

Université Saad Dahleb-Blida 1
Faculté des sciences
Département d'Informatique



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

Mise en œuvre d'un système Cloud Native supportant le processus
de gestion de connaissances d'une entreprise



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

Spécialité : Informatique

Option : Ingénierie des Logiciels

Réalisé par : OUAZENE Malek et SAOUDIK Sirine

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme TOUBALINE Nesrine

Examinatrice : Mme BAY Fella

Promotrice : Mme CHIKHI Imane

Année universitaire 2024/2025

DÉDICACE

Nous tenons, avec une immense joie et beaucoup de gratitude, à dédier ce modeste travail :

*À nos chers parents,
pour leur amour inconditionnel, leur soutien constant et leurs innombrables sacrifices.
Que Dieu les protège, leur accorde une longue vie, la santé et la sérénité.*

*À nous-mêmes,
pour notre persévérance face aux difficultés, notre détermination et notre engagement tout au
long de ce parcours.*

*Durant le travail sur ce mémoire, nos pensées n'ont cessé de se tourner vers **Gaza**.
Face à leurs souffrances qui se poursuivent encore aujourd'hui, nos cœurs ont été touchés au
plus profond.*

*Ce que nous avons vu, lu, ressenti, dépasse les mots. Nous portons en nous une douleur
silencieuse,
Mêlée d'espoir et de prière.*

Ô Allah, secours nos frères à Gaza et purifie-la de ses oppresseurs.

Malek et Sirine

REMERCIEMENTS

« La gratitude est la mémoire du cœur. »

Tout d'abord, nous rendons grâce à Allah, le Tout-Puissant et Miséricordieux, pour la force, la patience et la persévérance qu'Il nous a accordées tout au long de ce travail.

*Nous exprimons notre profonde gratitude à notre promotrice, **Madame Chikhi Imane**, dont le sérieux, la rigueur et la disponibilité ont été déterminants dans la réalisation de ce mémoire. Son encadrement de qualité, ses conseils éclairés et le respect qu'elle nous a toujours témoigné ont constitué pour nous une véritable source de motivation et de confiance.*

Nous remercions également les membres du jury pour le temps qu'ils ont bien voulu consacrer à l'évaluation de notre travail, ainsi que pour leurs remarques constructives, qui contribueront sans aucun doute à enrichir nos connaissances.

Enfin, nous adressons notre reconnaissance à nos familles, amis et collègues pour leur soutien moral constant et leurs encouragements, qui ont accompagné chaque étape de ce parcours.

Merci à tous.

المُلخَص

تشغل إدارة المعرفة اليوم موقعاً استراتيجياً داخل المؤسسات، في سياق تُعدّ فيه المعارف مورداً أساسياً للأداء والابتكار. وتتضمن إدارة المعرفة عدة عمليات رئيسية: التعرف على المعرفة، واكتسابها، وتشكيلها، ومشاركتها، وتحديثها، واستخدامها. ومع التطور السريع للتقنيات والحاجة إلى الوصول السلس والأمن والمُسْتند إلى السياق لهذه المعارف، يُطلب من الشركات اعتماد نهج مبتكرة. ومن بين هذه النهج، يبرز الحوسبة السحابية كحل تقني مناسب جداً لتنفيذ أنظمة إدارة معرفة مرنة وقابلة للتطوير ومتراصة. يندرج هذا البحث ضمن هذا التوجه. حيث نركز بشكل خاص على عملية استخدام المعرفة في إطار إدارة المعرفة. نقترح تعريفاً لهذه العملية من حيث الأنشطة المكونة لها، ونحلل مساهمات الحوسبة السحابية في تنفيذ هذه العملية، مع إبراز أثرها على كل نشاط من الأنشطة المحددة. كما تم تصميم وتطوير نظام يدمج أنشطة من عمليتي تحديث واستخدام المعرفة معاً، بالاعتماد على بنية سحابية أصلية.

الكلمات المفتاحية: إدارة المعرفة، عملية استخدام المعرفة، عملية تحديث المعرفة، الحوسبة السحابية، إدارة المعرفة المعتمدة على الحوسبة السحابية، البنية السحابية الأصلية.

La gestion des connaissances occupe aujourd'hui une place stratégique au sein des organisations, dans un contexte où les savoirs constituent une ressource essentielle à la performance et à l'innovation. La gestion des connaissances comprend plusieurs processus clés : le repérage, l'acquisition, la formalisation, le partage, la mise à jour et l'utilisation des connaissances. Face à l'évolution rapide des technologies et à la nécessité d'un accès fluide, sécurisé et contextualisé à ces connaissances, les entreprises sont appelées à adopter des approches novatrices. Parmi celles-ci, le Cloud Computing s'impose comme une solution technologique particulièrement adaptée à la mise en œuvre de systèmes de gestion des connaissances flexibles, évolutifs et interconnectés. Le présent mémoire s'inscrit dans cette dynamique. Nous nous focalisons notamment sur le processus d'utilisation des connaissances en gestion des connaissances. Nous proposons une définition en termes d'activités du processus et nous analysons les apports du Cloud Computing dans la mise en œuvre de ce processus, en mettant en évidence son impact sur chacune des activités identifiées. Un système a également été conçu et développé afin d'intégrer conjointement des activités des processus de mise à jour et d'utilisation des connaissances, en s'appuyant sur une architecture Cloud Native.

Mots clés : Gestion des connaissances, Processus d'utilisation des connaissances , Processus de mise à jour des connaissances, Cloud Computing, Gestion de connaissances basée Cloud Computing, Architecture Cloud Native

ABSTRACT

Knowledge management today holds a strategic position within organizations, in a context where knowledge represents a key resource for performance and innovation. Knowledge management includes several core processes : identifying, acquiring, formalizing, sharing, updating, and using knowledge. Given the rapid evolution of technologies and the need for seamless, secure, and contextualized access to this knowledge, companies are called upon to adopt innovative approaches. Among these, Cloud Computing stands out as a particularly suitable technological solution for implementing flexible, scalable, and interconnected knowledge management systems. This thesis aligns with this dynamic. We focus specifically on the knowledge utilization process within knowledge management. We propose a definition of this process in terms of its activities and analyze the contributions of Cloud Computing to its implementation, highlighting its impact on each identified activity. A system was also designed and developed to integrate activities from both the knowledge updating and utilization processes, based on a Cloud Native architecture.

Keywords : Knowledge Management, Knowledge Utilization Process, Knowledge Updating Process, Cloud Computing, Cloud-Based Knowledge Management, Cloud Native Architecture

TABLE DES MATIÈRES

Introduction Générale	1
1 Fondements de la gestion des connaissances	4
1.1 Introduction	4
1.2 Notion de la connaissance dans l'entreprise	4
1.2.1 Définition de la connaissance	4
1.2.2 Typologies des connaissances pour une organisation	5
1.3 La gestion des connaissances	6
1.3.1 Définitions	6
1.3.2 Les objectifs de la gestion des connaissances	8
1.3.3 Les difficultés de la gestion des connaissances	9
1.3.4 Les défis de la gestion des connaissances	9
1.3.5 Le processus de gestion des connaissances dans l'entreprise	10
1.4 La gestion des connaissances basée sur le Cloud Computing	14
1.5 Conclusion	15
2 Processus de l'utilisation des connaissances	16

2.1	Introduction	16
2.2	Définition de l'utilisation des connaissances en gestion des connaissances . . .	16
2.3	Objectifs de l'Utilisation des Connaissances	18
2.4	Modèles théoriques de l'utilisation des connaissances issus de la littérature . . .	19
2.4.1	Le processus d'utilisation des connaissances selon Larsen (1980) [41] .	19
2.4.2	Processus d'Utilisation des Connaissances selon Abdul-Rahman et Radzi (2016) [42]	20
2.4.3	Processus d'Utilisation des Connaissances selon Stefan Gueldenberg (2021) [43]	21
2.5	Facteurs clés pour une utilisation réussie des connaissances en entreprise	22
2.6	Étude bibliographique sur les systèmes d'utilisation et d'application des connaissances	24
2.6.1	Définitions des Système à Base de Connaissances	24
2.6.2	Composants d'un Système à Base de Connaissances	25
2.6.3	Types des systèmes à base de connaissances	27
2.6.4	Développement des Systèmes à Base de Connaissances	32
2.7	Conclusion	37
3	Contribution	38
3.1	Introduction	38
3.2	Synthèse sur le développement des Systèmes à base de connaissances	38
3.3	Comparaison des modèles existants du processus d'utilisation des connaissances	40
3.4	Notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances	43
3.4.1	Modèle issu des études de cas examinées	43
3.4.2	Modèle issu en tenant compte des facteurs clés pour une utilisation réussie des connaissances en entreprise	44
3.4.3	Modèle issu en tenant compte des modèles existants	45

3.4.4	Le lien entre le modèle proposé pour l'utilisation des connaissances et le processus global de gestion des connaissances	46
3.5	Notre proposition finale pour le processus d'utilisation des connaissances . . .	48
3.6	Présentation des sous-processus du processus d'utilisation des connaissances .	49
3.6.1	Développement du moteur d'inférence ou de raisonnement	49
3.6.2	Validation des connaissances	49
3.6.3	Déploiement des connaissances	51
3.6.4	Formation et support utilisateur	52
3.6.5	Valorisation des connaissances	53
3.7	Analyse comparative entre notre modèle et les modèles existants du processus d'utilisation des connaissances	55
3.8	Impact du Cloud Computing sur le processus d'utilisation des connaissances . .	56
3.9	Conclusion	58
4	Réalisation et Validation	59
4.1	Introduction	59
4.2	L'architecture Cloud Native	59
4.2.1	DevOps	60
4.2.2	CI/CD	61
4.2.3	Conteneurs	62
4.2.4	Micro-services	62
4.3	Le Protocole de Sécurité LDAP	62
4.3.1	Authentification centralisée via LDAP	62
4.3.2	Avantages du protocole LDAP	63
4.4	Outils et langages utilisés	63
4.4.1	Python (FastAPI)	63

4.4.2	Flask	63
4.4.3	Docker	64
4.4.4	Kubernetes	64
4.4.5	React	64
4.4.6	CSS	64
4.4.7	JavaScript	64
4.4.8	phpLDAPadmin	65
4.4.9	MongoDB	65
4.4.10	ESCO	65
4.4.11	Git	65
4.4.12	GitHub	66
4.4.13	Visual Studio Code	66
4.5	Présentation de notre système proposé pour la mise à jour et l'utilisation des connaissances d'une entreprise	66
4.5.1	Diagramme UML des cas d'utilisation du système développé	66
4.5.2	Présentation de l'architecture de notre système	68
4.6	Tests et validation	72
4.6.1	Les principales fenêtres de notre système	73
4.7	Conclusion	86
5	Conclusion Générale et Perspectives	87
	Annexes	90
	References	95

TABLE DES FIGURES

1.1	Pyramide Donnée, Information, Connaissances et Sagesse [2]	5
1.2	Processus de gestion des connaissances (adapté de [14]).	11
1.3	Processus d'acquisition de connaissances explicites (documentaires)	13
2.1	Schématisation du processus d'utilisation des connaissances selon [41].	20
2.2	Processus d'utilisation des connaissances selon [42]	21
2.3	Processus d'utilisation des connaissances selon [43].	22
2.4	Facteurs de succès de l'utilisation des connaissances dans les entreprises à forte intensité de connaissances [43]	23
2.5	Architecture d'un système à base de connaissances SBC	25
2.6	Composant de la base de connaissances dans un SBC	26
2.7	Architecture Générale d'un Système Expert	28
2.8	Processus de Diagnostic des Pannes	29
2.9	Le cycle du raisonnement à partir de cas	30
3.1	Modèle du processus d'utilisation des connaissances issu de l'analyse d'études de cas de développement de Systèmes à base de connaissances	44
3.2	Lien entre le processus de gestion et le processus d'utilisation des connaissances.	47

3.3	Notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances.	48
3.4	Approches utilisées dans la validation des connaissances	50
4.1	Cloud Native Architecture	60
4.2	workflow DevOps	61
4.3	Diagramme de cas d'utilisation de notre système.	67
4.4	L'architecture de notre système proposé pour la mise a jour et l'utilisation des connaissances d'une entreprise	69
4.5	Architecture de l'annuaire LDAP de notre système	71
4.6	Processus de mise à jour des connaissances adopté de [73].	71
4.7	Représentation des activités clés du processus d'utilisation des connaissances. .	72
4.8	La page accueil de notre systeme savoirs+	73
4.9	Page d'identification pour accéder au système	74
4.10	La page principale du profil utilisateur	74
4.11	La page de consultation de la base de connaissances.	75
4.12	Interface de consultation et d'évaluation par étoiles d'un document.	75
4.13	Interface de gestion des retours utilisateurs	76
4.14	Interfaces du Formulaire du Centre feedback	76
4.15	Interface d'utilisation de l'assistant virtuel	77
4.16	Interface du formulaire de profil utilisateur	77
4.17	Interface des suggestions de formations personnalisées via l'ontologie ESCO selon le profil de l'utilisateur.	78
4.18	Interface des suggestions de formations personnalisées via IA.	78
4.19	Interfaces du catalogue des formations proposées par le système savoirs+ . . .	79
4.20	La page principale du profil Expert.	79
4.21	Interface d'affichage des notifications reçues.	80
4.22	Formulaire d'ajout d'une nouvelle connaissance.	80

4.23	Interface de suivi et d'analyse des connaissances (audit)	81
4.24	Interface de suivi et d'analyse des connaissances (suite)	81
4.25	Interface de consultation des feedbacks collectés	82
4.26	La page principale du profil administrateur	82
4.27	Interface de configuration selon les exigences du protocole LDAP.	83
4.28	Gestion des rôles dans le système	83
4.29	Gestion des utilisateurs dans le système	84
4.30	Interface du formulaire d'ajout d'une Formation dans le système.	84
4.31	Interface d'analyse des résultats de compétences des utilisateurs.	85
4.32	Interface d'analyse de l'expérience utilisateur par rapport au système.	85
5.1	Modèles de déploiement du cloud	91
5.2	Modèles de services du cloud	92
5.3	Synthèse des principaux sous processus définissant le processus de mise à jour des connaissances [81].	94

LISTE DES TABLEAUX

1.1	Définitions des types de connaissances adopte de [3]	6
1.2	Différentes définitions de la gestion des connaissances	8
1.3	Exemples de modèles de processus en gestion des connaissances	10
2.1	Définitions de l'utilisation des connaissances selon différents auteurs.	17
2.2	Définitions complètes des systèmes à base de connaissances	25
2.3	Développement du Système SOS Advisor	33
2.4	Développement du Système Total Recall	34
2.5	Développement du Système Darty	35
2.6	Développement du Système CLAIM	36
4.1	Rôles des acteurs dans un système de gestion des connaissances	68
4.2	Description des microservices de notre système	70

INTRODUCTION GÉNÉRALE

*Et si le véritable pouvoir des entreprises ne résidait plus dans leurs produits, ni même dans leurs technologies... mais dans leur capacité à **savoir** ? [1]*

À l'ère de l'hyperconnexion, de l'intelligence artificielle et de la transformation digitale, la donnée est omniprésente. Toutefois, c'est la **connaissance** – c'est-à-dire l'information interprétée, contextualisée et partagée – qui devient un **véritable actif stratégique**.

Dans un monde en perpétuelle mutation, marqué par la mondialisation, la mobilité des talents et la pression de l'innovation continue, la capacité d'une entreprise à identifier, structurer, diffuser et mettre à jour ses savoirs constitue un facteur déterminant de différenciation, entre succès et obsolescence.

La **gestion des connaissances** (ou *Knowledge Management*) ne se limite plus à la simple capitalisation documentaire ou à la conservation de l'expertise. Elle est aujourd'hui un levier essentiel de **performance**, d'**adaptabilité** et de **résilience**, répondant aux enjeux organisationnels contemporains :

- Comment éviter la perte de savoir lors d'un départ ?
- Comment encourager l'innovation continue ?
- Comment garantir que la bonne information soit accessible au bon moment, par les bonnes personnes ?

Dans ce contexte, les **technologies numériques** ont radicalement transformé les approches traditionnelles de gestion des connaissances. Parmi elles, le **Cloud Computing** s'est imposé comme un véritable catalyseur de cette transformation. Ce paradigme technologique offre un accès à la demande, flexible et sécurisé à des ressources informatiques mutualisées (réseaux, serveurs, stockage, services applicatifs, etc.). Il permet ainsi aux entreprises de gérer, partager et

exploiter leurs connaissances à une échelle inédite, tout en bénéficiant d'une **scalabilité**, d'une **automatisation**, d'une **réduction des coûts** et d'une **collaboration en temps réel** accrues. C'est dans cette dynamique que s'inscrit notre projet de fin d'étude présenté dans ce mémoire.

Notre projet s'inscrit dans le cadre d'une **approche innovante de gestion des connaissances**, fondée sur les principes du Cloud Computing et s'appuyant sur l'**architecture Cloud Native**. Cette approche a pour objectif de concevoir une infrastructure Cloud capable de prendre en charge l'ensemble du cycle de vie des connaissances. Elle intègre les principaux processus de la gestion des connaissances. Ces processus jouent un rôle essentiel dans la valorisation et la pérennisation du capital immatériel de l'entreprise.

La gestion des connaissances comprend plusieurs processus clé à savoir le repérage, l'acquisition, la formalisation, le partage, la mise à jour et l'utilisation des connaissances. Notre projet se focalise notamment sur le processus d'utilisation des connaissances. Ce dernier vise l'application des connaissances. C'est à dire la transformation du savoir acquis en usage : utilisation de remarques, d'expériences, de cas... pour résoudre des problèmes concrets ou améliorer des pratiques. L'utilisation des connaissances consiste à transformer les connaissances en actions pratiques adaptées aux situations spécifiques.

Toutefois, malgré son importance, il n'existe pas de définition clairement établie dans la littérature scientifique pour le processus d'utilisation des connaissances, soulignant ainsi la nécessité d'une exploration approfondie de son fonctionnement et déroulement au sein de l'entreprise.

Les **principaux objectifs** de notre projet incluent :

1. Proposer une **définition claire et structurée du processus d'utilisation des connaissances**, en le décomposant en activités opérationnelles.
2. Analyser l'**impact du Cloud Computing sur le processus d'utilisation des connaissances** ainsi défini, en identifiant les types de services Cloud (SaaS, PaaS ou IaaS) et leur modèle de déploiement (cloud privé, public, communautaire ou hybride) pouvant être utilisés pour la mise en oeuvre des activités du processus.
3. Concevoir et développer un **système de gestion des connaissances basé sur une architecture Cloud Native**, intégrant des activités des processus de mise à jour et d'utilisation des connaissances.

Pour atteindre ces objectifs, notre mémoire s'articule autour de quatre chapitres complémentaires :

Le **Chapitre 1** présente les **fondements de la gestion des connaissances**, en abordant la notion de connaissance en entreprise, ses typologies, ainsi que les enjeux, objectifs et approches de la gestion des connaissances en entreprise.

Le **Chapitre 2** est consacré au **processus d'utilisation des connaissances**. Nous définissons

ses objectifs, les modèles issus de la littérature et les facteurs qui en conditionnent l'efficacité, avec une attention particulière aux Systèmes à Base de Connaissances (SBC) permettant l'utilisation et l'application des connaissances.

