والمعرفة الإستراتيجية، وهو أمر ضمني وصريح. تم تحديد هذه المعرفة أولاً وتحديد موقعها من خلال عملية تحديد المعرفة واكتسابها من خلال عملية اكتساب المعرفة.

# Résumé

À mesure que les nouvelles technologies et les nouveaux paradigmes émergent, les entreprises doivent faire de nouveaux efforts pour s'y aligner, en particulier dans le domaine de la gestion des connaissances. Créer, capitaliser et partager son capital de connaissances doit être une des préoccupations majeures de toute organisation performante. L'expertise constitue un capital important d'une organisation. La perte de ce type de connaissances a incité les entreprises à trouver un moyen de les exploiter pour les réutiliser ultérieurement. Les connaissances sont généralement représentées informellement. Ainsi, on doit mettre en œuvre un processus de formalisation afin de représenter les connaissances dans des langage de représentation de connaissances pour faciliter leur transmission et exploitation. Par ailleurs, le Cloud Computing constitue l'une des technologies les plus émergentes ces dernières années. Le travail présenté dans ce mémoire vise à définir le processus de formalisation des connaissances (en termes d'étapes) et d'étudier l'utilisation du paradigme de Cloud Computing pour sa mise en œuvre. Il a pour objectif de mettre en place un système de formalisation des connaissances d'une entreprise dans un environnement Cloud Computing. Ces connaissances incluent des connaissances métiers et stratégiques, qui sont tacites et explicites. Ces connaissances ont été préalablement repérées et localisées via le processus de repérage des connaissances et acquises via le processus d'acquisition des connaissances.

**Mots clés :** Gestion des connaissances, Processus de gestion des connaissances, Processus de formalisation des connaissances, Modélisation des connaissances, Langages de représentation des connaissances, Cloud Computing, Ontologies.

# Abstract

As new technologies and paradigms emerge, companies must make new efforts to align themselves with them, particularly in knowledge management. Creating, capitalizing and sharing knowledge assets must be a major concern for any successful organization. Expertise is an important asset of an organization. The loss of this type of knowledge has prompted companies to find a way to exploit it for future use. Knowledge is usually represented informally. Thus, a formalization process must be implemented in order to represent knowledge in knowledge representation languages to facilitate its transmission and exploitation. Moreover, Cloud Computing is one of the most emerging technologies in recent years. The work presented in this thesis aims to define the process of formalization of knowledge (in terms of steps) and to study the use of the Cloud Computing paradigm for its implementation. The objective is to set up a knowledge formalization system for an enterprise in a Cloud Computing environment. This knowledge includes business and strategic knowledge, which is tacit and explicit. This knowledge has been previously identified and located via the knowledge identification process and acquired via the knowledge acquisition process.

**Keywords:** Knowledge management, Knowledge management process, Knowledge formalization process, Knowledge modeling, Knowledge representation languages, Cloud Computing, Ontologies.

# Table des matières

ملخص.....	2
Résumé.....	3
<b>Abstract</b> .....	4
Table des matières.....	5
Liste des figures.....	8
Liste des tableaux.....	9
Listes des acronymes.....	9
Introduction générale.....	11
<b>Chapitre 1</b> .....	14
<b>1. Introduction :</b> .....	14
<b>2. La notion de connaissance dans l'entreprise :</b> .....	14
<b>2.1 Les composantes de la connaissance :</b> .....	14
<b>2.1.1 Les données :</b> .....	15
<b>2.1.2 L'information :</b> .....	15
<b>2.1.3 Connaissance :</b> .....	15
<b>3. Les Typologie de la gestion des connaissances :</b> .....	16
<b>4. La gestion des connaissances dans les organisations :</b> .....	18
<b>4.1 Définition de la gestion des connaissances :</b> .....	18
<b>4.3 Processus de gestion des connaissances dans l'entreprise :</b> .....	19
<b>5. Conclusion :</b> .....	21
<b>Chapitre 2</b> .....	22
<b>1. Introduction :</b> .....	22
<b>2. Capitalisation informelle des connaissances :</b> .....	22
<b>2.1 La méthode REX :</b> .....	22
<b>2.1.1 Mémoire d'expérience :</b> .....	24
<b>2.1.1.1 Réseau terminologique :</b> .....	25
<b>2.1.1.2 Modèle descriptif.....</b>	25
<b>2.1.2 Étapes de la méthode.....</b>	25
<b>2.2 La méthode CYGMA :</b> .....	26
<b>2.2.1 Étapes de la méthode.....</b>	27
<b>2.3 La méthode MEREX :</b> .....	27

2.3.1	Composants de la méthode :	28
2.3.2	Étapes de la méthode	28
2.4	La méthode GAMETH	28
2.4.1	Étapes de la méthode	28
3.	Capitalisation formelle des connaissances :	29
3.1	La méthode CommonKADS :	29
3.1.1	Les composants de la méthode	30
3.1.2	Étapes de la méthode	30
3.2	La méthode MOKA :	31
3.2.1	Étapes de la méthode	31
3.3	La méthode MASK :	32
3.3.1	Étapes de la méthode	32
4.	Modèles de connaissances utilisés	34
4.1	Modèle de mise en contexte des connaissances	34
4.1.1	Modèle de Phénomène métier [28]	34
4.1.2	Modèle d'Activité [28]	36
4.1.3	Modèle Historique [28] :	37
4.1.4	Modèle stratégique [63] :	38
4.2	Modèles graphiques de structuration du sens de la connaissance :	39
4.2.1	Modèle de Tache (Savoir-faire) [28]	39
4.2.2	Le modèle de domaine et problèmes de domaine [29]	40
4.3	Synthèse des modèles de connaissances utilisés pour la formalisation des connaissances ...	42
5.	Conclusion :	43
Chapitre 3		44
1.	Introduction :	44
2.	Les différents types de connaissances qu'on peut être amené à représenter :	44
3.	Les principaux formalismes de représentation des connaissances :	46
3.1	Logique de description :	46
3.2	Réseau Sémantique :	47
3.3	Schéma (Frames) :	47
3.4	Graphe conceptuel :	48
3.5	Logique de premier ordre :	48
3.6	Synthèses des formalismes de représentation des connaissances	49
4.1	Définition :	50
4.2.1	Modélisation des ontologies par les cadres et la logique du premier ordre :	50
4.2.2	Modélisation des ontologies par la logique de description :	51

4.3	Approches de développement des ontologies :	51
4.4	Méthodologie adoptée pour la construction de nos ontologies.....	52
5.	Le Web Ontology Language :	53
5.1	Les trois sous-langages de OWL :	54
6.	Conclusion :	54
Chapitre 4 .....		55
1.	Introduction :	55
2.	Présentation du Cloud Computing :	55
3.	Caractéristiques du cloud :	55
4.	Type de services cloud .....	56
4.1	Application en tant que service (SaaS) :	57
4.2	Plate-forme en tant que service (PaaS) :	57
4.3	Infrastructure en tant que service (IaaS) :	57
4.4	Réseau en tant que service (RaaS) :	57
5.	Modèles de déploiement de cloud :	57
5.1	Cloud privé :	58
5.2	Cloud communautaire :	58
5.3	Cloud public :	58
6.	La gestion des connaissances d'une entreprise et le Cloud Computing .....	59
7.	Conclusion :	61
Chapitre 5 .....		62
1.	Introduction :	62
2.	Diagramme des cas d'utilisation de notre système :	62
3.	Synthèse sur les méthodes de capitalisation des connaissances .....	63
4.	Notre proposition pour le processus de formalisation des connaissances :	64
1.1	Le Modèle de phénomène.....	65
1.2	Le modèle Historique.....	66
1.3	Le modèle Stratégique .....	67
1.4	Le modèle de Tache .....	68
5.	Utilisation du Cloud Computing dans le processus de formalisation des connaissances .....	70
6.	Conclusion :	71
Chapitre 6 .....		72
1.	Introduction :	72
2.	Architecture du système proposé pour la formalisation des connaissances cruciales d'une entreprise :.....	72
3.	Les technologies utilisées :	73

<b>4</b>	<b>Mise en œuvre des ontologies</b> .....	76
<b>4.1</b>	<b>Représentation de l'ontologie :</b> .....	78
<b>5</b>	<b>Présentation et validation de notre système :</b> .....	80
<b>6</b>	<b>Conclusion :</b> .....	92
	<b>Conclusion Générale</b> .....	93
	<b>Bibliographies</b> .....	95

## Liste des figures

Figure 1:	Donnée, Information et connaissance. [6] .....	15
Figure 2:	relation entre donnée, information et connaissance. [6] .....	16
Figure 3:	Processus de gestion de connaissances adopté. [19] .....	21
Figure 4:	Principe de base de la méthode REX. [22] .....	23
Figure 5:	Exemple d'un élément d'expérience dans le domaine de l'analyse d'accident. [23] ....	24
Figure 6:	Le modèle ICARE [23] .....	32
Figure 7:	Modèle de Phénomène métier [28] .....	36
Figure 8:	Modèle d'Activité [28] .....	37
Figure 9:	Modèle Historique [28] .....	38
Figure 10:	Modèle Stratégique .....	38
Figure 11:	Modèle de Tache [28] .....	40
Figure 12:	Modèle de domaine et problèmes de domaine [29] .....	41
Figure 13:	Structure générale de système Logique de Description. [64] .....	47
Figure 14:	Services du Cloud Computing [33] .....	56
Figure 15:	Modèles de déploiement de cloud [32] .....	58
Figure 16:	Diagramme de cas d'utilisation de notre système de formalisation des connaissances. .....	62
Figure 17 :	Les principales étapes proposées pour le processus de formalisation des connaissances d'une entreprise. ....	64
Figure 18:	Diagramme de classes du modèle de Phénomène. ....	65
Figure 19:	Diagramme de classes du modèle historique. ....	66
Figure 20:	Diagramme de classes du modèle stratégique. ....	67
Figure 21 :	Diagramme de classes du modèle de taches .....	68
Figure 22:	L'architecture du système. ....	72
Figure 23:	Interface Visual Studio Code qui montre la création d'ontologie .....	77
Figure 24:	Interface Visual Studio Code qui montre l'instanciation d'ontologie .....	78
Figure 25:	Interface Visual Studio Code qui montre la visualisation des ontologies .....	79
Figure 26 :	page d'accueil de l'application .....	80
Figure 27:	Page D'identification de l'administrateur .....	81
Figure 28:	Page de gestion des utilisateurs .....	81
Figure 29:	Page de gestion de commentaire .....	82
Figure 30:	Page D'identification .....	82

Figure 31 : Formulaire d’inscription.....	83
Figure 32: page d’accueil de l’expert.....	83
Figure 33: Formalisation des connaissances Tacite (modèle de domaine-problème) .....	84
Figure 34: Formalisation des connaissances Tacite (modèle de domaine-résolution) .....	85
Figure 35: Visualisation des ontologies de domaine .....	86
Figure 36: Notification de l’expert .....	87
Figure 37: page d’accueil de l’ingénieur .....	87
Figure 38: visualisation des connaissances avec les commentaires.....	88
Figure 39: Formalisation des connaissances Explicite (modèle de phénomène).....	88
Figure 40:visualisation de l'ontologie de phénomène.....	89
Figure 41: Formalisation des connaissances Explicite (modèle historique) .....	90
Figure 42 : Ontologie de modèle historique instanciée. ....	90
Figure 43: visualisation des autres ontologies.....	91
Figure 44 : ontologie de modèle d'activité.....	91
Figure 45 : liste des notifications des connaissances et des commentaires .....	92

## Liste des tableaux

Tableau 1: Typologies de connaissances .....	17
Tableau 2: Différents modèles proposés pour le processus de gestion de connaissances. ....	20
Tableau 3: Etude comparative des méthodes de capitalisation des connaissances.....	64
Tableau 4: Synthèse des modèles de représentation des connaissances utilisés pour la formalisation. ....	43
Tableau 5: Synthèse sur les formalismes de représentation des connaissances.....	49
Tableau 6: Comparaison des principales méthodologies d'ontologies [44].....	52
Tableau 7 : Avantages du Cloud Computing pour la gestion des connaissances d’une entreprise. [19]	
Tableau 8 : Avantages et inconvénients des services de cloud [33].....	57
Tableau 9 : Etude comparative des méthodes de capitalisation des connaissances.....	64
Tableau 10: Concepts et relations du modèle de Phénomène.....	66
Tableau 11: Concepts et relations du modèle historique .....	67
Tableau 12: Concepts et relations du modèle stratégique.....	68
Tableau 13: Concepts et relations du modèle de tâches .....	69
Tableau 14: Type de service cloud et Mode de déploiement associés à chaque Modèle de connaissances.....	71

## Listes des acronymes

**KM** : Knowledge Management

**GC** : Gestion des Connaissances

**REX** : Retour d’expérience

**CEA** : Commissariat à l’énergie atomique et aux énergies alternatives

**QOOQCP** : quoi, qui, où, quand, comment et pourquoi

**CYGMA** : Gestion du cycle de vie et des transactions et des applications

**MEREX** : Running Experience

**AIT** : Advanced Information Technologie in Design and Manufacturions

**KBE** : Knowledge Based Engineering

**OWL** : ontology web language

**IaaS** : Infrastructure as a Service

**PaaS** : platformer as a Service

**SaaS** : Software as a Service

**NaaS** : Network as a Service

# Introduction générale

La gestion des connaissances reconnaît que les entreprises fonctionnent sur l'information et la connaissance. Les produits et services deviennent plus complexes et impliquent des niveaux de connaissances plus élevés. La compétitivité des organisations dépend de leurs connaissances. Cependant, l'information et les connaissances croissent de façon exponentielle et doivent être absorbées à un rythme toujours plus rapide. Les savoirs et savoir-faire longs à acquérir constituent la principale richesse d'une organisation, le capital de connaissances et de savoir-faire. Les entreprises réalisent à quel point elles ont besoin de savoir ce qu'elles savent. Les connaissances sont distribuées à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise, dans des documents, dans des bases de données, etc. Ils se diffusent également dans l'esprit des salariés sous la forme de connaissances et de compétences explicites ou tacites. L'un des principaux objectifs de la gestion des connaissances est d'identifier et de répertorier le capital de connaissances et de compétences d'une organisation, de déterminer comment l'organiser et de l'utiliser dans les processus de travail de l'organisation.

Le mouvement énorme et irréversible qui nous mène vers une société et une économie fondée sur la connaissance souligne l'importance des connaissances et des compétences. Pour gérer les connaissances et les compétences, les acquérir, concevoir des environnements de travail et de formation et mettre en place des processus d'apprentissage organisationnel fondés sur les connaissances, il est nécessaire de représenter les connaissances de manière structurée, visuelle et transférable, et il est nécessaire de modéliser les connaissances.

Par ailleurs, pour le succès de la gestion des connaissances, celle-ci doit rester alignée avec la technologie, qui évolue rapidement. L'un des paradigmes technologiques les plus populaires ces dernières années est le Cloud Computing. C'est un modèle permettant un accès pratique, sécurisé et partagé à des ressources informatiques configurables (par exemple, des réseaux, des serveurs, du stockage, des applications et des services) qui peuvent être rapidement provisionnés et libérés avec un minimum d'effort de gestion ou d'interaction avec le fournisseur de services.

Le travail présenté dans ce mémoire a pour objectif d'une part, de définir le processus de formalisation des connaissances cruciales d'une entreprise, d'autre part, mettre en place un système supportant la mise en œuvre de ce processus, dans un environnement Cloud Computing. Le processus de formalisation défini est issu des différentes méthodes de capitalisation des

connaissances proposées en littérature. L'approche proposée tient compte de plusieurs types de connaissances à la fois (expérience du passé, connaissances expertes, connaissances métiers, connaissances stratégiques...) contrairement aux méthodes existantes. Ceci permet de répondre aux différents besoins de l'entreprise en termes de capitalisation et gestion des connaissances (capitalisation des savoir-faire et expériences passées, capitalisation des compétences, capitalisation des connaissances des experts de domaine, capitalisation des connaissances stratégiques pour l'alignement stratégique du projet de gestion des connaissances...). Par la suite, nous avons abordé l'utilisation du Cloud Computing pour la mise en œuvre du processus de formalisation ainsi défini. Le système proposé permet la formalisation de connaissances d'une entreprise, pouvant être tacites et explicites. Ces connaissances ont été préalablement repérées et localisées via le processus de repérage des connaissances et acquises via le processus d'acquisition des connaissances.

Pour cela, nous avons organisé notre mémoire en 6 chapitres :

**Le premier chapitre** explique le concept de connaissance et ses typologies dans l'organisation et présente le domaine de la gestion des connaissances en entreprise.

Le **deuxième chapitre** porte sur la formalisation des connaissances. Il a pour objectif de définir le processus de formalisation des connaissances d'une entreprise en termes d'étapes. Pour cela, nous avons passé en revue les méthodes de capitalisation des connaissances proposées en littérature. Principalement, la formalisation des connaissances implique la modélisation des connaissances. Nous avons ainsi passé en revue les principaux modèles proposés pour la modélisation des connaissances d'une entreprise.

Le **troisième chapitre** concerne les formalismes et langages de représentation des connaissances. Nous avons passé en revue les différents formalismes et langages proposés en littérature pour la formalisation des connaissances. Par la suite, nous avons décrit le langage choisi au sein de notre système à savoir les ontologies.

**Le quatrième chapitre** est dédié à la technologie du Cloud Computing et son importance cruciale dans le cadre de la gestion des connaissances de l'entreprise, ainsi qu'à l'utilisation du Cloud Computing pour la mise en œuvre du processus de formalisation des connaissances préalablement défini.

**Le cinquième chapitre** concerne la conception de notre système de formalisation des connaissances. Nous avons présenté notre proposition pour le processus de formalisation des connaissances. Nous présentons par la suite un système supportant la mise en œuvre du processus de formalisation proposé. Ce dernier inclut trois étapes y compris la modélisation des connaissances. Nous avons présenté ainsi les différents modèles utilisés pour la modélisation des connaissances. Chaque modèle est décrit par un

diagramme de classes UML. Nous avons décrit les principaux acteurs et fonctionnalités de notre système via un diagramme UML des cas d'utilisation.

Le **sixième chapitre** est consacré à l'implémentation et à la validation de notre système proposé pour la formalisation des connaissances de l'entreprise. Nous présentons les outils et langages utilisés pour sa mise en œuvre ainsi que son architecture. Nous avons présenté des tests effectués sur le système pour sa validation. Il s'agit de formaliser des connaissances préalablement acquises du service OSS de l'entreprise MOBILIS.

Nous terminons notre mémoire avec une conclusion générale qui synthétise le travail effectué.

# Chapitre 1

---

## La gestion des connaissances dans les entreprises

---

### **1. Introduction :**

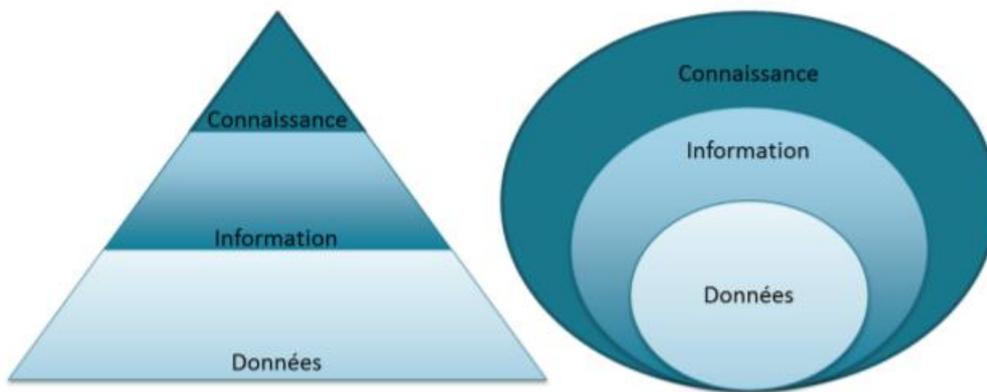
Ce premier chapitre introduit les concepts entourant notre projet. Nous commençons par présenter la notion de connaissances dans l'entreprise, en définissant ses composantes, ses caractéristiques et son rôle comme ressource facilitant une meilleure prise de décision au sein de l'entreprise. Ensuite, nous analysons la problématique de la Gestion des Connaissances dans l'entreprise, en soulignant ses enjeux, objectifs et différents modèles proposés pour le processus de gestion des connaissances.

### **2. La notion de connaissance dans l'entreprise :**

Le terme « connaissance » fait l'objet de plusieurs classifications multiples, et on peut lui attribuer plusieurs significations. Cependant, en ce qui relève de la gestion des connaissances dans les organisations, trois composantes principales doivent être maîtrisées pour comprendre la valeur ajoutée de la connaissance. Ces composantes sont les données, l'information et la connaissance elle-même, composantes présentées ci-dessous, suivies des caractéristiques de la connaissance essentielles pour comprendre son rôle en tant que ressource pour l'organisation.

#### **2.1 Les composantes de la connaissance :**

Dans la littérature, on retrouve communément une vue hiérarchisée ou encore une vue englobante de composantes liées à la connaissance : données, information et connaissance (figure 1).



**Figure 1:** Donnée, Information et connaissance. [6]

### **2.1.1 Les données :**

Les données sont des faits concernant des activités, définies en tant qu'éléments donnés, accordés ou admis par tous ; des éléments sur lesquels il peut y avoir discussion ou permettant une implication.[1]

Elles sont aussi considérées comme les premiers éléments composant la connaissance. Elles consistent en des observations et des mesures enregistrées qui, dans un contexte, peuvent être interprétées et organisées sous une forme permettant l'extraction de l'information. [2]

### **2.1.2 L'information :**

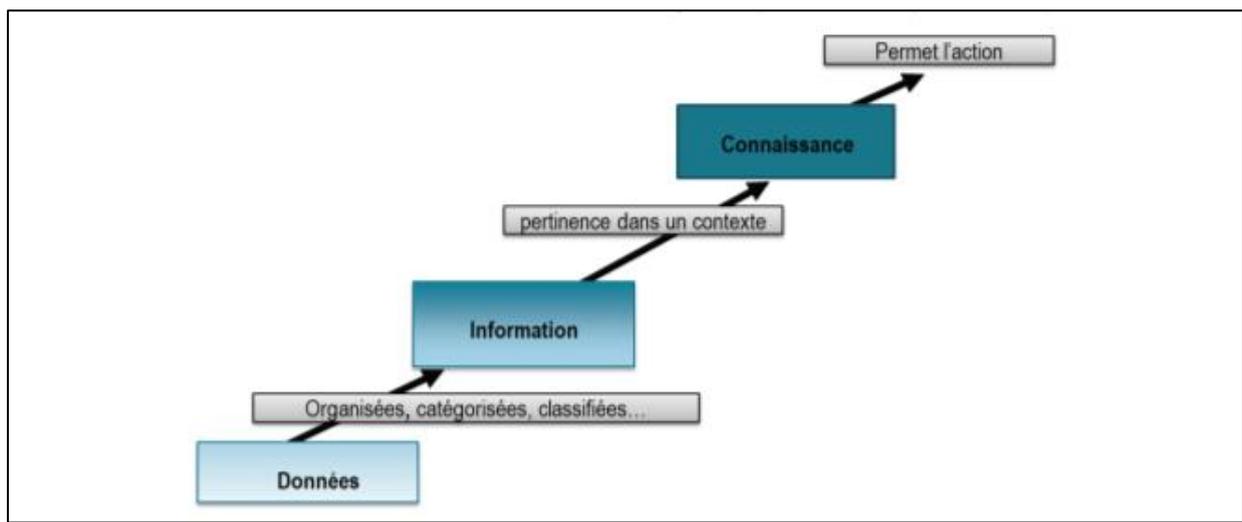
L'information est un regroupement de données placées dans un contexte où elles prennent un sens pour son utilisateur. Les données mises en contexte, catégorisées, classifiées, corrigées et condensées. L'information est donc une collection de données organisées donnant forme à un message visible, imagé, oral ou écrit, pour réduire une incertitude et déclencher une action [3].

### **2.1.3 Connaissance :**

[4] définissent la connaissance comme « un mix évolutif d'expériences, de valeurs, d'expertises et d'informations contextualisées ». En d'autres termes, la connaissance diffère de l'information en ce qu'elle augmente la capacité de compréhension d'une information dans un contexte, de façon à rendre possible la création de nouvelles connaissances. La connaissance est le concept, la compétence, l'expérience et la vision qui fournissent un cadre pour la création, l'évaluation et l'utilisation de l'information [5]. La connaissance est également liée à la capacité

de générer, d'extrapoler et de déduire une nouvelle connaissance à la suite de son utilisation ou de sa conversion en d'autres types de connaissances [6].

La connaissance est également représentée par l'ensemble des données et des informations pouvant être lues, interprétées, comprises et appliquées à une fonction ou à une activité spécifique dans les processus d'affaires de l'organisation. Cette vision de la connaissance fait référence à sa valeur ajoutée, car elle est fondée sur ses composantes, soit les données traitées et l'information contextualisée, comme l'illustre la Figure 2.



**Figure 2:** relation entre donnée, information et connaissance. [6]

### 3. Les Typologie de la gestion des connaissances :

Au fil des décennies, de nombreuses tentatives ont été faites pour classer les connaissances organisationnelles. Plusieurs types de connaissances sont identifiés à ce jour. Nous recensons dans le tableau ci-dessous l'ensemble de ces typologies.

Typologies de connaissances	Types de connaissances
<p align="center"><b>Typologie de Nonaka et Takeuchi [4]</b></p>	<p>-<b>Connaissance tacite</b> : connaissance hautement spécifique à un contexte donné, qui comprend une dimension personnelle et qui est en relation avec l'action.</p> <p>-<b>Connaissance explicite</b> : connaissance exprimée à l'aide de codes et de symboles.</p>
<p align="center"><b>Typologie d'Alquier [57]</b></p>	<p>-<b>La connaissance collective</b> : représente les connaissances normalisées et les compétences d'individus qui contribuent à l'organisation.</p> <p>- <b>La connaissance départementale</b> : correspond à un département de l'organisation, (ensemble d'individus partageant un but et un langage commun).</p> <p>- <b>La connaissance individuelle</b> : qui sont spécifiques à un poste de travail déterminé, décisionnel notamment.</p> <p>- <b>La connaissance coopérative</b> : la quasi-décomposition effectuée entre les connaissances collectives, les connaissances départementales et les connaissances individuelles a permis de minimiser les échanges entre elles. Cependant, ces échanges sont fondamentaux.</p>
<p align="center"><b>Typologie de Barthes [58]</b></p>	<p>- <b>Connaissances locales</b> : les connaissances techniques nécessaires à une seule personne ou groupe pour réaliser des tâches précises.</p> <p>- <b>Connaissances liées à un produit</b> : qui concernait un produit ou service, documentation associée à un produit ou service, les bons pratiques qui ont été utilisés pour construire, concevoir, maintenir liées aux produits ou service.</p> <p>- <b>Connaissances sur l'entreprise</b> : les aspects de l'organisation globale, et les stratégies nécessaires pour travailler dans le contexte de l'entreprise.</p>
<p align="center"><b>Typologie de Pomian [59]</b></p>	<p>- <b>Connaissances descriptives/illustratives</b> : ce sont la description des thèmes et des différents sujets d'intérêt d'une seule personne ou plusieurs et même de l'entreprise elle-même.</p> <p>- <b>Connaissances stratégiques/déductives</b> : qui sont liées aux processus de raisonnement mis en œuvre.</p> <p>- <b>Connaissances documentaires</b> : les connaissances enregistrées dans les documents produits ou utilisés par l'entreprise.</p>
<p align="center"><b>Typologie de Grunstein [60]</b></p>	<p>- <b>Le savoir</b> : c'est le pouvoir de réalisation d'un individu, il comprend toutes les connaissances formalisées et explicites, qui peuvent être algorithmes, modèles, procédures, documents d'analyse et de synthèse, plans ... etc.</p> <p>- <b>Le savoir-faire</b> : c'est-à-dire développer des capacités appropriées afin d'opérationnaliser les savoirs acquis.</p>
<p align="center"><b>Typologie de Allameh et Abbas [61]</b></p>	<p>- <b>Connaissances de base</b> : quantité minimale de connaissances nécessaires à l'achèvement du processus d'enseignement.</p> <p>- <b>Connaissances avancées</b> : connaissances qui aident les organisations à être compétitives pour avoir leurs propres</p> <p>- <b>Connaissances innovantes</b> : connaissances qui permettent aux organisations de gouverner leur industrie et leurs concurrents.</p>
<p align="center"><b>L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) [7]</b></p>	<p>-<b>Connaissances procédurales (SAVOIR-FAIRE)</b> : qui comprennent les compétences et la capacité de fabriquer des choses ou de les faire.</p> <p>- <b>Connaissances cognitives (SAVOIR-QUOI)</b> : cela signifie connaître des faits et acquérir la plus haute expérience du problème ou du sujet.</p> <p>- <b>Connaissance causale (KNOW-WHY)</b> : cela signifie la connaissance scientifique des principes et elle nécessite une réflexion approfondie.</p> <p>- <b>Connaissance de (CONNAÎTRE-QUI)</b> : qui s'intéresse à qui sait ce qui est fait et qui sait comment les choses sont faites.</p>

**Tableau 1:** Typologies de connaissances.

## **4. La gestion des connaissances dans les organisations :**

### **4.1 Définition de la gestion des connaissances :**

La gestion des connaissances prend la forme d'un processus qui a pour objectif la création de nouvelles connaissances au centre des organisations, et qui permet de tirer profit de la connaissance pour atteindre des objectifs corporatifs. Elle est vue également comme une fonction de gestion qui crée, identifie et gère la connaissance pour en obtenir des bénéfices à long terme. [4]

[8] considèrent la GC comme un processus systémique pour l'acquisition, l'organisation et la communication des connaissances implicites et explicites entre employés en vue d'une utilisation effective et productive.