Le **Chapitre 3** détaille notre **contribution**. Nous y proposons une nouvelle modélisation théorique du processus d'utilisation des connaissances de l'entreprise, ainsi qu'une analyse de l'impact du Cloud Computing sur la mise en oeuvre de ce processus.

Le **Chapitre 4** est dédié à la **réalisation technique et à la validation** de notre système. Ce dernier met en oeuvre des activités des processus d'utilisation et mise à jour des connaissances. Il présente l'environnement de développement, l'architecture Cloud Native de notre système, sa structure globale, ainsi que plusieurs interfaces illustrant son fonctionnement.

Ce mémoire s'achèvera par une **synthèse des principaux résultats** obtenus, accompagnée d'une réflexion sur les **perspectives d'évolution** du système proposé et les pistes de **recherche futures** afin de compléter le travail réalisé.

CHAPITRE 1

FONDEMENTS DE LA GESTION DES CONNAISSANCES

1.1 Introduction

Face à la rapidité d'innovation et l'évolution constante des technologies, les entreprises se tournent vers la gestion des connaissances pour consolider leur expertise et rester compétitives. Plutôt qu'un simple actif, la connaissance est devenue un moteur stratégique, permettant non seulement d'adapter les processus internes, mais aussi de nourrir l'innovation et d'optimiser les prises de décision. La gestion des connaissances favorise la rétention des savoirs essentiels, souvent menacée par la rotation des talents, et aide à structurer des pratiques adaptées aux dynamiques mondiales. Ce premier chapitre explore le concept de connaissance et la problématique de gestion des connaissances dans l'entreprise. Il débute par une présentation de la notion de connaissances, incluant ses définitions et typologies. Ensuite, les aspects liés à la gestion des connaissances en entreprise sont abordés, notamment les différentes approches du processus de gestion des connaissances, ses objectifs, ses difficultés et les enjeux majeurs associés.

1.2 Notion de la connaissance dans l'entreprise

1.2.1 Définition de la connaissance

Afin de comprendre la notion de connaissance au sein de l'entreprise, il est essentiel de distinguer entre la donnée, l'information et la connaissance.

La **donnée** représente des faits bruts, sans structure ni signification intrinsèque, qui se prêtent à diverses interprétations selon leur contexte [2].

L'**information**, en revanche, donne un sens à la donnée grâce à un traitement qui lui confère une pertinence spécifique et en fait un outil exploitable dans des contextes particuliers, tels que l'analyse des tendances ou le comportement des utilisateurs [2].

La **connaissance**, quant à elle, va au-delà de l'information en intégrant une dimension cognitive et contextuelle. Elle émerge de l'interaction entre l'information et l'expérience humaine, englobant des éléments de compréhension et d'application. Cette compréhension permet de transformer les informations en actions et de résoudre des problèmes de manière proactive et innovante, contribuant ainsi directement aux stratégies d'entreprise et aux processus décisionnels [2].

La **sagesse** a pour objectif de guider les futures actions qui seront menées avec les données initiales. En se basant sur les observations effectuées grâce à cette pyramide et des calculs mathématiques, on peut prédire des informations [2].

En résumé, les **données** représentent des faits bruts qui, une fois organisés et structurés, deviennent de l'**information**. L'information se transforme ensuite en **connaissance** lorsqu'elle est interprétée. Cette connaissance, enrichie par l'expérience et le jugement, peut évoluer en **sagesse**, qui guide la prise de décision éclairée en offrant une compréhension plus profonde des implications et des choix possibles. La Figure 1.1 illustre cette progression de manière visuelle.



FIGURE 1.1 – Pyramide Donnée, Information, Connaissances et Sagesse [2]

1.2.2 Typologies des connaissances pour une organisation

Dans la littérature, plusieurs types et différentes classifications des connaissances au sein de l'entreprise ont été proposés. Nous reprenons dans le tableau 1.1, les types de connaissances les plus pertinents.

Type de Connaissance	Description	Caractéristique	Exemples
Explicite	Connaissance formalisée, facilement documentable et partageable	Codifiée, facilement transmissible	Manuels, guides de procédures
Tacite	Connaissance intuitive, souvent acquise par l'expérience et difficile à transmettre	Intuitive, ancrée dans l'expérience personnelle	Compétences interpersonnelles, intuition
Implicite	Connaissance appliquée à des contextes spécifiques, moins codifiée que l'explicite	Située entre l'explicite et le tacite	Bonnes pratiques, savoir-faire pratique
Déclarative	Connaissance sur les faits, données de base	Fait référence au "quoi"	Règles de l'entreprise, spécifications
Procédurale	Connaissance sur les processus et la manière d'effectuer les tâches	Fait référence au "comment"	Procédures, modes opératoires
Conditionnelle	Connaissance contextuelle sur le moment et la raison d'appliquer certaines connaissances	Fait référence au "quand" et au "pourquoi"	Cas d'usage, lignes directrices
A Priori	Connaissance basée sur des principes logiques, souvent indépendante de l'expérience	Basée sur des vérités universelles	Concepts mathématiques, principes logiques
A Posteriori	Connaissance acquise par l'expérience, basée sur les leçons tirées des erreurs et réussites	Basée sur des expériences passées	Retours d'expérience, apprentissage empirique

TABLE 1.1 – Définitions des types de connaissances adoptés de [3]

1.3 La gestion des connaissances

1.3.1 Définitions

La gestion des connaissances (*Knowledge Management* ou *KM*) est un domaine stratégique qui cherche à identifier, organiser, stocker et partager les connaissances au sein d'une organisation pour stimuler l'innovation, la prise de décision et l'apprentissage organisationnel. Elle se distingue par son objectif de convertir des informations en connaissances exploitables et de faciliter leur circulation à travers l'organisation. Cela inclut la gestion tant des connaissances explicites (formalisées et documentées) que tacites (basées sur l'expérience personnelle). [10].

La gestion des connaissances permet aux organisations une meilleure réactivité face aux évolutions du marché, l'amélioration de la productivité des employés, une intégration facilitée

des nouvelles connaissances au sein des équipes. La gestion des connaissances devient ainsi un atout majeur, transformant le savoir-faire collectif en un levier de performance durable et de compétitivité [11].

Dans la littérature spécialisée, plusieurs auteurs proposent des définitions variées de la gestion des connaissances. Le tableau 1.2 présente un aperçu de certaines de ces définitions, illustrant la diversité des perspectives sur ce concept.

Auteur(s)	Définition
Davenport (1994)	La gestion des connaissances est le processus de captation, de distribution et d'utilisation efficace des connaissances. [34]
Nonaka (1995)	La gestion des connaissances est un processus systématique visant à créer, stocker, diffuser et appliquer les connaissances pour améliorer les processus d'affaires.[5]
Prusak (1997)	La gestion des connaissances est une démarche stratégique pluridisciplinaire visant à atteindre l'objectif fixé grâce à une exploitation optimale des connaissances.[38]
Skyrme (1999)	La gestion des connaissances est la gestion explicite et systématique des connaissances vitales et de ses processus associés de création, collecte, organisation, diffusion, utilisation et exploitation. [35]
Ermine (2003)	La gestion des connaissances décrit les démarches de mise en place de cette approche dans tous les aspects de l'entreprise : sa stratégie, son organisation interne, son personnel, les technologies qu'elle met en œuvre.[37]
Milton (2008)	La gestion des connaissances est la gestion systématique des actifs en connaissances d'une organisation dans le but de créer de la valeur et de répondre aux exigences tactiques et stratégiques.[36]
Gao et al. (2018)	La gestion des connaissances offre des outils et des techniques permettant aux individus de surmonter la surcharge d'informations, d'améliorer l'efficacité de l'apprentissage et d'accroître l'avantage concurrentiel. Il s'agit d'un processus intégrant de nombreuses activités interconnectées, mises en œuvre pour concrétiser les éléments essentiels de la stratégie et des opérations en gestion des connaissances. [45]

Menaouer & Nada (2019)	La gestion des connaissances est une approche explicite et structurée visant à gérer les connaissances essentielles ainsi que les processus qui leur sont associés : création, organisation, diffusion, utilisation et valorisation. [46]
------------------------	---

TABLE 1.2 – Différentes définitions de la gestion des connaissances

1.3.2 Les objectifs de la gestion des connaissances

Pour qu'un projet de gestion des connaissances réussisse, il faut un enjeu majeur qui fera en sorte que l'organisation dépasse le stade des discussions préliminaires et des projets pilotes. [83] propose quatre finalités, qui regroupent toutes les autres.

- **Optimiser les processus** : La gestion des connaissances vise à optimiser les processus d'affaire et de travail par la capitalisation et la réutilisation des savoirs et des savoir-faire existants, par la diffusion des meilleures pratiques, et par la réduction des erreurs répétitives.
- **Aide à la décision en environnement complexe** : L'aide à la décision est soutenue par l'échange de sources multiples d'informations et de points de vue, par l'écoute du client, et par l'anticipation des besoins.
- **Valoriser le capital de compétences** : Le capital de compétences de l'organisation est valorisé par la cartographie des experts et des compétences appliquées à l'action.
- **Innover** : l'innovation est stimulée par la création d'un environnement qui favorise l'émergence d'idées nouvelles, leur capture, leur validation, et leur transformation en projet industriel.

Le premier et le quatrième objectif concernent surtout l'organisation interne de l'entreprise. Le second objectif vise à optimiser les relations de l'organisation avec son environnement externe. Le troisième objectif vise l'augmentation des savoirs, des éléments de connaissances de l'entreprise et leur valorisation.

Pour atteindre ces objectifs, il faut gérer le capital de connaissances et les processus de transition qui le font évoluer. Ce capital regroupe les connaissances sur le marché, les produits, les méthodologies et les technologies. Ces actifs intangibles et leurs processus de traitement doivent être identifiés, structurés et formalisés. On doit planifier et superviser les actions qui permettront de développer ces actifs en fonction des objectifs poursuivis par l'organisation.

1.3.3 Les difficultés de la gestion des connaissances

La gestion des connaissances dans une entreprise rencontre plusieurs difficultés concrètes. Parmi les principales [10], on trouve :

- Ne pas avoir une compréhension claire et partagée du concept de connaissance
- Mettre l'emphasis sur les stocks de savoirs au détriment des flux
- Considérer les connaissances comme un objet gérable indépendamment des acteurs
- Ne pas réaliser que le premier objectif du knowledge management est de créer un sens partagé de l'environnement de travail
- Ne pas accorder d'attention à la dimension tacite de la connaissance
- Instaurer une différence entre les créateurs de connaissance et les gens d'action
- Brider le raisonnement et la pensée
- Se focaliser sur le passé et le présent et non le futur
- Ne pas reconnaître l'importance de l'expérimentation
- Substituer l'interface technologique au contact humain
- Chercher immédiatement à mesurer la connaissance

1.3.4 Les défis de la gestion des connaissances

La gestion des connaissances dans une entreprise se heurte à plusieurs défis complexes. Parmi les plus importants [12], on trouve :

- **Culture organisationnelle** : instaurer une culture de collaboration et de flexibilité est complexe, car les employés peuvent résister au partage de leurs connaissances.
- **Sécurité de l'information** : il est nécessaire de garantir l'accès aux connaissances tout en protégeant les données sensibles.
- **Évaluation des connaissances** : mesurer les connaissances, notamment tacites, reste difficile ; il est souvent préférable de se concentrer sur les objectifs visés.
- **Identification des experts** : repérer les détenteurs de savoirs dans l'organisation peut être délicat et source de rivalités.
- **Gestion documentaire** : organiser et stocker efficacement les connaissances est essentiel pour en faciliter l'accès et l'exploitation.
- **Diffusion interne** : il faut mettre en place des mécanismes pour que les connaissances soient accessibles à l'ensemble de l'organisation.
- **Amélioration continue** : le système de gestion des connaissances doit être régulièrement évalué et optimisé.

- **Responsabilité organisationnelle** : il convient de désigner un service (souvent RH ou IT) chargé de piloter la stratégie de gestion de connaissances.

1.3.5 Le processus de gestion des connaissances dans l'entreprise

Les processus de gestion des connaissances sont perçus comme une fonction essentielle, au point que certains auteurs les qualifient de cœur même de la gestion des connaissances. En conséquence, la littérature propose divers modèles pour structurer ces processus. Nous reprenons dans le tableau 1.3, quelques exemples de modèles de processus de gestion des connaissances.

Modèle de KM	Phases principales
Wiig (1993) [15]	Création, captation, organisation, diffusion, utilisation
Nonaka et Takeuchi (1995) [5]	Socialisation, externalisation, combinaison, internalisation
APQC (1996) [17]	Collecte, organisation, accès, transfert, utilisation
Demarest (1997) [16]	Construction, utilisation, validation, dissémination
Bhatt (2001) [19]	Génération, codification, transfert, application
Probst et al. (2006) [84]	Identification, acquisition, développement, partage, utilisation, préservation, évaluation
Dalkir (2011) [18]	Acquisition, stockage, diffusion, utilisation
Heisig (2015) [85]	Identification, création, stockage, partage, application
Chikhi et Bouarfa (2019) [14]	Repérage, acquisition, formalisation, partage, utilisation, mise à jour, processus relatif à l'environnement organisationnel

TABLE 1.3 – Exemples de modèles de processus en gestion des connaissances

Nous considérons que le processus de gestion des connaissances regroupe l'ensemble des activités mises en place dans une organisation pour repérer, créer, organiser, stocker, partager, utiliser, évaluer et mettre à jour les connaissances, qu'elles soient explicites ou tacites. Ce processus aide à tirer le meilleur parti du savoir individuel et collectif pour favoriser l'apprentissage, améliorer les performances et s'adapter aux changements. Il repose sur des aspects humains, techniques et organisationnels, et joue un rôle central dans le fonctionnement des entreprises d'aujourd'hui.

Ces modèles présentent des étapes similaires, centrées sur la capture et le transfert de savoir, mais diffèrent par leur approche et leur terminologie. Par exemple, le modèle SECI de Nonaka met l'accent sur la création dynamique de connaissances par des interactions sociales et des transformations explicites et tacites, tandis que le modèle de l'APQC est plus opérationnel et orienté vers l'organisation et le transfert d'informations pour une utilisation immédiat.

Le processus de gestion de connaissances utilisé dans le cadre de notre projet est celui proposé dans [14] et illustré à la figure 1.2 :

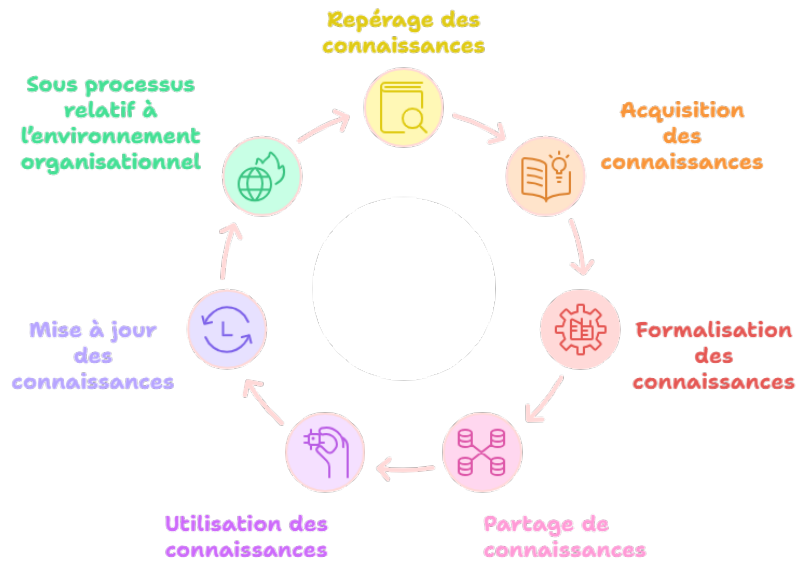


FIGURE 1.2 – Processus de gestion des connaissances (adapté de [14]).

Ce modèle résulte de la synthèse de plusieurs propositions issues de la littérature scientifique sur les processus de gestion des connaissances. Il intègre les éléments communs identifiés dans ces modèles et les organise de manière cohérente.

Il se compose de sept sous-processus. Parmi ceux-ci, cinq ont déjà fait l'objet de projets de master au cours des années précédentes. Chacun de ces sous-processus y a été défini en termes d'activités spécifiques.

Le travail présenté dans ce mémoire se concentre sur le sous-processus **d'utilisation des connaissances**. Ce sous-processus constitue une étape essentielle dans le processus de gestion des connaissances, car il conditionne la valeur réelle des connaissances acquises, formalisées et partagées. Les sous-processus ayant fait l'objet des projets antérieurs sont présentés ci-dessous :

1. Repérage des connaissances [76] :

Ce sous-processus est généré à partir des méthodes de cartographie de connaissances existantes. En effet, la cartographie constitue le moyen le plus utilisé pour le repérage des connaissances. Il comprend les étapes suivantes :

- L'identification des processus sensibles (activités, ressources utilisés, problèmes rencontrés ...)

- Repérage des connaissances potentiellement cruciales (tacites/ explicites).
- Identification des domaines de connaissances.
- Construction de la carte des connaissances (première version de la carte).
- Elaboration des critères de criticité.
- Evaluation des connaissances repérées dans la carte en appliquant les critères de criticité préalablement définis.
- Construction finale de la carte.
- Elaboration du modèle graphique pour la visualisation de la carte.
- Prévoir les techniques/moyens pour faire évoluer la carte et pouvoir effectuer des recherches dans la carte.

À la suite du premier projet, le projet suivant [80] s'est consacré à l'étude des différents critères de criticité et des méthodes d'évaluation permettant d'analyser la criticité des connaissances cartographiées. Dans ce cadre, de nouvelles activités ont été ajoutées au processus de repérage des connaissances. Elles sont les suivantes :

- Choix des critères de criticité
- Choix des experts chargés d'appliquer les critères de criticité
- Décider de la fréquence d'application des critères choix
- Appliquer les critères de criticité sélectionnés sur les connaissances de la carte, par les experts préalablement choisis

2. Acquisition de connaissances :

Une partie de ce sous-processus a été abordée dans le cadre du projet [77]. Ce dernier portait sur l'acquisition des connaissances explicites présentes dans les documents produits et utilisés par l'entreprise. Le projet s'est appuyé sur la technologie du Text Mining afin d'automatiser l'extraction de connaissances à partir de ces documents. La figure 1.3 présente le processus d'acquisition de connaissances défini. Il s'agit notamment de connaissances documentaires.

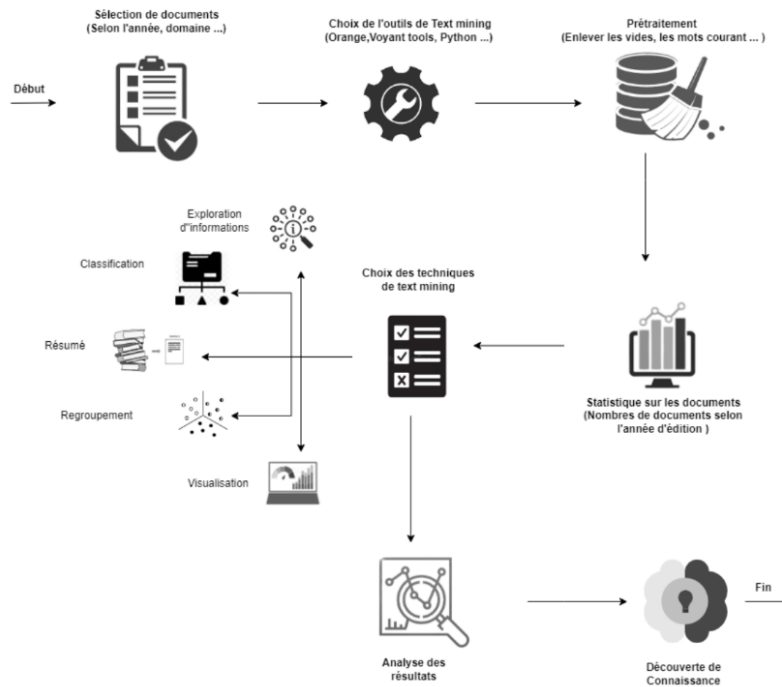


FIGURE 1.3 – Processus d’acquisition de connaissances explicites (documentaires) [77].