La GC a aussi été définie comme un ensemble d'activités et d'initiatives qui permet une meilleure performance de l'organisation. D'autres auteurs [9] ont expliqué la GC comme étant des pratiques permettant au décideur de mieux tirer profit de l'ensemble des données, des informations et des connaissances disponibles dans l'organisation, et de ses activités pour l'amélioration de sa performance. Dans la littérature, la gestion des connaissances (GC) est définie selon plusieurs points de vue. Cela est dû à son apparition au croisement de nombreuses disciplines telles que les sciences de l'information, le management stratégique, l'éducation, la psychologie, l'économie, et la gestion des systèmes d'information et des technologies. [9]

En contrepartie, en informatique, la GC a été focalisée sur l'invention d'outils technologiques, de plateformes intégratrices comme les portails, les réseaux (intranet, groupware, etc.) et les systèmes d'aide à la décision ou d'extraction d'information. [9]

### **4.2 Les objectifs de la gestion des connaissances :**

Dans la gestion des connaissances, il y a d'abord les attentes stratégiques. Il s'agit d'identifier et d'évaluer le capital intellectuel, et de fixer l'objectif de capitalisation, de partage et de développement de cet héritage au plus haut niveau de la stratégie d'entreprise. Il y a ensuite des attendus tactiques, qui doivent fédérer des actions qui touchent nécessairement l'ensemble des composantes de l'organisation. Il y a d'une part des phases dites de « repérage », pour cerner les contours d'un système de connaissances qui est par nature invisible, permettant d'identifier les connaissances critiques de l'entreprise, celles qui caractérisent sa culture et sa différence, et qui ne sont pas nécessairement là où on le croit de prime abord, tant il est maintenant reconnu qu'une entreprise « ne sait pas ce qu'elle sait ». D'autre part, il y a des étapes qui peuvent rendre visible

ce patrimoine, car on sait déjà qu'il n'y a pas de problème exhaustif d'interprétation, car le patrimoine intellectuel contient des éléments cachés qui ne peuvent être simplifiés. Enfin (et c'est le plus important), à cela s'ajoute une étape d'accompagnement au changement, car les finalités de la gestion des connaissances, qu'il s'agisse de capitalisation, de partage ou de création de connaissances, ont des aspects contradictoires qui en font un véritable management Des enjeux et profonds changements culturels.[10]

Enfin, la gestion des connaissances a des attendus opérationnels, puisqu'il faut bien qu'elle s'intègre dans les structures de l'organisation. Deux modes d'actions opérationnels peuvent être distingués. L'un est orienté vers la gestion de la connaissance tacite, et est essentiellement organisationnel et cherche à faciliter la coopération et la communication de communautés de savoirs ou de pratiques, ou d'autres ensembles d'acteurs. L'introduction des dernières technologies de communication est un support puissant, voire indispensable, à ce mode d'action, mais elle ne le précède pas vraiment. L'autre est orienté vers la gestion de la connaissance explicite, utilisant des méthodes d'explicitation de connaissances tacites des réseaux du savoir, ou des outils de découvertes de connaissances enfouies dans des systèmes d'information volumineux. Ce dernier mode d'action nécessite des briques technologiques de base de nature très diverses, allant d'outils de publication adaptés jusqu'à des outils de manipulation d'immenses bases d'information, en passant par des outils de recherche et de représentation. Ces outils ne valent pas tant par leurs performances techniques ou par leur spécificité. Ils valent essentiellement par leur capacité à être déployés dans l'ensemble de l'entreprise, et surtout par leur capacité à être acceptés comme des outils de travail au quotidien par l'ensemble des acteurs, aux métiers très divers, qui contribuent tous à l'accumulation de capital connaissance dans l'entreprise.[10]

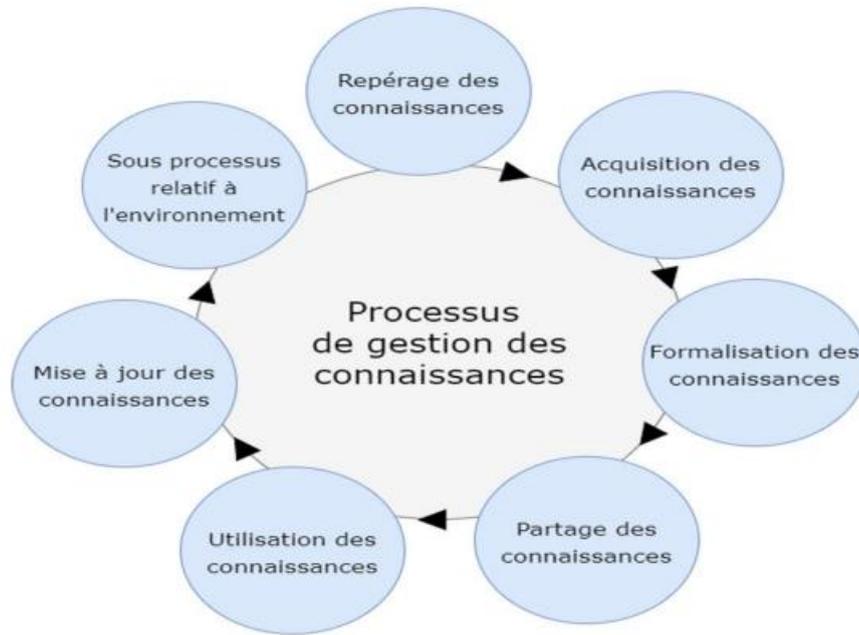
### **4.3 Processus de gestion des connaissances dans l'entreprise :**

Les processus de gestion des connaissances sont considérés comme une fonction primordiale ; certains auteurs les considéraient comme le cœur de la gestion des connaissances. Par conséquent, dans la littérature, il existe de nombreux modèles de processus de gestion des connaissances, Ci-dessous, nous nous référons à certains modèles de processus de gestion des connaissances :

<b>Auteurs</b>	<b>Etape1</b>	<b>Etape2</b>	<b>Etape3</b>	<b>Etape4</b>	<b>Etape5</b>	<b>Etape6</b>
<b>Lachachi, Kerzabi et Houhou [13]</b>	Création des connaissances	Stockage des connaissances	Partage des connaissances	Application des connaissances	Évaluation des connaissances	
<b>C. Armistead [14]</b>	Création des connaissances	Transfert des connaissances	Intégration des connaissances			
<b>H. Rollett [15]</b>	Planification des connaissances	Création des connaissances	Intégration des connaissances	Organisation des connaissances	Transfert des connaissances	Maintenance et évaluation des connaissances
<b>Remus et Schub [11]</b>	Evaluation des connaissances	Raffinement des connaissances	Stockage des connaissances	Distribution des connaissances		
<b>Zwain et al [12]</b>	Identification des connaissances	Acquisition des connaissances	Stockage des connaissances	Le partage des connaissances	Application des connaissances	
<b>D. Lytres, A. Pouloudi, A. Poulymenakou [15]</b>	Identification des connaissances	Acquisition des connaissances	Organisation des connaissances	Enrichissement des connaissances	Transfert des connaissances	Utilisation des connaissances
<b>M. Grundstein [17]</b>	Repérage des connaissances	Préservation des connaissances	Valorisation des connaissances	Actualisation des connaissances		
<b>McElroy [18]</b>	Apprentissage individuel et collectif	Validation	Acquisition des connaissances	Validation	L'intégration des connaissances	
<b>I.Chikhi et al. [19]</b>	Repérage des connaissances	Acquisition des connaissances	Formalisation des connaissances	Partage de connaissances	Utilisation des connaissances	Mise à jour de connaissances

**Tableau 2:** Différents modèles proposés pour le processus de gestion de connaissances.

Dans ce mémoire, nous avons adopté le processus de gestion de connaissances présenté dans [19], qui contient les sous-processus présenté ans la figure 3 : le repérage des connaissances, l'acquisition des connaissances, la formalisation des connaissances, le partage des connaissances, l'utilisation des connaissances, l'actualisation des connaissances et le sous processus relatif à l'environnement de l'entreprise. Ce processus a été défini à partir des différentes propositions pour le processus de gestion des connaissances dans la littérature. Le modèle adopté tire profits et tient compte des points en communs des modèles existants.



**Figure 3:** Processus de gestion de connaissances adopté. [19]

## 5. Conclusion :

Nous avons présenté dans ce chapitre les notions fondamentales relatives à notre projet. Nous avons décrit la notion de connaissance dans l'entreprise en définissant ses composantes et typologies. Par la suite, nous avons introduit la problématique de la gestion des connaissances de l'entreprise en présentant des définitions, objectifs et des modèles proposés pour le processus de gestion de connaissances. Enfin, nous avons présenté le modèle de processus adopté dans notre projet. Dans notre travail, nous nous intéressons particulièrement au processus de formalisation des connaissances. Ainsi, nous présentons dans le chapitre suivant la formalisation des connaissances.

# Chapitre 2

---

## Formalisation des connaissances de l'entreprise

---

### 1. Introduction :

L'expertise forme un capital important dans une entreprise. La perte de ce type de connaissances a poussé les entreprises à chercher un moyen de les capitaliser en vue d'une réutilisation ultérieure. Plusieurs méthodes ont été définies ou adaptées de l'ingénierie des connaissances à cet effet. Nous nous intéressons dans ce chapitre à la capitalisation des connaissances. Nous passons en revue différentes méthodes de capitalisation des connaissances suivie d'une étude comparative de ces méthodes. Principalement, on distingue des méthodes de capitalisation formelles et informelles.

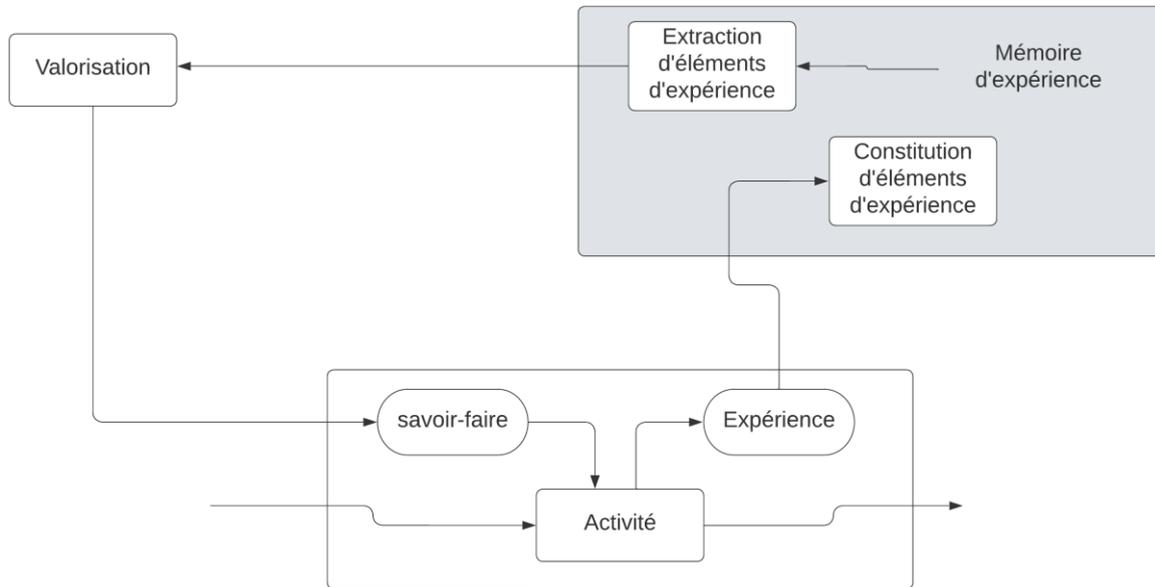
### 2. Capitalisation informelle des connaissances :

Nous présentons, dans cette section, des méthodes et outils à caractère informel pouvant intervenir dans la démarche de capitalisation des connaissances d'un organisme. Ils présentent généralement l'avantage d'utiliser un formalisme simple mettant l'accent sur des aspects de synthèse et d'accessibilité des connaissances codifiées au plus grand nombre. Le niveau d'expertise ainsi que les délais requis pour l'assimilation de ces dernières sont donc réduits. [21]

#### **2.1 La méthode REX :**

La méthode REX a été définie au départ dans le but de capitaliser les expériences de conception de réacteurs nucléaires au sein du **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives** (CEA). La méthode a été ensuite utilisée dans divers types d'applications tels que la spécification de systèmes de contrôle dans le domaine électrique, la conception de générateurs électriques, la conception aéronautique, etc. Le principe de base de la méthode comme illustre la figure 4 consiste à constituer des « éléments d'expériences », extraits d'une activité quelconque et à restituer ces éléments pour qu'un utilisateur puisse les valoriser. Les éléments d'expérience

ainsi définis sont stockés dans une mémoire d'expérience appelée (CEMem) avant d'être restitués. [22]



**Figure 4:** Principe de base de la méthode REX. [22]

Le concept d'Elément d'Expérience (figure 5) est l'idée de base de la méthode REX. Les éléments empiriques sont principalement construits à partir d'entretiens avec des experts et de documents décrivant des activités (tels que des documents de synthèse ou des bases de données). Des éléments d'expérience peuvent également être extraits de documents techniques ou de procédures. Par exemple, chaque paragraphe d'un document peut être considéré comme un élément expérientiel, tout comme une partie d'un entretien. Les éléments d'expérience ainsi constitués sont alors organisés de manière facilement réutilisable. [23]

### Entête

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

### Corps

**Observation :** Le choix de la stratégie (traverser en une seule fois, versus, traverser en Plusieurs fois) dépend d'un certain nombre d'attentes liées au volume du trafic. Si le trafic est faible, il y a de très grandes chances que le conducteur n'a pas besoin de s'arrêter au milieu. Donc, quelqu'un qui arrive et voit que le trafic est faible, pense n'avoir pas besoin de s'arrêter au milieu et choisit la stratégie de traverser sans arrêt. Et comme il s'attend à pouvoir traverser sans arrêt, on peut faire l'hypothèse qu'il est préparé à ce qu'il n'y ait personne.

**Hypothèse :** trafic faible implique une stratégie de traversée sans arrêt au milieu. Trafic dense implique une stratégie de traversée avec arrêt au milieu.

**Commentaires :** Les attentes du conducteur sont différentes selon la stratégie choisie : -

- Stratégie de traversée en deux coups : le conducteur simplifie le problème en s'occupant d'abord du flux de gauche, puis du flux de droite.

- Stratégie de traversée en un coup : la solution la plus difficile. La plus dure, parce qu'il faut évaluer le créneau, simultanément de chaque côté, avec des durées de validité d'informations qui se conditionnent mutuellement, et qui supposent que l'on va même faire vite pour traverser.

**Figure 5:** Exemple d'un élément d'expérience dans le domaine de l'analyse d'accident. [23]

### 2.1.1 Mémoire d'expérience :

Cependant, au sein d'une entreprise, il y a différents mots et différents points de vue. Par conséquent, afin de créer une mémoire empirique, il est également nécessaire de construire des modèles descriptifs pour les opinions et des réseaux de termes pour le vocabulaire. Attachez ensuite ces éléments à des éléments d'expérience. L'opération est basée sur la reconnaissance du vocabulaire des termes identifiés dans le texte de l'élément d'expérience. Ce type d'association permet une vision descriptive du domaine. Enfin, nous associons les documents liés à cet élément d'expérience. Le modèle se compose de quatre parties : un réseau de termes, un modèle descriptif, des éléments empiriques et documentation. [23]

### **2.1.1.1 Réseau terminologique :**

Le terme réseau, également appelé lexique, est conçu pour permettre des requêtes proches du langage naturel. Ce réseau est constitué d'objets qui peuvent être des mots ou des syntagmes nominaux appartenant au vocabulaire du domaine considéré. Les réseaux sont constitués de relations syntaxiques de type "diversité" et "inquiétude". Par exemple, les outils informatiques associés aux méthodes REX fournissent une interface d'accès aux éléments de l'expérience de l'entreprise. La surface de ce système est conçue pour permettre des requêtes en langage naturel. La requête ainsi formulée est analysée par un système qui propose en réponse un ensemble d'objets correspondant aux termes identifiés par le lexique. L'utilisateur peut alors sélectionner l'objet qui l'intéresse et accéder à la description de l'objet sélectionné et aux éléments d'expérience associés. [23]

### **2.1.1.2 Modèle descriptif**

Il peut représenter différentes perspectives identifiées par l'entreprise. Par exemple, les activités de conception peuvent distinguer des aspects tels que la géographie, l'écologie et la topologie. Chaque perspective est présentée sous la forme d'un concept. Ils sont connectés les uns aux autres en suivant un réseau sémantique. Le modèle descriptif est progressivement renforcé. [23]

## **2.1.2 Étapes de la méthode**

Nous recensons dans ce qui suit les différentes étapes de la méthode : [23]

### **1- Collecter les données :**

La première étape consiste à recueillir des informations de base pour la rétroaction. A cet effet, il est recommandé de nommer un chef de projet chargé de la bonne organisation et du suivi des retours d'expérience.

Pour assurer cette remontée d'informations, créez un outil (ou méthodologie) de collecte ou de remontées d'informations : formulaire, email, Brainstorming (Dans une entreprise, le brainstorming est une technique qui consiste à réunir un groupe de collaborateurs afin qu'ils produisent collectivement un maximum d'idées nouvelles sur un thème donné), etc.

### **2- Analyser les informations :**

Une fois les données recueillies, elles doivent être analysées pour déterminer les aspects positifs ou négatifs de l'événement. Cette analyse sera différente si le retour d'expérience est négatif ou

positif. Dans tous les cas, le retex doit traduire les forces, les faiblesses et les axes d'amélioration possibles de l'événement.

Pour un retex négatif, vous devez identifier les écarts par rapport à l'exigence d'origine et déterminer le résultat. Il existe des outils pratiques pour mettre en place l'analyse. Par exemple, vous pouvez utiliser le diagramme d'Ishikawa (également appelé diagramme de causalité), qui peut répertorier les facteurs qui ont influencé la situation, et la méthode des 5 W (5 Pourquoi) pour identifier les cinq causes suivantes. Vous pouvez identifier le problème. Il existe également un arbre des causes qui peut vous aider à mieux comprendre la situation.

Si vos retours sont positifs, vous devez analyser les données pour identifier les bonnes pratiques afin de pouvoir les reproduire ultérieurement. Elle peut être basée sur la méthode QQQQCP : quoi, qui, où, quand, comment et pourquoi. Vous pouvez utiliser cet outil pour analyser les événements avec précision et en détail.

### **3- Exploiter les données :**

La troisième étape consiste à créer un rapport basé sur les données analysées. Le chef de projet dédié doit alors construire un retour d'expérience par une observation objective de la conduite du projet.

### **4- Partager le résultat du retex :**

Une fois les conclusions du retour d'expérience compilées dans un document écrit, elles doivent être partagées avec tout le personnel concerné ou non par le projet.

## **2.2 La méthode CYGMA :**

La méthode CYGMA (Gestion du cycle de vie et des transactions et des applications), comme la méthode REX, consiste à mener des entretiens avec des experts de l'entreprise. De plus, cela nécessite une étude des documents de l'entreprise, qui conduira à un livre de connaissances appelé Liturgie de la connaissance. Cette liturgie doit être vérifiée par un expert. Par la suite, six catégories de savoirs dits "industriels" sont structurées pour faire partie intégrante de la Liturgie des Heures du Savoir. Les 6 catégories de connaissances sont : Connaissance singulière, Connaissance terminologique, Connaissance structurelle, Connaissance comportementale, Connaissance stratégique et Connaissance opératoire. Ces catégories sont couvertes par quatre documents (qui feront partie de la Liturgie des Heures) organisés comme suit : le glossaire métier, le livret sémantique, le cahier de règles et le manuel. [62]

### **2.2.1 Étapes de la méthode**

La méthode CYGMA définit un inventaire des connaissances en mettant l'accent sur les entretiens d'experts et la recherche de documentation organisationnelle. Nous recensons dans ce qui suit les principales étapes de la méthode : [62]

#### **1- Collecte des données :**

La collecte se fait par des entretiens menés par des expert, Il existe de nombreux méthodes et outils pour collecter des informations.

#### **2- Analyse et stockage :**

Dans cette étape les mêmes experts analyseront les données collectées pour pouvoir les classer et les stocker dans le bréviaire. Cette étape est assistée par l'outil IntraKnow dédié à la gestion et stockage des connaissances.

#### **3- La diffusion :**

Pour la diffusion, il existe également différents outils et méthodes comme Web 2.0, Ce dernier nous permettra de diffuser uniquement les connaissances dites explicites. et Activités sociales qui permettront la mémorisation et le transfert des connaissances en particulier celles qui sont tacites.

### **2.3 La méthode MEREX :**

**MEREX** (Running Experience) est un processus qui s'appuie sur les meilleures solutions produits et processus de l'entreprise Renault dans le domaine de la conception automobile. Cette méthode a été créée car il semble que la cause principale des problèmes dans les projets soit une question de savoir-faire métier des acteurs. La source de ce problème n'est pas liée aux acteurs eux-mêmes, qui sont généralement des personnes très compétentes, mais à la circulation et au transfert de ce savoir-faire entre acteurs : d'où le problème persistant : l'accès à l'information est le problème. Ces problèmes entraînent alors des retards accrus et donc des coûts accrus. Il était donc nécessaire pour Renault d'améliorer le processus de conception et de proposer des solutions spécifiques et préventives concernant l'exploitation des connaissances existantes. Ainsi, MEREX se présente comme un système basé sur le principe du retour d'expérience (REX) et facilite l'accès à la connaissance pour les acteurs de l'entreprise. Cette méthode permet de regrouper des savoir-faire collectifs pour ensuite les diffuser, les partager et les réutiliser à travers de nouveaux projets. [24]

### **2.3.1 Composants de la méthode :**

Merex consiste à parcourir une liste de questions pour vérifier si toutes les étapes d'un processus, ou les résultats attendus, ont été atteints. Si ce n'est pas le cas, plans d'action sont proposés. Cette méthode est basée sur des feuilles de travail et des listes de contrôle. La checklist regroupe toutes les rubriques de la fiche et permet de se pencher sur le problème avant de prendre une décision. Il est utilisé pour le contrôle de processus. Les fiches techniques Merex contiennent des recommandations complètes, avec des informations de différents types fournissant le contexte nécessaire. Le processus de capitalisation pour créer une fiche Merex est structuré en trois étapes : créer, partager et utiliser : la phase de création se fait à partir d'un modèle de document dans Word. La fiche Merex, qui définit par définition une solution métier, est envoyée au support Merex métier respectif qui est chargé de la publier. Le partage est assuré par le modérateur Merex, qui publie la fiche via Lotus Notes sur l'intranet. La consultation et, par conséquent, l'extraction du fichier Merex via un navigateur Web. : [21]

### **2.3.2 Étapes de la méthode**

Nous recensons dans ce qui suit les principales étapes de la méthode [21] :

#### **1- Identification des connaissances critiques :**

Assurée par l'analyse des informations dont dispose l'entreprise sur les « retours conception », « retours usine », « retours clients » et « luminosité » générées », collectées auprès d'acteurs connus et reconnus de la démarche.

#### **2- Préservation des connaissances :**

Elle est basée sur 4 modèles modifiés dans les fiches qui servent d'aides à l'évaluation : 2 modèles de fiches (MEREX Product/Process et MEREX Validation Pages) et 2 Checklist-Model (Process Checklist et Result Checklist). La fiche produit/procédé MEREX permet de décrire la connaissance de ce type de solution technique.

## **2.4 La méthode GAMETH**

C'est une approche d'aide à la décision pour identifier et localiser les connaissances cruciales potentielles. Elle est fondée sur une approche processus. [25]

### **2.4.1 Étapes de la méthode**

Nous recensons dans ce qui suit les principales étapes de la méthode : [25]

### **1- Une étape de cadrage du projet :**

Il comprend la spécification du contexte du projet, le domaine avec ses limites d'intervention, et définit le processus à analyser.

### **2- Une étape pour identifier les axes de l'initiative de gestion des connaissances :**

À ce stade, les connaissances critiques sont identifiées, localisées et caractérisées.

### **3- Étapes pour identifier les domaines d'initiatives de gestion des connaissances :**

A ce stade, les connaissances clés sont définies, localisées et caractérisées. Il est alors possible de définir les grandes lignes d'un projet permettant l'amélioration des processus de décision, de fonctionnement et de la production essentiels pour une entreprise. Ces grandes lignes sont ensuite traduites en domaines de travail de connaissances.

## **3. Capitalisation formelle des connaissances :**

Les méthodes et outils évoqués précédemment présentent des limites qui, selon nous, sont inhérentes à leur fonction de gestion. A ce titre, ils laissent une certaine flexibilité pour permettre à leurs utilisateurs d'exprimer leurs capacités cognitives dans un cadre partiellement contraint. Dans certains cas, cette flexibilité n'est pas souhaitable. Cela est particulièrement vrai lors de l'exécution de tâches répétitives selon des méthodes connues et rigoureuses. D'une part, les individus ont tendance à ne pas aimer ces tâches. D'autre part, ils sont sujets aux erreurs et entraînent des coûts en raison de leur nature répétitive. L'automatisation de ces tâches est donc très importante en termes de qualité et de délais. La discipline scientifique qui considère cette approche formelle est l'ingénierie des connaissances. Dans cette section, nous présentons les méthodes et outils de la discipline qui ont prouvé leur utilité sur de nombreux cas d'applications. [21]

### **3.1 La méthode CommonKADS :**

Deux projets : KADS-I, lancé en 1983, et KADS-II ont abouti à la méthodologie CommonKADS. Cela a évolué récemment pour prendre en compte les aspects de gestion des connaissances au-delà de l'ingénierie des connaissances. Cette méthode est basée sur le postulat que le partage des connaissances est basé sur la communication et la création de connaissances. La gestion des connaissances permet aux gens de partager leurs connaissances. Elle s'appuie sur le constat de

l'émergence des travailleurs du savoir et sur la nécessité d'une approche structurée de la gestion des connaissances. CommonKADS permet l'analyse des connaissances et aide au développement de systèmes à forte intensité de connaissances. [22]

### 3.1.1 Les composants de la méthode

La méthodologie est basée sur le principe du niveau de connaissance, qui stipule qu'un système peut être modélisé de manière appropriée tout en restant au niveau conceptuel. CommonKADS propose le développement de six modèles d'analyse des connaissances [22] :

- **Le modèle d'organisation** décrit l'entreprise dans son ensemble avec les grandes fonctions.
- **Le modèle de tâche** décrit les tâches réalisant les fonctions identifiées dans le modèle d'organisation.
- **Le modèle d'agent** décrit les agents, humains ou informatiques, impliqués dans la réalisation des tâches.
- **Le modèle de communication** rend compte de la communication homme-machine.
- **Le modèle des connaissances** permet de modéliser l'expertise nécessaire à la réalisation des tâches par les agents.
- **Le modèle de conception** traite plus spécifiquement de la conception d'un système à base de connaissances destiné à implémenter les connaissances modélisées.

### 3.1.2 Étapes de la méthode

Nous recensons dans ce qui suit les principales étapes de la méthode : [22]

#### 1- Une phase d'analyse contextuelle (« Knowledge management & organizational analysis ») :

Elle implique le modèle organisationnel qui est considéré comme une synthèse du contexte d'application de la méthode et identifie les connaissances nécessaires à sa mise en œuvre.

#### 2- Une phase d'analyse conceptuelle (« Knowledge analysis ») :

Elle implique le modèle de connaissances (connu aussi sous le terme de modèle d'expertise).

#### 3- Une phase de conception (« system development ») :

Le modèle de conception correspond au modèle final implémenté. Ce modèle étant spécifique à une application selon l'architecture, la technologie et le langage informatique utilisé pour l'implémentation.

### **3.2 La méthode MOKA :**

À la suite d'une initiative de la part de la commission européenne et le AIT (Advanced Information Technologie in Design and Manufacturions), le projet MOKA a débuté dans le cadre d'une recherche visant à développer une méthode de gestion des connaissances afin d'extraire et de représenter les connaissances d'ingénierie liées au processus de conception ainsi qu'au produit développé. [23]

Pour construire les connaissances en design et construire leur représentation, le projet MOKA propose des modèles de représentation des connaissances, le processus de construction de ces modèles, et des outils informatiques comme support d'une méthodologie simplifiée. L'objectif est de pouvoir représenter les connaissances sur une plateforme de connaissances (plateforme KBE (Knowledge Based Engineering)), permettant la diffusion des connaissances internes des organisations connexes (entreprises, laboratoires de recherche, clubs étudiants, etc.) aux utilisateurs finaux. [23]

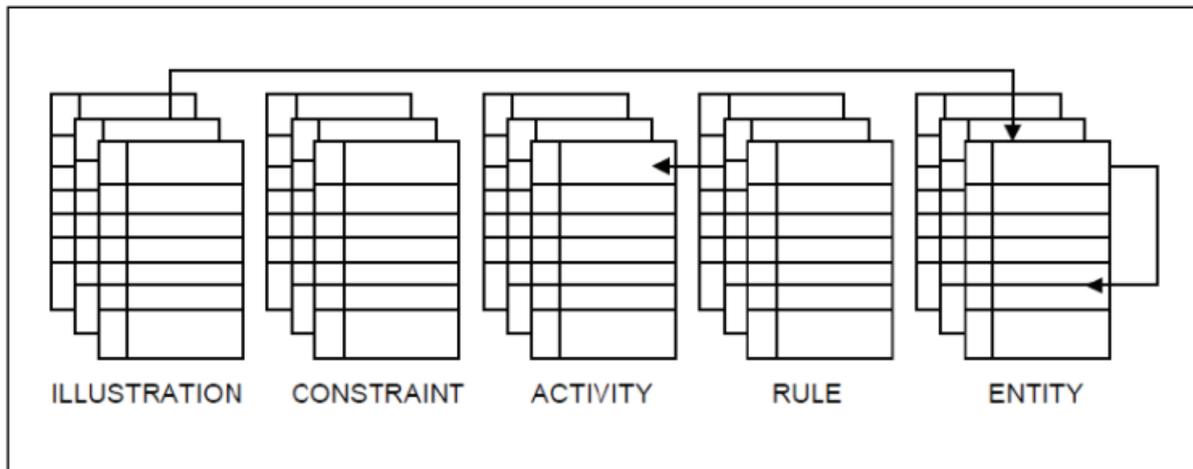
La méthode MOKA propose une représentation des connaissances en deux temps avant de diffuser les connaissances sur la plateforme KBE. En fait, une fois acquises, les connaissances sont présentées sous une forme que les scientifiques et les experts cognitifs peuvent comprendre. Ce premier modèle s'appelait le modèle non officiel. La deuxième étape consiste à convertir le modèle informel en modèle formel. C'est la dernière étape avant d'exprimer les connaissances sur la plateforme.[23]

#### **3.2.1 Étapes de la méthode**

Nous recensons dans ce qui suit les principales étapes de la méthode qui incluent : la collecte des connaissances, la construction des connaissances et la formalisation des connaissances.

Les **phases de collecte et de structuration des connaissances** sont supportées par le modèle informel ICARE (figure 6), qui est organisé en cinq parties (voir figure 6) : Description (pour la description générale), Contraintes (pour les interdépendances entre entités), Activités (pour les questions de la phase de résolution), règles (pour le raisonnement), entités (pour les éléments physiques et leurs fonctions). La **phase de formalisation des connaissances** s'appuie sur un

modèle formel basé sur le langage de modélisation MOKA (MML), qui spécialise et étend les concepts du langage UML. La structure du modèle informel permet une spécification relativement simple des règles passées du modèle informel au modèle formel. [23]



**Figure 6:** Le modèle ICARE [23]

### **3.3 La méthode MASK :**

MASK est une méthode d'analyse avant la mise en place d'un système opérationnel de gestion des connaissances qui contient des connaissances, des savoir-faire, informatisés ou non, dont le but est soit de partager, soit de capitaliser, soit d'aider à créer des connaissances au sein d'une organisation. [26]

#### **3.3.1 Étapes de la méthode**

##### **1- Recueil de connaissances :**

MASK s'attend à collecter des connaissances auprès de la "source de connaissances" de l'entreprise. Ce sont essentiellement des métiers du savoir : professionnels, professionnels ou documents de référence (mais avec des personnes qui peuvent les expliquer). C'est un processus difficile à organiser à l'échelle industrielle, car il nécessite des actions de mobilisation, de cohésion et de consensus, en plus de nombreux entretiens. [27]

##### **2- Modélisation des connaissances :**

MASK est basé sur la modélisation des connaissances. Comme indiqué ci-dessous, MASK n'utilise pas un modèle, mais plutôt un modèle qui correspond à différentes perspectives au sein d'un même domaine qui est lui-même considéré comme un système de connaissances. [27]

- **Modèle de réseau sémantique ou modèle de concept (combinaison d'ontologie et d'aspects sémantiques) :** Ceux-ci correspondent à une méthode de classification dans laquelle chaque concept spécifie une catégorie d'objets dont les propriétés communes sont représentées par des attributs.
- **Modèle de tâches (combinaison de vues phénoménologiques et sémantiques) :** Consiste en une structure arborescente de tâches. Cette décomposition s'inscrit dans la logique de raffinement de la tâche en tenant compte de sa terminaison.
- **Modèle phylogénétique (combinaison des vues évolutives et sémantiques) :** L'évolution d'un concept ou d'un objet peut être représentée par une logique similaire à la théorie des groupes humains qui veulent comprendre l'évolution des espèces. "C'est un outil pour comprendre après coup."
- **Modèle de domaine (combinaison de la vue ontologique et de la vue contextuelle) :** Ce sont des diagrammes destinés à une représentation systématique du contexte de connaissance. Des diagrammes peuvent être utilisés pour représenter le phénomène source qui affecte le phénomène cible à travers l'écoulement et les effets que le système peut avoir à partir du champ actif (causés par des objets extérieurs au phénomène).
- **Modèles d'activité (combinaison de vues phénoménologiques et contextuelles) :** Ces modèles permettent de décrire l'activité du système. Ils utilisent le format SADT.
- **Modèles historiques (combinaison de vues évolutives et contextuelles) :** Ces modèles expliquent l'évolution d'un concept ou d'un objet en visant ce contexte historique évolutif « bien au-delà de l'objet de connaissance lui-même ». Il permet de mettre en relation par des « liens d'évolution » et « d'influence » plusieurs éléments suivant une échelle de temps. Le choix de ces éléments est laissé à l'analyste qui peut les relier notamment à des « objectifs » et des « jalons ».

### **3- Livre de Connaissances :**

Les premiers résultats obtenus du projet MASK sont un ensemble de modèles de formalisation des savoirs, notamment élaborés lors d'entretiens avec les détenteurs de ces savoirs. Par exemple, si vous souhaitez passer rapidement à une application informatique particulière (système d'aide à la décision, base de données, etc.), cela peut suffire à lui seul. Dans le passé, MASK a été développé dans cette optique, mais s'est rapidement déplacé vers l'objectif de capitalisation des connaissances. La maquette graphique a été agrémentée très rapidement par une fiche synthétique explicative puis par toutes sortes de résumés, tels que science, conseils, retours d'expérience, bibliographie ou documentaires, ou références de logiciels... experts, documentaires., Rédigés

par l'équipe impliquée. Les documents importants du sujet (fiches types, procédures, références, etc.) sont joints à cet ensemble. Le résultat final, appelé livre de connaissances, est un résumé structuré des connaissances sur un domaine particulier, une bonne référence aux sources détaillées qui lui sont associées, une sorte d'encyclopédie commerciale. En ce sens, MASK et le Knowledge Book fournissent une explication (partielle) et une structuration d'un sous-ensemble du corpus de connaissances qui a de fortes connexions avec les systèmes d'information. [27]

#### **4- Diffusion et évolution :**

Un certain nombre d'actions de gestion des connaissances telles que des formations, des améliorations de la collection de documents, une veille technique peut être organisées sur le MASK Knowledge Book. Sa diffusion, son élaboration est un outil informatisé (on peut parler de "livres de connaissances électroniques" diffusés sur l'intranet et reliés à des sources existantes). [27]

### **4. Modèles de connaissances utilisés**

La modélisation des connaissances est un processus de mise en forme des connaissances afin qu'elles soient interprétables et compréhensibles. A ce sujet, la littérature mentionne plusieurs approches de modélisation pouvant représenter des connaissances tacites, tant individuelles que collectives, dans le but de faciliter toutes ces formes d'innovation dans les entreprises. On regroupe ces modèles dans deux catégories : les modèles de mise en contexte des connaissances et les modèles de structuration du sens des connaissances. On définit dans ce qui suit, l'ensemble des modèles de connaissances adoptés dans notre travail. Une brève description est apportée à chaque modèle permettant de définir son rôle et objectif ainsi que ses principaux éléments.

#### **4.1 Modèle de mise en contexte des connaissances**

##### **4.1.1 Modèle de Phénomène métier [28]**

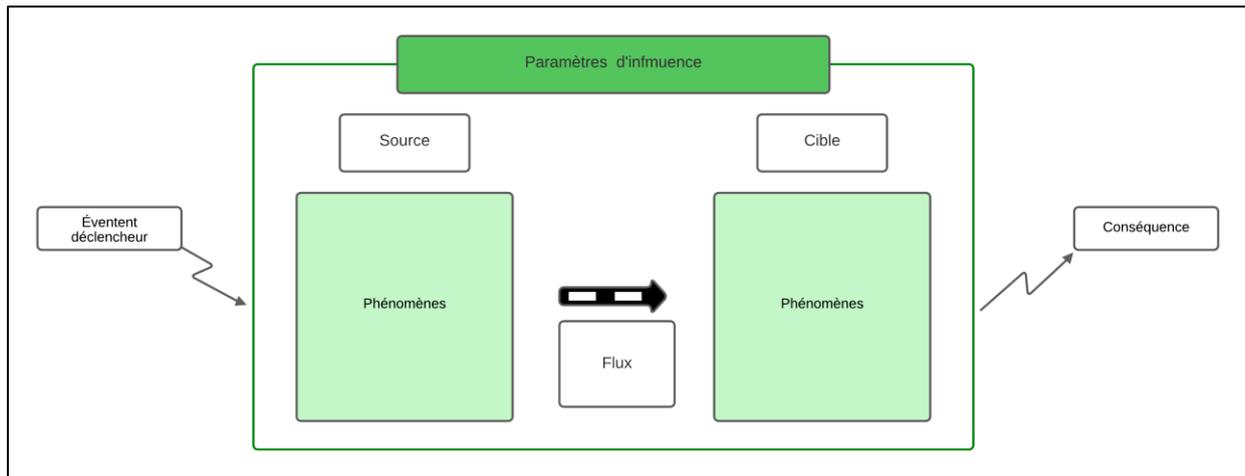
Les phénomènes considérés sont généralement traités par les sciences physiques, chimiques, biologiques, sociales, etc. A ce titre, ils font l'objet de nombreuses recherches, publications et enseignements dans ces disciplines. Généralement, ces phénomènes, qui de prime abord sont des observations qualitatives, sont décrits par des modèles quantitatifs (modèles mathématiques, modèles numériques, modèles automatiques, etc.), ce qui les rend complexes pour une compréhension globale et donc souvent insuffisants pour une action de gestion des connaissances. Nos métiers intéressés par les projets de gestion des connaissances ont toujours abordé ces phénomènes selon leur propre vision. L'expérience a montré que ce modèle est indispensable et complémentaire à la documentation habituelle (science, références, etc.). De plus, précisément,

la description de la vision métier du phénomène permet de situer la terminologie du domaine, sinon, sera utilisé librement dans d'autres vues ou d'autres documents (figure 8).

Un phénomène produit sa source dans le système que nous identifions et est donc appelé **système source**, dans lequel un (ou plusieurs) phénomènes se produisent et est donc appelé **phénomène source** (ou action source). Ce phénomène source est à l'origine d'un flux, et ce flux est un flux matériel, un flux d'énergie, un flux d'informations, et même un **flux** cognitif, un flux émotionnel, un flux de capitaux, etc. Dans une activité, un métier donné, on observe l'interaction de ce processus avec un autre système que l'on appelle le **système cible**, laquelle interaction est révélée par un phénomène (ou plusieurs) se produisant au sein de ce système, on l'appelle donc le **phénomène cible**. Le phénomène à décrire est caractérisé par l'interaction entre les deux sous-systèmes à travers l'écoulement. Pour rendre la description complète, on rajoute ce qu'on appelle le **champ actif**. Il est constitué des objets qui ne font pas, à proprement parler, partie du phénomène considéré mais qui agissent sur lui (par exemple, dans un phénomène d'incendie, le champ actif comprendra les conditions météorologiques qui ne font pas partie du phénomène mais qui l'influencent fortement ; en chimie, le catalyseur constitue un exemple classique d'élément du champ actif pour le phénomène de la réaction considérée). Le champ actif est une sorte “ d'environnement d'influence ” et décrit les “ boutons ” sur lesquels on peut agir ou les paramètres qui doivent être pris en compte dans l'étude de l'interaction entre le phénomène source et le phénomène cible

Les relations d'un phénomène avec son environnement sont décrites par son **événement initiateur** (ou événement déclencheur). L'événement initiateur regroupe les événements qui conditionnent l'activation du phénomène dans sa globalité. D'autre part, en sortie, on définit la **conséquence** du phénomène, qui regroupe l'ensemble des événements qui sont les conséquences, favorables ou néfastes, du phénomène dans l'activité, le métier concerné par le domaine de connaissances.

Chaque élément du modèle est précisé par des **caractéristiques** (parfois appelés des propriétés), qui sont des grandeurs, des paramètres, des observables (quantitatifs, qualitatifs) qui permettent aux experts, aux personnes du métier de caractériser, de reconnaître les éléments décrits dans le phénomène.

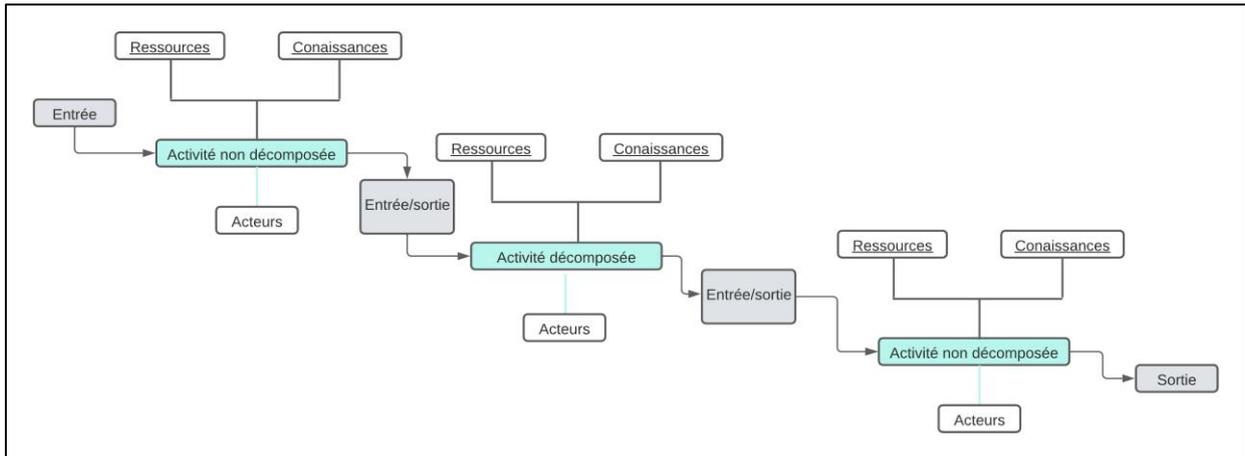


**Figure 7:** Modèle de Phénomène métier [28]

### 4.1.2 Modèle d'Activité [28]

Le modèle dit d'activité est la décomposition des principales phases (sous-activités) des disciplines connexes, qui sont liées entre elles par des échanges de données, des flux de matières, etc. Il s'agit d'une analyse de type "fonctionnelle" descendante, où chaque activité est décomposée hiérarchiquement en sous-activités de niveau inférieur. Cette analyse est "data-driven" en ce sens qu'il s'agit d'une simple description structurée des activités du système ("fonctions") liées par les flux (souvent représentés par des données) qu'elles échangent. Le langage de modélisation est classique, il hérite et adapte les fonctionnalités du célèbre langage SADT. (Analyse Structurée et Conception Technique).

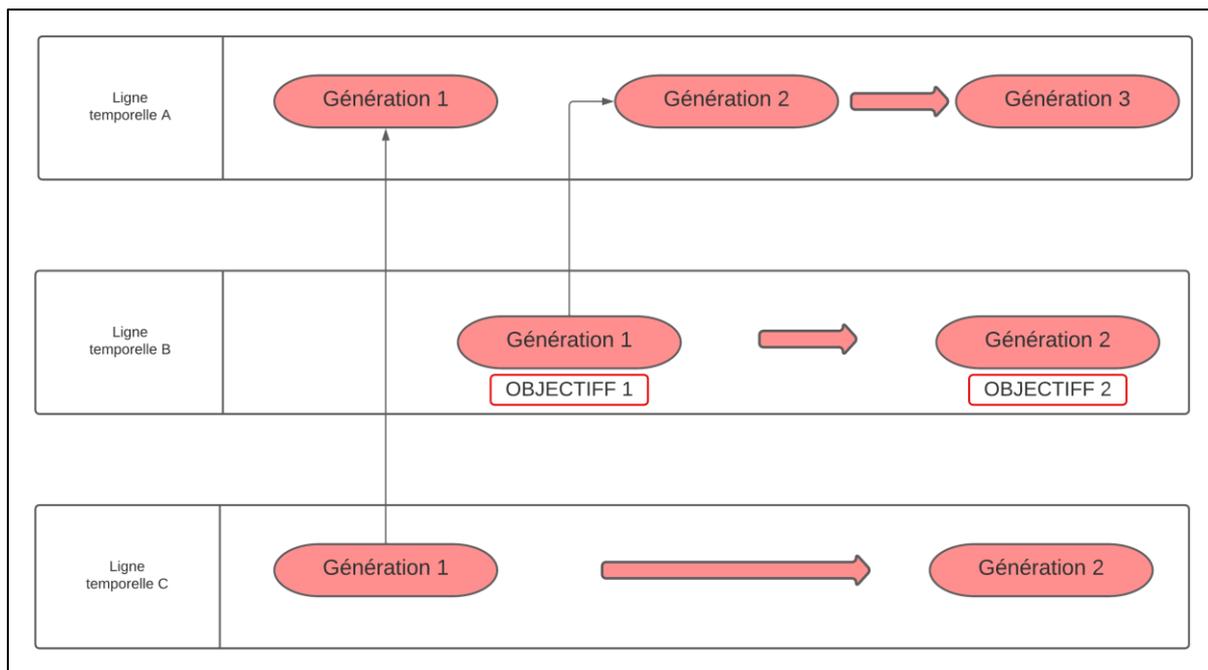
Cette modélisation fonctionnelle décrit un processus avec des entrées (documents, matières premières...), des sorties (produits actifs). Les contrôles sont des contraintes qui pilotent les actions, et les ressources sont utilisées par les fonctions. Une activité peut être décrite globalement, puis, chaque activité décrite plus en détail formant ainsi une décomposition hiérarchique de l'activité comme on peut voir dans la figure 9.



**Figure 8:** Modèle d'Activité [28]

### 4.1.3 Modèle Historique [28] :

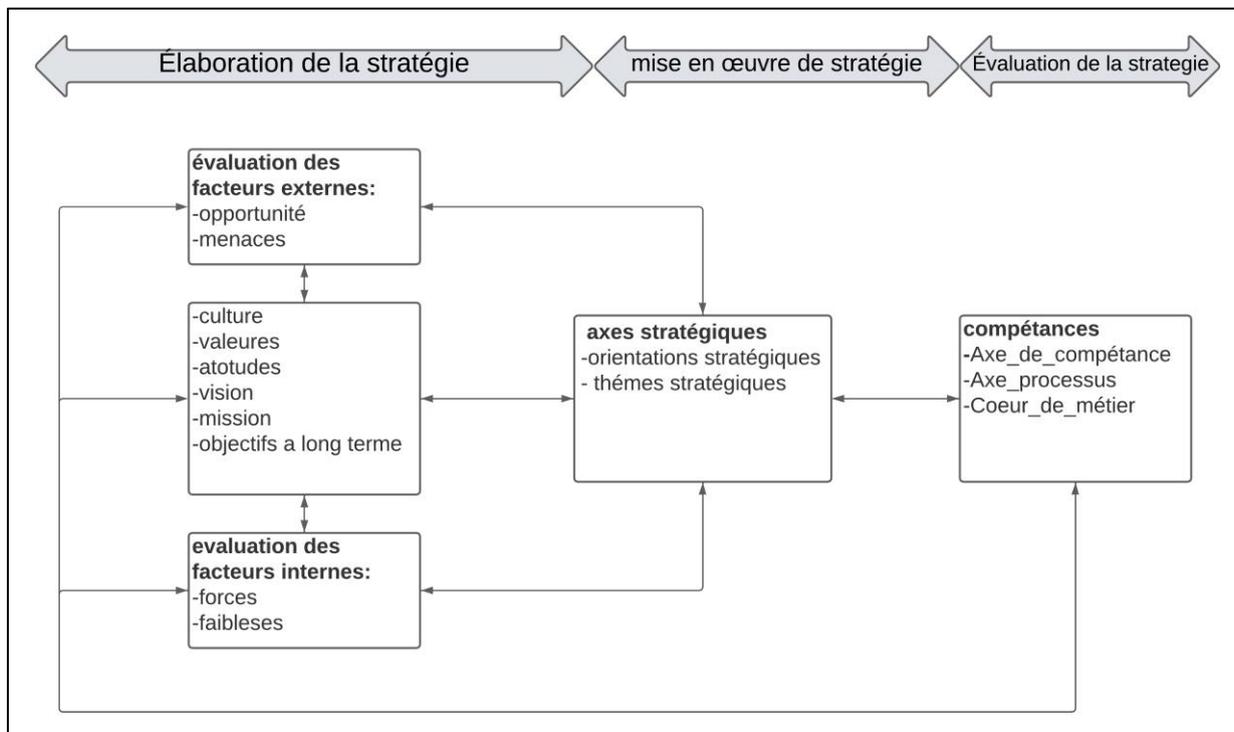
Dans le modèle proposé, le contexte historique est décrit par un petit nombre d'éléments pertinents qui émergent lors de l'analyse historique pour décrire et inclure le contexte évolutif. Le contexte historique va bien au-delà de l'objet de connaissance lui-même, donc du point de vue de son évolution, l'objet de connaissance a une relation importante avec d'autres sous-systèmes. C'est ce qu'on appelle l'évolution à prendre en compte. Ces éléments sont identifiés individuellement et leur disposition dans le temps est brièvement décrite en nommant les principales classes caractéristiques de ces éléments dans le temps. Ces classes peuvent être rattachées à des cibles susceptibles d'évoluer dans le temps. Des liens évolutifs importants peuvent émerger entre catégories ou cibles. Les horodatages sont donnés par des jalons, qui sont des événements de date significatifs pour l'élément considéré, et des "archives" supplémentaires peuvent être jointes. L'histoire d'un concept, l'histoire d'un objet, est caractérisée par les interactions entre tous les sous-systèmes impliqués dans cette histoire qui expliquent a posteriori l'innovation, la découverte, l'amélioration, l'adaptation, etc. Dans le modèle proposé (figure 10), ces interactions sont visualisées à travers des liens d'influence qui peuvent refléter plusieurs relations causales différentes.



**Figure 9:** Modèle Historique [28]

#### 4.1.4 Modèle stratégique [63] :

Un processus général d'opération stratégique peut être défini par le modèle présenté dans la figure 11. Ce dernier décrit trois grandes étapes de la stratégie et le processus de fonctionnement, qui sont épais et s'influencent continuellement les uns les autres. Les étapes concernées sont : Élaboration de la stratégie, Mise en œuvre de la stratégie et Évaluation de la stratégie.



**Figure 10:** Modèle Stratégique

## **4.2 Modèles graphiques de structuration du sens de la connaissance :**

### **4.2.1 Modèle de Tache (Savoir-faire) [28]**

Le modèle de tâche (figure 12) décrit les connaissances dynamiques. Il s'agit d'une représentation de la stratégie mise en œuvre pour résoudre le problème posé dans un cas particulier lié au système de connaissances considéré. La connaissance dynamique est vue sous deux angles. Le premier est de résoudre le problème. Il s'agit de modéliser des solutions à un seul ou à un petit nombre de problèmes donnés et identifiés. L'aspect résolution de problèmes des connaissances dynamiques se résume à deux questions : "Quel type de tâche doit être résolu ?" et "Comment résolvons-nous habituellement ce type de tâche ?". Dans une application, le premier aspect prime généralement sur le second. Le deuxième aspect de la connaissance dynamique est la manipulation de la connaissance statique. Grâce aux modèles conceptuels, nous construisons des représentations d'objets du domaine avec peu de référence à leur utilisation.

Le modèle utilise une logique de description humaine pour les tâches : il commence par une tâche générale, l'affine progressivement, décompose la tâche en sous-tâches et atteint une seule tâche. Ainsi, la tâche peut être définitive (elle peut être représentée par un algorithme ou autre, ou considérée comme "bien connue", ou au contraire impossible à analyser plus avant...). Sinon, la tâche peut être décomposée en plusieurs sous-tâches. Toutes ces sous-tâches constituent le corps de la tâche. La tâche a un type qui décrit comment elle planifie ses sous-tâches :

- Tâches de type séquentiel, où l'ordre de description des sous-tâches donne l'ordre dans lequel elles seront exécutées. Une condition est donnée par une tâche qui donnera une valeur vraie ou fausse (booléenne).
- Tâches de type itération offrant la possibilité d'exécuter une tâche plusieurs fois lorsqu'il y a des objets. Il est utilisé spécifiquement pour appliquer le même traitement à un groupe d'objets.
- Tâche de type parallèle, exécute ses sous-tâches en parallèle

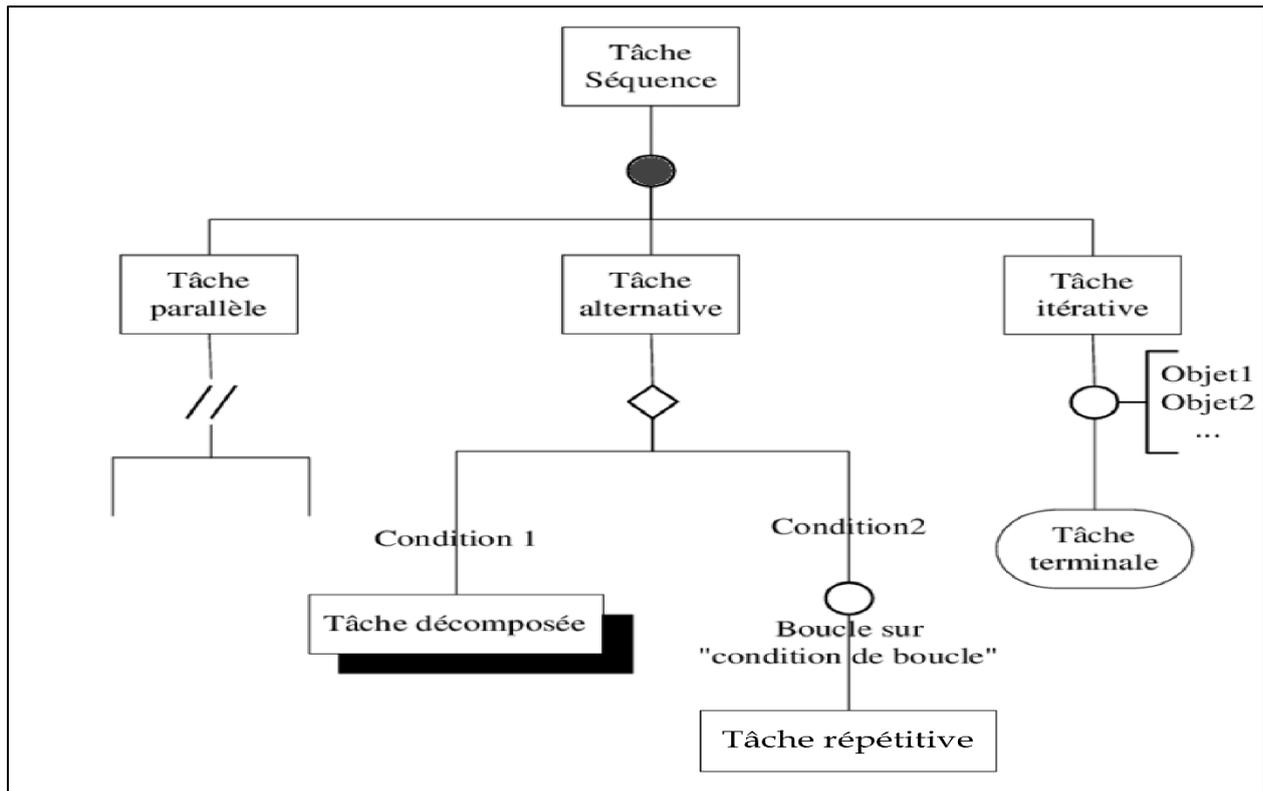


Figure 11: Modèle de Tache [28]

## 4.2.2 Le modèle de domaine et problèmes de domaine [29]

### 4.2.2.1 Le modèle de domaine [29]

Le modèle de domaine définit le vocabulaire d'un domaine donné. Il est utilisé pour la description des problèmes rencontrés dans le domaine. Il permet aussi la compréhension d'un domaine donné. Chaque domaine est décrit par les caractéristiques suivantes : Nom et Types d'objets pour décrire les problèmes de domaine. Les types d'objets sont caractérisés par : un Identifiant et une liste des caractéristiques. Chaque caractéristique est définie par un nom et un type (type simple comme Chaîne, Booléen ou nombres...), ou type complexe comme un objet, qui représente une relation avec un autre objet.

### 4.2.2.2 Le modèle des problèmes de domaine [29]

Le modèle de problèmes de domaine décrit la résolution des problèmes dans un domaine, y compris les méthodes de résolution. La description du problème pour un certain domaine est basée sur le vocabulaire défini pour le domaine choisi décrit à l'aide du modèle de domaine. La résolution du problème est basée sur la classification du problème et les outils utilisés pour la résolution. Tout d'abord, il faut identifier la classe qui contient le problème pour faciliter le choix

d'une technique de résolution. Deuxièmement, il faut définir des classes hiérarchiques pour le problème principal. Cette hiérarchie doit être présentée comme un arbre de classification, dans lequel la classe C2 est une sous-classe de la classe C1 et chaque problème de C2 est un problème de C1. Une classe de problème est définie par : Nom, Statut (opérationnel ou non opérationnel), Attribut valeur, qui discrimine la classe actuelle avec son parent, les attributs discriminants permettent de discriminer les sous-classes de cette classe et autres attributs du problème si nécessaire pour la résolution du problème.

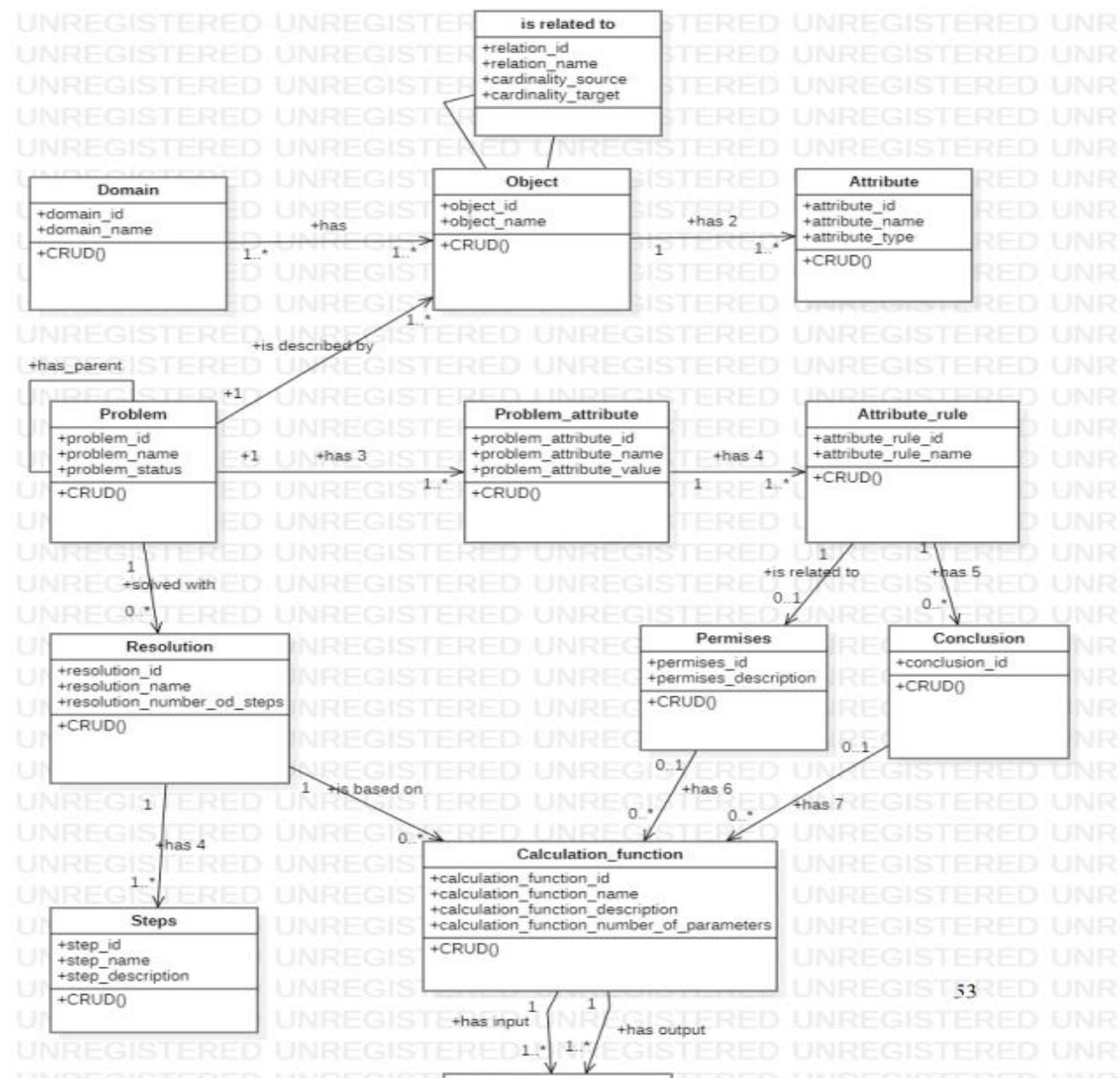


Figure 12: Modèle de domaine et problèmes de domaine [29]

### 4.3 Synthèse des modèles de connaissances utilisés pour la formalisation des connaissances

Nous présentons dans le tableau ci-dessous, une synthèse des différents modèles de connaissances décrits précédemment. Nous précisons notamment pour chaque modèle son contexte d'utilisation et ses éléments de base.