3. Formalisation des connaissances :

Ce sous-processus a été traité dans le cadre du projet [79] . Sur la base d’une analyse des méthodes de capitalisation des connaissances, ce sous-processus a été structuré autour de trois activités principales :

- Modélisation des connaissances.
- Représentation des connaissances.
- Stockage des connaissances.

4. Partage des connaissances :

Dans le cadre du projet [78], le sous-processus de partage des connaissances a été divisé en deux composantes distinctes : le partage des connaissances tacites, et le partage des connaissances explicites.

Les principales activités liées au partage des connaissances tacites incluent :

- Faire des Séances de réflexion
- Apprentissage par l’action
- Soutien entre pairs
- Différents types de mentorat et de coaching
- Utilisation des réseaux sociaux
- Formation sur le terrain

- Mobilisation des technologies de l'information et de la communication (TIC)

Les Principales activités liées au partage des connaissances explicites sont :

- Analyse et amélioration continue des contenus partagés
- Création d'un environnement propice au partage des connaissances
- Élaboration de directives pour la création de contenu
- Réalisation d'un audit de la documentation existante
- Promotion de l'utilisation d'outils de partage des connaissances
- Gestion des barrières de communication

5. Mise à jour des connaissances :

Ce sous-processus a fait l'objet d'un projet de Master l'année précédente [81]. La définition proposée divise le processus de mise à jour des connaissances en quatre sous-processus : sous-processus d'enrichissement des connaissances, sous-processus de changement et raffinement des connaissances, sous-processus d'évaluation des connaissances et sous-processus de développement des connaissances. Tous les processus sont reliés au sous-processus d'évaluation. Ce dernier est itératif. Après une évaluation des éléments du patrimoine de connaissances, ces derniers peuvent être raffinés/modifiés, développés et enrichis.

1.4 La gestion des connaissances basée sur le Cloud Computing

Le Cloud Computing révolutionne la gestion des connaissances organisationnelles en offrant plusieurs avantages stratégiques. Nous reprenons l'ensemble de ces avantages qui ont été synthétisés dans [14] :

- **Interconnexion étendue** : Permet l'interconnexion d'un ensemble de Clouds relatifs à l'entreprise, ses partenaires, ses fournisseurs et ses clients
- **Accessibilité améliorée** : Augmente l'accessibilité via plusieurs plateformes et facilite l'activité d'acquisition des connaissances à travers différents dispositifs.
- **Flexibilité des ressources** : L'entrepôt des ressources de connaissances virtuel peut être facilement et dynamiquement étendu et répliqué sans exiger de grande capacité de stockage locale.
- **Intercommunication avancée** : Fournit des moyens d'intercommunication entre des Clouds publics, privés, communautaires et hybrides permettant un partage contrôlé de connaissances entre organisations virtuelles.

- **Simplification technique** : Les utilisateurs peuvent commander, configurer et utiliser un service sans penser à l'infrastructure sous-jacente.
- **Optimisation des coûts** : Réduction des frais de licences de logiciels et des coûts de possession, amélioration de l'efficacité organisationnelle.
- **Cohérence système** : Garantit la consistance en utilisant un seul système de gestion de connaissances au lieu de multiples outils.
- **Développement des compétences** : Accélère le développement et l'acquisition des compétences et capacités des travailleurs du savoir dans l'organisation .

1.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré les concepts fondamentaux de la gestion des connaissances et mis en évidence son rôle essentiel au sein des organisations.

Notre projet se focalise sur l'utilisation des connaissances dans le cadre de la gestion des connaissances en entreprise. Ainsi, nous abordons dans le chapitre suivant les notions et aspects relatifs à l'utilisation des connaissances dans l'entreprise.

CHAPITRE 2

PROCESSUS DE L'UTILISATION DES CONNAISSANCES

2.1 Introduction

Ce chapitre traite de l'utilisation des connaissances en gestion des connaissances. Il commence par définir l'utilisation des connaissances et ses principaux objectifs. Ensuite, il présente les modèles théoriques de l'utilisation des connaissances issus de la littérature, et analyse les facteurs clés qui influencent une utilisation efficace des connaissances en entreprise. L'utilisation des connaissances en entreprise repose en grande partie sur des Systèmes à Base de Connaissances (SBC). Ces derniers permettent la réutilisation cohérente et efficace des connaissances. Ainsi, une étude bibliographique approfondie des SBC est réalisée dans ce chapitre.

2.2 Définition de l'utilisation des connaissances en gestion des connaissances

L'utilisation des connaissances peut être définie comme un processus dynamique et multidimensionnel qui transforme le savoir en actions concrètes et en résultats mesurables. Elle ne se limite pas à la simple réception d'informations, mais englobe leur interprétation, leur intégration et leur application dans des contextes pratiques.

L'utilisation des connaissances peut être vue sous deux perspectives complémentaires[39] :

- **Un Processus** : L'utilisation des connaissances peut être considérée comme un processus complexe, orienté vers des changements instrumentaux, la planification, la conception de services ou la résolution de problèmes.

- **Un résultat** : Il se traduit par un impact mesurable sur une organisation, un individu ou une communauté, par l'amélioration des pratiques, la prise de décisions éclairées ou la génération d'innovation.

Afin de mieux cerner le concept d'utilisation des connaissances, le tableau suivant 2.1 présente des définitions issues de la littérature. Ces définitions mettent en évidence son rôle dans l'organisation, à savoir l'amélioration des performances organisationnelles, la prise de décision et l'innovation.

Auteur(s)	Définition de l'utilisation des connaissances
Alavi & Leidner (2001) [90]	L'utilisation des connaissances est le processus par lequel les connaissances disponibles sont intégrées aux activités organisationnelles afin d'améliorer l'efficacité, la prise de décision et l'innovation.
Lee & Choi (2003) [91]	L'utilisation des connaissances désigne l'exploitation des savoirs existants dans les pratiques quotidiennes, permettant l'amélioration des services, des processus et de la performance globale de l'organisation.
Chen & Fong (2015) [92]	L'utilisation des connaissances est définie comme le processus d'application des connaissances codifiées et transférées pour créer et mettre en œuvre des processus organisationnels qui améliorent la performance de l'organisation.
Zaim et al. (2019) [93]	L'utilisation des connaissances agit comme un médiateur entre les processus de gestion des connaissances et la performance de l'organisation. Ainsi, la valeur des connaissances réside dans leur application effective au sein des activités de l'organisation.

TABLE 2.1 – Définitions de l'utilisation des connaissances selon différents auteurs.

On distingue également plusieurs formes d'utilisation des connaissances [39] :

- **Utilisation Instrumentale** : Il s'agit de l'utilisation directe des connaissances pour la prise de décision ou la résolution de problèmes. Par exemple, un décideur politique peut utiliser des données de recherche pour élaborer une nouvelle politique.
- **Utilisation Conceptuelle** : Cela se réfère à l'influence des connaissances sur la pensée des décideurs, sans qu'il y ait une application directe ou documentée. Les connaissances peuvent modifier la manière dont un problème est perçu ou compris, même si elles ne conduisent pas à une action spécifique.
- **Éclairage (Enlightenment)** : les connaissances influencent de manière générale la prise de décision à travers des concepts et des perspectives théoriques, plutôt que par des résultats spécifiques d'une étude.

2.3 Objectifs de l'Utilisation des Connaissances

L'application des connaissances vise plusieurs objectifs stratégiques en entreprise selon les domaines concernés. Voici les principaux objectifs identifiés dans la littérature académique [40] :

1. Améliorer la Prise de Décision :

- L'un des rôles fondamentaux de l'utilisation des connaissances est de réduire l'incertitude et de guider les acteurs (dirigeants, managers) vers des choix éclairés et rationnels.
- Favoriser une réduction des incertitudes en anticipant les tendances et les risques du marché.
- Intégrer l'intelligence collective pour optimiser les stratégies et la gestion des ressources.

2. Stimuler l'Innovation et la Créativité :

- Transformer les connaissances en nouveaux produits, services ou solutions.
- Encourager le partage des idées et la capitalisation du savoir pour éviter la redondance des erreurs passées.

3. Optimiser les Processus et la Productivité :

- Standardiser les bonnes pratiques pour améliorer l'efficacité opérationnelle.
- Automatiser et digitaliser la gestion des connaissances pour une meilleure accessibilité aux informations clés.
- Réduire la perte d'expertise liée au départ d'employés en institutionnalisant le savoir.

4. Développer un Avantage Concurrentiel Durable :

- Exploiter les données du marché et les retours clients pour ajuster les stratégies commerciales.
- Assurer une adaptabilité rapide aux changements grâce à une gestion efficace des connaissances.
- Favoriser une culture d'amélioration continue pour conserver un positionnement stratégique fort.

2.4 Modèles théoriques de l'utilisation des connaissances issus de la littérature

Nous présentons dans ce qui suit, les modèles proposés en littérature pour le processus d'utilisation des connaissances.

2.4.1 Le processus d'utilisation des connaissances selon Larsen (1980) [41]

Ce modèle souligne que l'adoption des connaissances est progressive et influencée par le temps et le contexte. Larsen [41] décrit l'utilisation des connaissances comme un processus évolutif structuré en plusieurs étapes :

1. **Prise de conscience** : La connaissance devient accessible via divers canaux (publications, formations, réseaux professionnels). Cependant, son adoption immédiate n'est pas garantie, car elle dépend de sa visibilité et de l'intérêt des utilisateurs.
2. **Évaluation et adaptation** : Les utilisateurs analysent la pertinence, la faisabilité et la compatibilité de la connaissance avec leurs besoins. Des ajustements sont souvent nécessaires avant son application.
3. **Implémentation progressive** : Une première mise en application est réalisée de manière expérimentale, sous forme de tests ou de projets pilotes, afin d'observer les résultats et d'ajuster si nécessaire.
4. **Généralisation** : Une fois validée, la connaissance est adoptée à plus grande échelle, intégrée dans les politiques, les procédures et les formations pour assurer une diffusion plus large.
5. **Institutionnalisation** : La connaissance devient une norme établie, intégrée durablement dans les pratiques, avec des règles formelles et des formations continues garantissant sa pérennité.

Dans la Figure 2.1, nous avons schématisé le processus d'utilisation des connaissances selon [41], illustrant les différentes étapes allant de la prise de conscience à l'institutionnalisation.



FIGURE 2.1 – Schématisation du processus d'utilisation des connaissances selon [41].

2.4.2 Processus d'Utilisation des Connaissances selon Abdul-Rahman et Radzi (2016) [42]

Ce modèle est un modèle conceptuel illustrant le processus d'utilisation des connaissances dans les projets de construction, en particulier dans la gestion des délais [42]. Ce modèle repose sur une séquence de trois étapes principales : l'acquisition, la conversion et l'utilisation des connaissances, et met en évidence trois facteurs clés influençant le processus.

1. **Acquisition des connaissances** : Collecte d'informations à partir de documents (plans, rapports) et de l'expertise des équipes sur le terrain.
2. **Conversion des connaissances** : Transformation des informations en savoirs exploitables grâce au partage, à l'intégration et à la création de nouvelles connaissances.
3. **Utilisation des connaissances** : Application des connaissances pour optimiser la gestion des délais et améliorer la coordination entre les parties prenantes.

Trois facteurs influencent ce processus : la compétence des équipes, la collaboration et la pression temporelle. Le modèle souligne que l'intégration efficace des connaissances améliore la performance des projets en accélérant la prise de décision et l'exécution des tâches.

Dans la Figure 2.2, le schéma représente le processus d'utilisation des connaissances selon [42] :

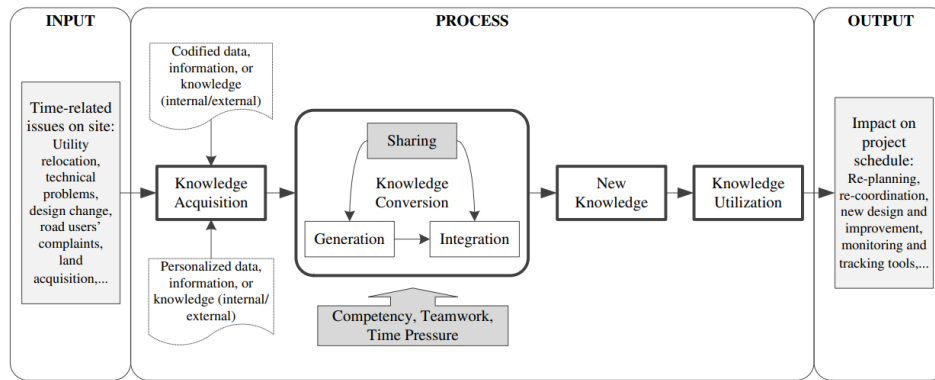


FIGURE 2.2 – Processus d'utilisation des connaissances selon [42]

2.4.3 Processus d'Utilisation des Connaissances selon Stefan Gueldenberg (2021) [43]

Le processus représenté dans la figure 2.3 proposé par [43] suit une approche structurée pour la gestion et l'utilisation des connaissances. Il débute par l'identification des connaissances, qui consiste à reconnaître et définir les informations pertinentes. Ensuite, la phase de coordination et de gouvernance permet d'organiser et de gérer efficacement ces connaissances.

La construction des relations joue un rôle clé en facilitant les interactions entre les acteurs impliqués, favorisant ainsi le partage d'expertise. L'intégration d'outils de connectivité et de communication assure une meilleure accessibilité et fluidité des échanges.

Parallèlement, la mise en place de réseaux et de systèmes de connaissances structure l'information et facilite son exploitation. La phase de présentation des connaissances permet de les diffuser de manière efficace aux parties concernées, tandis que leur protection garantit leur sécurité et préserve leur valeur stratégique. Enfin, le processus aboutit à l'échange commercial des connaissances, où celles-ci peuvent être valorisées et monétisées à travers des transactions ou des collaborations.

Le schéma du processus, présenté à la figure 2.3, permet de visualiser les principales étapes.

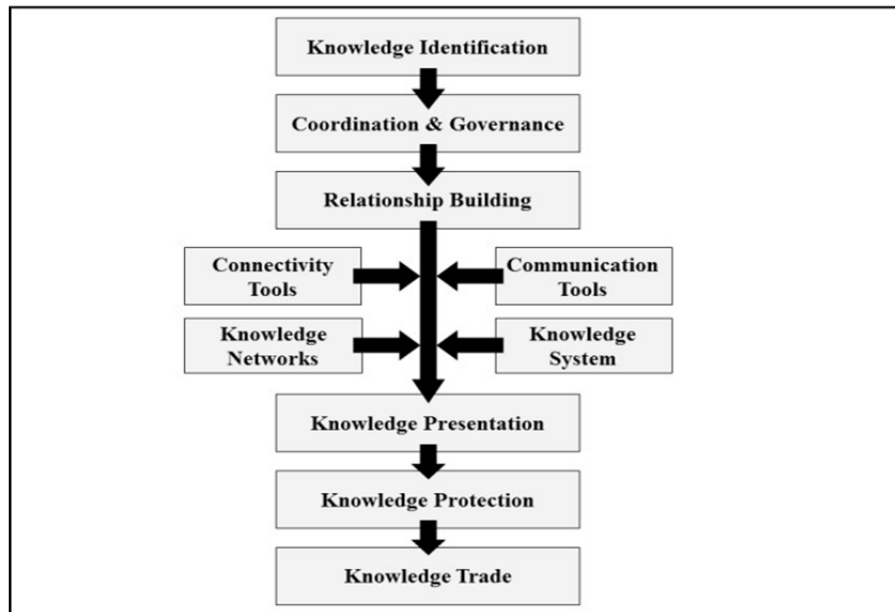


FIGURE 2.3 – Processus d'utilisation des connaissances selon [43].

2.5 Facteurs clés pour une utilisation réussie des connaissances en entreprise

Aujourd'hui, l'échange et le transfert de connaissances au sein des entreprises se produisent souvent de manière informelle, à travers des interactions quotidiennes ou des conseils entre employés. Toutefois, définir un cadre organisationnel structuré pour faciliter ces échanges reste un défi. Afin d'optimiser l'utilisation des connaissances, plusieurs facteurs de succès peuvent être identifiés [43].

— Orientation client et résolution de problèmes :

Un facteur central est la capacité des entreprises à résoudre les problèmes spécifiques de leurs clients. Les informations collectées auprès des clients jouent un rôle crucial pour adapter les services et produits à leurs besoins. Ce processus repose sur une personnalisation flexible et des interactions continues, facilitant ainsi une approche centrée sur la connaissance.

— Capacité d'absorption et innovation :

La capacité des entreprises à intégrer et exploiter des connaissances externes constitue un autre pilier de succès. Cette capacité repose sur les compétences et fonctions des employés, qui permettent de combiner savoir interne et externe pour développer des solutions innovantes. En ce sens, la capacité d'absorption devient un moteur clé de performance organisationnelle.

— Réputation et confiance des fournisseurs de connaissances :

La réputation des sources de connaissances influence fortement leur valeur perçue par les entreprises clientes. Une bonne réputation peut servir de signal de qualité pour les parties prenantes, à travers des dimensions cognitives, normatives et affectives. De plus, partager des connaissances de manière ouverte permet d'améliorer cette réputation et de démontrer la compétence organisationnelle.

— **Confiance, réciprocité et incitations :**

Les échanges de connaissances reposent également sur des relations de confiance et de réciprocité entre les parties prenantes. En interne, des récompenses et incitations, qu'elles soient financières ou symboliques, encouragent les employés à partager leurs savoirs. Ces motivations peuvent être extrinsèques (comme des primes financières) ou intrinsèques (comme l'amélioration de la confiance en soi et l'auto-efficacité).