Classe de modèles	Modèles de connaissances	Définition	Utilisation	Éléments de base
Modèles graphiques de mise en contexte de la connaissance	Modèle de Phénomène métier	Un Phénomène métier est : <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Un effet</li> <li>❖ Un événement</li> <li>❖ etc.</li> </ul> <p>Que l'on cherche à maîtriser, connaître, déclencher, optimiser, inhiber ou modérer dans l'activité métier.</p>	Décrire les connaissances sous forme de phénomène métier dans le cas où : <ul style="list-style-type: none"> <li>• On a besoin de transmettre des principes de base</li> <li>• On veut préciser dans notre contexte particulier des choses déjà connues par ailleurs.</li> </ul>	-système source -phénomène source -flux -système cible -phénomène cible -champ actif -événement initiateur -conséquence
	Modèle d'Activité	Une Activité est : <ul style="list-style-type: none"> <li>• La décomposition en grandes phases du métier considéré</li> <li>• Un processus métier</li> <li>• etc.</li> </ul> <p>Qui décrit l'organisation fonctionnelle globale en sous-activités de base, en vue de remplir une mission donnée.</p>	Décrire les connaissances sous forme d'activité dans le cas où : <ul style="list-style-type: none"> <li>• On a besoin de décrire le ou les processus qui concernent un sujet particulier</li> <li>• On cherche à donner un guide d'action de type « comment s'y prendre »</li> </ul>	- entrées - sorties - ressources connaissances - acteurs
	Modèle Historique	Un historique est : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Une synthèse des éléments marquant de l'histoire d'un domaine de connaissances. Avec les relations d'influence et de dépendance qui ont marqué cette histoire</li> <li>• L'intégration du domaine dans un contexte d'évolution qui est explicatif de cette évolution</li> </ul> <p>Qui permet d'appréhender globalement les lignes directrices qui ont amené la connaissance à l'état perçu actuellement.</p>	Décrivez les connaissances sous forme d'historique quand vous : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimez que le domaine ne peut pas être compris sans un minimum de connaissance sur l'histoire</li> <li>• Voulez garder des traces sur l'évolution globale de la connaissance</li> <li>• Voulez communiquer sur votre métier</li> </ul>	- classes - objectifs - liens d'évolution - jalons - liens d'influence
	Modèle stratégique	Une stratégie est : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensemble des manœuvres qui permettent à l'entreprise de mener victorieusement la conquête concurrentielle de ses marchés.</li> <li>• Il s'agit d'un processus de décisions et d'actions, délibérées et anticipatives. C'est à travers lui que la société définit ses priorités, oriente ses forces, répartit et réaffecte ses maigres ressources.</li> </ul>	Décrire les connaissances sous forme de modèle stratégique pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Décrire les stratégies de l'organisation</li> <li>• Déterminer les menaces et les opportunités de l'organisation</li> <li>• Décrire les éléments impliqués dans la stratégie</li> </ul>	-facteurs externes -facteurs internes -problèmes -élément concerné

<b>Modèles graphiques de structuration du sens de la connaissance</b>	Modèle de Tache (Savoir-faire)	<p>Un Savoir-faire est :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La décomposition en tâches ordonnées d'une méthode de résolution d'un problème précis</li> <li>• Un type de procédure</li> <li>• etc.</li> </ul> <p>Qui décrit de manière analytique la méthode utilisée par un ou plusieurs experts pour résoudre un problème précis et récurrent dans leur activité, sur lequel ils ont développé un savoir-faire remarquable.</p>	<p>Décrire les connaissances sous forme de tâche (Savoir-faire) quand :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• On a identifié un point d'expertise, ponctuel mais remarquable, qui vaut la peine d'être explicité</li> <li>• Il s'agit de capitaliser et transmettre le savoir.</li> </ul>	<p>-tache terminale -tache séquentielle -tache alternative -tache parallèle - itération -objet</p>
	Le modèle de lignée (d'évolution)	<p>Le modèle de lignée s'attache aux objets et/ou concepts autour desquels le système de connaissances est construit. Il en propose une lecture chronologique générale, reconstituée à partir d'une post-analyse, et vise à donner une image cohérente de l'évolution des objets/concepts clés du système, avec une argumentation raisonnable.</p>	<p>Décrire les connaissances sous forme de Lignée dans le cas où :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• On a besoin de se référer à des solutions déjà conçues ou réalisées dans le passé pour la conception d'une nouvelle solution</li> <li>• On désire conserver les argumentations de conception d'un produit ou service.</li> </ul>	<p>-lignées -générations -moteur de l'évolution -argumentation -éléments positifs et négatifs</p>
	Modèle domaine	<p>Le modèle de domaine définit le vocabulaire d'un domaine donné. Ce modèle est utilisé pour la description des problèmes rencontrés dans le domaine. D'autre part, il permet la compréhension d'un domaine donné au sein d'une organisation.</p>	<p>Ce modèle peut être utilisé pour la préparation des entretiens et des questions pour comprendre le domaine d'application et le secteur d'activité de l'entreprise visé par le projet de gestion des connaissances.</p>	<p>- domaine - objet - attribut - problème - problème d'attribut - règles d'attribut - résolution - étapes - permission - conclusion -calcul</p>

**Tableau 3:** Synthèse des modèles de représentation des connaissances utilisés pour la formalisation.

## 5. Conclusion :

Nous avons analysé dans ce chapitre un certain nombre de méthodes de capitalisation des connaissances afin de définir les étapes du processus de formalisation des connaissances d'une entreprise. Ce dernier nécessite un langage de représentation des connaissances pour la représentation formelle des connaissances. Ainsi, nous présentons dans le chapitre suivant

# Chapitre 3

---

## Les formalismes de représentation des connaissances

---

### 1. Introduction :

Dans ce chapitre, afin de sélectionner un formalisme adéquat de représentations des connaissances, il est nécessaire de cerner en premier les différents types de connaissances que l'on sera amené à représenter et de délimiter les problèmes à résoudre pour avoir une représentation adaptée permettant de bien modéliser les données du monde réel et les capacités de raisonnement des experts humains. Par la suite, un survol des principaux formalismes de représentation des connaissances est réalisé. Enfin, nous présentons le formalisme de représentation des connaissances adopté à savoir les ontologies.

### 2. Les différents types de connaissances qu'on peut être amené à représenter :

Un système à base de connaissances se compose principalement de deux éléments : une base de connaissances et un moteur d'inférence. La base de connaissances rassemble toutes les connaissances pertinentes pour le domaine d'application considéré. C'est à partir de cet ensemble de connaissances que le moteur d'inférence va extraire les informations nécessaires pour résoudre un problème particulier. [64]

La phase de représentation des connaissances consiste à modéliser les connaissances connues des experts et à les réunir dans la base de connaissances. Cette opération s'effectue en identifiant des granules de connaissances, entités abstraites contenant une certaine quantité de connaissances et qui seront implémentées dans des structures de données adéquates. Par conséquent, une représentation des connaissances peut être définie comme un ensemble de techniques permettant de manipuler des éléments de connaissance : [64]

- 1) Le sens lié à la valeur logique de chaque élément de connaissance, c'est à dire son statut épistémique (valeur de vérité) et son statut assertion (degré de confiance),

- 2) L'utilisation à laquelle un élément de connaissance est destiné,
- 3) Les dimensions, critère applicable à un ensemble d'éléments de connaissance qui se réfère aux caractéristiques de la connaissance liée au fait que, pour les traiter, il faut stocker et manipuler cette connaissance.

Un critère qui semble plus digne d'attention assurant cette classification est celui qui reflète les différents types de connaissances. Ces différents types sont les suivants : [64]

- **Éléments de base, objets du monde réel** : Ce sont des perceptions immédiates du domaine à représenter.
- **Assertions et définitions sur les objets de base** : Les connaissances sont généralement pensées en tant que faits sur des objets.
- **Concepts ou abstractions** : Ils permettent de regrouper ou de généraliser les matières du domaine d'études.
- **Relation Si** : Ils représentent les propriétés de base des éléments sous-jacents ou les relations de cause à effet entre les concepts. Ces relations sont plus ou moins probables, plus ou moins corrélées à une situation donnée.
- **Théorèmes et règles** : C'est une connaissance solide, généralement tirée de la théorie et des livres. Ce type de connaissances est associé à des règles expertes qui stipulent leur utilisation, ce qui est particulièrement nécessaire pour les théorèmes.
- **Algorithmes de résolution** : ne permettent d'accomplir certaines tâches par exécution dans un ordre fixe d'une suite d'actions mémorisées en bloc. Ce type de connaissance est limité à des cas très particuliers principalement pour le traitement numérique de l'information.
- **Stratégies et heuristiques** : il s'agit de connaissances empiriques qui reflètent les stratégies de résolution de problèmes que les professionnels humains acquièrent par l'expérience. Ils permettent d'inférer des actions à envisager dans une situation particulière.
- **Méta-connaissances** : connaissance du savoir, de ce qui est connu. Par exemple, des méta-connaissances peuvent exprimer des connaissances sûres : (1) la prolongation ou l'origine de certaines connaissances, (2) la fiabilité de certaines informations, (3) la relative importance de faits spécifiques, (4) la performance des experts humains au sens cognitif, c'est à dire leurs forces ou faiblesses, leurs degrés d'expertise, etc.

### 3. Les principaux formalismes de représentation des connaissances :

Il existe de nombreux formalismes de représentation des connaissances qui sont plus ou moins bien adaptés au traitement des problèmes qui viennent d'être énumérés. Cette section se veut une présentation succincte des formalismes principaux de représentation des connaissances.

#### 3.1 Logique de description :

Les logiques de description, parfois appelées logiques terminologiques, forment une famille de langages de représentation des connaissances. Elles servent de support au raisonnement terminologique. Les logiques de description permettent de représenter les connaissances d'un domaine à l'aide de descriptions qui peuvent être des concepts, des rôles ou bien des individus. Les concepts sont des classes d'individus tandis que les rôles représentent les relations binaires entre les classes. L'ensemble d'individus est appelé extension du concept. Les concepts et les rôles possèdent une description structurée. En logique de descriptions, une base de connaissance est donc composée d'une hiérarchie de concepts et d'une éventuelle hiérarchie de rôles. La plupart des logiques de description divisent la connaissance en deux parties : [35]

- i. **Les informations terminologiques** : définition des notions basiques ou dérivées et de la façon dont elles sont reliées entre elles. Ces informations sont « génériques » ou « globales », vraies dans tous les modèles et pour tous les individus.
- ii. **Les informations sur les individus** : ces informations sont « spécifiques » ou « locales », vraies pour certains individus particuliers.

Toutes les informations connues sont alors modélisées comme un couple, où est un ensemble de formules relatives aux informations terminologiques (la T-Box) et où est un ensemble de formules relatives aux informations sur les assertions (la A-Box) voire la figure 14 . Une autre manière de voir la séparation entre ces informations est d'associer la T-Box aux règles qui régissent notre monde (par exemple la physique, la chimie, la biologie, etc.), et d'associer les individus de notre monde à la A-Box (par exemple Jean, Marie, un chat, etc.). [35]

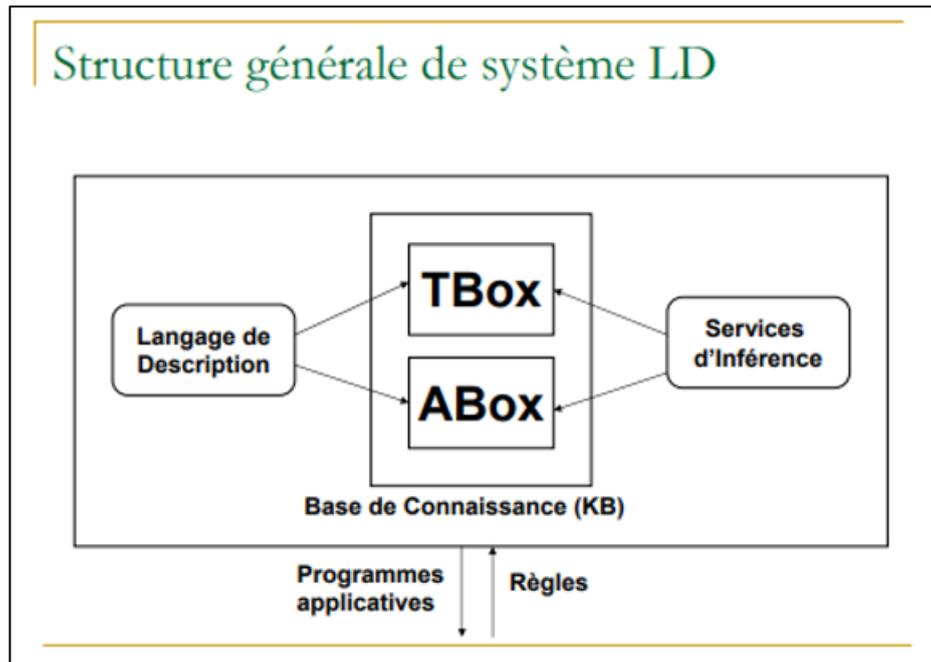


Figure 13: Structure générale de système Logique de Description. [64]

### 3.2 Réseau Sémantique :

Les réseaux sémantiques sont fondés sur un modèle de graphe permettant de combiner la représentation des concepts par l'intermédiaire des nœuds et des relations entre concepts, par des arcs orientés. Les étiquettes sur les arcs spécifient le type de la relation entre deux concepts. Ces relations correspondent par exemple à des liens de causalité, des relations spatiales ou temporelles ou encore des relations de spécialisation ou de compositions entre concepts. Deux relations spéciales offrent la possibilité de structurer la connaissance en une hiérarchie conceptuelle, celle entre deux concepts généraux et la relation « est un » entre un concept général et un concept unique. Le concept générique correspond à la définition dans l'intention, et le concept individuel correspond à la description dans l'extension. Les arcs d'héritage introduisent une organisation hiérarchique des concepts qui favorise une factorisation des informations au sein d'un réseau et facilite le raisonnement. Un réseau sémantique est composé d'un ensemble de nœuds représentant des objets, des ensembles d'objets, des concepts, des événements ou des situations et d'un ensemble de liens entre ces nœuds exprimant les relations binaires qui les unissent. Il est surtout intéressant de représenter les liens entre ces nœuds, ceci est généralement fait en utilisant des prédicats simples ou structurés. [35]

### 3.3 Schéma (Frames) :

Un schéma est une structure de données à trois niveaux schéma-attribut-valeur qui représente un objet ou une situation typique comme conduire une voiture ou chanter un air de musique. Cette

structure représente une unité d'information descriptive (descripteur) avec une sémantique donnée. Si le descripteur est un objet, il peut représenter une famille d'objets (une classe) ainsi qu'un objet spécifique (une instance d'une classe). La distinction entre ces deux types d'objets est importante du point de vue de l'héritage (elle permet le partage et la réutilisation des propriétés entre objets) car la nature des relations qu'ils entretiennent est différente [35] :

- Deux objets de type classes sont reliés par la relation d'inclusion entre ensembles avec un lien de type sorte-de,
- Un objet de type instance est un élément appartenant à un objet de type classe et le lien est de type « est un ».

### **3.4 Graphe conceptuel :**

Un graphe conceptuel est un graphe connexe bipartite fini. Les deux types de nœuds qui composent un graphe sont un ensemble de concepts et un ensemble de relations de concepts.

Les concepts correspondent au contenu des pensées et suivent les notations suivantes : [ $\langle$ type $\rangle$  :  $\langle$ réfèrent $\rangle$ ]. Le type d'un concept détermine la structure du concept : si un concept est bien formé, il « correspond » au type. Le réfèrent d'un concept précise son sens, il donne le degré de quantification du concept. Le concept de graphe peut être générique ou individuel. Les concepts généraux correspondent à des variables en logique et représentent des individus non spécifiés, et les concepts individuels correspondent à des constantes en logique et décrivent des individus spécifiques.

Les relations de concept représentent les connexions qui existent entre les concepts et sont représentées par les symboles suivants :  $\rightarrow$  ( . . . )  $\rightarrow$  De toute relation part ou arrive au moins un arc. Chacun de ces arcs devant être lié à un concept. Si une relation a  $n$  arcs, ses arcs reçoivent les étiquettes 1,2, . . . ,  $n$ . [35]

Une carte conceptuelle représente une formule logique unique, tandis qu'un réseau sémantique représente une collection de formules et décrit leur interdépendance en les plongeant dans un contexte (domaine du discours). [35]

### **3.5 Logique de premier ordre :**

La logique du premier ordre est la logique des formules usuelles, avec la contrainte que les variables représentent toutes des objets du même type. La logique du premier ordre utilise des variables quantifiées sur des objets non logiques et permet l'utilisation de phrases contenant des variables. Ainsi, au lieu de propositions telles que Socrate est un homme, on peut avoir des

expressions sous la forme "il existe x tel que x Socrate et x est un homme » et il existe un quantificateur while x est une variable. Cela la distingue de la logique propositionnelle, qui n'utilise pas de quantificateurs ni de relations ; En ce sens, la logique propositionnelle est le fondement de la logique du premier ordre. [39]

### 3.6 Synthèses des formalismes de représentation des connaissances

Nous présentons dans le tableau ci-dessous, une synthèse des différents formalismes de représentation des connaissances présentés précédemment. Pour chaque formalisme, nous précisons ses éléments de base, sa forme, son utilisation et enfin les langages de représentation proposés pour le formalisme.

Formalismes	Élément de base	La Forme	Utilisation	Langages
<b>Réseaux Sémantique</b>	Concept représenté par un nœud, relation entre concepts représentée par un arcs orienté	Graphe des nœuds et relation entre eux par les arcs	Structurer les connaissances en hiérarchie. La visibilité des relations entre les objets. Facilite la recherche de l'informations par le filtrage. Représente une collection.	RDF 1996
<b>Cadre ou Frames</b>	Classe, objet, attribut, valeur, Valeur par default,	Structure de donnée à trois niveaux Objet, attribut et valeur	Représentation d'un objet ou situation typique, une classe avec sémantique donnée.	KRL, FRL, CYCL, KL-ONE, F-logic
<b>Logique de description</b>	Tbox : La description des concepts et rôles Abox : la manipulation des individus	Deux boxes contiennent les concepts et les rôles	La représentation et la manipulation de concepts et de rôles. Comparaison des concepts La classification et l'instanciation.	DAML+OIL, OIL, LOOM, OWL
<b>Graphe Conceptuel</b>	Concept individu ou générique, relation conceptuelle	Graphique des nœuds de type concept et de type relation	Représenté une seule forme logique. Représenter les hiérarchies de concepts	OML/CKML
<b>Logique de premier ordre</b>	Les symboles		Sur un concept donné	Prolog 1972

**Tableau 4:** Synthèse sur les formalismes de représentation des connaissances.

Aujourd'hui l'une des voies les plus prometteuses de la modélisation et de la représentation formelle des connaissances est l'utilisation d'**ontologies**. Désormais, la conceptualisation des connaissances et sa représentation nous amènent directement à la notion d'ontologie. Ainsi, nous avons opté pour l'utilisation des ontologies comme langage de représentation des connaissances. Les sections suivantes sont dédiées aux ontologies.

## 4. Les ontologies :

## **4.1 Définition :**

Les ontologies en tant qu'« une représentation explicite d'une compréhension partagée » aident à améliorer la communication entre personnes, aident à résoudre les problèmes d'interopérabilité, facilitent et améliorent la recherche d'informations. [40]

L'ontologie de domaine peut être considérée comme un moyen de construire une base de concepts communs dans le but d'échanger des connaissances sur le domaine afin d'atteindre différents objectifs.[36]. Réaliser l'ontologie d'un domaine consiste à définir la terminologie employée (thésaurus), préciser les concepts et les mots utilisés, et cibler les objets du domaine [36].

Une ontologie est une spécification formelle et explicite d'une conceptualisation partagée. Une 'conceptualisation' fait référence à un modèle abstrait de la réalité d'un domaine donné. Une 'spécification explicite' précise que les concepts et les relations dans le modèle abstrait doivent avoir des noms et des définitions explicites. Le terme 'formelle' indique que la spécification doit être encodée dans un langage bien compris tels que les langages basés logique. Finalement, le mot 'partagée ' signifie que l'ontologie doit capturer des connaissances consensuelles et devrait être utilisée par différentes applications ou personnes. [41]

## **4.2 Les composantes d'une ontologie :**

La conception et la construction des ontologies se font en général selon deux principales approches : l'approche des cadres (frames) et la logique du premier ordre ; et l'approche des logiques de description (description logics). La première approche permet de formaliser les connaissances en utilisant les cinq éléments suivants : les classes, les relations, les fonctions, les axiomes formels et les instances. La deuxième approche permet de véhiculer les connaissances à l'aide des trois types de composantes suivantes : les concepts, les attributs et l'individu.

### **4.2.1 Modélisation des ontologies par les cadres et la logique du premier ordre :**

Une ontologie construite à l'aide des techniques de cadres et de la logique de premier ordre est constituée de cinq principales composantes : [42]

- A. Les classes :** elles représentent les concepts généraux d'un domaine donné. Une classe pourrait représenter une tâche, un processus, etc. Les classes sont organisées en taxonomie hiérarchique. [42]

- B. Les relations :** elles représentent des associations existantes entre les concepts du domaine. Habituellement, les ontologies contiennent des relations binaires. Le premier argument d'une relation est le domaine de la relation, tandis que le second argument est son image. Des exemples de relations incluent : des relations de généralisation et de spécialisation « sous-classe » ; des relations d'agrégation ou de composition « fait partie de ». Formellement, une relation est définie comme un sous-ensemble de produit de n éléments :  $R \subset C_1 * C_2 * \dots * C_n$ . [42]
- C. Les fonctions :** ce sont des cas particuliers de relations. Une fonction représente une relation entre n éléments dont le nième élément est unique pour les n-1 éléments précédents. Une fonction est formellement définie par :  $F: C_1 * C_2 * \dots * C_{n-1} \rightarrow C_n$ . [42]
- D. Les axiomes formels :** ils pénètrent de représenter les assertions qui sont toujours vraies. Ils sont utilisés pour inférer de nouvelles connaissances. [42]
- E. Les instances :** elles servent à représenter les éléments ou les individus des classes de l'ontologie.

#### **4.2.2 Modélisation des ontologies par la logique de description :**

La théorie de la logique de description permet de construire les ontologies à l'aide de trois composantes : les concepts, les attributs (rôles) et les individus. [42]

- les concepts : ils ont le même sens qu'en paradigme de cadres, ils représentent les classes d'objets.
- les attributs : ils permettent de décrire les relations binaires entre les concepts ainsi que les propriétés des concepts.
- les individus : ils représentent les instances des classes.

#### **4.3 Approches de développement des ontologies :**

L'ingénierie ontologique s'intéresse aux aspects pratiques (les méthodologies et les outils) qui permettent d'appliquer en pratique les résultats théoriques. IL n'existe pas encore de consensus à propos des méthodologies et des normes à adopter lors du processus de construction des ontologies. Il n'y a pas qu'une seule méthodologie correcte de conception d'ontologies. Des dizaines de méthodologies de développement d'ontologies ont été proposés en littérature [43].

Dans une étude comparative, [44] a comparé cinq principales méthodologies représentatives selon neuf critères. Le résultat de cette étude est présenté dans le tableau ci-dessous. Après l'analyse des données de ce tableau, l'auteur arrive aux conclusions suivantes : [44]

- METHONTOLOGY est la plus mature des cinq méthodologies.
- SENSUS est la seule méthodologie qui a une approche complètement différente des cinq autres méthodologies.
- Ces méthodologies constituent un point de départ pour développer une ou plusieurs méthodologies standards et adaptées aux différents types d'ontologies.

Méthodologies Critères	Uschold et King	Grun iger et Fox	Bernaras et al.	METHONTOLOGY	SENSUS
Héritage du génie de la connaissance	Partiel	Faible	Fort	Fort	Aucun
Détail de la méthodologie	Très peu	Peu	Très peu	Beaucoup	Moyen
Formalismes recommandés	Aucun en particulier	Logique	Aucun	Aucun	Réseau sémantique
Stratégies de conception des applications	Indépendante	Semi dépendante	Dépendante	Indépendante	Semi dépendante
Stratégies pour les concepts	Centrifuge	Centrifuge	Descendante	Centrifuge	Non spécifiée
Cycle de vie recommandé	Aucun	A détailler	Aucun	Prototype en évolution	A détailler
Différence avec la norme IEEE 1074- 1995	Processus et activité manquantes	Processus et activité manquantes	Processus et activité manquantes	Processus de pré- développement et activité manquantes	Processus et activité manquantes
Techniques recommandées	Inconnues	Inconnues	Inconnues	Quelques activités manquantes	Inconnues
Ontologies et applications	Un domaine seulement	Un domaine seulement	Un domaine seulement	Plusieurs domaines	Plusieurs domaines

**Tableau 5:** Comparaison des principales méthodologies d'ontologies [44]

#### 4.4 Méthodologie adoptée pour la construction de nos ontologies

[45] en se basant sur leurs expériences, ont proposé une méthodologie spécifique pour la construction des ontologies de domaine. Cette méthodologie de génie cognitif est largement inspirée des principales méthodologies existantes. Dans ce qui suit, nous présenterons en détail la méthodologie de McGuinness. Cette dernière sera suivie pour développer nos ontologies.

La méthodologie de [45] est une approche itérative inspirée des méthodologies existantes. Elle est constituée des étapes suivantes :

- i.** Définir le domaine et la portée de l'ontologie. Ceci pourra se faire en répondant à quelques questions de compétences.
- ii.** Intégrer d'autres ontologies existantes (optionnel) ;
- iii.** Etablir une liste exhaustive des termes importants du domaine.
- iv.** Définir les classes et la hiérarchie des classes. La hiérarchie peut se faire de trois façons distinctes : de haut en bas, de bas en haut ou en combinant les deux façons.
- v.** Définir les propriétés (les attributs) des classes.
- vi.** Définir les facettes des propriétés.
- vii.** Créer les instances des classes.
- viii.** Evaluer et tester l'ontologie (applications, experts).

Cette méthodologie présente les caractéristiques suivantes :

- Elle est détaillée dans un guide de création d'ontologies.
- Elle est indépendante du domaine d'application.
- Elle ne requiert aucun formalisme de représentation spécifique.

## **5. Le Web Ontology Language :**

Le Web Ontology Language (OWL) est un langage XML permettant d'écrire, de publier et de partager des ontologies sur le Web. OWL est basé sur RDF(S) et inspiré du langage DAML-OIL. Il est devenu un standard du W3C en février 2004. Il est conçu pour être compatible avec l'architecture du Web en général et du Web sémantique en particulier. Si RDF(S) permet la description des classes et des propriétés, OWL apporte en plus la possibilité de comparer des classes et des propriétés. En fournissant un grand nombre de constructeurs, OWL permet d'exprimer des relations plus complexes entre les classes et des contraintes plus précises sur les classes et sur les propriétés. [46]

Ainsi, les ontologies exprimées en OWL possèdent les avantages suivants [46] :

- La capacité d'être distribuées au travers de nombreux systèmes.
- La mise à l'échelle pour les besoins du Web.
- La compatibilité avec les standards du Web.
- L'ouverture et l'extensibilité.

## 5.1 Les trois sous-langages de OWL :

Le langage OWL fournit trois sous-langages d'expressivité croissante, destinés à des communautés différentes de développeurs. [46]

- a. **OWL Lite** est le sous-langage de OWL le plus simple. Il est destiné aux utilisateurs ayant principalement besoin d'une hiérarchie de classification et de contraintes simples. Par exemple, les contraintes de cardinalité sont limitées à 0 ou à 1 seulement. [46]
- b. **OWL DL** est plus complexe que OWL Lite. Il est destiné aux utilisateurs qui demandent une expressivité plus importante. OWL DL comprend toutes les structures du langage OWL mais utilisables avec certaines restrictions. Par exemple une instance d'une classe ne peut être elle-même une classe (la séparation des types).

OWL DL se nomme ainsi en raison de ses liens avec la logique de description. [46]

- c. **OWL Full** est le sous-langage de OWL le plus complexe. Il est destiné aux utilisateurs qui veulent une expressivité maximale. Dans OWL Full les restrictions de OWL DL sont levées. Le groupe WebOnto (Web-Ontology Working Group) de W3C souligne qu'il est peu probable qu'un système de raisonnement puisse mettre en œuvre toutes les caractéristiques de OWL Full. Chacun de ces sous-langages représente une extension par rapport à son prédécesseur plus simple. Ainsi, les affinités suivantes sont vraies et leurs symétriques ne le sont pas. [46]

- Toute ontologie OWL Lite légale (correcte) est une ontologie OWL DL légale.
- Toute ontologie OWL DL légale est une ontologie OWL Full légale.
- Toute inférence (conclusion) OWL Lite valide est une inférence OWL DL valide.
- Toute inférence OWL DL valide est une inférence OWL Full valide.

## 6. Conclusion :

Au cours de ce chapitre, nous avons tout d'abord, passé en revue les différents formalismes et langages de représentation des connaissances proposés en littérature. Par la suite, nous avons mis l'accent sur le langage adopté à savoir les ontologies. Nous avons ainsi défini les ontologies, leurs composants et des méthodologies proposées pour leurs constructions. L'objectif de notre projet est de proposer un système de formalisation des connaissances d'une entreprise dans un environnement Cloud Computing. Nous présentons ainsi dans le chapitre suivant le paradigme et technologie du Cloud Computing.

# Chapitre 4

---

## Cloud Computing

---

### 1. Introduction :

L'objectif de notre projet est de proposer un système de formalisation des connaissances d'une entreprise dans un environnement Cloud Computing. Ce quatrième chapitre de notre mémoire est dédié au paradigme et technologie du Cloud Computing. Nous présentons des définitions, caractéristiques, les différents types de services Cloud et modèles de déploiement du Cloud. Enfin, nous discutons son utilisation dans le cadre du processus de formalisation des connaissances.

### 2. Présentation du Cloud Computing :

Il est communément admis que le concept de cloud computing a été lancé par le géant Amazon en 2002. L'e-commerçant a alors investi dans un parc informatique pour compenser la surcharge constatée des serveurs dédiés au e-commerce durant les fêtes de fin d'année. À l'époque, Internet comptait moins de 600 millions d'utilisateurs, mais le trafic Web et les achats en ligne augmentaient. Avant la naissance du terme cloud computing, utilisé par les informaticiens pour décrire la vaste nébuleuse du web, des services cloud ont été utilisés, comme le webmail2, le stockage de données en ligne (photos, vidéos, etc.) ou le partage d'informations sur les réseaux sociaux. Le cloud computing ou cloud computing est l'utilisation des capacités de calcul ou de stockage de serveurs informatiques distants sur un réseau (généralement Internet). Ces serveurs sont loués à la demande, généralement à l'usage (capacité, bande passante, etc.) mais aussi au forfait. [32]

### 3. Caractéristiques du cloud :

Le Cloud présente les caractéristiques suivantes : [32]

- **Accédez à des services à la demande :** La mise en œuvre du système est entièrement automatisée et les utilisateurs peuvent configurer et gérer à distance les configurations via la console.

- **Accès internet haut débit** : Ces centres de traitement sont souvent connectés directement au backbone Internet pour bénéficier d'une excellente connectivité. Les grands fournisseurs distribuent des centres de données dans le monde entier afin que les systèmes soient accessibles de n'importe où en moins de 50 millisecondes.
- **Pool de ressources** : La plupart de ces centres disposent de dizaines de milliers de ressources de serveur et de stockage pour permettre des augmentations rapides de la charge. Souvent, une zone géographique peut être sélectionnée pour placer les données "plus près" de l'utilisateur.
- **Pool de ressources** : La plupart de ces centres disposent de dizaines de milliers de ressources de serveur et de stockage pour gérer les pics de charge. Dans de nombreux cas, vous pouvez choisir une région géographique pour mettre vos données "plus près" de vos utilisateurs.

#### 4. Type de services cloud

Les principaux types de services Cloud sont représentés dans la figure ci-dessous. Ils incluent : Application en tant que service (SaaS), Plate-forme en tant que service (PaaS), Infrastructure en tant que service (IAAS) et Réseau en tant que service (NAAS) [33].



**Figure 14:** Services du Cloud Computing [33]

Le tableau ci-dessous présente les avantages et inconvénients de chaque type de service Cloud.

Modèles	Avantages	Inconvénients
<b>SaaS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'installation.</li> <li>- Pas de mise à jour.</li> <li>- Plus de licence.</li> <li>- Paiement à l'usage facile de faire le test de nouveau logiciel.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Logiciel limité.</li> <li>- Sécurité.</li> <li>- Dépendance total des prestataires.</li> </ul>
<b>PaaS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas d'infrastructure nécessaire.</li> <li>- Facilite à gérer les développent des applications.</li> <li>- Le déploiement est automatisé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pas de personnalisation dans la configuration des machines virtuelles.</li> <li>- La récupération des donnes peut être difficile</li> </ul>
<b>IssS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Administration Personnalisation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sécurité.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle total des systèmes, administration à distance par SSH ou RD (Remote Desktop).</li> <li>- Capacité de stockage infini.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Besoin d'un administrateur système.</li> <li>- Demande pour les acteurs du Cloud des investissements très élevés.</li> </ul>
--	--	---

**Tableau 6:** Avantages et inconvénients des services de cloud [33]

#### **4.1 Application en tant que service (SaaS) :**

Le matériel, l'hébergement, les frameworks applicatifs et les logiciels sont dématérialisés et hébergés dans l'un des centres de données du fournisseur. Les utilisateurs peuvent utiliser le logiciel à la demande sans achat et sont facturés en fonction de l'utilisation réelle. Les utilisateurs n'ont plus besoin d'effectuer des installations, des mises à jour ou des migrations de données. [33]

#### **4.2 Plate-forme en tant que service (PaaS) :**

Le matériel (serveurs), l'hébergement et les frameworks applicatifs sont dématérialisés. L'utilisateur loue une plateforme sur laquelle il peut développer, tester et exécuter son application. Le déploiement des solutions PaaS est automatisé et les utilisateurs n'ont pas besoin d'acheter de logiciel ou d'effectuer des installations supplémentaires, mais uniquement pour les applications Web. [33]

#### **4.3 Infrastructure en tant que service (IaaS) :**

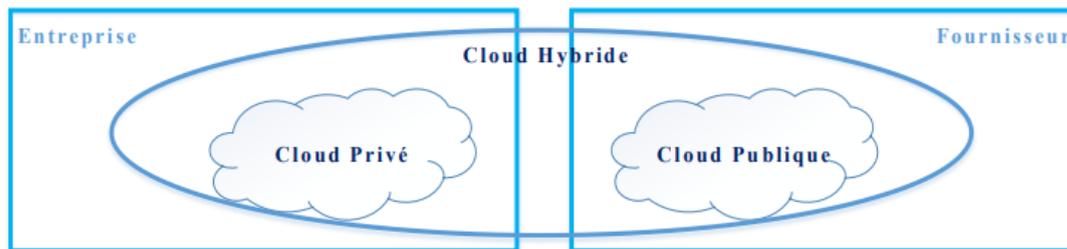
Seul le serveur est dématérialisé. Les fournisseurs de services proposent des services de location de composants informatiques tels que l'espace de stockage, la bande passante, les unités centrales et les systèmes d'exploitation. IaaS offre une grande flexibilité grâce à la gestion à distance et permet d'installer tout type de logiciel. En revanche, comme les solutions serveur traditionnelles, cette solution nécessite un administrateur système au sein de l'entreprise. Parmi les fournisseurs IaaS on peut citer : Amazon avec EC2 ou Orange Business Services avec l'informatique flexible. [33]

#### **4.4 Réseau en tant que service (RaaS) :**

Il nous permet d'accéder directement et en toute sécurité à l'infrastructure du réseau. Le NaaS permet de déployer des protocoles de routage personnalisés. Le NaaS utilise une infrastructure réseau virtualisée pour fournir des services réseau aux clients. Il est de la responsabilité du fournisseur NaaS de maintenir et de gérer les ressources du réseau. [33]

### **5. Modèles de déploiement de cloud :**

Les différents modèles de déploiement de Cloud sont représentés dans la figure ci-dessous.



**Figure 15:** Modèles de déploiement de cloud [32]

### 5.1 Cloud privé :

L'hébergement et l'exploitation de l'infrastructure sont assurés par un organisme ou une entreprise, ou sous-traités à un prestataire de services. Pour de nombreuses grandes entreprises et gouvernements, les services de cloud privé prendront des années avant qu'un cloud public à part entière n'émerge.

La virtualisation des serveurs et du stockage est souvent un préalable à la mise en place d'un cloud privé, qui peut être déployé sous deux formes différentes :

- Cloud Privé Interne : Hébergé par l'entreprise elle-même, parfois partagé ou partagé avec des filiales dans un modèle privé.
- Cloud Privé Externe : Hébergé par un tiers, entièrement dédié à l'entreprise, accessible via un réseau sécurisé de type VPN. [32]

### 5.2 Cloud communautaire :

Le modèle communautaire consiste en une infrastructure partagée entre plusieurs organisations ayant un objectif commun (justice, éducation, santé, industrie, culture, etc.). Il est très important de noter qu'il s'agit actuellement du seul modèle cloud qui garantit la localisation et le contrôle total des données transmises sur le réseau. [32]

### 5.3 Cloud public :

L'infrastructure cloud est ouverte au public ou aux grands groupes industriels. Cette infrastructure appartient à l'organisation qui vend des services cloud. C'est la situation la plus courante. [32]

### 5.4 Cloud hybride :

L'infrastructure cloud se compose d'un ou plusieurs modèles qui restent des entités distinctes en dessous. Ces infrastructures sont reliées entre elles par la même technologie, permettant la

portabilité des applications et des données. C'est une excellente solution pour allouer les ressources en fonction des bénéfices recherchés. [32]

## **6. La gestion des connaissances d'une entreprise et le Cloud Computing**

Comme nous l'avons introduit précédemment, le cloud permet le partage d'informations à grande échelle sans tenir compte des limites géographiques.

Au sein d'une organisation, l'importance de la gestion de connaissance est un enjeu majeur. En effet, l'entreprise doit être capable de la stocker et de la transférer de la façon la plus efficace possible (capitalisation). Il est nécessaire de fournir certains outils comme « le repérage des connaissances (pertinentes) à codifier, l'utilisation d'outils modernes de réflexivité et de traçabilité des décisions, la création d'entrepôts des connaissances » afin de fournir une capitalisation effective du savoir.

Le cloud, bien que constituant une technologie permettant le transfert des informations, n'est pas nécessairement un élément clé dans la diffusion des connaissances. Certains chercheurs mettent en avant qu'une amélioration des capacités techniques ne rime pas avec un meilleur transfert des connaissances. Il est plus opportun de mettre en place un système d'enregistrement des réussites et des difficultés auxquelles les collaborateurs ont fait face [65]. Il est nécessaire de préciser que les outils de capitalisation de connaissances doivent être spécifiques à un groupe d'individus et aux tâches qui leur incombent. En effet, le savoir nécessaire est différent d'un département à l'autre [65].

D'autres chercheurs comme [66] mettent en avant que les nouvelles technologies liées au partage d'informations et à la communication, favorisent l'application du management de la connaissance. En effet, le savoir peut-être transféré entre les collaborateurs de manière plus dynamique et être plus facilement mis en pratique dans l'entreprise. Chaque employé a ainsi accès à la connaissance lui permettant, en théorie, de réaliser de manière plus efficace les tâches qui lui sont assignées. Cependant, bien que l'idée générale soit que cela permet à l'entreprise de gagner en compétitivité, la corrélation entre les deux n'a pas encore pu être approuvée unanimement. Certains chercheurs ont mis en avant une corrélation positive alors que d'autres réfutent l'existence d'un lien. [66]

Nous reprenons le tableau ci-dessous présenté dans [19] qui ressece les avantages du Cloud Computing dans le cadre de la gestion des connaissances d'une entreprise après analyse de différents travaux de gestion de connaissances qui utilisent ou sont basés sur le Cloud Computing.

Propositions	Avantages du Cloud Computing pour la gestion des connaissances
<p><b>(Delic et al. 09) :</b> Proposition du concept Enterprise Knowledge Clouds</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interconnexion d'un ensemble de Clouds relatifs à l'entreprise, ses partenaires, ses fournisseurs et ses clients.</li> <li>- Chacun de ces Clouds constitue une entité autonome, existant pour ses propres objectifs et est capable de collecter, intégrer, gérer et stocker des connaissances pour son propre groupe d'utilisateurs.</li> <li>- Interaction et coopération entre l'entreprise et ses collaborateurs via le réseau de Clouds.</li> <li>- Augmentation de l'efficacité dans l'entreprise.</li> <li>- Adaptabilité facile afin de répondre aux nouveaux besoins de l'environnement.</li> </ul>
<p><b>(Ju et al. 11) :</b> Proposition d'un Framework à cinq niveaux pour la conception et le développement d'une plateforme KaaS</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'entrepôt des ressources de connaissances étant virtuel déployé dans le Cloud, il pourrait ainsi être facilement et dynamiquement étendu et répliqué sans exiger de grande capacité de stockage.</li> </ul>
<p><b>(Bohlouli et al. 11) :</b> Proposition d'un Framework pour la conception collaborative et distribuée à base de connaissances de produits, en utilisant le Cloud Computing</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournir un modèle pour les méta-connaissances.</li> <li>- Disponibilité d'un grand nombre de quantité de connaissances relatives à la conception en temps réel et provenant de sources multiples.</li> <li>- Augmentation du degré de fiabilité grâce à la réplication à tout instant des données et des connaissances au sein du système.</li> <li>- Augmentation de l'accessibilité via plusieurs plateformes y compris le mobile.</li> <li>- Amélioration de l'efficacité grâce à l'utilisation de serveurs physiques partagés.</li> </ul>
<p><b>(Tsui et al. 11) :</b> Proposition d'une Plateforme de gestion des connaissances individuelles basée sur le Cloud Computing : CBPKM (Cloud-Based Personal Knowledge Management)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fournir un référentiel de connaissances pour l'organisation d'informations ou de connaissances. Ce référentiel ne constitue pas uniquement un espace de stockage pour les utilisateurs du Cloud afin de garder les informations. Il permettra également l'internalisation de leurs connaissances personnelles.</li> <li>- La mobilité et la portabilité.</li> </ul>
<p><b>(Khoshnevis et al, 2012) :</b> Proposition d'une architecture basée sur le Cloud pour la gestion des connaissances : Knowledge Management as a Service :</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alignement de la gestion des connaissances de l'entreprise avec les progrès technologiques.</li> <li>- Permettre une acquisition et un partage des connaissances dans un environnement distribué et dynamique.</li> <li>- Fournir des moyens d'intercommunication entre des clouds publics, privés, communautaires et hybrides permettant un partage contrôlé de connaissances entre des organisations virtuelles.</li> </ul>
<p><b>(Miklošik et al. 12) :</b> Proposition d'une nouvelle approche pour les architectures des systèmes de gestion de connaissances : Knowledge Base Cloud</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les utilisateurs peuvent commander, configurer et utiliser un service sans penser à l'infrastructure sous-jacente.</li> <li>- Le partage de ressources est indépendant de la localisation des utilisateurs.</li> <li>- Adaptabilité et évolutivité aisées des ressources. Les éléments logiciels et matériels fournis sont rapidement adaptés aux besoins courants.</li> </ul>
<p><b>(Shahbazi et al. 14) :</b> Proposition d'un Framework pour un système de gestion de connaissances basé sur le Cloud Computing</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le besoin des organisations d'employer des personnels d'experts va diminuer ainsi que les risques provenant des erreurs humaines.</li> <li>- Réduction des frais de licences de logiciels.</li> <li>- Réduction des coûts de possession.</li> <li>- Amélioration de l'efficacité et la coopération au sein de l'entreprise via un système unifié.</li> <li>- Réduction des risques grâce à l'amélioration de l'évolutivité et la flexibilité.</li> <li>- Consolidation de profils d'utilisateurs éparpillés et amélioration de la sécurité grâce à la centralisation.</li> <li>- Garantie de la consistance en utilisant un seul système de gestion de connaissances au lieu de multiples outils.</li> <li>- Amélioration de l'accessibilité au contenu via un magasin de données central.</li> </ul>
<p><b>(Gunadham 2015) :</b> Proposition des applications de stockage Cloud en tant que</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faciliter l'activité d'acquisition des connaissances. Une personne pourrait avoir accès à des connaissances acquises à travers plusieurs dispositifs.</li> <li>- Rechercher des connaissances via plusieurs dispositifs.</li> <li>- Fournir plusieurs méthodes de partage telles que le partage de liens ou partage de dossiers.</li> </ul>

<p>système de gestion de connaissances</p>	<p>- Fournir des moyens pour améliorer les connaissances existantes et créer de nouvelles connaissances.</p>
--	--

**Tableau 7 :** Avantages du Cloud Computing pour la gestion des connaissances d’une entreprise. [19]

### **7. Conclusion :**

Ce chapitre était dédié au Cloud Computing. Notre projet vise à proposer un système mettant en œuvre le processus de formalisation des connaissances dans un environnement Cloud Computing. Nous avons ainsi tout d’abord, défini le Cloud Computing, présenter ses caractéristiques, types de services et modes de déploiement. Par la suite, nous avons abordé son utilisation et avantages dans le cadre de la gestion des connaissances d’une entreprise notamment la formalisation des connaissances. Ceci en se basant sur le processus de formalisation défini dans les chapitres précédents. Notre étude bibliographique étant terminée, nous présentons dans le chapitre suivant, notre système proposé pour la formalisation des connaissances.

# Chapitre 5

## Conception

### 1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons le diagramme des cas d'utilisation de notre système afin de décrire ses principales fonctionnalités et acteurs. Par la suite, nous présentons une synthèse sur les méthodes de capitalisation des connaissances présentées dans le chapitre 2. Cette synthèse nous a permis de proposer une définition (en termes d'étapes) pour le processus de formalisation des connaissances d'une entreprise. Nous présentons dans ce chapitre, les différents modèles utilisés dans notre système pour la modélisation des connaissances via des diagrammes de classes UML. Enfin, le système proposé se base sur l'utilisation du Cloud Computing. Nous abordons ainsi l'impact du Cloud Computing sur le processus de formalisation des connaissances.

### 2. Diagramme des cas d'utilisation de notre système :

Nous utilisons le diagramme UML des cas d'utilisation afin de recenser les principales fonctionnalités et acteurs de notre système.

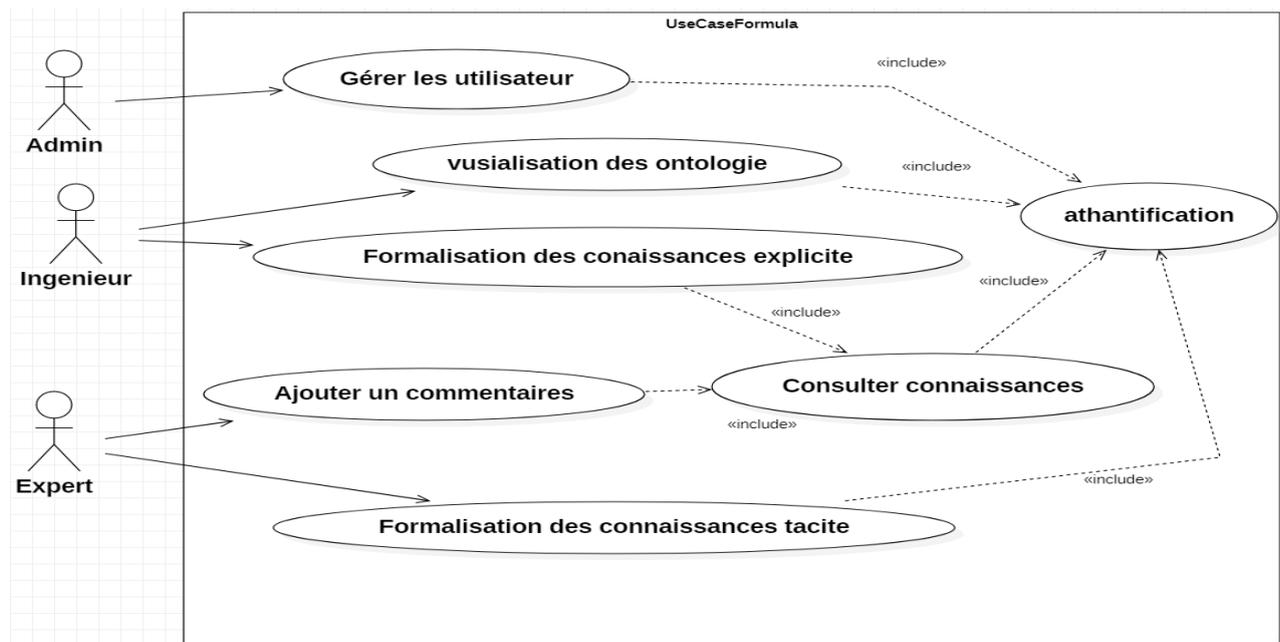


Figure 16: Diagramme de cas d'utilisation de notre système de formalisation des connaissances.

On aperçoit dans le diagramme 3 acteurs :

- L'**Admin** qui est le responsable/administrateur du système et qui gère les utilisateurs.
- L'**Ingénieur de connaissances** qui choisit les modèles de connaissances à utiliser pour la modélisation et représentation et donc la formalisation, d'une nouvelle connaissance. Il se base aussi sur les commentaires laissés par les experts de domaine.
- L'**Expert de domaine** qui ajoute des commentaires ou des connaissances, pour aider l'ingénieur de connaissances à formaliser les connaissances explicites. Il est chargé aussi de formaliser des connaissances tacites en répondant à un questionnaire qui lui est fourni.

### 3. Synthèse sur les méthodes de capitalisation des connaissances

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons une étude comparative des différentes méthodes de capitalisation de connaissances présentées précédemment, selon les critères suivants : étapes de la méthode, aspect de capitalisation (finalité de la capitalisation des connaissances), types de modèles de connaissances produits, typologie des connaissances définies et les outils développés de la méthode.

Méthodes	Type	Étapes	Aspect de Capitalisation	Types de modèles produits	Typologie de connaissances définies	Outils
<b>REX</b>	Informelle	- Collecte des données, - L'analyse des données, - exploiter les données. - partager le résultat du retex.	Construire une mémoire d'expérience qui inclut des éléments d'expériences relatifs à une quelconque activité dans un domaine d'application donné.	Lexique, Vues, Éléments d'expérience.	Connaissances individuelles d'expériences.	L'outil REX.
<b>MEREX</b>		-L'identification des connaissances cruciales, -La préservation des connaissances.	Regrouper des savoir-faire collectifs via des fiches dans le but de les diffuser, les partager et les réutiliser à travers de nouveaux projets.	Ontologie regroupant les connaissances Produit et Processus.	Connaissances individuelles d'expériences.	Base MERX
<b>CommonKADS</b>		- l'analyse contextuelle. - l'analyse conceptuelle. - conception.	Adaptée de l'Ingénierie des connaissances.	Modèles d'organisation, de tâche, d'agent, d'expertise et de communication, modèle de résolution de problèmes, modèle du domaine.	Tâche, Inférence, Concept, relation, Expression.	KADS Workbench, KADS Tools, OpenKADS, Cokae

<b>CYGMA</b>	Formelle	- Collecte des données (MEMO-net). - analyse et stickage. - la diffusion	Dédiée capitalisation de connaissances	Glossaire, livret sémantique, cahier de règles, manuel opératoire.	Connaissances singulières, terminologiques, ontologiques, factuelles, faits initiaux, de buts, d'intégrité, existentielles, synthétiques, stratégiques, structurelles, comportementales, opératoires.	/
<b>MOKA</b>		- collecter la connaissance, - structurer la connaissance (modèle ICARE), - formaliser la connaissance.	Représenter les connaissances relatives à la conception de produits et les diffuser aux utilisateurs finaux.	Modèle formel des connaissances relatives aux procédés de conception, basé sur le langage de modélisation MOKA (MML), qui spécialise et étend les concepts du langage UML.	Connaissances métier.	L'outil MOKA.
<b>MASK</b>		-Recueil de connaissances, des -Modélisation des connaissances, -Stockage (Livre de Connaissances), -Diffusion et Evolution.	Construire un Knowledge Book qui résumé de manière structurée des connaissances sur un domaine particulier.	Modèle de réseau sémantique ou modèle de concept, modèle de tâches, modèle phylogénétique, modèle de domaine, modèle d'activité, modèle historique	Connaissances de domaine et des savoir-faire.	Xmind

**Tableau 8 :** Etude comparative des méthodes de capitalisation des connaissances.

#### 4. Notre proposition pour le processus de formalisation des connaissances :

Sur la base d'une analyse des méthodes de capitalisation de connaissances présentées précédemment, nous avons défini le processus de formalisation des connaissances d'une entreprise. Ce dernier est présenté dans la figure 7 et inclut trois étapes :



**Figure 17 :** Les principales étapes proposées pour le processus de formalisation des connaissances d'une entreprise.

Dans ce qui suit, nous décrivons chacune des étapes définissant le processus de formalisation proposé.

## 1) Modélisation des connaissances :

Nous ne pouvons pas comprendre sans identifier et classer les objets et les idées, sans les relier par des associations dans l'organisation, la structure. Pour échanger, transmettre ou traiter des connaissances, il est nécessaire de pouvoir les modéliser en utilisant des modèles définis, Avant de définir le formalisme le plus adéquat pour représenter ces connaissances.

Nous présentons dans ce qui suit par des diagrammes de classes UML, les différents modèles utilisés pour la modélisation des connaissances dans une optique de formalisation de ces connaissances. Ces modèles sont issus de différentes méthodes de capitalisation des connaissances proposées en littérature et présentés dans le chapitre 2. Ainsi, l'approche proposée tient compte de plusieurs types de connaissances à la fois (expérience du passé, connaissances expertes, connaissances métiers, connaissances stratégiques...) contrairement aux méthodes existantes. Ceci permet de répondre aux différents besoins de l'entreprise en termes de capitalisation et gestion des connaissances (capitalisation des savoir-faire et expériences passées, capitalisation des compétences, capitalisation des connaissances des experts de domaine, capitalisation des connaissances stratégiques pour l'alignement stratégique du projet de gestion des connaissances...).

### 1.1 Le Modèle de phénomène

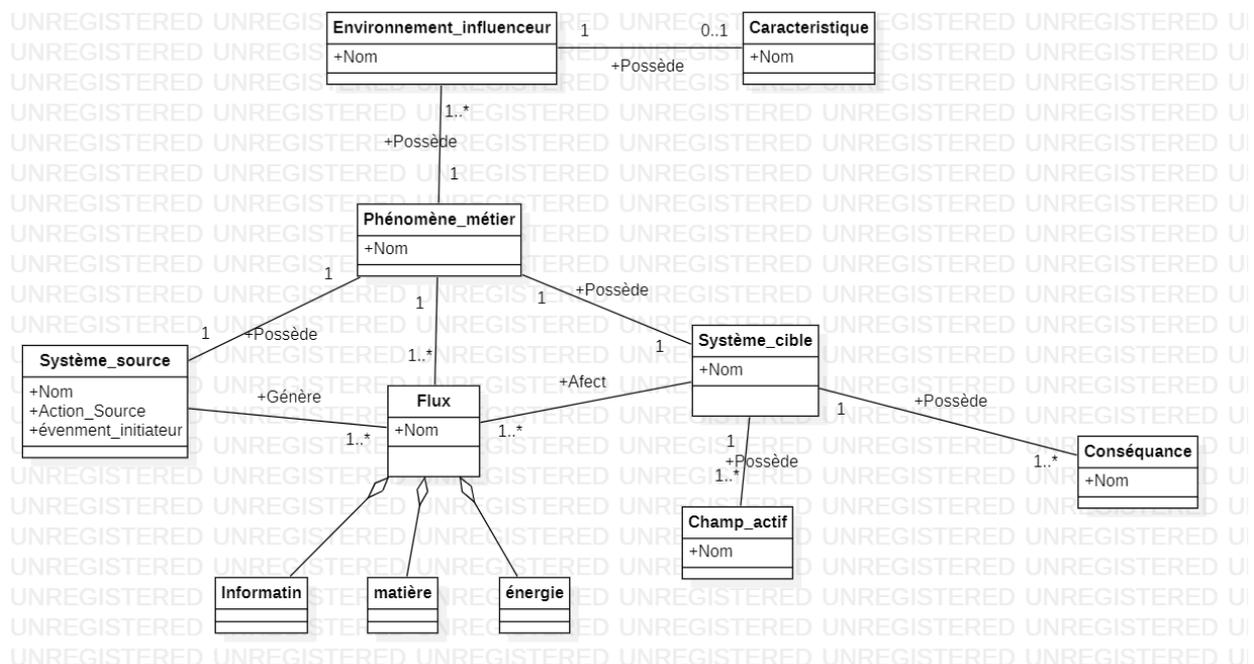


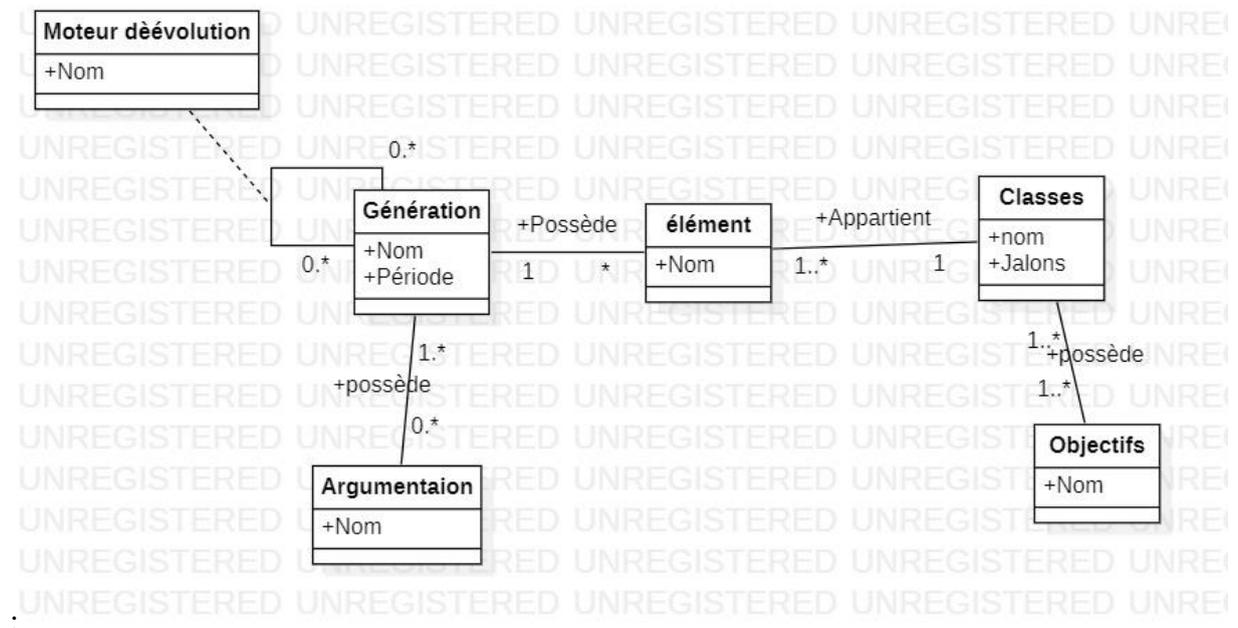
Figure 18: Diagramme de classes du modèle de Phénomène.

La figure 23 représente une conceptualisation du modèle de phénomène par un diagramme de classes UML. Ce dernier décrit les différents concepts du modèle avec leur attributs sous forme classes et de relation entre les classes. Par exemple, la classe Système source, Flux généré par le phénomène source, l’environnement influenceur dans le quelle se déroule le phénomène, le système cible et les conséquences. Nous reprenons dans le tableau ci-dessous l’ensemble de ces concepts et leurs relations.

Concept1	Concept2	Relation
Phénomène métier	Environnement influenceur	Possède
Phénomène métier	Système source	Possède
Phénomène métier	Flux	Possède
Phénomène métier	Système cible	Possède
Système source	Flux	Génère
Flux	Système cible	Affect
Environnement influenceur	Caractéristique	Possède
Système cible	Champ actif	Possède
Système cible	Conséquence	Possède

**Tableau 9** : Concepts et relations du modèle de Phénomène

## 1.2 Le modèle Historique



**Figure 19:** Diagramme de classes du modèle historique.

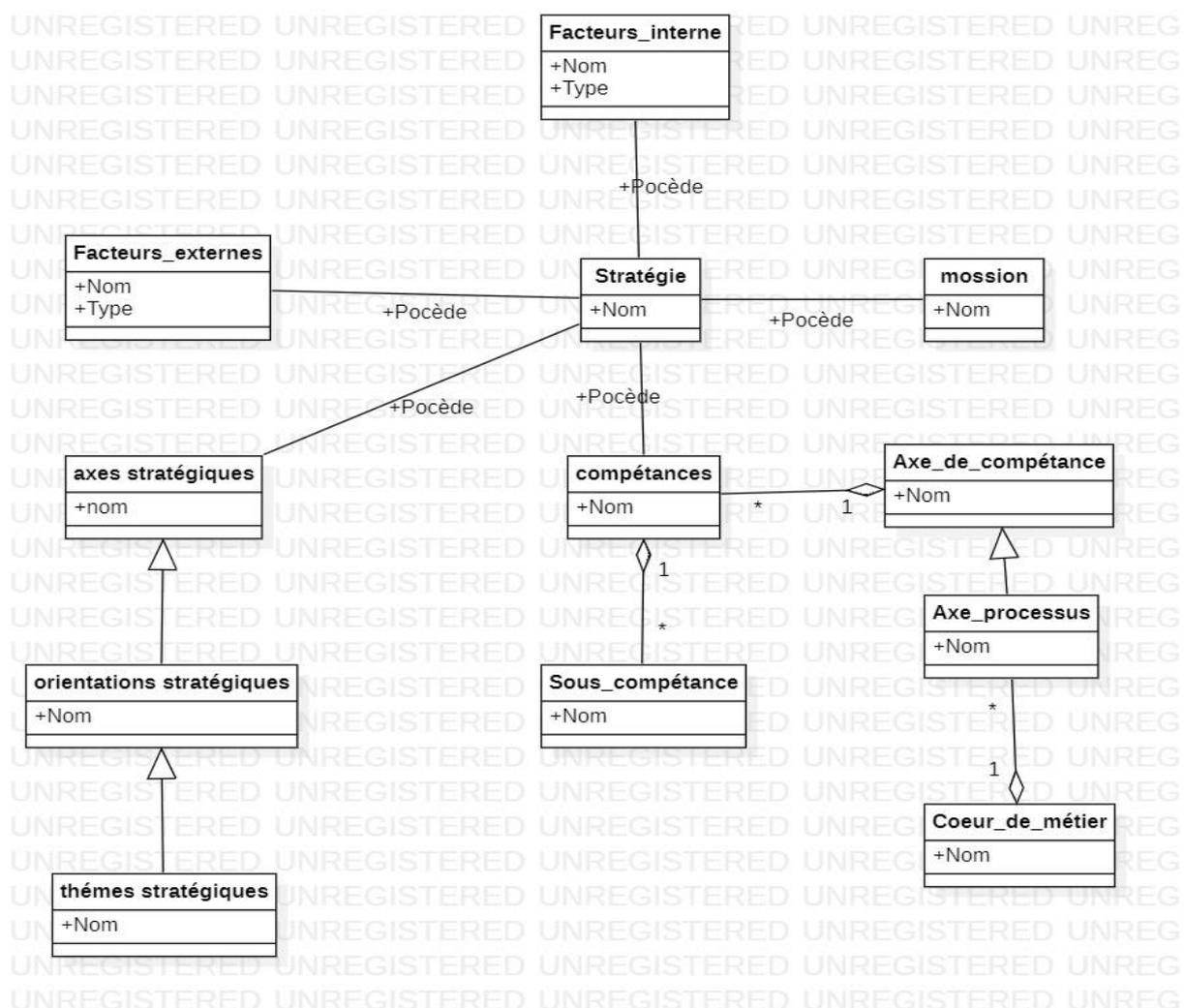
La figure 24 représente une conceptualisation du modèle historique par un diagramme de classes UML. Ce dernier décrit les différents concepts du modèle avec leur attributs sous forme classes UML. Ce dernier décrit les différents concepts du modèle avec leur attributs sous forme classes UML.

classes et de relation entre les classes. Le diagramme inclut les classes décrivant une Génération qui possède un nom et une période, les éléments de cette génération, son moteur d'évolution et les arguments de chaque génération. Le tableau ci-dessous représente les concepts du modèles historique et les relations entre eux.