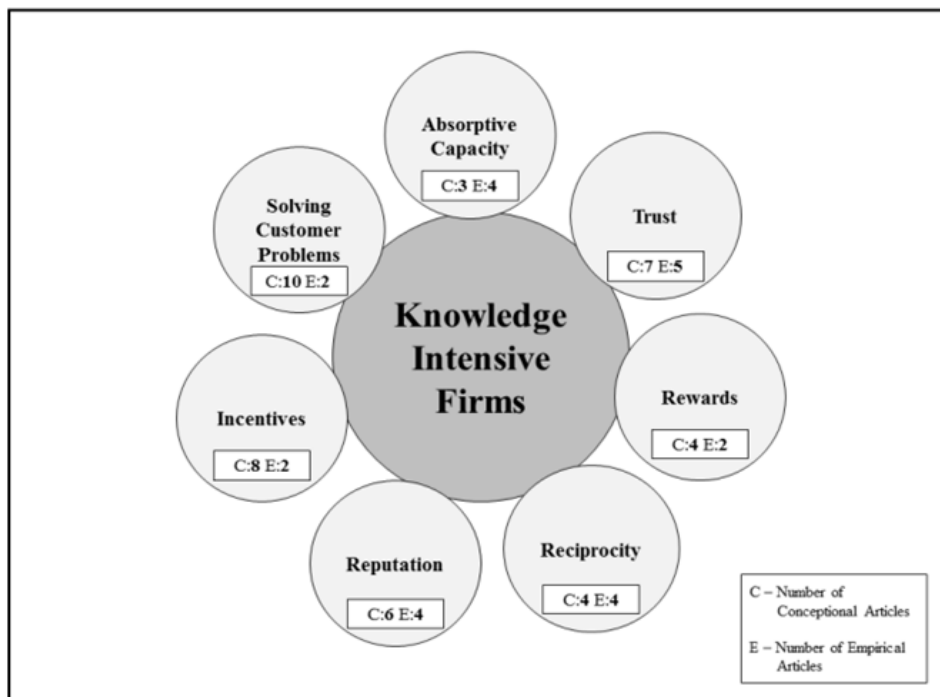


FIGURE 2.4 – Facteurs de succès de l'utilisation des connaissances dans les entreprises à forte intensité de connaissances [43]

Ces différents facteurs permettent aux entreprises, particulièrement celles à forte intensité de connaissances, d'exploiter efficacement leurs actifs immatériels. La combinaison d'une orientation client, d'une capacité d'innovation, d'une gestion de la réputation et d'un système de récompenses contribue à établir un écosystème favorable à la création de valeur à partir des connaissances.

2.6 Étude bibliographique sur les systèmes d'utilisation et d'application des connaissances

Dans cette section, nous présentons les systèmes permettant l'utilisation et l'application des connaissances, il s'agit des Systèmes à Base de Connaissances. Nous décrivons les principaux composants et types des systèmes à base de connaissances.

2.6.1 Définitions des Système à Base de Connaissances

Un **Système à Base de Connaissances (SBC)** est un des membres majeurs du groupe de l'intelligence artificielle. Avec l'essor des technologies informatiques avancées, l'attention se porte de plus en plus sur des tâches complexes nécessitant de l'intelligence. Les entreprises et la société s'appuient sur l'expertise humaine pour la prise de décision, et un SBC peut jouer ce rôle à la demande, sans contrainte de temps ou de lieu. Il permet d'économiser des ressources en exploitant les connaissances d'experts, tout en améliorant la cohérence et l'efficacité des décisions.

Un SBC est un système informatique qui utilise et génère des connaissances à partir de données et d'informations. Contrairement aux systèmes informatiques traditionnels, il comprend les informations traitées et peut prendre des décisions en fonction des connaissances qu'il contient [21] .

Afin de mieux comprendre ce que recouvre la notion de système à base de connaissances, nous présentons ci-dessous, dans le tableau 2.2, quelques définitions issues de la littérature spécialisée.

Source	Définition complète
OQLF (2017) [87]	Un système à base de connaissances est un programme conçu pour résoudre des problèmes nécessitant les compétences d'un expert humain. Il comprend une base de connaissances (faits + règles), un moteur d'inférence, et souvent une interface utilisateur.
Richard, R. (2019) [89]	Un système à base de connaissances est un système expert basé sur une représentation explicite des connaissances. Il est capable de raisonner logiquement à partir de faits et de règles pour fournir des diagnostics ou des solutions. Il comprend une base de connaissances, un moteur d'inférence, un mécanisme d'explication et une interface utilisateur.
DataFranca (2025) [86]	Issu de technologies de l'intelligence artificielle symbolique, un système à base de connaissances est un logiciel qui raisonne à partir d'une base de connaissances pour résoudre des problèmes complexes. L'expression "système à base de connaissances" fait référence à de nombreux types de systèmes qui sont tous établis sur une représentation explicite des connaissances (base de connaissances) et un système de raisonnement (moteur d'inférences) lui permettant de dériver de nouvelles connaissances.

TABLE 2.2 – Définitions complètes des systèmes à base de connaissances

2.6.2 Composants d'un Système à Base de Connaissances

Un **Système à Base de Connaissances (SBC)** est composé de cinq éléments essentiels qui assurent son bon fonctionnement. Ces éléments sont présentés dans la figure ci-dessous.

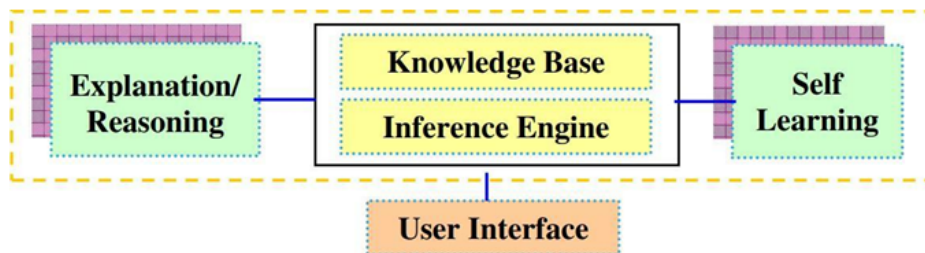


FIGURE 2.5 – Architecture d'un système à base de connaissances SBC [21].

Base de connaissances

Elle constitue le cœur du système et regroupe l'ensemble des informations, faits et règles nécessaires à la prise de décision, ainsi que des méta-connaissances permettant de déterminer

quelles règles appliquer. Ces connaissances peuvent être acquises auprès d'experts humains ou générées par le système lui-même à partir de données et d'informations.

Contrairement à une base de données classique, qui stocke principalement des faits et des données structurées, une base de connaissances intègre également des règles et des raisonnements, représentant ainsi l'expertise accumulée dans un domaine donné [21] .

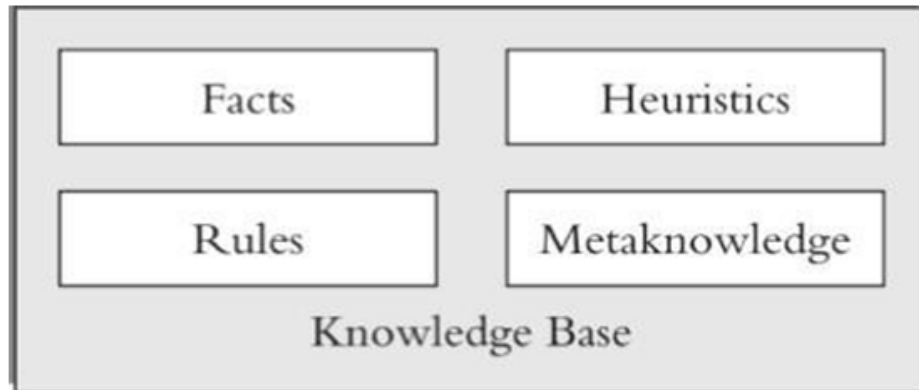


FIGURE 2.6 – Composant de la base de connaissances dans un SBC [22].

Moteur d'inférence (Inference Engine - IE)

Un moteur d'inférence est un programme logiciel qui exploite la base de connaissances pour tirer des conclusions et prendre des décisions. Il applique des règles logiques et des mécanismes de raisonnement pour analyser les informations disponibles et fournir des réponses pertinentes. C'est grâce à ce moteur que le système peut simuler le raisonnement d'un expert humain.

Un moteur d'inférence ne se contente pas de consulter les connaissances disponibles dans la base de connaissances, mais il en déduit également de nouvelles selon les besoins. Il décide également de l'ordre dans lequel les inférences sont effectuées. Il existe deux règles courantes pour déduire de nouveaux faits à partir des règles et des faits connus [22].

Explication et Raisonnement

C'est un sous-système qui explique les actions du système. L'explication peut aller de la manière dont les solutions finales ou intermédiaires ont été obtenues à la justification de la nécessité de données supplémentaires. L'utilisateur peut poser des questions fondamentales telles que "pourquoi" et "comment", et ce sous-système joue le rôle de tuteur en partageant les connaissances du système avec l'utilisateur [23, 24] .

Interface utilisateur

C'est le point de contact entre le SBC et l'utilisateur. Elle permet d'entrer des données, d'interagir avec le système et de visualiser les décisions ou recommandations fournies. Pour une meilleure expérience, cette interface peut intégrer un module de traitement du langage naturel, rendant l'interaction plus fluide et intuitive [21].

Module d'apprentissage (Learning Module)

Permet au système d'évoluer en intégrant de nouvelles connaissances. Cette mise à jour peut se faire de manière **manuelle**, en ajoutant directement des informations, ou **automatique**, grâce à l'apprentissage automatique (**Machine Learning**). Ce module assure que le système reste pertinent et efficace sur le long terme [21].

2.6.3 Types des systèmes à base de connaissances

Il existe plusieurs classifications des Systèmes à Base de Connaissances, chacune mettant l'accent sur un aspect spécifique du système. Parmi les principales classifications, on retrouve [44] :

- **Classification par objectif et fonctionnement** : Regroupe les SBCs selon leur finalité, comme les systèmes experts, les systèmes d'aide à la décision ou les systèmes de diagnostic.
- **Classification par représentation des connaissances** : Classe les SBCs selon la manière dont ils stockent et exploitent les connaissances, comme les systèmes basés sur des règles, des cas, des modèles, des ontologies ou des contraintes.
- **Classification par architecture** : Distingue les SBCs selon leur structure technique, comme les SBC centralisés, distribués ou hybrides.
- **Classification par domaine d'application** : Identifie les SBCs en fonction de leur secteur d'utilisation, comme la médecine, l'industrie, la finance ou la cybersécurité.

Dans le cadre de notre projet, nous avons choisi de nous concentrer sur **deux classifications complémentaires** :

- **La classification par représentation des connaissances**, car elle permet d'analyser comment les SBCs structurent, manipulent et exploitent les connaissances.
- **La classification par domaine d'application**, afin d'illustrer leur utilisation concrète dans différents secteurs et d'évaluer leur impact pratique.

Ce double axe d'analyse nous permet d'avoir une approche à la fois **technique et appliquée**, facilitant ainsi l'identification des étapes communes au développement des SBCs et la formalisation du processus global d'utilisation des connaissances.

Systèmes experts

Un système expert est un programme informatique conçu pour reproduire les compétences et le raisonnement d'un expert humain dans un domaine spécifique. Il repose sur une base de connaissances, qui stocke des faits et des règles expertes, ainsi qu'un moteur d'inférence, qui applique ces règles pour analyser des problèmes et fournir des recommandations. Inspirés des sciences cognitives, les systèmes experts ont été parmi les premières applications réussies de l'intelligence artificielle [21]. La figure ci-dessous présente l'architecture générale d'un système expert.

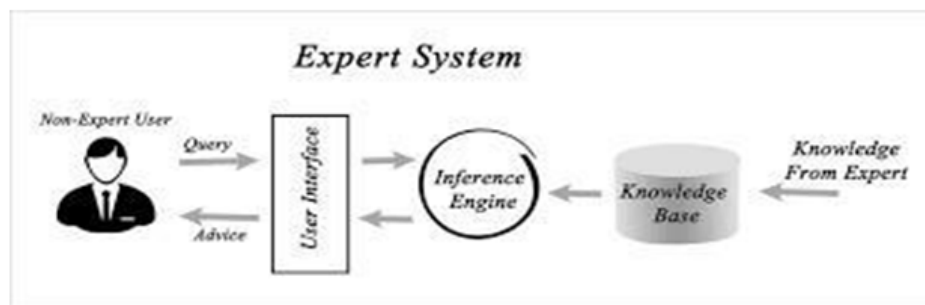


FIGURE 2.7 – Architecture Générale d'un Système Expert
[21]

Systèmes de diagnostic de pannes

Un système de diagnostic de pannes est conçu pour identifier et localiser les défaillances dans des systèmes complexes. Ces systèmes intègrent une base de connaissances détaillée sur le fonctionnement normal et les modes de défaillance potentiels, ainsi que des mécanismes d'inférence pour analyser les symptômes observés et déterminer les causes probables des pannes. Les systèmes de diagnostic de pannes peuvent détecter des anomalies en comparant les observations actuelles aux modèles de comportement normal stockés dans leur base de connaissances. Lorsqu'une anomalie est détectée, le système utilise des règles d'inférence pour identifier la cause probable de la défaillance, facilitant ainsi une intervention rapide et précise [25]. La figure ci-dessous illustre le processus de diagnostic des pannes.

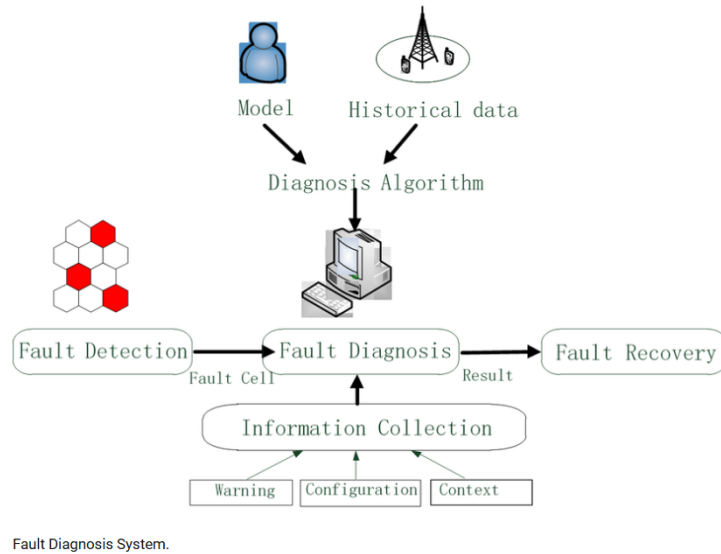


FIGURE 2.8 – Processus de Diagnostic des Pannes
[25]

Systèmes d'aide à la décision

Un Système d'Aide à la Décision (SAD) est un système informatique conçu pour aider les gestionnaires et les travailleurs dans la prise de décision. Il fournit un accès aux données et aux modèles analytiques pour améliorer la compréhension des problèmes et faciliter la recherche de solutions. Ces systèmes sont interactifs, flexibles et conçus pour être utilisés directement par les décideurs, même sans expertise informatique. Ils reposent sur trois éléments clés :

1. **Données** : information utilisée pour la décision.
2. **Modèles** : outils analytiques et algorithmes.
3. **Interface utilisateur** : interaction entre le système et l'utilisateur.

Ils permettent de traiter des problèmes complexes, souvent semi-structurés ou non structurés, en améliorant l'efficacité et la productivité des décideurs. Leur objectif principal est de compléter et de soutenir la prise de décision, plutôt que de la remplacer [26] .

Systèmes basés sur le Raisonnement à Base de Cas

Le Raisonnement à partir de Cas (RàPC) est une approche issue de l'Intelligence Artificielle permettant de résoudre de nouveaux problèmes en s'appuyant sur des expériences passées. Il repose sur l'identification de similarités entre un problème actuel et des cas antérieurs déjà résolus. Un cas est généralement composé d'une situation spécifique, de sa solution et éventuellement du raisonnement ayant conduit à cette solution [27] . Ces systèmes sont largement

utilisés dans divers domaines tels que la médecine , le commerce (recommandation de produits), le diagnostic industriel et l'analyse financière. Un système de RàPC suit un processus en quatre étapes principales, illustré dans la figure suivante :

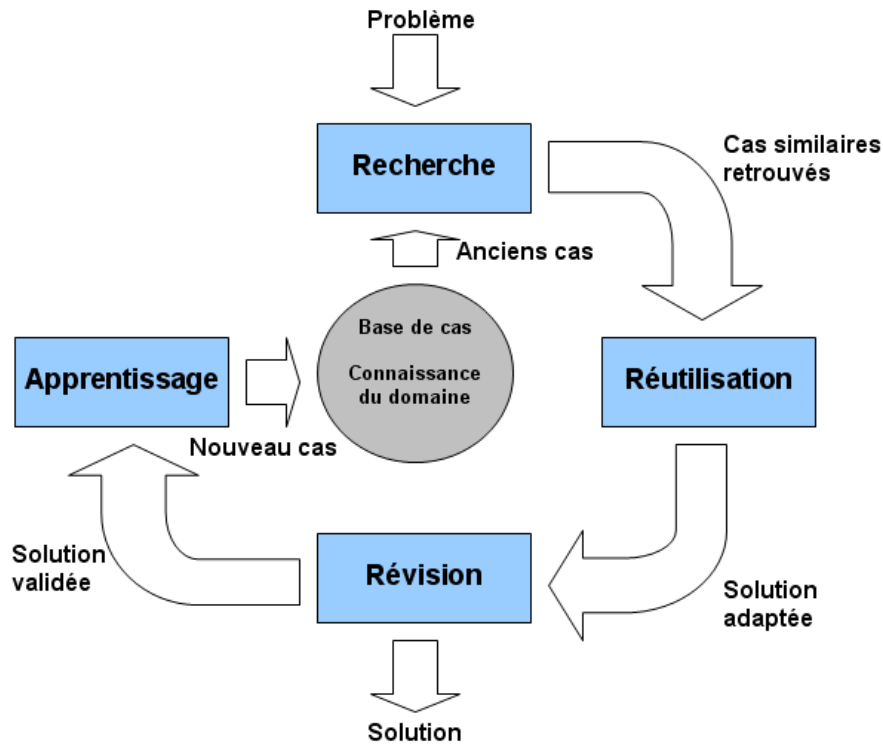


FIGURE 2.9 – Le cycle du raisonnement à partir de cas
[28]

Systèmes de support client (Help Desk Systems)

Un Système de Support Client (Help Desk System) est un outil ou une plateforme conçue pour aider les entreprises à gérer efficacement les demandes, problèmes ou questions posées par leurs clients ou utilisateurs. Il permet de centraliser toutes les interactions entre les clients et le service de support, en facilitant le suivi, la résolution et la gestion des incidents. Ces systèmes offrent généralement des fonctionnalités comme la création automatique de tickets pour chaque demande, la priorisation des problèmes, l'assignation des tâches aux agents de support, et la fourniture d'un historique complet des interactions. Le but principal est d'améliorer l'expérience client en garantissant des réponses rapides et des solutions adaptées [31] .

Systèmes de conseil

Un système de Conseil (Advisor System) peut être défini comme un système informatisé qui utilise une combinaison de données, de modèles et de connaissances pour fournir des re-

commandations ou des conseils à un utilisateur dans un domaine spécifique.

Plus formellement, selon [32], un Système de Conseil est décrit comme suit :

$$AS = (I, O, M, K) \quad (2.1)$$

où :

- I : Ensemble des entrées (inputs), comprenant les informations fournies par l'utilisateur ou collectées automatiquement, telles que des préférences, des contraintes, ou des contextes spécifiques.
- O : Ensemble des sorties (outputs), représentant les recommandations, suggestions ou décisions générées par le système.
- M : Modèle ou ensemble de méthodes utilisées pour traiter les entrées et produire les sorties. Ces méthodes peuvent inclure des algorithmes d'apprentissage.
- K : Base de connaissances, contenant des informations spécialisées sur le domaine concerné, y compris des faits, des relations, des expériences passées et des heuristiques.

Le processus central du système consiste à appliquer le modèle M aux données d'entrée I en tenant compte de la base de connaissances K pour générer des sorties O pertinentes.