Concept1	Concept2	Relation
Génération	Moteur d'évolution	Possède
Génération	Élément	Possède
Génération	Argumentation	Possède
Élément	Classes	Appartient
Classes	Objectifs	Génère

**Tableau 10 :** Concepts et relations du modèle historique

### 1.3 Le modèle Stratégique



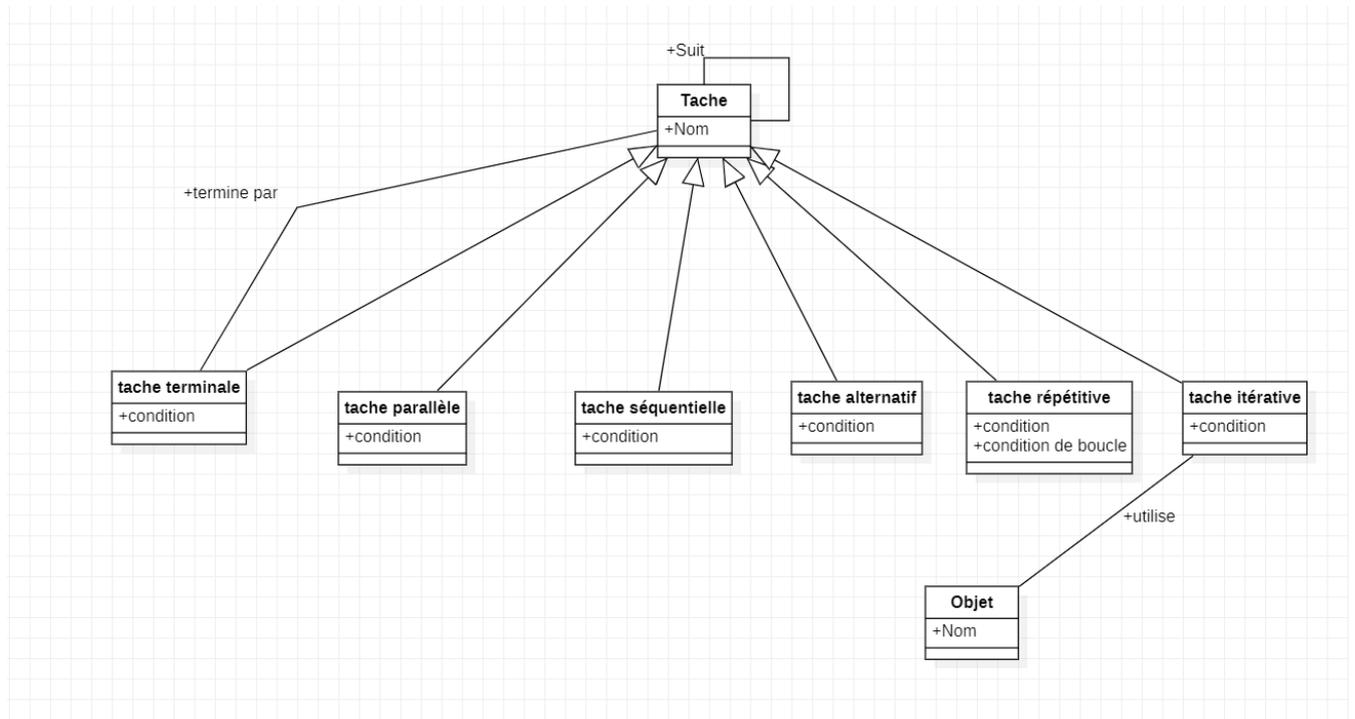
**Figure 20:** Diagramme de classes du modèle stratégique.

La figure 25 représente une conceptualisation du modèle stratégique par un digramme de classes. Le modèle décrit les classes relatives aux facteurs internes et externes qui interviennent dans chaque stratégie, les missions de la stratégie, les compétences et les axes stratégique. Le tableau suivant représente les concepts du modèle stratégique et les relations entre eux.

Concept1	Concept2	Relation
Stratégie	Facteurs interne	Possède
Stratégie	Facteurs externes	Possède
Stratégie	Axes stratégiques	Possède
Stratégie	Compétences	Possède
Stratégie	Mission	Possède
Axe de compétence	Compétences	Composition
Compétences	Sous compétence	Composition
Axes stratégiques	Orientations stratégiques	Généralisation
Thèmes stratégiques	Axes stratégiques	Généralisation
Axe de compétence	Axe processus	Généralisation
Cœur de métier	Axe processus	Composition

**Tableau 7:** Concepts et relations du modèle stratégique

### 1.4Le modèle de Tache



**Figure 21 :** Diagramme de classes du modèle de tâches

La figure 26 représente une conceptualisation du modèle de tâche par un diagramme de classes UML. Le modèle décrit les différents types de tâche avec leurs attributs. Le tableau ci-dessus représente les différentes relations entre les concepts du modèle de tâche.

Concept1	Concept2	Relation
Tache	Tache itérative	Généralisation
Tache	Tache répétitive	Généralisation
Tache	Tache alternatif	Généralisation
Tache	Tache séquentielle	Généralisation
Tache	Tache parallèle	Généralisation
Tache	Tache terminale	Généralisation
Tache	Tache	Suit
Tache	Tache terminale	Termine par
Tache itérative	Objet	Utilise

**Tableau 8:** Concepts et relations du modèle de tâches

## 2) Représentation des connaissances :

Pour échanger, transmettre ou traiter des connaissances, il est nécessaire de pouvoir les représenter sur un support externe à notre cerveau, sous une forme transmissible ou traitable en utilisant un langage formel.

Nous avons choisi de représenter les différents modèles utilisés pour la modélisation des connaissances par des ontologies. La construction d'une ontologie nécessite l'utilisation d'un processus permettant de passer des données brutes à l'ontologie. Dans notre cas, les ontologies ont été construites sur la base des modèles de connaissances présentés précédemment. Le système proposé pour la formalisation des connaissances inclut donc un certain nombre d'ontologies. Comme langage ontologique, nous avons choisi le langage OWL.

## 3) Stockage des connaissances :

Après avoir formaliser les connaissances viendra l'étape du stockage qui a pour finalité la construction d'un entrepôt de connaissances.

Notre objectif est de proposer un système de formalisation des connaissances d'une entreprise dans un environnement Cloud Computing. Il est clair que ce dernier, dans le processus de formalisation des connaissances, il intervient dans l'étape de stockage des connaissances. Nous abordons dans ce qui suit l'utilisation du Cloud Computing pour la formalisation des connaissances notamment le stockage des connaissances.

## **5. Utilisation du Cloud Computing dans le processus de formalisation des connaissances**

Notre projet se focalise sur le processus de formalisation des connaissances pour la gestion des connaissances d'une entreprise. Précédemment, nous avons défini ce processus par trois étapes : modélisation des connaissances, représentation des connaissances et stockage des connaissances. A partir de cette définition, il est clair que le Cloud peut intervenir dans le stockage des connaissances permettant ainsi la constitution d'un entrepôt de connaissances dans un environnement Cloud dont la finalité est la préservation des connaissances.

La connaissance, bien qu'elle ne soit pas tangible, est un actif qui a aussi son importance parmi les éléments de valeur que possèdent les entreprises. C'est pour cela que, les entreprises doivent protéger leurs connaissances et leurs données et établir une culture claire en matière de connaissance, afin que leurs employés sachent clairement ce qui peut et ne peut pas être fait. Toute information ayant une valeur économique et stratégique faisant partie du capital immatériel d'une entreprise et justifiant ainsi un traitement particulier.[34]

Par conséquent, les informations de gestion, les itinéraires de gestion, les stratégies d'entreprise ou les accords internes sont des données précieuses qui ne doivent pas quitter l'environnement de l'entreprise. Même si ces informations ne sont a priori pas très pertinentes, elles peuvent aider les concurrents à comprendre le fonctionnement de l'entreprise et à trouver ses faiblesses [34].

Ainsi, pour la préservation des connaissances d'une entreprise une fois modélisées et représentées formellement, dans un entrepôt de connaissances Cloud, il est nécessaire de choisir le modèle de déploiement le plus adéquat. Ce dernier diffère selon le type de connaissances qu'on cherche à préserver. En ce qui concerne le type de service Cloud à utiliser, il est clair qu'il s'agit de service de type IaaS qui offre entre autres des espaces et capacité de stockages aux utilisateurs Cloud.

Dans le processus de formalisation, la modélisation se base sur les différents modèles de connaissances présentés dans le chapitre 3. Chaque modèle permet de modéliser un type de connaissances. On distingue alors des connaissances relatives aux phénomènes métier, aux activités métiers, au domaine de l'entreprise, des connaissances stratégiques... Chaque type de connaissances, peut inclure des connaissances sensibles et précieuses à l'entreprise telles que les connaissances stratégiques et d'autres d'ordre publiques ou communes et partagées avec ses partenaires et collaborateurs telles que des connaissances de domaine. Nous proposons ainsi pour les connaissances sensibles, un modèle de déploiement privé et pour les autres connaissances, un

modèle de déploiement public ou communautaire. Nous synthétisons ainsi dans le tableau ci-dessous, les types de services Cloud et modes de déploiements pour chaque modèle de connaissances et donc finalement pour les différents types de connaissances se trouvant dans l'entreprise.

<b>Modèles de connaissances</b>	<b>Type de service cloud</b>	<b>Mode de déploiement</b>
<b>Modèle de Phénomène métier</b>	Infrastructure en tant que service	Cloud privé, Cloud communautaire
<b>Modèle d'Activité</b>	Infrastructure en tant que service	Cloud privé, Cloud communautaire
<b>Modèle Historique</b>	Infrastructure en tant que service	Cloud privé, Cloud communautaire
<b>Modèle de Tache</b>	Infrastructure en tant que service	Cloud privé, Cloud communautaire
<b>Modèle de domaine</b>	Infrastructure en tant que service	Cloud public, Cloud communautaire, Cloud privé
<b>Modèle Stratégique</b>	Infrastructure en tant que service	Cloud privé

**Tableau 9:** Type de service cloud et Mode de déploiement associés à chaque Modèle de connaissances.

## **6. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons présenté la conception, de notre système proposé pour la formalisation de connaissances d'une entreprise. Le système proposé permet de supporter la mise en œuvre du processus de formalisation des connaissances cruciales d'une entreprise, dans un environnement Cloud Computing. Nous avons ainsi, présenté notre définition (en termes d'étapes) proposée pour le processus de formalisation des connaissances et aborder l'utilisation du Cloud dans le cadre du processus ainsi défini. Le système se base sur des modèles de connaissances pour la modélisation des connaissances représentés par des ontologies. Nous avons présenté dans ce chapitre les modèles conceptuels des différentes ontologies par des digrammes de classes UML. Nous avons aussi présenté les principaux acteurs qui interviennent dans notre système ainsi que ses principales fonctionnalités à l'aide d'un digramme UML des cas d'utilisation.

# Chapitre 6

## Implémentation et Tests

### 1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous présentons la mise en œuvre de notre système proposé pour la formalisation des connaissances. Ce dernier met en œuvre les différentes étapes du processus de formalisation que nous avons proposé. Pour la validation, le système est testé en formalisant des connaissances acquises via le processus d'acquisition de connaissances réalisé dans [67]. Nous présentons l'architecture de notre système ainsi que les outils et langages utilisés pour sa mise en œuvre.

### 2. Architecture du système proposé pour la formalisation des connaissances cruciales d'une entreprise :

La figure ci-dessous, présente l'architecture de notre système.

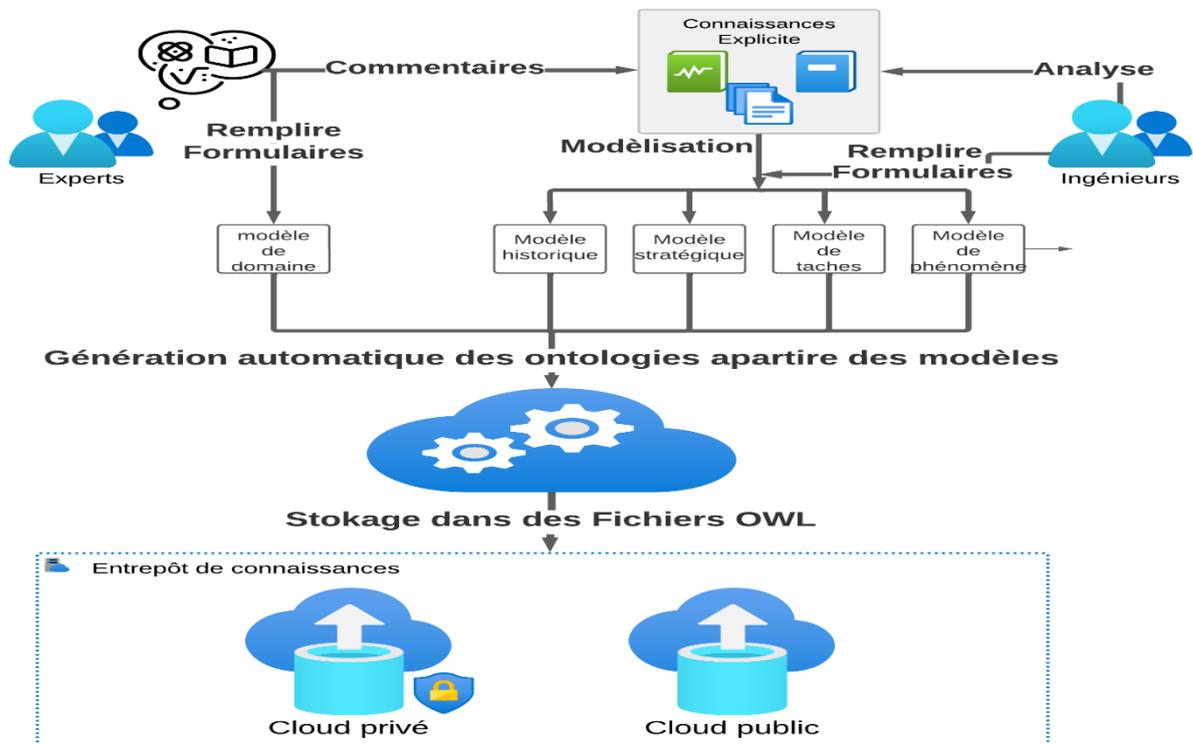


Figure 22: L'architecture du système.

Notre système propose deux types de formalisation, la formalisation des connaissances tacites et la formalisation des connaissances explicites. La formalisation de connaissances explicites est réalisée par un expert de domaine qui remplit le formulaire du modèle de domaine. La formalisation des connaissances explicites est réalisée par un expert qui ajoute des commentaires aux éléments de connaissances (documents, images, tableaux) et par un ingénieur de connaissances qui choisit un modèle de connaissances (modèle de phénomène, modèle de tâche, modèle stratégique...) en tenant compte des commentaires d'expert. L'ingénieur remplit le(s) formulaire(s) associé(s) au(x) modèle(s) choisi(s). Notre système instancie les ontologies relatives aux différents modèles de connaissances utilisés, en utilisant les informations transcrites dans les formulaires remplis par un ingénieur et expert. Les ontologies ont été formalisées avec le langage OWL et sont hébergées dans un serveur cloud.

### **3. Les technologies utilisées :**

#### **3.1 L'éditeur de code :**

Pour le développement de notre système, nous avons utilisé l'éditeur de **Microsoft Visual Studio Code**. C'est un éditeur de code source léger mais puissant qui s'exécute sur votre bureau et est disponible pour Windows, macOS et Linux. Il est livré avec un support intégré pour JavaScript, TypeScript et Node.js et dispose d'un riche écosystème d'extensions pour d'autres langages et runtimes (tels que C++, C#, Java, Python, PHP, Go, .NET).[47]

#### **3.2 L'éditeur de graphes :**

**Graphviz** est un logiciel de visualisation de graphiques open source. La visualisation des graphiques est une façon de représenter l'information structurelle sous forme de diagrammes de graphiques abstraits et de réseaux. Il a d'importantes applications dans les domaines de la mise en réseau, de la bioinformatique, du génie logiciel, de la conception de bases de données et de sites Web, de l'apprentissage automatique et des interfaces visuelles pour d'autres domaines techniques. [48]

#### **3.3 Langage utilisé :**

- **CSS, HTML, Javascript :**

- **HTML** est au cœur de chaque page Web, quelle que soit la complexité d'un site ou le nombre de technologies impliquées. C'est une compétence essentielle pour tout professionnel du web.

C'est le point de départ pour quiconque apprend à créer du contenu pour le Web. Et, heureusement pour nous, c'est étonnamment facile à apprendre.

- **CSS (stands for Cascading Style Sheets)** signifie feuilles de style en cascade. Ce langage de programmation dicte comment les éléments HTML d'un site Web doivent réellement apparaître sur le frontend de la page.

- **JavaScript** est un langage plus compliqué que HTML ou CSS, et il n'a été publié sous forme bêta qu'en 1995. De nos jours, JavaScript est pris en charge par tous les navigateurs Web modernes et est utilisé sur presque tous les sites Web pour des fonctionnalités plus puissantes et complexes.

- **Python :**

Python est un langage de programmation interprété, orienté objet de haut niveau avec une sémantique dynamique. Ses structures de données intégrées de haut niveau, combinées au typage dynamique et à la liaison dynamique, le rendent très attrayant pour le développement rapide d'applications, ainsi que pour une utilisation en tant que langage de script ou de collage pour connecter des composants existants entre eux. La syntaxe simple et facile à apprendre de Python met l'accent sur la lisibilité et réduit donc le coût de maintenance du programme. Python prend en charge les modules et les packages, ce qui encourage la modularité du programme et la réutilisation du code. L'interpréteur Python et la vaste bibliothèque standard sont disponibles gratuitement sous forme source ou binaire pour toutes les principales plates-formes et peuvent être librement distribués. [49]

Souvent, les programmeurs tombent amoureux de Python en raison de la productivité accrue qu'il offre. Puisqu'il n'y a pas d'étape de compilation, le cycle édition-test-débugage est incroyablement rapide. Le débogage des programmes Python est simple : un bogue ou une mauvaise entrée ne causera jamais de défaut de segmentation. Au lieu de cela, lorsque l'interpréteur découvre une erreur, il lève une exception. Lorsque le programme n'attrape pas l'exception, l'interpréteur imprime une trace de pile. Un débogueur au niveau source permet d'inspecter les variables locales et globales, d'évaluer des expressions arbitraires, de définir des points d'arrêt, de parcourir le code ligne par ligne, etc. Le débogueur est écrit en Python lui-même, témoignant du pouvoir introspectif de Python. D'un autre côté, la façon la plus rapide de déboguer un programme est souvent d'ajouter quelques instructions d'impression à la source : le cycle rapide édition-test-débugage rend cette approche simple très efficace. [49]

- **SQL :**

Le **SQL** (Structured Query Language) est un langage permettant de communiquer avec une base de données. Ce langage informatique est notamment très utilisé par les développeurs web pour communiquer avec les données d'un site web. SQL.sh recense des cours de SQL et des explications sur les principales commandes pour lire, insérer, modifier et supprimer des données dans une base. [50]

### 3.4 Les Framework :

- **Django** est un Framework web Python de haut niveau qui encourage un développement rapide et une conception propre et pragmatique. Construit par des développeurs expérimentés, il prend soin d'une grande partie des tracas du développement web, de sorte que vous pouvez vous concentrer sur l'écriture de votre application sans avoir à réinventer la roue. [51]

### 3.5 Les bibliothèques :

- **jQuery** est une bibliothèque JavaScript rapide, petite et riche en fonctionnalités. Il rend des choses comme la traversée et la manipulation de documents HTML, la gestion d'événements, l'animation et Ajax beaucoup plus simple avec une API facile à utiliser qui fonctionne sur une multitude de navigateurs. Avec une combinaison de polyvalence et d'extensibilité, jQuery a changé la façon dont des millions de personnes écrivent JavaScript. [52]
- **SQLite** est une bibliothèque en langage C qui implémente un petit moteur de base de données SQL rapide, autonome, fiable et complet. SQLite est le moteur de base de données le plus utilisé au monde. SQLite est intégré dans tous les téléphones mobiles et la plupart des ordinateurs et est livré à l'intérieur d'innombrables autres applications que les gens utilisent chaque jour. [53]
- **Pandas** est un outil d'analyse et de manipulation de données open source rapide, puissant, flexible et facile à utiliser, construit sur le langage de programmation Python. Elle propose en particulier des structures de données et des opérations de manipulation de tableaux numériques et de séries temporelles. [54]

- **RDFlib** est un paquet Python pur pour travailler avec RDF. Il contient [55] :

- Analyseurs et sérialisateurs :

Pour RDF/XML, N3, NTriples, N-Quads, Turtle, TriX, JSON-LD, HexTuples, RDFa et microdonnées.

- Implémentations magasins :

Les mémoires des magasins persistants sur disque, utilisant des bases de données telles que BerkeleyDB.

Endpoints SPARQL distants.

- Interface graphique :

À un seul graphique ou à plusieurs graphiques nommés dans un ensemble de données.

Mise en œuvre de SPARQL 1.1 :

Les requêtes et les mises à jour sont prises en charge.

- **Owlready2** est un paquet pour la programmation orientée ontologie en Python. Il peut charger les ontologies OWL 2.0 en tant qu'objets Python, les modifier, les enregistrer et effectuer un raisonnement via HermiT (inclus). Owlready2 permet un accès transparent aux ontologies OWL (contrairement à l'API Java habituelle).

Owlready version 2 comprend un triplestore / quadstore optimisé, basé sur SQLite3. Ce quadstore est optimisé à la fois pour la performance et la consommation de mémoire. Contrairement à la version 1, Owlready2 peut faire face aux grandes ontologies. Owlready2 peut également accéder à UMLS et à la terminologie médicale (en utilisant le sous-module intégré PyMedTermino2). [56]

#### 4 Mise en œuvre des ontologies

La figure 27 représente le code de création des ontologies initiale on utilisent le langage OWL

```

from owlready2 import *
def ajouter_ontologie_phenomene(request):
    if 'phenomene' in request.POST:
        ontologie_phenomene = get_ontology("file://apps/connaissance/static/ontologie-data/ontologie_phenomene_metier.owl").load()
    #Classes
    with ontologie_phenomene:
        class Evenement_influenceur(Thing): pass
        class Flux(Thing): pass
        class Phenomene_metier(Thing): pass
        class System_cible(Thing): pass
        class System_source(Thing): pass
    #ObjectProperty
    class affecte(Flux >> System_cible): pass
    class genere(ObjectProperty):
        domain = [System_source]
        range = [Flux]
    class possede(ObjectProperty):
        domain = [Phenomene_metier]
        range = [System_source, Evenement_influenceur, Flux, System_cible]

```

```

#DatatypeProperty
class action_system_source(System_source >> str): pass
class nom_evenement_initiateur(System_source >> str): pass
class nom_caracteristique(Evenement_influenceur >> str): pass
class nom_champ_actif(System_cible >> str): pass
class nom_consequence(System_cible >> str): pass
class nom_evenement_influenceur(Evenement_influenceur >> str): pass
class nom_flux(Flux >> str): pass
class type_flux(Flux >> str): pass
class nom_phenomene(Phenomene_metier >> str): pass
class nom_system_cible(System_cible >> str): pass
class nom_system_source(System_source >> str): pass
class type_de_partage(Phenomene_metier >> str): pass

```

Figure 23: Interface Visual Studio Code qui montre la création d'ontologie

L'alimentation d'une ontologie, consiste à l'ajout des nouveaux concepts, on se basons sur les connaissances déjà acquises et sur les modèles de connaissance, on instancier des ontologies à partir de l'ontologie initiale. Les nouveaux concepts et relation sont extrait après l'interprétation des connaissances par l'ingénieur de connaissances. La figure ci-dessus représente le code utilisé pour l'instanciation des ontologies a-partir des modèles.

```

nom_phenomene = request.POST['nom_phenomene']
nom_system_source = request.POST['nom_system_source']
nom_system_cible = request.POST['nom_system_cible']
action_system_source = request.POST['action_system_source']
nom_evenement_initiateur = request.POST['nom_evenement_initiateur']
nom_flux = request.POST['nom_flux']
type_flux = request.POST['type_flux']
nom_evenement_influenceur = request.POST['nom_evenement_influenceur']
nom_caracteristique = request.POST['nom_caracteristique']
nom_system_cible = request.POST['nom_system_cible']
nom_champ_actif = request.POST['nom_champ_actif']
nom_consequence = request.POST['nom_consequence']
type_partage_phenomene = request.POST['type_partage_phenomene']
phenomene = Phenomene_metier(nom_phenomene)
system_source = System_source(nom_system_source)
evenement_influenceur = Evenement_influenceur(nom_evenement_influenceur)
system_cible = System_cible(nom_system_cible)
flux = Flux(nom_flux)
phenomene.nom_phenomene.append(nom_phenomene)
phenomene.type_de_partage.append(type_partage_phenomene)
phenomene.affecte = [evenement_influenceur, system_source, system_cible, evenement_influenceur]
system_source.nom_system_source.append(nom_system_source)
system_source.action_system_source.append(action_system_source)
system_source.nom_evenement_initiateur.append(nom_evenement_initiateur)
flux.nom_flux.append(nom_flux)
flux.type_flux.append(type_flux)
evenement_influenceur.nom_evenement_influenceur.append(nom_evenement_influenceur)
evenement_influenceur.nom_caracteristique.append(nom_caracteristique)
system_cible.nom_system_cible.append(nom_system_cible)
system_cible.nom_champ_actif.append(nom_champ_actif)
system_cible.nom_consequence.append(nom_consequence)
ontologie_phenomene.save()

```

Figure 24: Interface Visual Studio Code qui montre l'instanciation d'ontologie

#### 4.1 Représentation de l'ontologie :

Une ontologie peut s'exprimer selon plusieurs degrés de formalisation allant des définitions les plus informelles, en langage naturel, aux expressions écrites en un langage totalement ou partiellement formel et notre système les ontologies sont représenté en OWL. la figure 29 représente la visualisation des ontologies.

```

#Visualisation
g = rdflib.Graph()
g.parse("apps/connaissance/static/viz-onto/viz_phenomene.ttl")
query = """
SELECT ?phenomene
WHERE {
  ?phenomene a :Phenomene_Metier .
}"""
gres = g.query(query)
phenomenes = []
for row in gres:
    phenomene = str(row.phenomene).replace('http://dig.isi.edu/', '')
    phenomenes.append(phenomene)
nbr=len(phenomenes)
nbr = nbr + 1
nbr = str(nbr)
file = open("apps/connaissance/static/viz-onto/viz_phenomene.ttl", "a")
a = '\n:phenomene'+nbr+' a :Phenomene_Metier ;\n'
a += '\t' + ':nom ' + '''+nom_phenomene+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':possede ' + ':f, :ss, :sc, :ev ;\n' #flux --- f, system_source --- ss
a += '\t' + ':type_de_partage ' + '''+type_partage_phenomene+''' + ' .\n'
a += ':ss a :System_Source ;\n'
a += '\t' + ':nom ' + '''+nom_system_source+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':action_source ' + '''+action_system_source+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':evenement_initiateur ' + '''+nom_evenement_initiateur+''' + ' ;\n'#genere
a += '\t' + ':genere :f .\n'
a += ':f a :Flux ;\n'
a += '\t' + ':nom ' + '''+nom_flux+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':type ' + '''+type_flux+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':affecte :sc .\n'
a += ':sc a :System_Cible ;\n'#system_cible --- sc
a += '\t' + ':nom ' + '''+nom_system_cible+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':champ_actif ' + '''+nom_champ_actif+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':consquence ' + '''+nom_consequence+''' + ' .\n'
a += ':ev a :Evenement_influenceur ;\n'
a += '\t' + ':nom ' + '''+nom_evenement_influenceur+''' + ' ;\n'
a += '\t' + ':caracteristique ' + '''+nom_caracteristique+''' + ' .\n'
file.write(a)
file.close()
filewrite = open("phenomene"+nbr+".ttl", "w")
filewrite.write("@prefix : <http://dig.isi.edu/> .\n"+
"@prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#> .\n"+
"@prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#> .\n"+
"@prefix xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#> .\n\n")
filewrite.write(a)
filewrite.close()
os.system("python apps/visualisation/ontology_viz.py -o phenomene"+nbr+".dot phenomene"+nbr+
".ttl -o apps/connaissance/static/ontology-data/ontology_phenomene.ttl")
os.remove("phenomene"+nbr+".ttl")
os.system("dot -Tpng -o "+ "apps/connaissance/static/formalismes/phenomene/phenomene" +nbr+".png phenomene"+nbr+".dot")
os.remove("phenomene"+nbr+".dot")

```

Figure 25: Interface Visual Studio Code qui montre la visualisation des ontologies

## 5 Présentation et validation de notre système :

Dans ce qui suit nous présentons notre système via des captures écran. Pour la validation, nous avons testé notre système en formalisant des connaissances acquises via le processus d'acquisition de connaissances réalisé dans [67]. Dans ce projet, l'acquisition des connaissances tacites est basée sur les méthodes existantes d'acquisition de connaissances tacites et la modélisation de connaissances expertes. L'acquisition de connaissances explicites est basée sur le processus de découverte de connaissances à partir de données via des techniques de Data Mining. Le processus a été testé pour le cas du département OSS de l'entreprise Mobilis. Les connaissances acquises incluent des représentations statistiques et des clusters.

La page d'accueil est présentée dans la figure ci-dessous.