Synthèse

Dans le tableau 2.3 ci-dessous, nous présentons une étude comparative des principaux systèmes à base de connaissances présentés ci-dessus, selon leurs objectifs, méthodes de raisonnement et domaines d'application, mettant en avant leurs forces et faiblesses.

Type de SBC	Objectif Principal	Représentation des Connaissances	Domaines d'Application	Exemple d'Utilisation	Avantages	Limites
Systèmes Experts	Reproduire l'expertise humaine pour la prise de décision.	Règles logiques (modus paonnes/tollens)	Médecine, Finance, Ingénierie.	Diagnostic médical, analyse financière.	Décisions cohérentes et rapides.	Maintenance coûteuse des règles.
Systèmes de Diagnostic	Identifier et localiser des pannes.	Cas passés (Raisonnement par Cas - CBR)	Industrie, électronique.	Diagnostic de pannes dans des machines.	Réutilisation des solutions existantes.	Nécessite une base de cas exhaustive.
Systèmes d'Aide à la Décision (SAD)	Soutenir les décideurs avec des données et modèles.	Données structurées + modèles analytiques	Gestion, Logistique, Marketing.	Optimisation des stocks, stratégies commerciales.	Flexibilité pour des problèmes semi-structurés	Dépend de la qualité des données.
Raisonnement à Base de Cas (CBR)	Résoudre des problèmes similaires à des cas antérieurs.	Bibliothèque de cas (problème + solution).	Support client, Maintenance.	Help Desk (ex: Darty), Diagnostic technique.	Adaptabilité grâce aux nouveaux cas.	Difficultés à définir des critères de similarité.
Systèmes de Support Client	Gérer et résoudre les demandes clients.	Pairs problème-solution (CBR ou règles).	Service client, TI.	Gestion des tickets d'assistance.	Réduction des temps de réponse	Limité aux problèmes récurrents.
Systèmes de Conseil	Fournir des recommandations personnalisées.	Règles métier + données utilisateur.	Finance, Santé, Éducation.	Conseils en investissement, Orientation académique	Personnalisation des conseils.	Peut manquer de contextualisation fine.

TABLE 2.3 – Synthèse Comparative des Principaux Types de SBC

2.6.4 Développement des Systèmes à Base de Connaissances

Pour mieux comprendre la démarche de développement de chaque type de système à base de connaissances, nous nous appuyons sur des études de cas issues de [33]. Ces exemples pratiques nous permettront d'examiner en détail le processus de développement et les diverses approches utilisées pour un SBC. Dans ce qui suit, nous décrivons les différentes études de cas à l'aide de tableaux. Chaque tableau est associé à une étude de cas. Cette dernière est décrite en termes d'objectifs, le type du SBC, les connaissances utilisées, la démarche et les activités de développement du SBC.

Etude de cas 1 :

Système	SOS Advisor
Objectif	L'objectif principal du SOS Advisor était d'optimiser le temps nécessaire pour évaluer l'éligibilité potentielle des entreprises souhaitant obtenir un financement SBIR/STTR. Il guidait les utilisateurs à travers un questionnaire interactif composé de 10 questions destinées à évaluer si une entreprise répond aux critères d'éligibilité pour recevoir une subvention.
Type de système	Système de conseil
Connaissances utilisées	- Les règles SBIR/STTR (explicites) - Les profils d'entreprises typiques (déclaratives)
Démarche de développement	1. Conception de la base de connaissances 2. Développement du moteur d'inférence 3. Interface entre la base de connaissances et le questionnaire 4. Validation et tests 5. Automatisation des décisions
Activités de développement	- Collecte et formalisation des règles SBIR/STTR - Création d'un modèle de données pour représenter les profils d'entreprises typiques. - Encodage des règles dans un format compréhensible par le moteur d'inférence. - Implémentation des règles SBIR/STTR sous forme de scripts - Conception d'un algorithme pour évaluer les réponses du questionnaire - Utilisation de la logique booléenne (ex : "Oui", "Non", "Je ne sais pas") pour déterminer l'éligibilité - Traitement des réponses "Je ne sais pas" en demandant des informations supplémentaires - Chaque question du questionnaire est liée à une ou plusieurs règles de base de connaissances - Intégration des explications supplémentaires (via les icônes "Conseil") en lien avec les règles SBIR/STTR - Tests des règles d'inférence avec des profils éligibles et non éligibles - Le moteur d'inférence compare automatiquement les réponses de l'utilisateur avec les règles SBIR/STTR. - Envoi automatique des résultats par e-mail aux utilisateurs et aux responsables

TABLE 2.3 – Développement du Système SOS Advisor

Etude de cas 2 :

le système	Total Recall
Objectif	Total Recall est un système développé par National Semiconductor pour améliorer le diagnostic des défauts dans ses produits. Il utilise la technologie de Raisonnement Basé sur les Cas (CBR) pour réutiliser les connaissances des analyses passées (PQA). En recherchant des cas similaires dans une bibliothèque, il permet aux ingénieurs de gagner du temps et d'améliorer la précision de leurs diagnostics. Le système aide également à mieux organiser et structurer les informations de qualité.
Type de système	Système de diagnostic de pannes basé sur le Raisonnement à Base de Cas (CBR)
Connaissances utilisées	- Résultats des analyses PQA (Explicites) - cas d'échecs précédents (déclaratives) - actions correctives (procédures) - données techniques (tacites)
démarche de développement	1. Conception de la base de données 2. Collecte des cas d'échecs 3. Encodage des connaissances 4. Développement du moteur CBR 5. Gestion des nouveaux cas
Activités de développement	- Stockage des résultats des tests PQA. - Création d'une bibliothèque de cas CBR. - Intégration des cas antérieurs dans la bibliothèque. - Indexation des cas pour une recherche rapide. - Encodage des mécanismes d'échec et des actions correctives. - Validation des cas par des administrateurs. - Conception du serveur CBR pour comparer les nouveaux cas aux cas existants. - Renvoyer des cas similaires classés par degré de similarité. - Ajout de nouveaux cas à la bibliothèque après évaluation.

TABLE 2.4 – Développement du Système Total Recall

Etude de cas 3 :

le système	Darty
Objectif	L'objectif principal du SBC de Darty est de permettre aux agents de niveau 1 de résoudre plus de problèmes sans transfert vers des techniciens plus expérimentés. En utilisant un moteur CBR, le système aide à trouver des solutions adaptées aux problèmes des clients, réduisant ainsi les coûts, améliorant la productivité et augmentant la satisfaction client.
Type de système	Système de support client (Help Desk) basé sur le Raisonnement Basé sur les Cas (CBR)
Connaissances utilisées	- Paire problème-solution (Explicites) - Données sur les produits et leurs pannes courantes (déclaratives) - questions/réponses guidées (procédurales)
démarche de développement	1. Collecte des connaissances 2. Conception de l'interface utilisateur 3. Développement du moteur CBR 4. Gestion des connaissances 5. Formation des agents
Activités de développement	- Identification de 1 500 paires problème-solution pour les produits Darty. - Structuration des connaissances techniques. - Développement de méthodes de recherche (texte libre, guidée, experte, navigation). - Adaptation de l'interface pour les agents de niveau 1. - Conception de la couche de récupération basée sur un moteur CBR - Affinage des résultats en cas de trop nombreuses solutions. - Mise en place de la couche de gestion pour générer des rapports et soutenir les modules administratifs. - Maintenance et mise à jour des paires problème-solution. - Formation des agents de niveau 1 à l'utilisation du système. - Sensibilisation aux différentes méthodes de recherche (texte libre, guidée, experte, navigation).

TABLE 2.5 – Développement du Système Darty

Etude de cas 4 :

le système	CLAIM
Objectif	Le système CLAIM de GE Healthcare automatise l'identification des pièces jointes pour les demandes de remboursement en analysant les demandes passées. Il utilise des algorithmes de raisonnement basé sur les cas (CBR) et d'apprentissage automatique pour prédire les documents nécessaires, réduisant ainsi les erreurs et accélérant le processus. CLAIM améliore l'efficacité en anticipant les besoins en pièces jointes avant même qu'une demande ne soit rejetée.
Type de système	Système d'aide à la décision basé sur le raisonnement par cas
Connaissances utilisées	- Données historiques des demandes de remboursement (Explicites) - Critères de similarité (Explicites) - Protocoles des payeurs (Explicites)
démarche de développement	1. Collecte et nettoyage des données 2. Conception du système CBR (Raisonnement Basé sur les Cas) 3. Implémentation de l'algorithme de confiance 4. Développement de l'algorithme d'apprentissage automatique 5. Création de l'interface graphique utilisateur 6. Tests et validation 7. Maintenance et mise à jour
Activités de développement	- Utilisation d'une base de données de 300 millions de demandes de remboursement passées. - Nettoyage des données pour supprimer les informations identifiables des patients. - Développement d'un système CBR pour comparer les nouvelles demandes avec les demandes similaires passées. - Définition des critères de similarité (payer, procédure, diagnostic, modificateurs de procédure). - Création d'un algorithme pour déterminer les pièces jointes nécessaires en fonction des différences entre les demandes similaires. - Prise en compte de critères tels que la date de la demande, le degré de similarité et la qualité de la demande . - Conception d'un algorithme pour analyser les données historiques et identifier les cas de rejet dus à l'absence de pièces jointes. - Regroupement des demandes similaires et calcul des taux de rejet pour définir de nouveaux protocoles. - Développement d'une interface pour permettre aux humains de valider, créer, modifier et maintenir les protocoles manuellement. - Intégration des protocoles validés dans un référentiel accessible aux algorithmes. - Mise en place d'études pilotes pour évaluer la précision du système. - Validation des résultats avec une précision de plus de 90 % dans la sélection des pièces jointes. - Ajout des nouvelles demandes payées ou rejetées à la base de données pour servir de référence future. - Mise à jour périodique des protocoles en fonction des nouvelles données.

TABLE 2.6 – Développement du Système CLAIM

Synthèse

L'analyse des études de cas a permis d'identifier les différentes approches adoptées pour le développement des Systèmes à Base de Connaissances (SBC), en fonction de leur finalité et de leur mode de traitement des connaissances. Les systèmes experts et les systèmes d'aide à la décision, comme **SOS Advisor**, reposent sur une base de règles expertes et un moteur d'inférence permettant d'analyser les informations et de formuler des recommandations. Leur développement suit une démarche structurée, allant de la formalisation des règles métier à leur encodage et validation. Les systèmes de diagnostic de pannes, tels que **Total Recall**, adoptent une approche basée sur le Raisonnement à Base de Cas (CBR), exploitant une base de cas passés pour identifier des solutions aux problèmes rencontrés. De même, les systèmes de support client, comme le **Help Desk de Darty**, utilisent un moteur CBR pour aider les agents en proposant des solutions basées sur leurs expériences antérieures. D'autres systèmes, comme **CLAIM**, combinent le CBR et l'apprentissage automatique pour automatiser des processus complexes, notamment l'optimisation du traitement des demandes de remboursement.

L'étude de ces systèmes a révélé des **étapes communes** dans leur développement, notamment la collecte et la structuration des connaissances, la conception du moteur d'inférence ou du moteur de recherche des similarités, l'intégration d'une interface utilisateur, ainsi que la phase de tests et de validation. De plus, **la maintenance et la mise à jour régulière des connaissances** apparaissent comme des éléments essentiels pour assurer l'évolution et l'efficacité des SBC. Cette analyse approfondie a permis d'avoir une meilleure compréhension des différentes méthodologies de développement des SBC.

2.7 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les SBCs employés pour l'utilisation et l'application des connaissances. Nous avons en premier passé en revue les principaux composants d'un SBC ainsi que les différents types des SBCs. Par la suite, nous avons analysé des études de cas de développement de SBCs. Nous avons également passé en revue des modèles proposés pour le processus d'utilisation des connaissances. Ces études et analyses vont servir de base pour la proposition de notre modèle du **processus d'utilisation des connaissances**, qui sera présenté dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 3

CONTRIBUTION

3.1 Introduction

Ce chapitre présente notre contribution à la formalisation du processus d'utilisation des connaissances, structurée en trois axes. Nous débutons par une synthèse sur le développement des systèmes à base de connaissances à partir des études de cas présentées dans le chapitre précédent. Ensuite, une comparaison des modèles existants pour le processus d'utilisation met en évidence leurs principes clés et l'évolution vers une valorisation stratégique des savoirs. Enfin, nous proposons un modèle pour le processus d'utilisation des connaissances, construit progressivement à partir des étapes communes observées, enrichi par des facteurs de succès et une phase de valorisation. Enfin, nous étudions l'impact du *Cloud Computing* sur la mise en oeuvre des activités du processus défini.

3.2 Synthèse sur le développement des Systèmes à base de connaissances

Dans le chapitre précédent, nous avons abordé les systèmes à base de connaissances en présentant leurs différents types. Les approches de développement associées à ces systèmes ont été étudiées à travers l'analyse d'études de cas réelles tirées de [33]. Cette analyse met en évidence que, malgré la diversité des approches, certaines étapes communes se dégagent. Ces étapes présentent des similarités en termes d'objectifs, d'activités et de flux de connaissances. Afin de mieux illustrer ces points communs. Le tableau **3.1** ci-dessous propose une synthèse structurée des étapes identifiées. Il met en évidence, pour chaque étape, le flux de

connaissances mobilisé, les objectifs visés ainsi que les principales activités associées.

Étape	Activité	Connaissances utilisées	Objectif de l'étape
Collecte des connaissances	Identifier et rassembler les connaissances nécessaires (ex : règles métier, données historiques, cas passés, etc.).	Entrée : Connaissances existantes	Assurer une collecte, une validation et une organisation efficaces des connaissances afin de garantir leur pertinence et leur accessibilité pour une exploitation optimale par le système.
	Filter ces connaissances en vérifiant leur pertinence, fiabilité et qualité (ex : Nettoyage des données pour supprimer les informations identifiables des patients dans CLAIM)	Sortie : Connaissances nouvelles structurées	
Modélisation des Connaissances	Représenter les connaissances sous une forme utilisable (ex : règles "Si-Alors", cas CBR, protocoles, etc.).	Entrée : Connaissances structurées issues de la collecte.	Transformer les informations en un modèle cohérent et compatible avec les besoins techniques du système.
	Encoder les connaissances dans un format adapté au système (ex: Encodage des mécanismes d'échec et des actions correctives dans Total Recall)	Sortie : Connaissances formalisées .	
Développement du moteur d'inférence ou de raisonnement	Concevoir un mécanisme pour appliquer les Connaissances (ex : algorithme d'évaluation basé sur logique booléenne dans SOS Advisor)	Entrée : Connaissances formalisées	Exploiter les connaissances afin de permettre la résolution efficace de problèmes et la prise de décisions pertinentes, grâce à un mécanisme de raisonnement optimisé.
	Définir des critères de similarité ou des règles pour comparer les nouveaux cas aux connaissances existantes (ex : Critères : payer, procédure, diagnostic, modificateurs de procédure ,dans CLAIM)	Sortie : Connaissances opérationnelles .	
Validation des connaissances	Tester les connaissances avec des cas réels ou simulés.(ex: Tests avec profils éligibles/non éligibles dans SOS advisor)	Entrée : Connaissances opérationnelles (issues du moteur)	Assurer la fiabilité et la pertinence des connaissances implémentées tout en garantissant la conformité des résultats à la réalité du domaine d'application.
	Valider les résultats avec des experts ou des utilisateurs pour s'assurer de leur exactitude (ex: Validation des cas par des administrateurs dans Total Recall)	Sortie : Connaissances validées ou améliorées .	
Déploiement des connaissances inférées	Implémenter les connaissances dans le système (ex: Intégration des protocoles validés , dans CLAIM)	Entrée : Connaissances validées .	Assurer l'accessibilité des connaissances au sein du système et favoriser leur Utilisation et exploitation.
	Assurer que les connaissances sont accessibles et utilisables par les utilisateurs finaux (ex: cônes "Conseil" dans SOS Advisor)	Sortie : Connaissances déployées (prêtes à l'usage).	
Maintenance et mise à jour des connaissances	Ajouter de nouvelles connaissances au fur et à mesure (ex : nouveaux cas, nouvelles règles).	Entrée : Connaissances déployées + nouvelles données (issues de l'usage ou de nouvelles sources).	Maintenir la pertinence du système dans le temps en l'adaptant aux évolutions du domaine concerné.
	Mettre à jour les connaissances existantes pour refléter les changements (ex : Maintenance des paires problème-solution dans Darty)	Sortie : Connaissances mises à jour .	
Formation et support Utilisateur	Former les utilisateurs à l'utilisation du système et des connaissances (exp : Formation des agents de niveau 1 dans Darty)	Entrée : Connaissances déployées .	Faciliter l'adoption du système en maximisant son efficacité tout en garantissant une utilisation optimale et en réduisant les erreurs d'utilisation
	Fournir un support pour aider les utilisateurs à interagir efficacement avec le système.(exp: Recherche guidée et Recherche experte dans Darty)	Sortie : Connaissances internalisées par les utilisateurs(feedback)	

TABLE 3.1 – Synthèse des étapes communes issues des études de cas de développement de systèmes à base de connaissances.

3.3 Comparaison des modèles existants du processus d'utilisation des connaissances

Les modèles d'utilisation des connaissances proposés par LARSEN [41], ABDUL-RAHMAN [42] et RADZI, ainsi que GUELDEMBERG [43], déjà abordés dans le chapitre précédent, offrent des perspectives différentes mais complémentaires sur la manière dont les connaissances sont appliquées dans divers contextes. Chaque modèle met l'accent sur des étapes spécifiques et des facteurs influençant le processus d'utilisation des connaissances. Nous présentons dans le tableau ??, une étude comparative de ces modèles, mettant en évidence leurs principales différences et complémentarités. Les différents critères de comparaison utilisés sont : l'objectif principal du modèle, ses principales étapes, son contexte d'application, les types de connaissances utilisées, les facteurs influents l'utilisation des connaissances (les éléments qui facilitent ou bloquent l'utilisation des connaissances), utilisation de la technologie ou non dans le modèle et les spécificités du modèle.

Critère	Larsen (1980) [41]	Abdul-Rahman & Radzi (2016) [42]	Gueldenberg (2021) [43]
Objectif principal	Favoriser l'adoption progressive et durable des connaissances au sein des organisations.	Optimiser la gestion des délais dans les projets de construction grâce à une meilleure utilisation des connaissances.	Gérer stratégiquement les connaissances comme un actif à partager, protéger et valoriser dans l'organisation.
Étapes principales	1. Prise de conscience 2. Évaluation et adaptation 3. Implémentation progressive 4. Généralisation 5. Institutionnalisation	1. Acquisition 2. Conversion 3. Utilisation	1. Identification 2. Coordination et gouvernance 3. Construction des relations 4. Intégration des outils 5. Présentation 6. Protection 7. Échange commercial
Contexte d'application	Tous types d'organisations	Projets de construction, gestion de projet.	Grandes entreprises ou organisations complexes
Connaissances utilisées	Explicite et Tacite	Explicite, centrée sur les documents et savoir-faire pratiques	Tacite et Explicite
Facteurs influents	- Le temps nécessaire - La visibilité des connaissances - L'intérêt des personnes - Le contexte de l'organisation	- Les compétences des équipes - La coopération - La pression liée au temps (deadlines)	- La qualité de la gouvernance (règles) - - Les outils numériques utilisés - - La sécurité de l'information - - Les réseaux de communication
Technologie intégrée	processus humain	Faible (documents, rapports, expertises terrain)	Forte (outils numériques, systèmes de connaissance, plateformes de communication)
Spécificités	Modèle progressif : la connaissance devient une norme dans l'organisation avec le temps.	Modèle pratique : il est conçu pour agir rapidement, utile dans des situations urgentes	Modèle stratégique et complet : il couvre tout le cycle de la connaissance, avec un fort usage de la technologie et une logique de valeur économique.

TABLE 3.2 –Etude comparative sur les modèles existants du Processus d'utilisation des connaissances.

Synthèse

Malgré leurs différences, ces trois modèles partagent des **points communs essentiels**, qui révèlent des **principes fondamentaux** dans l'utilisation des connaissances : *Transformation et adaptation des connaissances avant leur utilisation* et *Diffusion et partage des connaissances*. Dans ce qui suit, nous expliquons chacun de ces principes dans le cadre de chaque modèle.

1. Transformation et adaptation des connaissances avant leur utilisation :

Avant d'être exploitées, les connaissances doivent être transformées ou adaptées :

- **Larsen** (1980) met l'accent sur l'évaluation et l'adaptation pour assurer leur pertinence.
- **Abdul-Rahman et Radzi** (2016) intègrent un processus de conversion pour les rendre exploitables.
- **Gueldenberg** (2021) organise la coordination et les réseaux pour structurer leur usage.

Cela souligne l'importance de la contextualisation avant toute mise en application.

2. Diffusion et partage des connaissances :

Le partage est un élément clé pour maximiser l'impact des savoirs :

- **Larsen** prône une généralisation des connaissances à l'ensemble de l'organisation.
- **Abdul-Rahman et Radzi** insistent sur l'échange d'informations lors du processus de conversion.
- **Gueldenberg** favorise la diffusion à travers des réseaux et des systèmes connectés.

La circulation des connaissances est perçue comme essentielle pour leur efficacité.

Ces différences traduisent aussi une évolution dans la perception de l'utilisation des connaissances :

- De l'adoption interne et institutionnelle chez **Larsen**,
- Vers l'efficacité opérationnelle sur projet chez **Abdul-Rahman et Radzi**,
- Jusqu'à une logique de valorisation économique des connaissances chez **Gueldenberg**.

Par ailleurs, l'impact croissant des technologies est notable dans les modèles récents, avec une digitalisation accrue et l'émergence de réseaux collaboratifs à l'échelle mondiale.

3.4 Notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances

Dans ce qui suit, nous présentons notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances dans le cadre de la gestion des connaissances d'une organisation. Nous avons dans un premier temps, généré un modèle à partir des études de cas examinées, qui portaient sur le développement de Systèmes à base de connaissances, mis en oeuvre pour l'utilisation de connaissances. Par la suite, nous avons étendu le modèle généré en introduisant de nouvelles activités, en se basant sur les facteurs clés influents l'utilisation des connaissances. Enfin, nous avons enrichi notre modèle, en prenant en considération les modèles existants du processus d'utilisation des connaissances.

3.4.1 Modèle issu des études de cas examinées

À partir des étapes communes identifiées dans la synthèse sur les systèmes à base de connaissances issue de l'analyse des démarches de développement tirées d'études de cas, nous avons construit un modèle décrivant le processus d'utilisation des connaissances. Chacune de ces étapes correspond à des actions spécifiques visant à mobiliser, transformer ou appliquer des connaissances dans un objectif opérationnel.

Bien qu'inscrites dans un cadre de conception technique, ces étapes traduisent une mise en oeuvre concrète des connaissances existantes en vue de résoudre un problème ou de répondre à un besoin spécifique. Ainsi, le développement d'un système à base de connaissances revient, dans les faits, à mettre en oeuvre un processus d'utilisation des connaissances dans un contexte donné.

Ces étapes peuvent alors être considérées comme des sous-processus constitutifs du processus d'utilisation des connaissances. Le modèle proposé ci-dessous regroupe ces sous-processus et précise, pour chacun, le type de connaissance produit en sortie. (voir figure 3.1)



FIGURE 3.1 – Modèle du processus d'utilisation des connaissances issu de l'analyse d'études de cas de développement de Systèmes à base de connaissances

3.4.2 Modèle issu en tenant compte des facteurs clés pour une utilisation réussie des connaissances en entreprise

Dans le chapitre précédent, nous avons examiné les facteurs clés de succès pour une utilisation efficace des connaissances en entreprise, tels qu'ils ont été identifiés dans [43]. À la lumière de ces facteurs, nous avons analysé notre modèle proposé du processus d'utilisation des connaissances, afin de vérifier dans quelle mesure ces éléments y sont pris en compte.

Cette analyse a montré que la plupart des facteurs clés sont déjà présents dans le modèle, intégrés à travers les différents sous-processus identifiés. Afin d'assurer une meilleure couverture de l'ensemble des facteurs et de renforcer leur prise en compte, trois activités supplémentaires ont été ajoutées : deux dans le sous-processus de formation et support aux utilisateurs, et une dans le sous-processus de déploiement des connaissances inférées.

Le tableau 3.3 ci-dessous précise, pour chaque facteur clé, où il se manifeste dans le modèle, tout en identifiant les trois nouvelles activités introduites.

Facteur clé	Sous-processus concerné	Activités concernées
1. Orientation client et résolution de problèmes	Déploiement des connaissances inférées	-Adapter l'accès et la présentation des connaissances en fonction des profils d'utilisateurs (langue, rôle, expertise). (activité ajoutée)
	Formation et support utilisateur	-Recueillir des feedbacks utilisateurs (activité ajoutée)
2.Capacité d'absorption et innovation	Maintenance et mise à jour des connaissances	- Ajouter de nouvelles connaissances au fur et à mesure - Mettre à jour les connaissances existantes
	Développement du moteur d'inférence	-Définir des règles pour comparer les nouveaux cas aux connaissances existantes donc résoudre de nouveaux cas
3.Réputation et confiance des fournisseurs de connaissances	Collecte des connaissances	-Filtrer les connaissances selon la fiabilité et la qualité
	Validation des connaissances	-Valider les résultats avec des experts ou des utilisateurs pour s'assurer de leur exactitude.
4.Confiance, réciprocité et incitations	Formation et support utilisateur	-Mettre en place des incitations au partage et à l'amélioration des connaissances, par des récompenses symboliques ou financières (activité ajoutée)

TABLE 3.3 –Localisation des facteurs clés de succès dans le modèle proposé du processus d'utilisation des connaissances, avec identification des activités ajoutées

3.4.3 Modèle issu en tenant compte des modèles existants

À la suite de l'analyse comparative des trois modèles théoriques issus de la littérature (Larsen [41], Abdul-Rahman et Radzi[42] , et Gueldenberg [43]), il apparaît que la majorité des étapes constitutives de ces modèles sont bien représentées dans notre proposition de processus d'utilisation des connaissances.

Cependant, cette analyse a également permis de mettre en évidence une lacune significative dans notre modèle : l'absence explicite d'une phase de valorisation des connaissances, telle qu'élaborée notamment dans le modèle de Gueldenberg[43]. Cette phase ne se limite pas à la monétisation des savoirs, mais inclut également leur protection stratégique, par le biais de mécanismes tels que la sécurisation des accès, la gestion des droits de propriété intellectuelle, ou encore la préservation de la valeur organisationnelle. En réponse à cette lacune, nous avons donc intégré un nouveau sous-processus dédié à la valorisation des connaissances, venant ainsi compléter la structure de notre modèle . Ce sous-processus, inspiré notamment du modèle de Gueldenberg, est articulé autour d'activités spécifiques et est présenté dans le tableau ??.

Sous-processus	Activité	Connaissances utilisées	Objectif de Sous-processus
Valorisation des connaissances	Identifier les connaissances stratégiques ayant une valeur économique.	Entrée : Connaissances déployées + internalisées Sortie : Connaissances valorisées	Maximiser la valeur des connaissances stratégiques en les protégeant, en les exploitant commercialement et en renforçant l'avantage concurrentiel de l'organisation.
	Protéger ces connaissances par des brevets et des droits de propriété intellectuelle.		
	Exploiter commercialement les connaissances via des licences, partenariats ou collaborations.		

TABLE 3.4 –Sous-processus de valorisation des connaissances et ses activités constitutives.

3.4.4 Le lien entre le modèle proposé pour l'utilisation des connaissances et le processus global de gestion des connaissances

L'utilisation des connaissances dans un système ne se fait pas de manière isolée, elle est étroitement liée aux processus de gestion des connaissances, qui assurent leur repérage, acquisition, formalisation, partage et mise à jour. Notre modèle du processus d'utilisation des connaissances comprend plusieurs étapes essentielles, allant de la collecte des connaissances à leur exploitation dans un cadre applicatif.

Ces étapes s'intègrent naturellement dans les processus plus larges de gestion des connaissances. La figure 3.2 illustre cette correspondance et montre comment le processus d'utilisation des connaissances s'inscrit dans l'approche globale de gestion des connaissances.

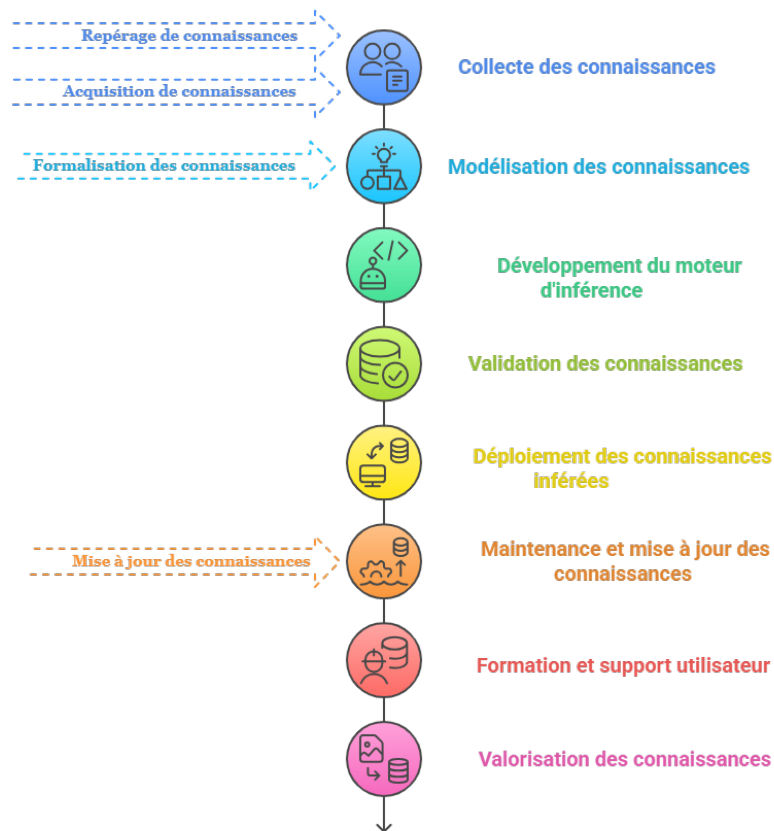


FIGURE 3.2 – Lien entre le processus de gestion et le processus d'utilisation des connaissances.

Pour recentrer l'analyse sur l'utilisation effective des connaissances, seules les étapes directement liées à leur application ont été retenues dans le processus proposé. Ce choix repose sur le principe que les phases préalables telles que le repérage, l'acquisition, la formalisation, ainsi que la mise à jour des connaissances ont déjà été réalisées, et sont donc exclues du périmètre de notre modèle.

Par ailleurs, une activité initialement incluse dans le dernier sous-processus de formation et support à savoir : « Mettre en place des incitations au partage et à l'amélioration des connaissances, par des récompenses symboliques ou financières » a été partiellement reconsidérée. Elle comporte en effet deux volets distincts : le premier porte sur les incitations au partage des connaissances, le second sur leur amélioration. Or, le volet relatif au partage a été retiré du modèle proposé, dans la mesure où il est déjà pris en compte dans le processus spécifique de partage des connaissances. Ainsi, seule l'incitation à l'amélioration des connaissances a été conservée.

3.5 Notre proposition finale pour le processus d'utilisation des connaissances

Le modèle final que nous proposons pour le processus d'utilisation des connaissances est le résultat d'une démarche en plusieurs étapes. Nous avons d'abord élaboré un modèle initial à partir des étapes communes identifiées dans l'analyse de plusieurs études de cas portant sur le développement de systèmes à base de connaissances. Ce modèle a ensuite été enrichi à la lumière des facteurs clés de succès pour une utilisation efficace des connaissances en entreprise, ce qui a conduit à l'ajout de certaines activités jugées essentielles. L'analyse des modèles existants proposés dans la littérature nous a permis d'enrichir davantage notre modèle, notamment en y intégrant un nouveau sous-processus. Enfin, en établissant un lien avec le processus global de gestion des connaissances, certains sous-processus ont été écartés, car ils correspondent à des phases déjà réalisées. Ainsi, notre proposition finale comprend cinq sous-processus principaux :

- Développement du moteur d'inférence
- Validation des connaissances
- Déploiement des connaissances inférées
- Formation et support aux utilisateurs
- Valorisation des connaissances

Les trois premiers sous-processus s'inscrivent dans une logique séquentielle et linéaire, tandis que les deux derniers sont non linéaires mais partagent un point d'entrée commun : les connaissances déployées, prêtes à être utilisées. La figure 3.3 présente une illustration du modèle final proposé et montre l'enchaînement logique des sous-processus.

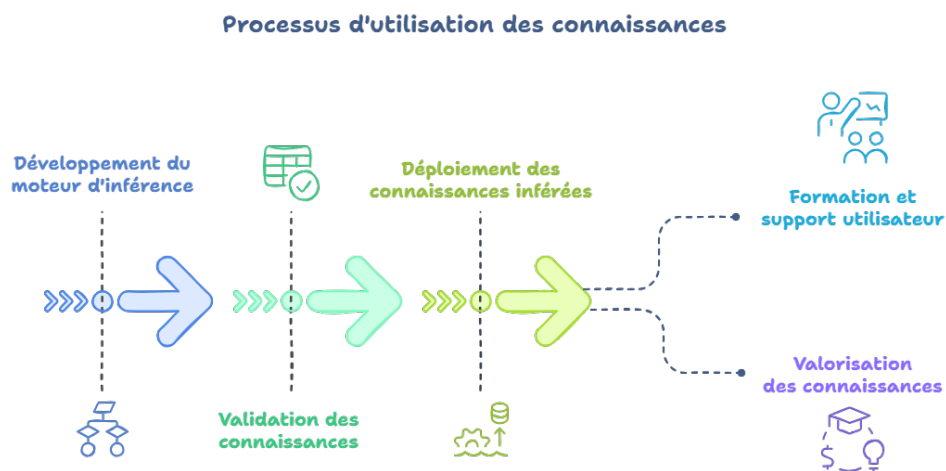


FIGURE 3.3 – Notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances.

3.6 Présentation des sous-processus du processus d'utilisation des connaissances

Dans ce qui suit, nous décrivons chacun des sous-processus constituant notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances.

3.6.1 Développement du moteur d'inférence ou de raisonnement

L'application des connaissances a bien plus de chances de réussir si le type de contenu mis à disposition est immédiatement opérationnel, autrement dit, s'il ne s'agit pas simplement d'un référentiel de contenu, mais de fragments de savoir exploitables [18].

Plusieurs mécanismes logiques associés aux moteurs d'inférence (*modus ponens*, *modus tollens*) existent, et plusieurs types d'inférences sont possibles (*chaînage avant et chaînage arrière*)

Le développement du moteur d'inférence passe par un chemin aussi stratégique que technique. Le voyage commence par la sélection de la bonne représentation des connaissances, une décision qui ouvre la voie à l'efficacité avec laquelle le moteur interprétera et traitera les informations. Pour aller plus loin, il faut choisir avec soin une technique d'inférence qui complète les objectifs du système, qu'il s'agisse d'un chaînage avant pour une position proactive ou d'un chaînage arrière pour une approche confirmative. L'intégration du moteur dans un écosystème existant exige une planification et une exécution méticuleuses pour garantir une fonctionnalité sans faille [47].

3.6.2 Validation des connaissances

Elle consiste à évaluer et confirmer l'exactitude, la pertinence et l'utilité des connaissances par rapport à la tâche à accomplir. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées : revue par des experts ou des pairs, retours utilisateurs, cas de test, mesures de performance, comparaisons avec d'autres systèmes, etc. Le processus de validation doit inclure diverses parties prenantes : experts du domaine, ingénieurs en connaissances, utilisateurs finaux et membres de la communauté du domaine [48].

Selon [49], le processus de validation est une composition déterminée de deux types de tâches :

- des activités visant à garantir la justesse structurelle de la base de connaissances (vérification),

- des activités visant à démontrer la capacité de la base de connaissances à produire des conclusions correctes (évaluation).

Ainsi, on teste la complétude et la cohérence des connaissances (vérification), ou on tente d'estimer leur adéquation et leur fiabilité (évaluation). La figure 3.4 présente quelques détails d'une infrastructure de validation des connaissances.

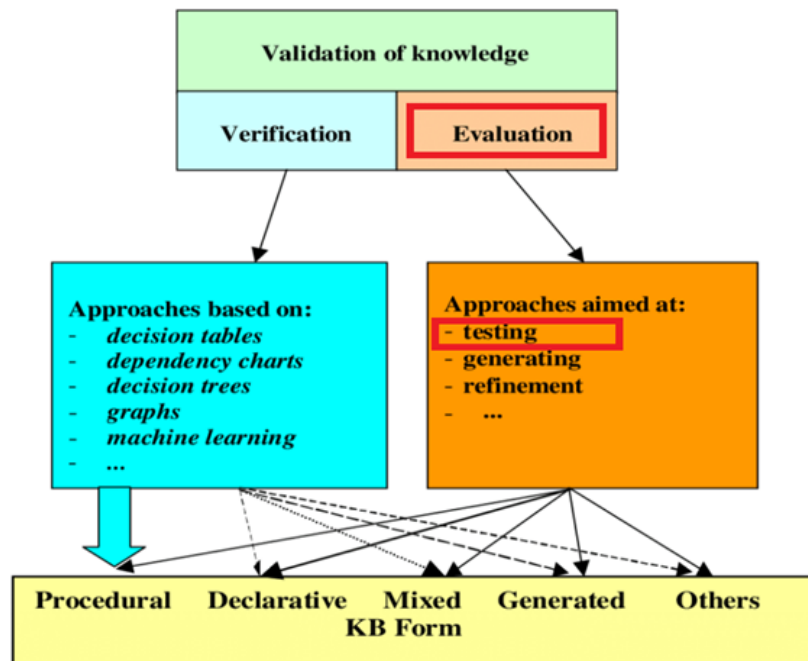


FIGURE 3.4 – Approches utilisées dans la validation des connaissances [49]

Les procédures de validation des connaissances sont très importantes dans l'ensemble du processus de gestion des connaissances, bien que l'importance et les méthodes de chaque tâche diffèrent selon les activités spécifiques de la gestion des connaissances. L'étape critique est la validation et l'intégration des nouvelles pratiques, comme les connaissances collectées.

On peut appliquer théoriquement n'importe quelle procédure de validation des connaissances à toutes les activités du processus de gestion des connaissances. Toutefois, certaines peuvent jouer un rôle crucial dans des circonstances particulières, tandis que d'autres ne seront utilisées que de façon limitée.