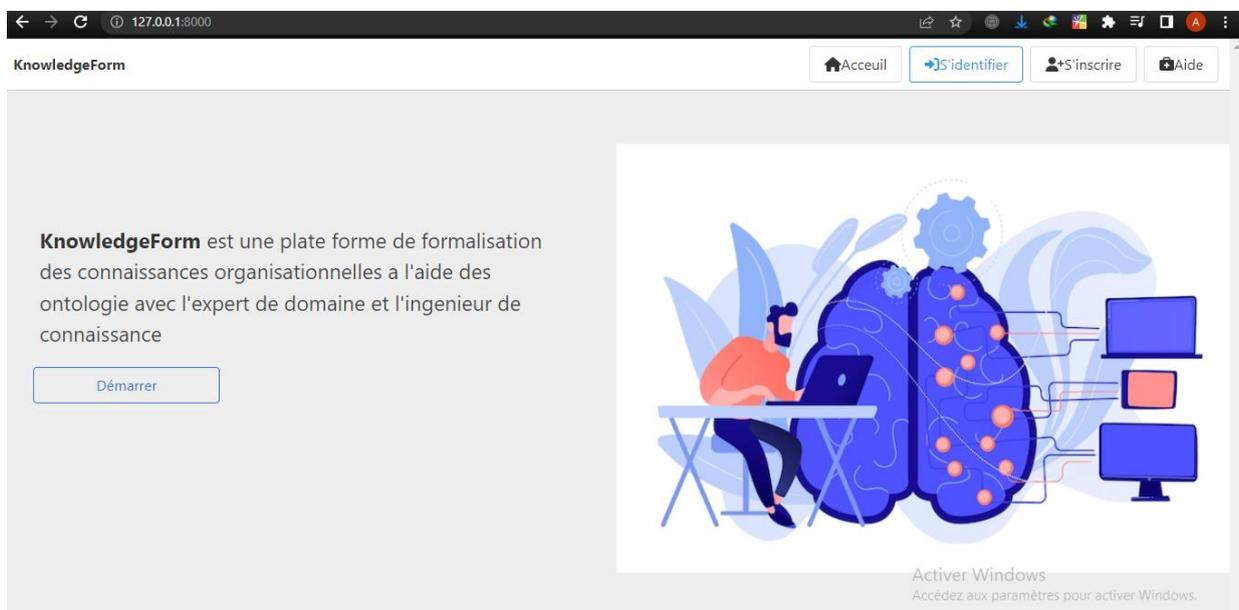


Figure 26 : page d'accueil de l'application

Pour commencer, nous présentons la page de l'administrateur (figure 31, 32 et 33).

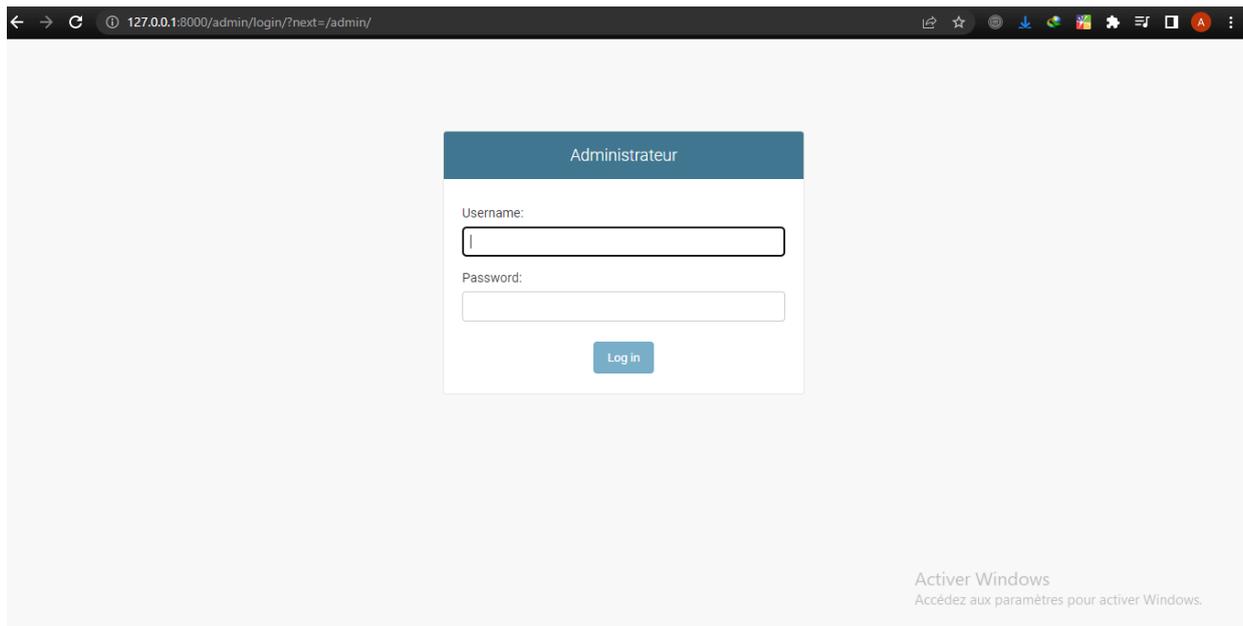


Figure 27: Page D'identification de l'administrateur

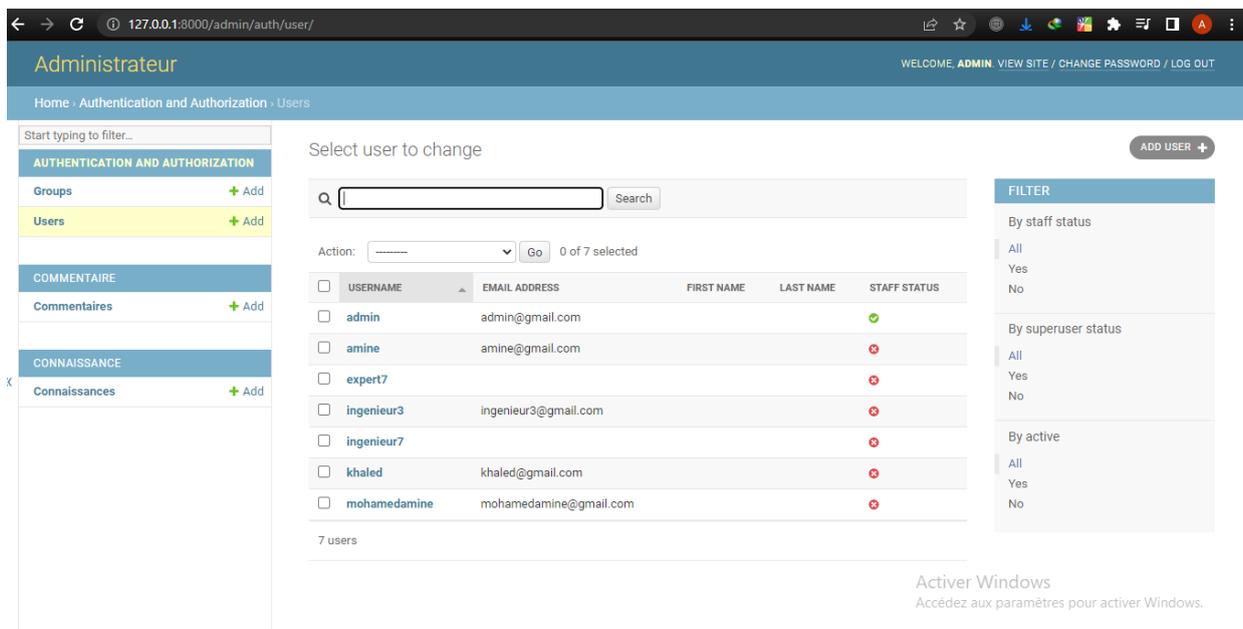


Figure 28: Page de gestion des utilisateurs

L'administrateur peut modifier les informations relatives aux utilisateurs.

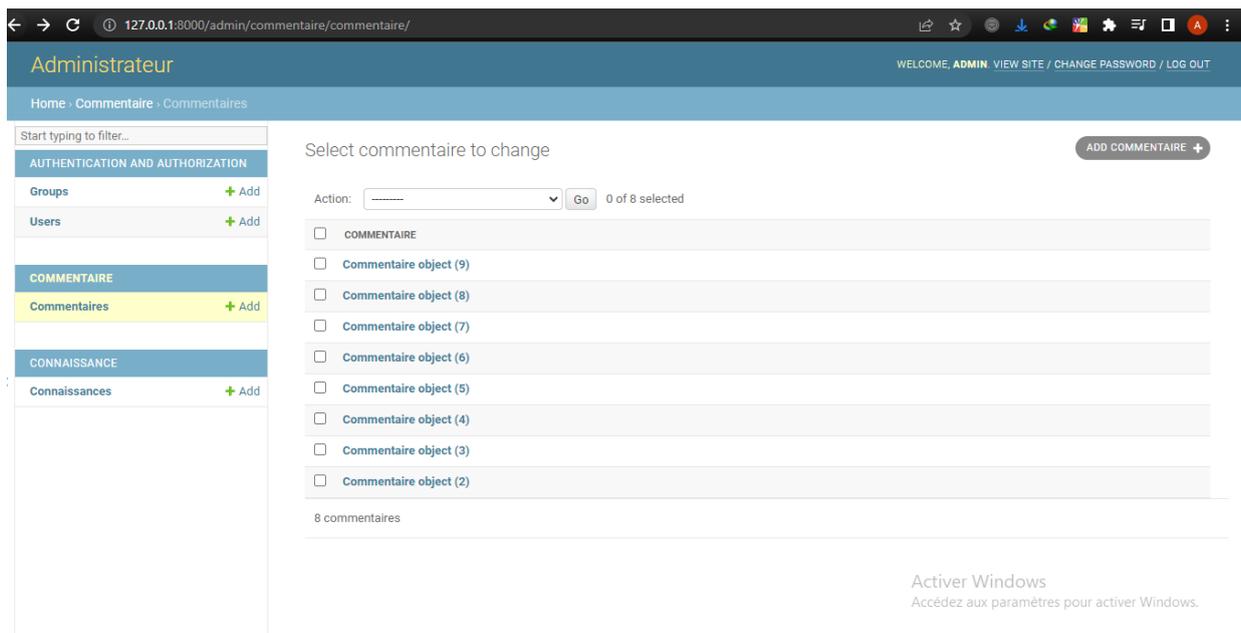


Figure 29: Page de gestion de commentaire

L'administrateur peut aussi consulter le commentaire fait par l'expert et les modifier

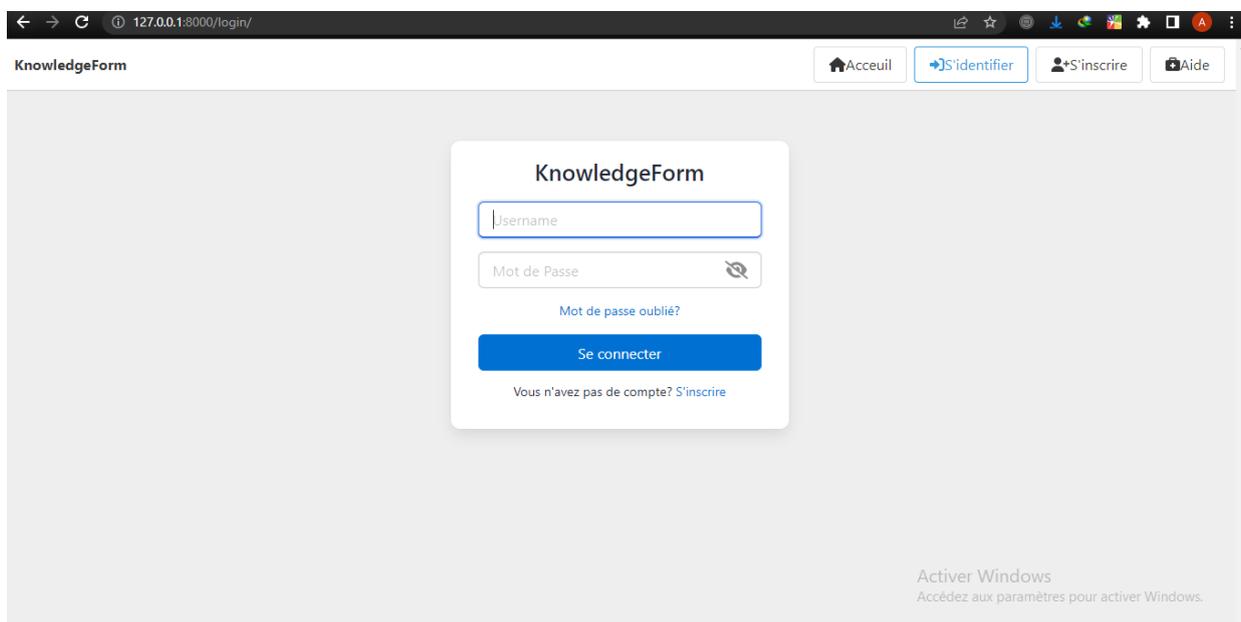


Figure 30: Page D'identification

Avant que l'utilisateur puisse accéder à notre plateforme il faut qu'il s'inscrive d'abord.

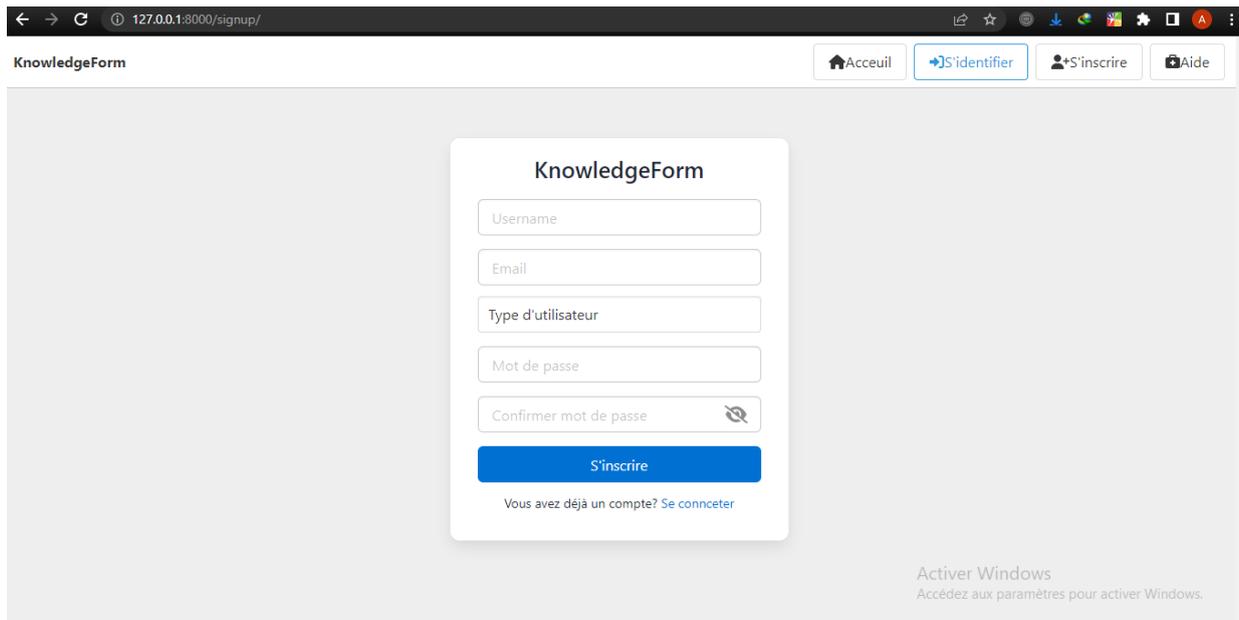


Figure 31 : Formulaire d'inscription

Nous avons deux types d'utilisateur : ingénierie de connaissances et expert. Chaque utilisateur possède une interface.

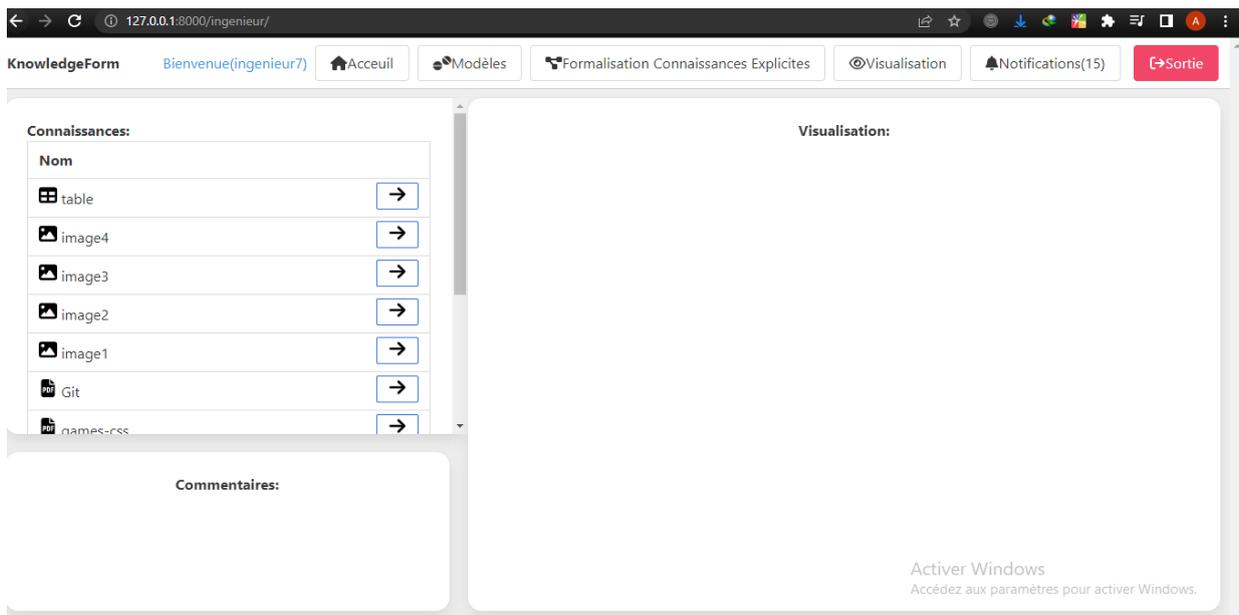


Figure 32: page d'accueil de l'expert

Une fois connecté à l'application, l'expert va à la page d'accueil où il aperçoit une liste de connaissances qu'il peut afficher et en ajouter des commentaires. Ces commentaires vont aider l'ingénierie de connaissances pour les formaliser par la suite.

KnowledgeForm Bienvenue(expert7) Accueil Formalisation Connaissances Tacites Visualisation Notifications(12) Sortie

### Model de Domaine

**Nom de Domaine**

**Nom de l'objet**

**Nom de l'attribut de l'objet**

**Type de l'attribut de l'objet**

**Nom de problem**

Activer Windows  
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

KnowledgeForm Bienvenue(expert7) Accueil Formalisation Connaissances Tacites Visualisation Notifications(12) Sortie

**Nom de problem**

**Status de problem**

**Nom d'attribut de probleme**

**Value d'attribut de probleme**

**Nom de role d'attribut de probleme**

**Permission de role d'attribut de probleme**

**Conclusion de role d'attribut de probleme**

Activer Windows  
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Figure 33: Formalisation des connaissances Tacite (modèle de domaine-problème)

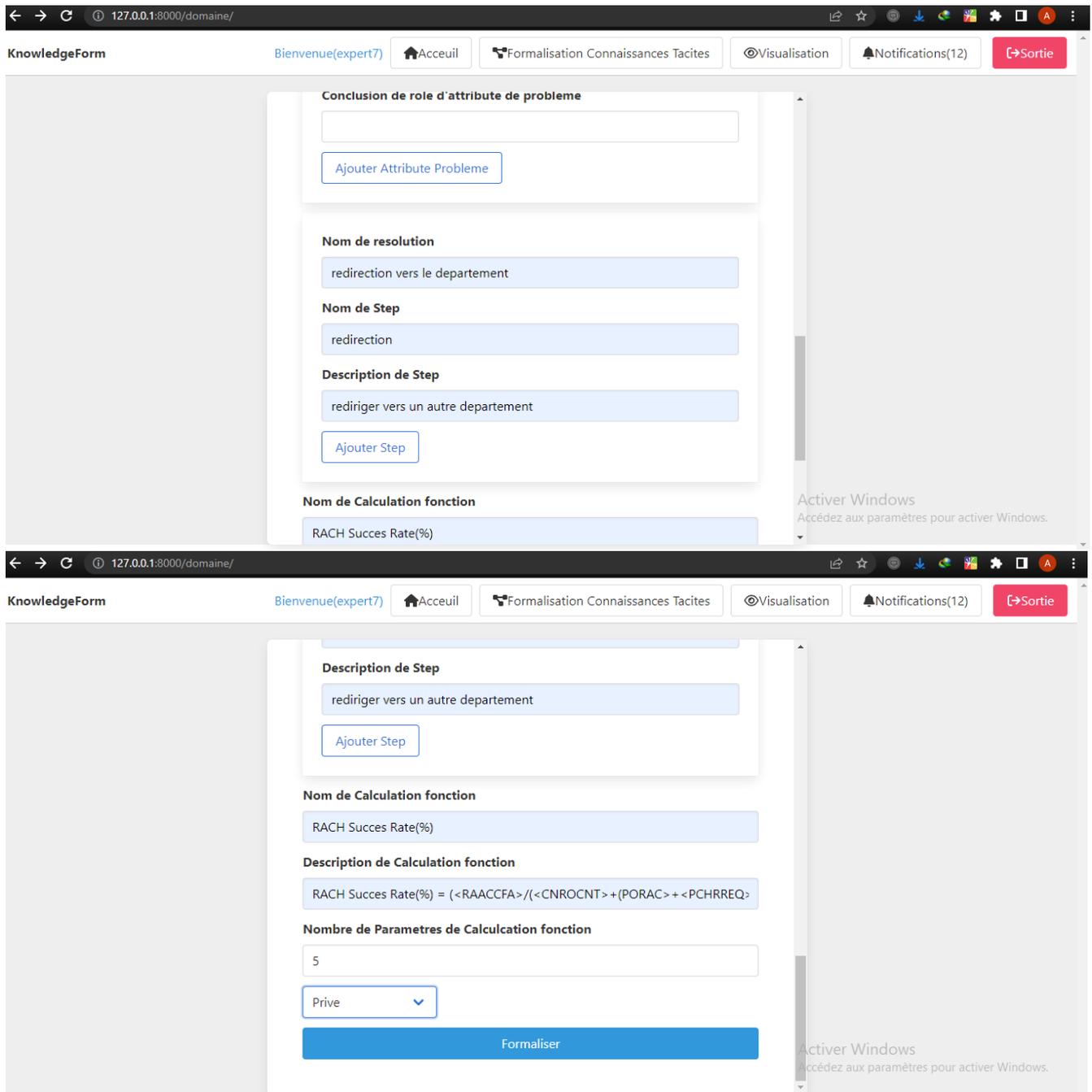


Figure 34: Formalisation des connaissances Tacite (modèle de domaine-résolution)  
 Dans cette page l'expert remplit un formulaire pour instancier une ontologie de domaine



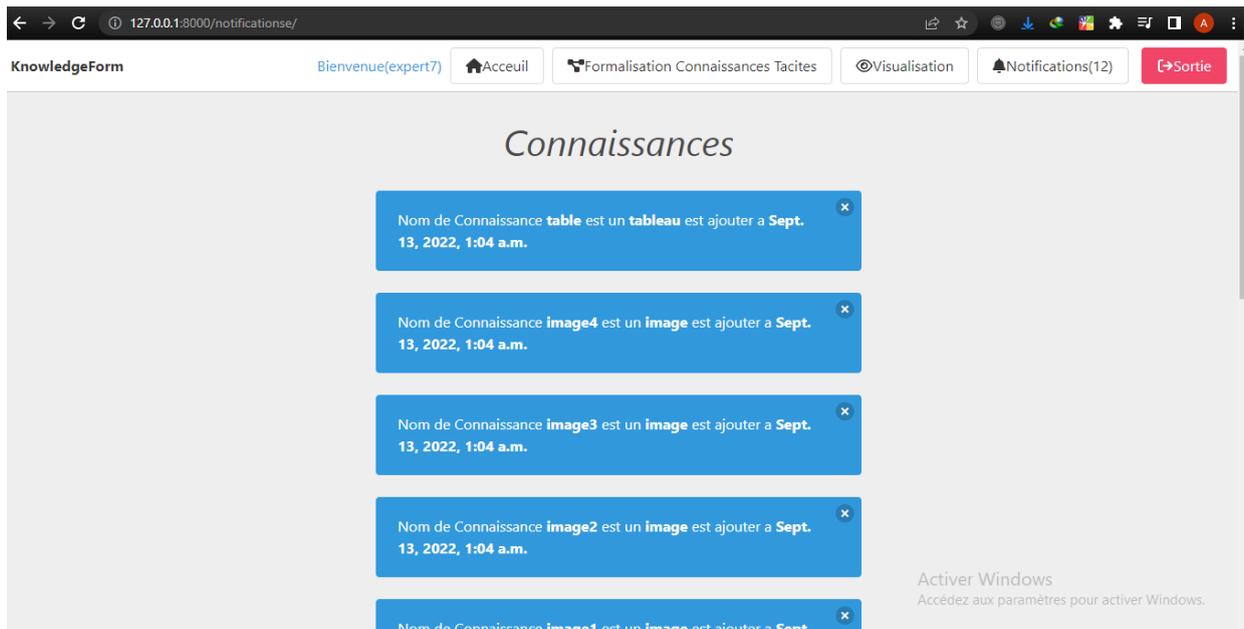


Figure 36: Notification de l'expert

Dans cette interface, l'expert reçoit des notifications quand une nouvelle connaissance est introduite dans le système.

- Le deuxième type d'utilisateur est l'ingénieur

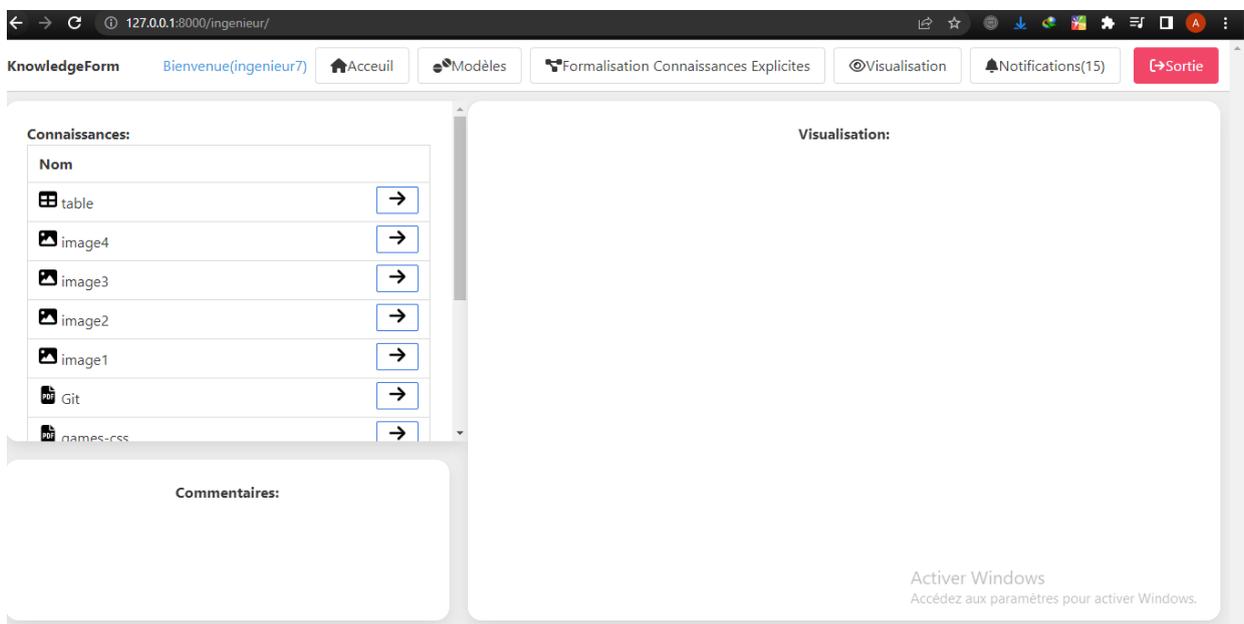


Figure 37: page d'accueil de l'ingénieur

Dans cette interface, l'ingénieur peut consulter les connaissances à formaliser et les commentaires introduits par l'expert.

KnowledgeForm Bienvenue(ingenieur7) Accueil Modèles Formalisation Connaissances Explicites Visualisation Notifications(15) [Sortie]

**Connaissances:**

Nom

- table →
- Image4 →
- Image3 →
- Image2 →
- Image1 →
- Git →
- names-css →

**Commentaires:**

Commentaire ajouter par expert7 pour connaissance table est cree a Aug. 15, 2022, 3:27 a.m. contenu test de commentaire ajouter par expert7 pour la connaissance table

**Visualisation:**

	Licence	70	1996	C
0	Licence	63	1997	C
1	Licence	63	1998	C
2	Licence	63	1999	C
3	Licence	64	2000	C
4	Licence	74	2001	C
5	Licence	87	2002	C
6	Licence	63	2003	C
7	Licence	52	2004	C
8	Licence	71	2005	C
9	Licence	57	2006	C
10	Licence	72	2007	C
11	Licence	67	2008	C
12	Licence	67	2009	C
13	Licence	74	2010	C
14	Licence	52	2011	C
15	Licence	66	2012	C
16	Licence	73	2013	C
17	Licence	74	2014	C
18	Licence	69	2015	C
19	Licence	65	2016	C

Activer Windows  
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Figure 38: visualisation des connaissances avec les commentaires

On a dans cette Figure un diagramme qui représente le phénomène de THC Drop Rate

KnowledgeForm Bienvenue(ingenieur7) Accueil Modèles Formalisation Connaissances Explicites Visualisation Notifications(14) [Sortie]

Modele Phenome Metier

Nom de Phenome Metier  
phenome THC

Nom de system source  
source dispositif a

Action de system source  
message a

Evenement Initiateur de system source  
BS

Nom de Flux  
CCCH

Type de Flux  
Information

**Visualisation:**

Activer Windows  
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Figure 39: Formalisation des connaissances Explicite (modèle de phénomène)

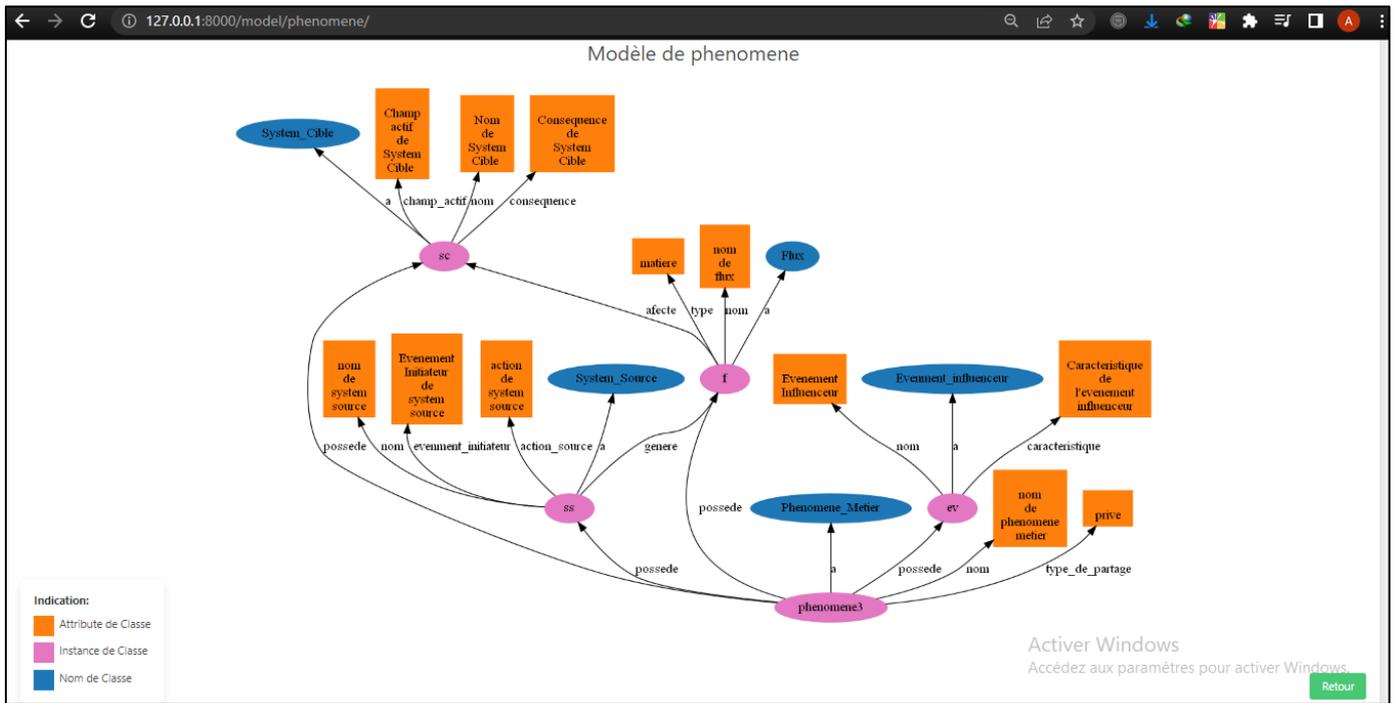


Figure 40:visualisation de l'ontologie de phénomène

Dans cette figure on aperçoit 5 colonnes de la Base de données 2G avec colonnes de règles.

KnowledgeForm Bienvenue(Ingenieur7) Accueil Modèles Formalisation Connaissances Explicites Visualisation Notifications(14) Sortie

Modele Historique

Nom de Generation: generation de reseau mobile 2G

Debut de Periode: 13/07/2008

Fin de Periode: 18/03/2010

Nom de l'argumentation de Generation:

Element de Generation: TASSALI

Classe de Element: HOVERCNT

**Visualisation:**

TASSALL	PDRAC	PCHRREQ	HOVERSUC	HOVERCNT
1392.0	4354.0	44.0	3087.0	3097.0
4258.0	17297.0	41.0	6123.0	6131.0
1666.0	5471.0	44.0	4036.0	4036.0
7814.0	31821.0	150.0	15087.0	15106.0
2938.0	24999.0	48.0	2981.0	2995.0

Activier Windows Accédez aux paramètres pour activer Windows.

KnowledgeForm Bienvenue(ingenieur7) Accueil Modèles Formalisation Connaissances Explicites Visualisation Notifications(14) Sortie

Fin de Periode: 18/03/2010

Nom de l'argumentation de Generation: [ ]

Element de Generation: TASSALI

Classe de Element: HOVERCNT

Objectif de Classe: ameliorer le debit

Type de partage: [v]

Formaliser

Visualisation:

TASSALL	PDRAC	PCHREQ	HOVERSUC	HOVERCNT
1392.0	4354.0	44.0	3087.0	3097.0
4258.0	17297.0	41.0	6123.0	6131.0
1666.0	5471.0	44.0	4036.0	4036.0
7814.0	31821.0	150.0	15087.0	15106.0
2938.0	24999.0	48.0	2981.0	2995.0

Activer Windows  
Accédez aux paramètres pour activer Windows.

Figure 41: Formalisation des connaissances Explicite (modèle historique)

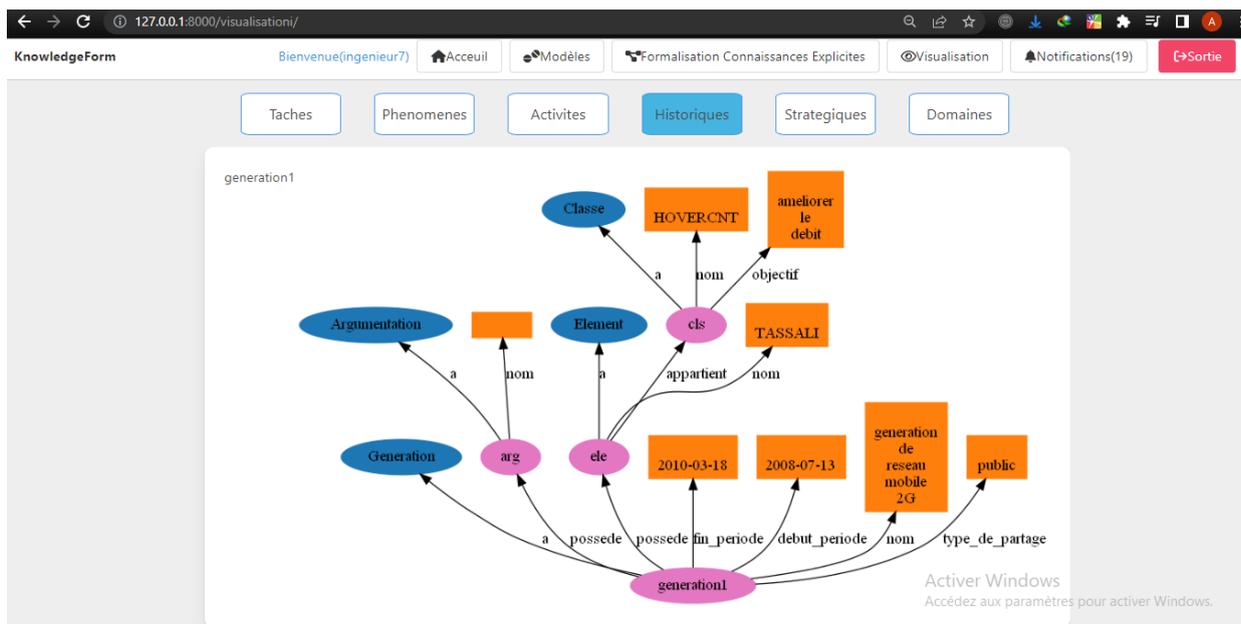


Figure 42 : Ontologie de modèle historique instanciée.

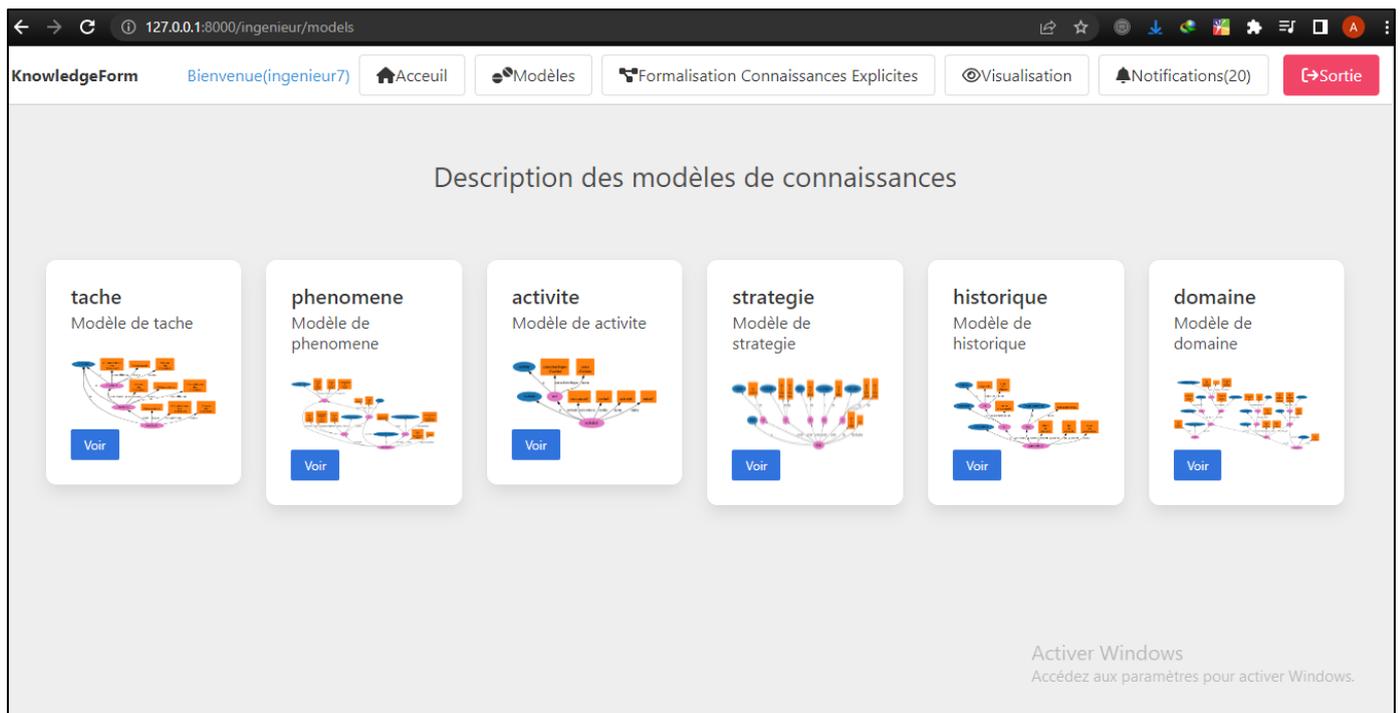


Figure 43: visualisation des autres ontologies

Dans cette interface l'ingénieur peut visualiser toutes les ontologies.

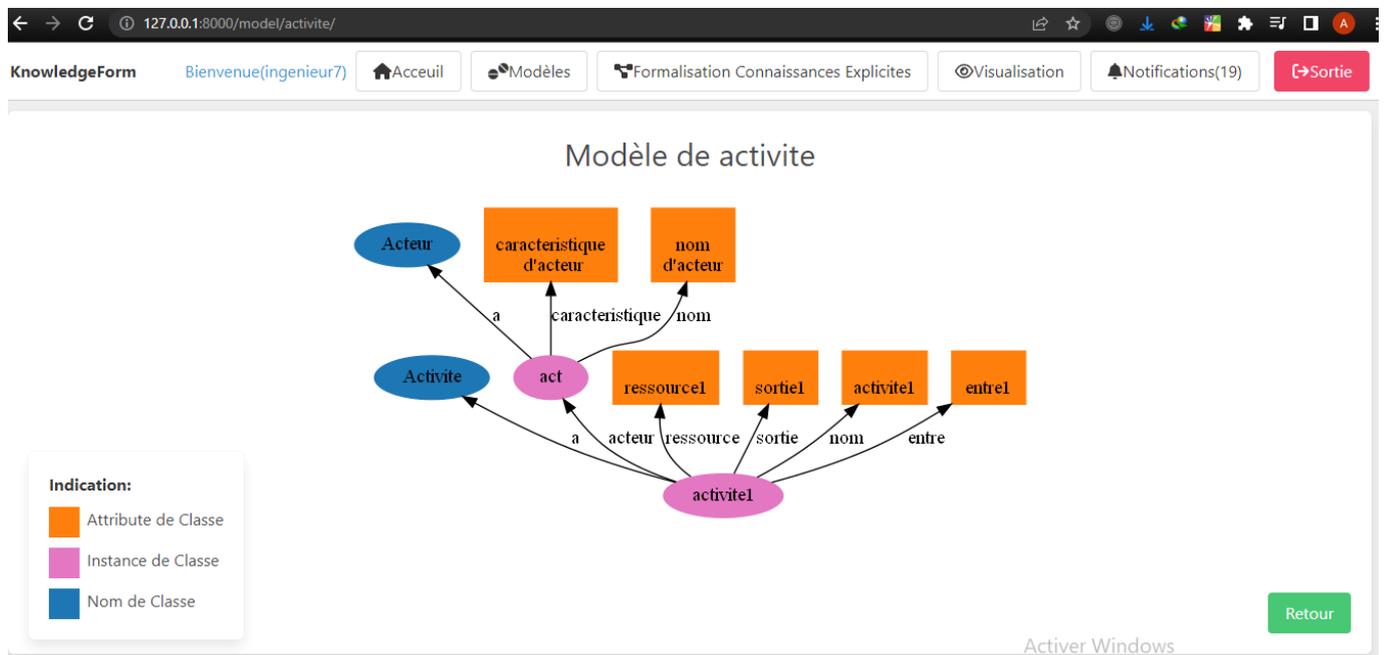


Figure 44 : ontologie de modèle d'activité

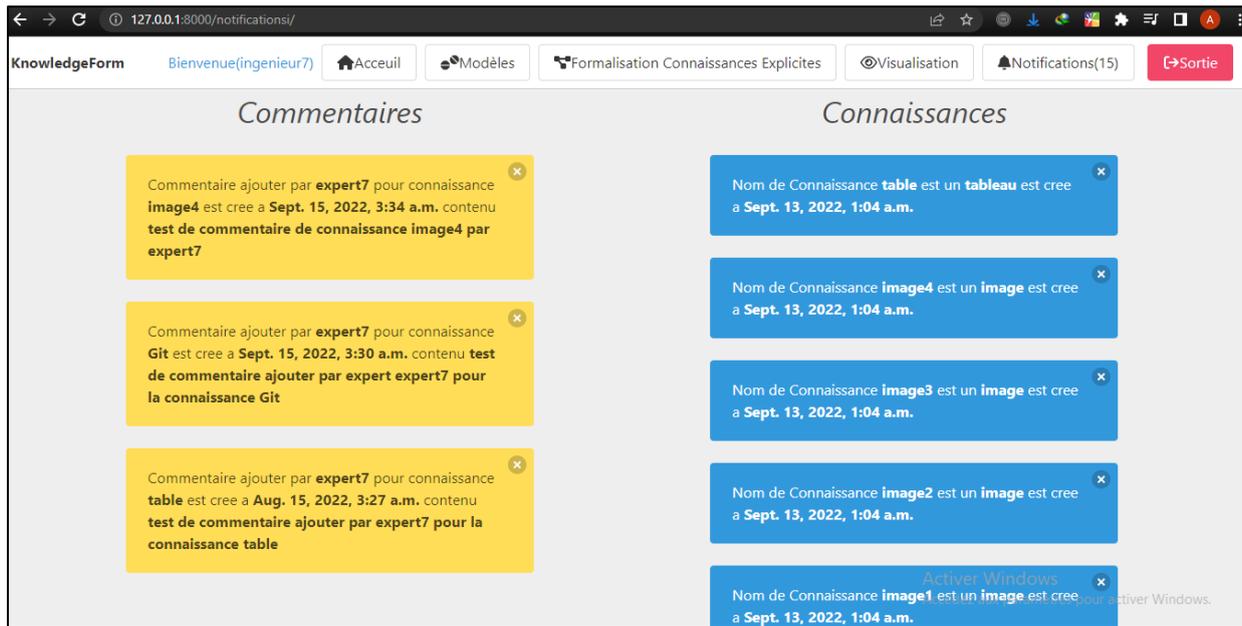


Figure 45 : liste des notifications des connaissances et des commentaires

## 6 Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté l'architecture de notre système proposé pour la formalisation de connaissances explicites et implicites d'une entreprise, décrivant les principaux éléments du système développé et leurs relations. Nous avons par la suite décrit les outils et langages utilisés pour son implémentation. Nous avons par la suite, présenté la validation (via des tests) de notre système. Nous avons testé notre application en formalisant des connaissances préalablement acquises au sein du département OSS de l'entreprise Mobilis. Nous avons illustré notre système par des capture écran.

# Conclusion Générale

Notre projet aborde la gestion des connaissances du point de vue des organisations. Les connaissances sont considérées comme des ressources pour l'organisation et pour cela elle doit les gérer afin d'en tirer profit. Pour le succès de cette gestion des connaissances, celle-ci doit rester alignée avec la technologie, qui évolue rapidement. L'un des paradigmes technologiques les plus émergents ces dernières années est le Cloud Computing. Ce dernier présente plusieurs avantages pour l'entreprise y compris dans le cadre de la gestion de son capital de connaissances.

Notre projet de fin d'étude présenté dans ce mémoire porte principalement sur le processus de formalisation des connaissances. Il est nécessaire de modéliser et représenter les connaissances de manière structurée, visuelle et transférable, pour pouvoir les exploiter par la suite. Notre travail a pour objectif de mettre en place un système de formalisation des connaissances d'une entreprise dans un environnement Cloud Computing. Ces connaissances incluent des connaissances métiers et stratégiques, pouvant être tacites et explicites. Ces connaissances ont été préalablement repérées et localisées via le processus de repérage des connaissances et acquises via le processus d'acquisition des connaissances.

Pour cela, nous avons en premier défini la gestion des connaissances et la notion de connaissance au sein de l'entreprise. Nous avons précisé les objectifs et enjeux de la gestion des connaissances. Ensuite, nous nous sommes intéressées aux différents modèles proposés pour le processus de gestion de connaissances.

Pour la définition des étapes du processus de formalisation, nous nous sommes basés sur les méthodes de capitalisation des connaissances. L'analyse de ces méthodes, nous a permis de cerner les différentes étapes définissant le processus de formalisation des connaissances. Ces étapes incluent, la modélisation des connaissances, la représentation des connaissances et le stockage des connaissances. Pour la modélisation des connaissances, nous avons passé en revue différents modèles proposés en littérature pour la modélisation des connaissances. Pour la représentation des connaissances, nous avons passé en revue les différents langages et formalismes proposés pour la représentation des connaissances. Par la suite, nous avons présenté les modèles de connaissances retenus et le formalisme et langage de représentation des connaissances utilisé à savoir des ontologies OWL.

Le processus de formalisation des connaissances ainsi défini est mis en œuvre dans un environnement Cloud. Nous avons abordé l'utilisation du Cloud dans le cadre de ce processus. Notamment, ce dernier intervient dans l'étape de stockage des connaissances afin de créer un entrepôt de connaissances.

Nous avons par conséquent, développer un système de formalisation des connaissances qui consiste en une application web permettant la formalisation de connaissances tacites et explicites en se basant sur des modèles de connaissances. Ces derniers ont été représentés par des ontologies OWL. L'application permet d'exploiter ces ontologies pour construire un entrepôt de connaissances.

Nous avons testé notre application en formalisant des connaissances préalablement acquises au sein du département OSS de l'entreprise Mobilis.

# Bibliographies

- [1] Vernadat, F. B. (1996), Enterprise Modeling and Integration: Chapman & Hall, London.
- [2] Blackler, F. (1995). Knowledge, knowledge work and organizations: An overview and interpretation. *Organization Studies*, 16(6), 1021-1046.
- [3] Bhushan, N. et K. Rai (2004). Strategic decision making: Applying the analytic hierarchy process. London; New York, Springer.
- [4] I. Nonaka and H. Takeuchi, "The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation," *Long range planning*, vol. 4, no. 29, p. 592, 1995.
- [5] Z. Soltani and N. J. Navimipour, "Customer relationship management mechanisms: A systematic review of the state-of-the-art literature and recommendations for future research," *Computers in Human Behavior*, vol. 61, pp. 667–688, Aug. 2016, doi: 10.1016/j.chb.2016.03.008.
- [6] (Nonaka et al., 2008). Selon Wenger (1998), une « connaissance émerge d'une action pratique de l'individu et évolue avec l'apprentissage et les interactions dans un contexte social donné » (p. 12).
- [7] Fairoz F.M; Hirobumi T. and Tanaka Y., (2010), Entrepreneurial Orientation and Business Performance of Small and Medium Scale Enterprises of Hambantota District Sri Lanka, Vol. 6, No. 3, pp. 34-46.
- [8] M. Alavi and D. E. Leidner, "Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues," *MIS Quarterly*, vol. 25, no. 1, p. 107, Mar. 2001, doi: 10.2307/3250961.
- [9] C. Holsapple and J. Wu, "Does Knowledge Management Pay Off?" Accessed: Jun. 25, 2022. [Online]. Available: <http://futurethought.pbworks.com/f/KMOMS04.pdf>
- [10] Jean-Louis Ermine, Extraction et gestion des connaissances (EGC'2001), Actes des premières journées Extraction et Gestion des Connaissances, Nantes, France, 17-19 janvier 2001.
- [11] Remus, Ulrich (2003). "A blueprint for the implementation of process-oriented knowledge management: Knowledge and process management". *Knowledge and process management* (1092-4604), 10 (4), p. 237.
- [12] Zwain Ammar, Teong Lim and Othman Siti, (2012), Knowledge Management Processes and Academic Performance in Iraqi HEIs: An Empirical Investigation, *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, Vol. 2, No. 6
- [13] L. Abdelheq, K. Abdelatif, and H. Mustapha, "The Formalization of the Knowledge Management in the Managerial Approach in the Algerian Firms: Case of the Territorial Direction of Algeria Telecom of Tlemcen," *Mediterranean Journal of Social Sciences*, Jul. 2013, doi: 10.5901/mjss.2013.v4n6p191.
- [14] Armistead, C. (1999), "Knowledge management and process performance", *Journal of Knowledge Management*, Vol. 3 No. 2, pp. 143-157.
- [15] S. Lindstaedt et al., "KMap: Providing Orientation for Practitioners when Introducing Knowledge Management." Accessed: Jun. 25, 2022. [Online]. Available: [http://www.markusstrohmaier.info/documents/2002\\_PAKM\\_K-Map.pdf](http://www.markusstrohmaier.info/documents/2002_PAKM_K-Map.pdf)

- [16] Lytras, M.D. and Pouloudi, A. (2003), "Project management as a knowledge management primer: the learning infrastructure in knowledge-intensive organizations: projects as knowledge transformations and beyond", *The Learning Organization*, Vol. 10 No. 4, pp. 237-250.
- [17] "From Capitalizing on Company Knowledge to Knowledge Management by Michel Grundstein, Consultant, formerly responsible for Innovative Methods and Applications in information technology with The Framatome Group." Accessed: Jun. 25, 2022. [Online]. Available: <https://basepub.dauphine.psl.eu/bitstream/handle/123456789/4141/MG-Morey.pdf?sequence=1>.
- [18] Knowledge and Innovation, "The New Knowledge Management the New Knowledge Management," *JOURNAL OF THE KMCI*, vol. ONE, 2000, Accessed: Jun. 25, 2022. [Online]. Available: <http://www.dkms.com/kmci/media/mcelroythenewkmki11.pdf>.
- [19] I. Chikhi and H. Bouarfa, "Knowledge Management Process Through a Cloud Computing Based Approach," in *ECKM 2019 20th European Conference on Knowledge Management 2 VOLS*, 2019, p. 238: Academic Conferences and publishing limited.
- [20] GRUNDSTEIN Michel. 2004. De la capitalisation des connaissances au management des connaissances dans l'entreprise. Actes du premier colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des connaissances en Génie Industriel - Vers l'articulation entre Compétences et Connaissances.
- [21] Ludovic Louis-Sidney. Modèles et outils de capitalisation des connaissances en conception : contribution au management et à l'ingénierie des connaissances chez Renault - DCT. Autre. Ecole Centrale Paris, 2011. Français. ffnNT : 2011ECAP0056ff. Fftel-00659298.
- [22] Malvache P. et Prieur P. - Mastering Corporate Experience with the REX Method, Management of Industrial and Corporate Memory, Proceedings of ISMICK'93, Compiègne 1993.
- [23] Rasovska, Ivana; Chebel-morello, Brigitte; Zerhouni, Noureddine. *Journal of Intelligent Manufacturing*; London Vol. 19, N° 3.
- [24] *Electronic journal of knowledge management: EJKM*, 2012, Volume 46, Numéro 2.
- [25] GRUNDSTEIN Michel, ROSENTHALSABROUX Camille. 2004. GAMETH: A decision Support Approach to Identify and Locate Potential Crucial Knowledge. Actes de: 5th Conference on Knowledge Management (ECKM), Paris, France.
- [26] Serge Aries, Benoit Le Blanc et Jean-Louis Ermine *Les systèmes de connaissances*, 2000.
- [27] Ermine : Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MASK, *Traité IC2 (Information, Commande, Communication)*, « Ingénierie et capitalisation des connaissances », (M. Zacklad et M. Grundstein eds) , Hermès, Paris, pp. 66-105, 2001.
- [28] S. Aries, B. Le Blanc, and J.-L. Ermine, "MASK : une méthode d'ingénierie des connaissances pour l'analyse et la structuration des connaissances." Accessed: Jul. 12, 2022. [Online]. Available: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00974279/document#:~:text=MASK%20permet%20d%27aborder%20des>.
- [29] Awa Diattara, 'Problematique de l'acquisition des connaissances dans ces environnements informatiques fortement orientés connaissances :vers un outil auteur pour le projet AMBRE', *Environnements informatiques pour l'apprentissage Humain. Université grenoble Alpes*, 2017.
- [30] David, F.R. (2003), *Strategic Management*, 9th ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- [31] Jean-Louis Ermine. *Management et ingénierie des connaissances : modèles et méthodes*. Jean-Louis Ermine. Hermes Science Publications-Lavoisier, pp.359, 2008, IC2, Management et gestion des STIC,
- [32] jfiger, "L'informatique en nuage [Cloud Computing]," *www.figer.com*, Apr. 21, 2012. <https://www.figer.com/Publications/nuage.htm#.U5c9VfTuLfu> (accessed Aug. 07, 2022).

- [33] S. B. Jemaa, “Synthèse des Recherches,” [www.academia.edu](http://www.academia.edu), Accessed: Aug. 11, 2022. [Online]. Available: [https://www.academia.edu/42272951/Synth%C3%A8se\\_des\\_Recherches](https://www.academia.edu/42272951/Synth%C3%A8se_des_Recherches)
- [34] E. Soulier, “Le système de gestion des connaissances pour soutenir le storytelling dans l’entreprise,” *Revue française de gestion*, vol. 159, no. 6, pp. 247–264, 2022, Accessed: Aug. 27, 2022.
- [35] P. Bedaride, “Implication textuelle et logiques de description.” Accessed: Aug. 29, 2022.
- [36] David Grosser. Construction itérative de bases de connaissances descriptives et classificatoires avec la plate-forme à objets IKBS. Application à la systématique des coraux des Mascareignes. Human-Computer Interaction. Université de la Réunion, 2002. French.
- [37] Uschold, Michael et Michael Gruninger. (2004). « Ontologies and Semantics for Seamless Connectivity ». *ACM SIGMOD Record*, Vol. 33, No. 4 (Décembre).
- [38] C. Serban and R. Iosif, “Spécialité : Informatique Arrêté ministériel : 25 mai 2016 Raisonnement automatisé pour la Logique de Séparation avec des définitions inductives Automated Reasoning in Separation Logic with Inductive Definitions Madame Mihaela SIGHIREANU.” Accessed: Sep. 01, 2022. [Online]. Available: <https://www.theses.fr/2018GREAM030.pdf>
- [39] “Logique du premier ordre.” Accessed: Sep. 17, 2022. [Online]. Available: <http://math.univ-lyon1.fr/~altinel/Master/M1Logique/Printemps09/Dehornoy/Ensemble7.pdf>
- [40] A Translation Approach to Portable Ontology Specifications by Thomas R. Gruber to appear in *Knowledge Acquisition*, 1993. Knowledge System Laboratory Stanford University 701 Welch Road, Building C Palo Alto, CA 94304.
- [41] Uschold, Michael et Michael Gruninger. (2004). « Ontologies and Semantics for Seamless Connectivity ». *ACM SIGMOD Record*, Vol. 33, No. 4 (Décembre).
- [42] Gruber, Thomas R. (1993). « A translation approach to portable ontology specifications ». *Journal of Knowledge Acquisition*, 1993, vol. 5, 199-220.
- [43] V. Psyché, O. Mendes, and J. Bourdeau, “Apport de l’ingénierie ontologique aux environnements de formation à distance Contribution of Ontological Engineering to Distance Learning Environments.”
- [44] Fernandez, López M. (1999) « Overview of Methodologies for Building Ontologies » *Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5)* Stockholm, Sweden, August 2.
- [45] Natalya, F. Noy et Deborah L. McGuire. (2003). « A Guide to Creating Your First Ontology ». Consulté le 15 avril 2006
- [46] W3C, (2004) “OWL Web Ontology Language Overview,” [www.w3.org](http://www.w3.org). <https://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/> (accessed Oct. 07, 2022).
- [47] MICROSOFT, “Visual Studio Code,” *Visualstudio.com*, Apr. 14, 2016. <https://code.visualstudio.com>
- [48] “Graphviz - Graph Visualization Software,” [graphviz.org](http://graphviz.org). <https://graphviz.org/>
- [49] Python Software Foundation, “What is Python? Executive Summary,” *Python.org*, 2019. <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- [50] “Cours et Tutoriels sur le Langage SQL,” *SQL*. <https://sql.sh/> (accessed Oct. 07, 2022).
- [51] Django, “The Web framework for perfectionists with deadlines | Django,” *Djangoproject.com*, 2019. <https://www.djangoproject.com/>
- [52] JS Foundation, “jQuery,” *Jquery.com*, 2019. <https://jquery.com/>
- [53] SQLite, “SQLite Home Page,” *Sqlite.org*, 2019. <https://www.sqlite.org/index.html>
- [54] Pandas, “Python Data Analysis Library — pandas: Python Data Analysis Library,” *Pydata.org*, 2018. <https://pandas.pydata.org/>

- [55] “rdflib 6.1.1 — rdflib 6.1.1 documentation,” *rdflib.readthedocs.io*. <https://rdflib.readthedocs.io/en/stable/>
- [56] “Welcome to Owlready2’s documentation! — Owlready2 0.36 documentation,” *owlready2.readthedocs.io*. <https://owlready2.readthedocs.io/en/v0.37/> (accessed Oct. 07, 2022).
- [57] ABDESSAMED Réda GHOMARI, Rachid CHALAL, Anne-Marie ALQUIER Vers une approche d'acquisition de connaissances agrégées à base d'agents cognitifs coopérants. UT1, Place Anatole France, 31042 Toulouse, France. December 2006.
- [58] J. Barthès, "Capitalisation des connaissances et intelligence artificielle," Journées Francofinlandaises, Tampere, 1997.
- [59] J. Pomian, Mémoire d'entreprise : techniques et outils de la gestion du savoir. Sapientia, 1996.
- [60] C. Armistead, "Knowledge management and process performance," *Journal of Knowledge Management*, vol. 3, no. 2, pp. 143-157, 1999.
- [61] Alameh, Sayyed and Abbas Saba, (2010), The Relationship Between Knowledge Management Practices and Innovation Level in Organizations Case Study of Sub-Companies of Selected Corporations In The City Of Esfahan, *Journal of Business Case Studies*, Vol. 6, No. 1
- [62] BRAHAMI Menaouer Conception et Expérimentation d'une nouvelle méthode booléenne de cartographie des connaissances guidée par data mining, THESE DE DOCTORAT 15/05/2014.
- [63] J.-L. Ermine, “Un modèle formel pour la gestion des connaissances.” Accessed: Sep. 17, 2022.
- [64] David Grosser. Construction itérative de bases de connaissances descriptives et classificatoires avec la plate-forme à objets IKBS. Application à la systématique des coraux des Mascareignes. Human-Computer Interaction. Université de la Réunion, 2002. French.
- [65] Michel Grossetti, Marie-Pierre Renée Bes. Proximité spatiale et relations science - industrie : savoirs tacites ou encastrement (Polanyi ou Polanyi) ? : réflexions à partir d'une étude sur les collaborations CNRS - entreprises en France. *Revue d'économie régionale et urbaine*, Armand Colin, 2003, pp.777- 788. Ffhalshs-00476997.
- [66] Ben C. H. Kuo Collectivism and coping: Current theories, evidence, and measurements of collective coping, *International Journal of Psychology*, 48:3, 374-388, DOI: 10.1080/00207594.2011.640681.
- [67] Implementation of Organizational Knowledge Acquisition services in Cloud Computing environment based on knowledge engineering Case Study: MOBILIS ATM – ALGERIA AFIR Sofiane - BOUMECHTA Med Issam Eddin 2020/2021
- [68] Charlot et Lancini (2004) LE SYSTÈME DE GESTION DES CONNAISSANCES POUR SOUTENIR LE STORYTELLING DANS L'ENTREPRISE, 2005/6 no 159 | pages 247 à 264 ISSN 0338-4551 DOI 10.3166/rfg.159.247-266