Par exemple :

- L'évaluation de l'adéquation des connaissances est essentielle lors des deux premières activités de la gestion des connaissances : accumulation et création.
- La vérification de la complétude et de la cohérence des connaissances joue un rôle secondaire dans ces deux étapes, mais devient très importante durant l'activité de création.

- **L'évaluation** de la fiabilité des connaissances doit être effectuée lors des deux dernières étapes : partage et **application des connaissances** [47].

L'objectif de **l'évaluation** c'est assurer la capacité de la base de connaissances à parvenir à des conclusions correctes, fait de l'activité principale le **test**. L'objectif est alors de satisfaire au critère principal du processus d'évaluation : la fiabilité.

Durant les tests, les performances du système sont comparées à celles d'un expert humain, enregistrées dans des cas de test. Ensuite, les résultats des tests du système à base de connaissances sont comparés à un niveau de performance.[49]

3.6.3 Déploiement des connaissances

Le déploiement des connaissances consiste à rendre les connaissances accessibles aux bonnes personnes, au bon moment et sous une forme qu'elles peuvent comprendre et appliquer [15].

Cette définition met en évidence que le déploiement ne se limite pas à la simple diffusion ou au stockage de l'information, mais inclut sa mise à disposition de manière contextualisée et adaptée aux besoins spécifiques des utilisateurs. Ainsi, il s'agit d'un processus opérationnel visant à assurer l'usage effectif des connaissances dans des situations concrètes.

Cette approche du déploiement conduit naturellement à considérer la **personnalisation** comme un levier essentiel, permettant d'ajuster l'accès à la connaissance aux spécificités de chaque utilisateur.

D'après [18], la personnalisation est définie comme des « interactions de plusieurs à un » (many-to-one interactions), impliquant une adaptation des contenus ou services aux besoins spécifiques d'un individu. Plus précisément, elle repose sur la capacité à trouver et utiliser du contenu en fonction du modèle personnel d'un individu, c'est-à-dire la manière dont il perçoit le monde de la connaissance autour de lui. Cette approche privilégie une compréhension individualisée de l'utilisateur, permettant au système de s'aligner sur sa perception unique du savoir pour proposer une expérience adaptée.

Plusieurs facteurs clés conditionnent la personnalisation, comme l'indique également [18], à savoir :

- **Le domaine d'expertise** : Le parcours académique ou professionnel de l'individu influence la manière dont il interagit avec le contenu.
- **L'ancienneté dans l'entreprise** : La durée de présence au sein de l'organisation reflète l'expérience accumulée et les besoins en information de l'individu.
- **Le niveau d'expertise** : Le degré de maîtrise d'un sujet donné détermine la profondeur et

la complexité du contenu requis.

- **Les préférences individuelles** : Celles-ci incluent un large éventail de critères, allant des choix linguistiques aux formats de présentation, tels que les personnes visuelles qui préfèrent les diagrammes ou celles qui privilégient la lecture de textes.

3.6.4 Formation et support utilisateur

La formation des utilisateurs finaux consiste à préparer les employés à utiliser efficacement un nouvel outil ou système technologique, afin qu'ils en tirent pleinement parti. Cette formation joue un rôle clé dans l'adoption des outils numériques et dans la réduction des erreurs ou du support nécessaire [50].

Selon [51], la formation des utilisateurs contribue significativement à améliorer l'attente de performance ainsi que l'attente d'effort. Ces deux dimensions sont issues du modèle **UTAUT** (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology), qui postule que l'intention d'adopter une technologie est influencée par la perception de son utilité et de sa facilité d'utilisation.

L'attente de performance correspond à la perception selon laquelle l'utilisation d'un système technologique améliorera la performance dans le contexte professionnel. Quant à l'attente d'effort, elle renvoie au degré de facilité perçue lors de l'usage de ce système.

Les incitations à l'amélioration des connaissances ont également été abordées dans ce sous-processus.

L'**incitation** désigne un mécanisme de motivation, formel ou informel, utilisé par une organisation pour stimuler l'acquisition, le partage et l'application des connaissances par ses membres. Elle peut prendre la forme de récompenses (financières, symboliques), de reconnaissance, d'opportunités de développement professionnel ou d'aménagements organisationnels visant à encourager les comportements favorables à l'apprentissage collectif [97].

Les incitations pour l'amélioration des connaissances peuvent prendre plusieurs formes :

- **Incitations financières** : Bonus, primes liées à la performance, augmentations salariales basées sur l'acquisition de nouvelles compétences ou la contribution au savoir collectif de l'entreprise.[98]
- **Incitations de carrière** : "En investissant dans la formation et leurs connaissances, nous renforçons également notre organisation dans son ensemble" [98], notamment à travers les promotions et opportunités d'évolution professionnelle.
- **Incitations sociales** : Reconnaissance publique, participation à des projets stratégiques, ou encore le team building qui "permet d'augmenter significativement la cohésion de

groupe entre les employés, et ainsi d'améliorer les conditions de travail" [99].

3.6.5 Valorisation des connaissances

Selon Gueldenberg [43], la valorisation des connaissances s'inscrit dans un processus structuré, culminant avec l'étape finale de l'échange commercial des connaissances (knowledge trade). Toutefois, cette étape n'est rendue possible que par l'articulation préalable de plusieurs sous-processus, qui en constituent les fondations :

- Présentation des connaissances (Knowledge Presentation) : diffusion ciblée et contextualisée des connaissances, facilitant leur appropriation et leur exploitation économique.
- Protection des connaissances (Knowledge Protection) : sécurisation des actifs informationnels (brevets, droits d'auteur, accès restreint), assurant la préservation de leur valeur stratégique.
- Échange commercial (Knowledge Trade) : mécanisme explicite de valorisation, se traduisant par des transactions, des licences, des partenariats ou des transferts technologiques.

Gueldenberg [43] souligne que la valorisation effective repose sur l'interdépendance de ces sous-processus, rendue possible notamment grâce à l'usage d'outils de connectivité et au déploiement de réseaux de connaissances, qui facilitent l'accessibilité, la diffusion et les synergies entre acteurs. Ce processus structuré permet ainsi de garantir une exploitation efficace des connaissances tout en assurant leur évolution et leur valorisation au sein de l'entreprise.

Nous présentons dans le tableau **3.5** ci-dessous, les sous-processus clés de notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances, les activités associées à chaque sous-processus, ainsi que les outils et méthodes associés à chaque activité.

Sous-processus	Activité	Outils/Méthodes
Développement du moteur d'inférence ou de raisonnement	Concevoir un mécanisme pour appliquer les Connaissances	- Moteurs d'inférence (ex: Drools, CLIPS) - Algorithmes d'apprentissage automatique. - Logique booléenne
	Définir des critères de similarité ou des règles pour comparer les nouveaux cas aux connaissances existantes.	- Techniques de matching(ex: distance de Levenshtein, algorithmes de classification).
Validation des connaissances	Tester les connaissances avec des cas réels ou simulés.	- Tests unitaires. - Jeux de test. - Validation croisée. - Simulations
	Valider les résultats avec des experts ou des utilisateurs pour s'assurer de leur exactitude.	- Revues par des experts - Enquêtes utilisateurs, - Méthodes Delphi.
Déploiement des connaissances inférées	Implémenter les connaissances dans le système	- Outils de gestion des connaissances (ex : SharePoint, Alfresco).
	Assurer que les connaissances sont accessibles et utilisables par les utilisateurs finaux.	- Interfaces utilisateur ergonomiques - API d'accès aux connaissances
	Adapter l'accès et la présentation des connaissances en fonction des profils d'utilisateurs (langue, rôle, expertise).	- Systèmes de gestion des identités et des profils utilisateurs (ex : LDAP, Active Directory) - Interfaces personnalisables (Dashboards dynamiques) - Paramétrage multilingue et niveaux d'accès différenciés - IA pour la recommandation personnalisée (ex : moteurs de recommandation)
Formation et support utilisateur	Former les utilisateurs à l'utilisation du système et des connaissances.	- Sessions de formation. - guides d'utilisation. - tutoriels interactifs.
	Fournir un support pour aider les utilisateurs à interagir efficacement avec le système.	- Service d'assistance. - chatbot d'aide en ligne. - FAQ dynamique.
	Recueillir des feedbacks utilisateurs pour inspirer des améliorations innovantes	- Enquêtes et formulaires de satisfaction (ex. Google Forms, Typeform, SurveyMonkey) - Systèmes de notation et de commentaires (ex. étoiles, avis sur les plateformes internes) - Entretiens et groupes de discussion
	Mettre en place des incitations à l'amélioration des connaissances.	- Systèmes de gamification (ex:badges, classements, points) - Récompenses financières (primes, bonus) - Reconnaissance publique (ex. employés du mois, mentions internes)
Valorisation des connaissances	Identifier les connaissances stratégiques ayant une valeur économique	- Analyse SWOT - Veille stratégique et concurrentielle - Outils de gestion de la propriété intellectuelle (ex. IPfolio, Wellspring) - Études de marché et benchmarking
	Protéger ces connaissances par des brevets et des droits de propriété intellectuelle.	- Dépôt de brevets (ex. INPI, USPTO, WIPO) - Droit d'auteur et marques déposées - Blockchain pour la certification des droits - NDA (Accords de non-divulgence) - Gestion des droits numériques (DRM)
	Exploiter commercialement les connaissances via des licences, partenariats ou collaborations.	- Modèles de monétisation (licensing, franchising) - Partenariats et consortiums industriels - Plateformes de transfert technologique - Valorisation via spin-offs et start-ups - Négociation et contractualisation (outils CRM, LegalTech)

TABLE 3.5 –Les activités avec les outils associés des sous-processus définis dans notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances.

3.7 Analyse comparative entre notre modèle et les modèles existants du processus d'utilisation des connaissances

L'objectif de cette analyse est d'évaluer notre modèle proposé en utilisant les mêmes critères que ceux appliqués à la comparaison des modèles d'utilisation des connaissances existants (Larsen, 1980 [41]; Abdul-Rahman et Radzi, 2016 [42]; Gueldenberg, 2021 [43]). Le tableau ?? présente l'analyse de notre modèle selon ces critères. Cette comparaison permet de mettre en évidence les similitudes, les différences, ainsi que les apports spécifiques de notre approche.

Critère	Notre proposition
Objectif principal	Le modèle vise à assurer une exploitation efficace, structurée et stratégique des connaissances au sein des entreprises, en facilitant leur application concrète, leur diffusion adaptée et leur valorisation comme levier de performance organisationnelle.
Étapes principales	1. Développement du moteur d'inférence 2. Validation des connaissances 3. Déploiement des connaissances inférées 4. Formation et support aux utilisateurs 5. Valorisation des connaissances
Contexte d'application	Modèle applicable dans le cadre général de la gestion des connaissances en entreprise, quel que soit le secteur d'activité.
Connaissances utilisées	— Connaissances explicites — Connaissances tacites
Facteurs influents	Notre modèle prend en considération l'ensemble des facteurs clés pour une utilisation réussie des connaissances en entreprise, décrits par [43], et analysés dans le chapitre précédent.
Technologie intégrée	Forte intégration : moteur d'inférence automatisé, interface utilisateur adaptative, plateformes de formation et de support.
Spécificités	Modèle intégré : il regroupe en un seul cadre les aspects techniques (application des savoirs), humains (formation, adaptation) et stratégiques (valorisation des connaissances).

TABLE 3.6 –Analyse de notre modèle à l'aide des critères de comparaison

Synthèse

À l'issue de cette analyse, les points communs et les différences entre notre modèle , peuvent être clairement identifiés. Ces éléments sont synthétisés dans le deux tableau suivant **3.7** et **3.8** .

Numéro	Description
1	Un enchaînement logique d'étapes visant à transformer des connaissances en actions ou en décisions concrètes.
2	La validation des connaissances avant leur déploiement opérationnel.
3	L'importance de l'intégration et de la diffusion des connaissances auprès des utilisateurs ou des parties prenantes.
4	Une prise en compte du contexte organisationnel et des interactions humaines.

TABLE 3.7 –Points communs entre notre modèle et ceux de la littérature

Numéro	Description
1	Notre modèle est spécifiquement conçu pour une exploitation opérationnelle efficace, axée sur les systèmes de gestion des connaissances dans l'entreprise.
2	Notre modèle intègre une dimension technologique marquée, notamment à travers l'utilisation d'un moteur d'inférence, une composante absente des autres modèles étudiés.
3	Notre modèle insiste sur la personnalisation et le support continu.
4	Notre modèle respecte et intègre les facteurs clés de succès identifiés dans la littérature : orientation client et résolution de problèmes, capacité d'absorption et innovation, réputation et confiance des fournisseurs de connaissances, ainsi que la confiance, réciprocité et incitations nécessaires aux échanges de connaissances.

TABLE 3.8 –Éléments distinctifs de notre modèle par rapport aux modèles de la littérature

3.8 Impact du Cloud Computing sur le processus d'utilisation des connaissances

Le tableau ci-dessous présente les sous-processus impliqués dans l'utilisation des connaissances, en analysant l'impact du Cloud Computing sur les activités associées. Nous mettons en évidence les types de services Cloud associés (SaaS, PaaS, IaaS), ainsi que les modèles de déploiement utilisés (Cloud public, privé, hybride) pouvant être utilisés pour la mise en oeuvre de ces activités. Il illustre également des exemples de fournisseurs Cloud qui proposent des solutions adaptées à chaque activité du processus d'utilisation des connaissances.

Sous-processus	Activité	Impact du Cloud Computing	Type de service	Modèle de déploiement	Exemple de fournisseur
Développement du moteur d'inférence ou de raisonnement	Concevoir un mécanisme pour appliquer les connaissances	Le cloud fournit la puissance de calcul pour exécuter l'inférence en temps réel	PaaS/SaaS	Cloud Hybride public	Google Vertex AI , AWS SageMaker
	Définir des critères de similarité	Manuellement	/	/	/
Validation des connaissances	Tester les connaissances avec des cas réels ou simulés	Le cloud permet de simuler et tester avec des données réelles	IaaS	Cloud privé	AWS (Lambda), Cloud Functions), Azure (Dev/Test Labs), GitHub Actions
	Valider les résultats avec des experts ou des utilisateurs	Le cloud facilite la collaboration avec les experts ou des utilisateurs facilitée grâce aux outils cloud	SaaS	Cloud public	Microsoft Teams, Slack, Google Workspace
Déploiement des connaissances inférées	Implémenter les connaissances dans le système	Le cloud offre une gestion centralisée des connaissances avec des espaces de stockage sécurisés et évolutifs.	IaaS	Cloud public ou hybride	AWS(RDS,Dynamo DB), Google Cloud (Firestore), Azure)
	Assurer que les connaissances sont accessibles et utilisables	Le Cloud permet un accès multiplateforme aux connaissances grâce à ses API et interfaces.	SaaS/PaaS	Cloud public ou hybride	AWS(API Gateway), Google Cloud(Endpoints), Azure (API Management)
	Adapter l'accès et la présentation des connaissances en fonction des profils d'utilisateurs (langue, rôle, expertise)	Le cloud permet une personnalisation dynamique grâce à l'élasticité des ressources.	PaaS	Cloud privé ou hybride	Microsoft Azure, AWS Elastic Beanstalk
Formation et support utilisateur	Former les utilisateurs à l'utilisation du système et des connaissances	Le cloud offre des plateformes de formation interactives accessibles partout.	PaaS	Cloud public	AWS(Connect), Google Cloud (Classroom), Azure (LMS)
	Recueillir des feedbacks des utilisateurs pour inspirer des améliorations innovantes	Le cloud Permet la collecte, le stockage, et l'analyse à grande échelle des retours utilisateurs en temps réel	IaaS/ PaaS	Cloud hybride	Zendesk, Freshdesk, IBM Watson Assistant
	Mettre en place des incitations à l'amélioration des connaissances	Le cloud facilite la collaboration en temps réel, centralise les contributions, et permet un suivi automatisé des interactions et récompenses.	PaaS	Cloud public ou Cloud privé	Microsoft Viva Engage (anciennement Yammer), Google
	Fournir un support pour assister les utilisateurs	Le cloud automatise le support via chatbots et FAQ dynamiques.	SaaS	Cloud public	Zendesk, Google Dialogflow

TABLE 3.9 – L'impact de Cloud Computing

Valorisation des connaissances	Identifier les connaissances stratégiques ayant une valeur économique	Le cloud permet l'analyse avancée des données pour détecter les savoirs à fort potentiel économique	PaaS	Cloud privé ou hybride	AWS (SageMaker), Azure ML
	Protéger ces connaissances par des brevets et des droits de propriété intellectuelle	Le cloud renforce la sécurité des données sensibles via chiffrement, contrôle d'accès et traçabilité des accès	IaaS	Cloud privé	AWS, IBM Cloud, Azure, IPfolio
	Exploiter commercialement les connaissances via des licences, partenariats ou collaborations	Le cloud permet une gestion centralisée, le partage sécurisé et l'automatisation des processus contractuels	SaaS	Cloud hybride ou public	Salesforce, Google Workspace

TABLE 3.9 –L'impact de Cloud Computing.

Le choix du modèle de déploiement Cloud dépend du type d'activités menées dans le cadre du processus d'utilisation des connaissances. Ainsi, pour les activités impliquant des connaissances sensibles, un Cloud privé est privilégié afin de garantir un haut niveau de sécurité. Pour les activités liées à des connaissances publiques, un Cloud public ou hybride est plus approprié, offrant davantage de flexibilité et d'accessibilité. Enfin, lorsqu'il s'agit de connaissances communautaires, un modèle de déploiement communautaire est utilisé afin de favoriser le partage entre parties prenantes spécifiques

3.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances. Le modèle proposé est issu d'une analyse comparative et d'une synthèse fondée sur des études de cas de développement de Systèmes à base de connaissances, des facteurs clés d'une utilisation réussie de connaissances en entreprise, ainsi que l'examen des modèles existants du processus d'utilisation des connaissances. Le modèle généré se compose de cinq sous-processus. Nous avons défini chaque sous-processus en termes d'activités. Par la suite, nous avons analysé l'impact du cloud computing sur la mise en œuvre des activités ainsi définies. Le chapitre suivant est consacré à la partie réalisation de notre projet.

CHAPITRE 4

RÉALISATION ET VALIDATION

4.1 Introduction

Ce dernier chapitre est dédié à la phase réalisation de notre projet, dont l'objectif est de concevoir un système permettant la mise à jour et l'exploitation des connaissances capitalisées d'une organisation, en s'appuyant sur l'architecture Cloud Native. Nous commencerons par présenter le concept de Cloud Native et le Protocole de Sécurité utilisé dans notre système, avant de détailler l'architecture de celui-ci ainsi que les outils et langages utilisés pour sa mise en œuvre. Enfin, nous exposerons les principales interfaces du système développé.

4.2 L'architecture Cloud Native

Le Cloud Native désigne une approche innovante de conception et de déploiement des applications, qui tire pleinement parti des avantages du modèle de distribution Cloud Computing (CC). Il établit de nouvelles normes pour le développement logiciel, avec pour principaux objectifs : accélérer la mise en production, assurer la scalabilité (adaptation à la charge), renforcer la résilience des applications et réduire les risques techniques liés au déploiement.

Être Cloud Native, c'est aussi adopter une posture agnostique vis-à-vis de l'infrastructure : indépendance par rapport au système d'exploitation, au langage de programmation ou au fournisseur de services cloud. Cette neutralité permet de réduire la dépendance technologique, en considérant toutes les ressources comme nativement cloud. Le Cloud Native représente aujourd'hui une tendance majeure, parmi les plus rapidement adoptées dans le domaine des technologies numériques [70].

En 2025, l'approche Cloud Native dépasse les environnements cloud traditionnels. Elle intègre désormais l'informatique en périphérie (edge computing), les architectures serverless et les opérations automatisées par intelligence artificielle (AIOps), permettant ainsi aux entreprises de proposer des solutions plus agiles et centrées sur l'utilisateur [71].

une architecture Cloud Native est conçue selon les principes de DevOps, des pipelines CI/CD, de l'utilisation de conteneurs et d'une architecture fondée sur des microservices, comme illustré dans la figure 4.1 suivante :

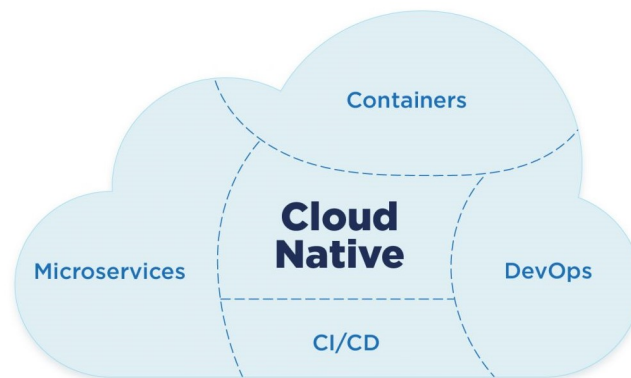


FIGURE 4.1 – Cloud Native Architecture [71].

4.2.1 DevOps

DevOps est une approche de développement logiciel née de la fusion des termes développement et opérations, visant à renforcer la collaboration entre ces deux équipes traditionnellement séparées. Plus qu'une simple méthodologie, il s'agit d'une véritable philosophie de travail, favorisant une culture axée sur l'automatisation des processus, la collaboration interdisciplinaire et l'amélioration continue. En adoptant ce mode de fonctionnement, les organisations peuvent accélérer la mise en production, améliorer la qualité des logiciels, réduire les erreurs humaines et répondre plus efficacement aux besoins des utilisateurs. Cette démarche transforme ainsi le cycle de vie du développement logiciel en un processus agile, fluide et centré sur la valeur apportée au client [72].

La figure 4.2 suivante illustre le workflow DevOps, représentant le flux d'activités continues entre le développement (Dev) et l'exploitation (Ops), dans un cycle itératif.

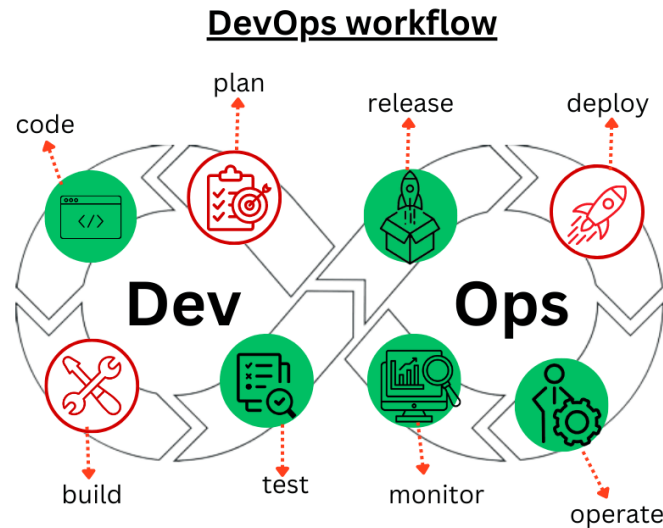


FIGURE 4.2 – workflow DevOps
[73].

4.2.2 CI/CD

Le CI/CD (*Continuous Integration / Continuous Delivery / Continuous Deployment*) est un ensemble de pratiques s’inscrivant dans l’approche DevOps, visant à automatiser l’ensemble du cycle de développement logiciel, depuis l’écriture du code jusqu’à sa mise en production.

- **Intégration continue (CI)** : consiste à intégrer fréquemment le code dans un dépôt centralisé. Chaque modification déclenche des tests automatisés afin de détecter rapidement les erreurs, garantir la stabilité du code et favoriser la collaboration entre développeurs.
- **Livraison continue (Continuous Delivery)** : prolonge la CI en automatisant la validation et la mise à disposition du code dans des environnements intermédiaires (préproduction). La mise en production reste toutefois manuelle à cette étape.
- **Déploiement continu (Continuous Deployment)** : va plus loin en automatisant entièrement le passage en production du code validé, sans intervention humaine. Chaque changement peut ainsi être publié en quelques minutes, à condition de passer tous les tests automatisés.

Ces trois étapes forment un pipeline CI/CD, colonne vertébrale de l’automatisation DevOps, qui améliore la qualité logicielle, accélère les livraisons, limite les erreurs humaines et augmente la réactivité aux besoins métier [74].

4.2.3 Conteneurs

Un container est une unité standardisée de logiciel qui regroupe le code d'une application ainsi que toutes ses dépendances (runtime, bibliothèques, outils système, configurations) dans un package léger, autonome et exécutable. Cette encapsulation permet à l'application de fonctionner rapidement et de manière fiable dans n'importe quel environnement informatique, qu'il s'agisse d'un poste de développement, d'un serveur de production ou d'un cloud. Les containers isolent le logiciel de son environnement, garantissant ainsi un comportement uniforme malgré les différences entre les environnements.

Les containers partagent le noyau du système d'exploitation de la machine hôte, ce qui les rend beaucoup plus légers et rapides à démarrer que les machines virtuelles, tout en offrant une isolation sécurisée des processus. Ils sont devenus la norme industrielle pour le déploiement d'applications cloud native, notamment grâce à Docker qui a popularisé cette technologie [75].

4.2.4 Micro-services

L'architecture à base de microservices est un style dérivé de l'architecture orientée services (SOA), dans lequel une application est constituée d'un ensemble de petits services, indépendants les uns des autres. Un microservice peut être déployé, mis à l'échelle ou redémarré sans perturber le fonctionnement des autres microservices. Ils communiquent avec leur environnement via des API HTTP. Les microservices permettent de décomposer les applications monolithiques en composants plus petits et autonomes[70].

4.3 Le Protocole de Sécurité LDAP

LDAP (**L**ightweight **D**irectory **A**ccess **P**rotocol) est un protocole ouvert et multiplateforme utilisé pour interagir avec les services d'annuaire, permettant notamment la gestion centralisée des utilisateurs, des mots de passe, et d'autres informations organisationnelles (adresses, numéros de téléphone, etc.)[58].

4.3.1 Authentification centralisée via LDAP

L'authentification constitue la première ligne de défense dans un système distribué. Dans notre architecture *cloud-native*, nous avons mis en place une authentification centralisée en nous appuyant sur un serveur LDAP (Lightweight Directory Access Protocol), qui joue le rôle de fournisseur d'identité.

Le serveur LDAP conserve un répertoire centralisé des utilisateurs, groupes et rôles, ce qui permet une gestion cohérente et sécurisée des identités à travers tous les microservices du système [58] .

4.3.2 Avantages du protocole LDAP

Le protocole LDAP, norme industrielle largement adoptée, optimise l’authentification, l’autorisation et la recherche rapide de données utilisateurs ou adresses grâce à un langage léger et une structure claire. Il facilite l’accès efficace à des données non normalisées, notamment dans des bases volumineuses et distribuées, assurant haute disponibilité et fiabilité. Sa version sécurisée, LDAPS, utilise SSL/TLS pour chiffrer les échanges et garantir une authentification par certificat, protégeant ainsi les données contre toute manipulation ou interception [58] .

4.4 Outils et langages utilisés

Dans ce qui suit, nous décrivons les outils et langages utilisés pour le développement de notre système.

4.4.1 Python (FastAPI)

FastAPI est un framework web moderne et très performant pour créer des APIs en Python. Il se distingue par sa rapidité d’exécution (comparable à NodeJS et Go), sa facilité d’utilisation, et sa capacité à accélérer le développement tout en réduisant les erreurs de code. Grâce à son support intuitif dans les éditeurs, sa documentation interactive automatique, et sa conformité aux standards comme OpenAPI et JSON Schema, il permet de produire du code robuste, clair et prêt pour la production avec un minimum d’effort [59].

4.4.2 Flask

Flask est un framework web Python léger et flexible, facile à prendre en main, notamment pour les débutants. Il permet de créer rapidement des applications web avec peu de code, sans structure imposée ni configuration complexe [60]

4.4.3 Docker

Docker est une plateforme open source qui permet de développer, tester et déployer des applications dans des conteneurs légers et isolés. Contrairement aux machines virtuelles, il utilise la virtualisation au niveau du système d'exploitation, ce qui le rend plus efficace et améliore la portabilité et l'évolutivité des applications [61].

4.4.4 Kubernetes

Kubernetes (communément appelé « K8s[2] ») est un système open source qui vise à fournir une « plate-forme permettant d'automatiser le déploiement, la montée en charge et la mise en œuvre de conteneurs d'application sur des grappes de serveurs[3] ». Il fonctionne avec toute une série de technologies de conteneurisation, et est souvent utilisé avec Docker. Il a été conçu à l'origine par Google, puis offert à la Cloud Native Computing Foundation [63].

4.4.5 React

React (ou ReactJS) est une bibliothèque JavaScript open source développée par Facebook, utilisée pour créer des interfaces utilisateur interactives et performantes. Elle repose sur des composants réutilisables, un DOM virtuel pour optimiser les mises à jour, et une syntaxe JSX combinant JavaScript et HTML, facilitant ainsi le développement d'applications web dynamiques [62].

4.4.6 CSS

CSS (Cascading Style Sheets) est un langage informatique utilisé pour définir la présentation visuelle des documents HTML ou XML. Il permet de contrôler l'apparence des éléments d'une page web, tels que les couleurs, les polices, les marges et les mises en page, en séparant le contenu de sa mise en forme. Cette séparation facilite la maintenance et l'uniformité du design sur l'ensemble d'un site [64].

4.4.7 JavaScript

JavaScript est un langage de programmation léger et orienté objet, principalement utilisé pour rendre les pages web interactives en permettant des fonctionnalités dynamiques telles que

les animations, les mises à jour de contenu en temps réel et la gestion des événements utilisateur. Il est également employé en dehors des navigateurs, notamment côté serveur avec des environnements comme Node.js [65].

4.4.8 phpLDAPAdmin

phpLDAPAdmin est une interface web open source, développée en PHP, qui facilite la gestion des serveurs LDAP tels qu'OpenLDAP. Elle offre une interface conviviale permettant d'ajouter, modifier ou supprimer des entrées LDAP sans recourir à des commandes en ligne, rendant ainsi l'administration des annuaires plus accessible [66].

4.4.9 MongoDB

MongoDB est une base de données NoSQL orientée documents, conçue pour le stockage et la gestion de grandes quantités de données non structurées. Elle utilise un format flexible de documents BSON (Binary JSON), permettant une grande souplesse dans la représentation et la manipulation des données, contrairement aux bases de données relationnelles traditionnelles. [76].

4.4.10 ESCO

ESCO (European Skills, Competences, Qualifications and Occupations) est une ontologie multilingue de la Commission européenne qui classe les compétences, professions et qualifications afin de faciliter la mobilité professionnelle et l'interopérabilité entre les systèmes d'emploi et de formation. [82]

4.4.11 Git

Git est un système de contrôle de version distribué, open source, conçu pour suivre les modifications du code source. Il permet aux développeurs de gérer efficacement l'historique des versions, de collaborer sur des projets et de fusionner des modifications de manière fluide. Créé en 2005 par Linus Torvalds, Git est devenu l'outil de gestion de versions le plus utilisé dans le développement logiciel [67].

4.4.12 GitHub

GitHub est une plateforme web basée sur Git, permettant aux développeurs de stocker, partager et collaborer sur du code. Elle offre des fonctionnalités telles que la gestion des versions, le suivi des problèmes, les demandes de tirage (pull requests) et l'intégration continue. Depuis son acquisition par Microsoft en 2018, GitHub est devenu l'un des plus grands hébergeurs de code source au monde, avec des millions de projets open source et privés [68].

4.4.13 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) est un éditeur de code source gratuit et multiplateforme développé par Microsoft, compatible avec Windows, macOS et Linux. Il offre des fonctionnalités telles que le débogage, la coloration syntaxique, la complétion intelligente du code (IntelliSense), la refactorisation et l'intégration native avec Git. Extensible via de nombreuses extensions, il prend en charge divers langages de programmation et est basé sur le framework Electron [69].

4.5 Présentation de notre système proposé pour la mise à jour et l'utilisation des connaissances d'une entreprise

Dans ce qui suit, nous présentons les principales fonctionnalités et acteurs de notre système via un diagramme UML des cas d'utilisation, l'architecture de notre système structuré en micro-services ainsi que ses principales interfaces.

4.5.1 Diagramme UML des cas d'utilisation du système développé

La figure 4.3 ci-dessous représente le diagramme UML des cas d'utilisation de notre système. Ce diagramme formalise les interactions entre les différents acteurs et le système, en mettant en évidence les fonctionnalités principales offerts par le système et les opérations pouvant être effectuées par chaque acteur. Il offre ainsi une vue d'ensemble claire et structurée des besoins fonctionnels du système.

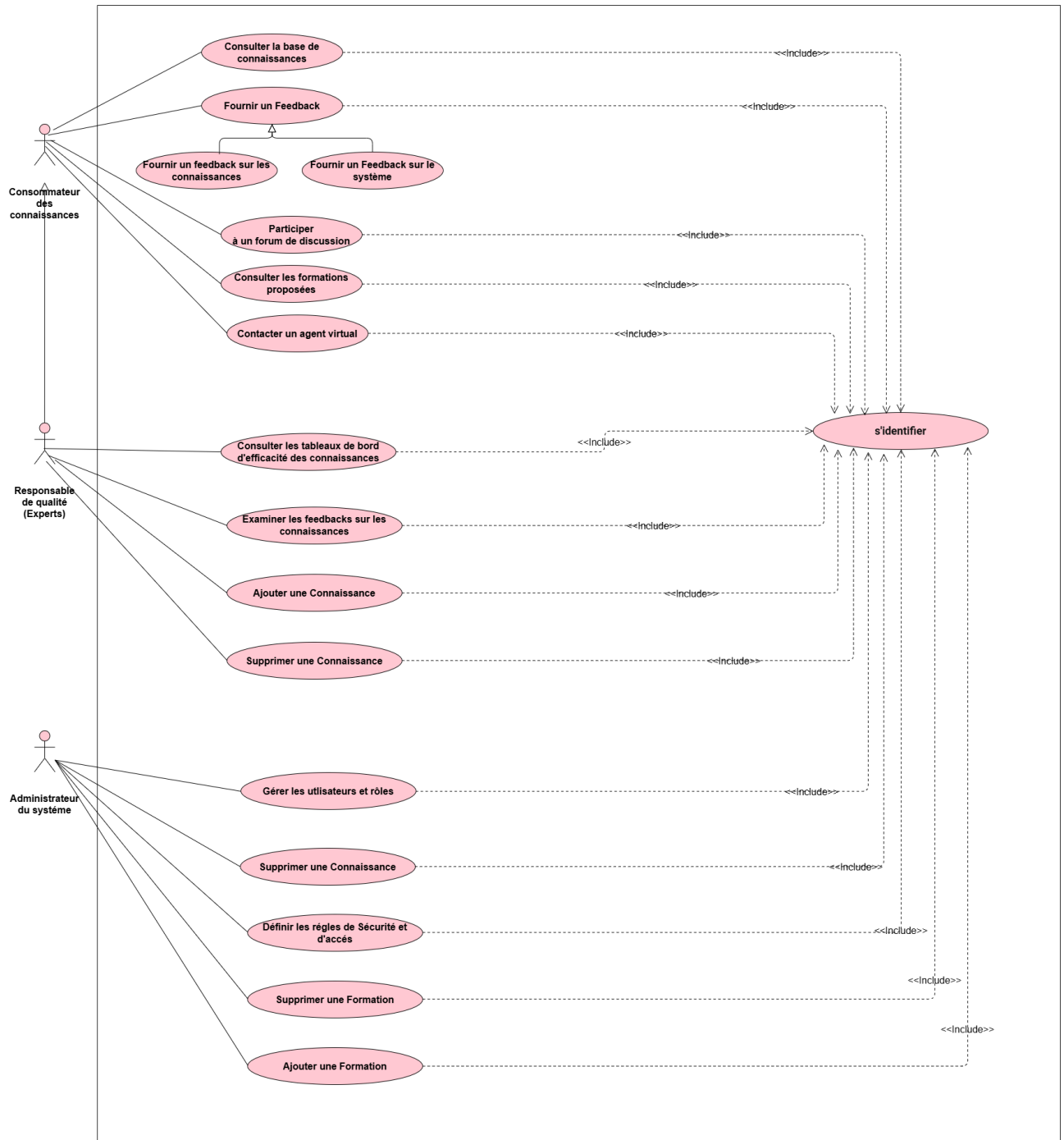


FIGURE 4.3 – Diagramme de cas d'utilisation de notre système.

Trois principaux acteurs pour notre système sont distingués. Leurs rôles respectifs sont présentés dans le tableau suivant 4.1 :

Rôle	Description
Consommateur de connaissances	Le consommateur de connaissances a pour rôle principal la consultation et l'exploitation des contenus disponibles dans le système. Il interagit avec les fonctionnalités liées à la recherche de connaissances, à l'évaluation du contenu, ainsi qu'à la participation aux échanges autour des connaissances. Il constitue l'acteur final consommateur de connaissances. Les consommateurs de connaissances incluent les décideurs, les directeurs et les employés travaillant au sein de l'entreprise.
Responsable qualité des connaissances	Le responsable qualité des connaissances est chargé de superviser et d'enrichir les contenus du système. Il gère la base de connaissances en s'assurant de sa pertinence et de sa fiabilité. Il analyse les retours des utilisateurs afin d'identifier les lacunes, erreurs ou besoins d'amélioration, et veille à ce que les connaissances diffusées soient réellement utiles aux utilisateurs.
Administrateur	L'administrateur est responsable de la gestion technique et organisationnelle du système. Il administre les comptes utilisateurs, configure les droits d'accès et définit les règles de sécurité du système. Il est également chargé de la gestion des formations, en ajoutant ou supprimant des modules selon les besoins organisationnels. Enfin, il analyse les retours des utilisateurs afin d'optimiser l'expérience globale d'utilisation du système.

TABLE 4.1 – Rôles des acteurs dans un système de gestion des connaissances

4.5.2 Présentation de l'architecture de notre système

La figure 4.4 illustre l'architecture globale cloud-native de notre système. Celui-ci repose sur une organisation en microservices, déployés sous forme de conteneurs Docker et orchestrés à l'aide de Kubernetes. Cette structuration permet d'assurer une modularité optimale, tout en garantissant une gestion efficace des ressources, une haute disponibilité ainsi qu'une tolérance aux pannes.

Chaque microservice est dédié à une fonctionnalité précise du système. L'architecture met en évidence l'interaction entre l'utilisateur, l'interface, les différents services et l'environnement d'exécution cloud-native.

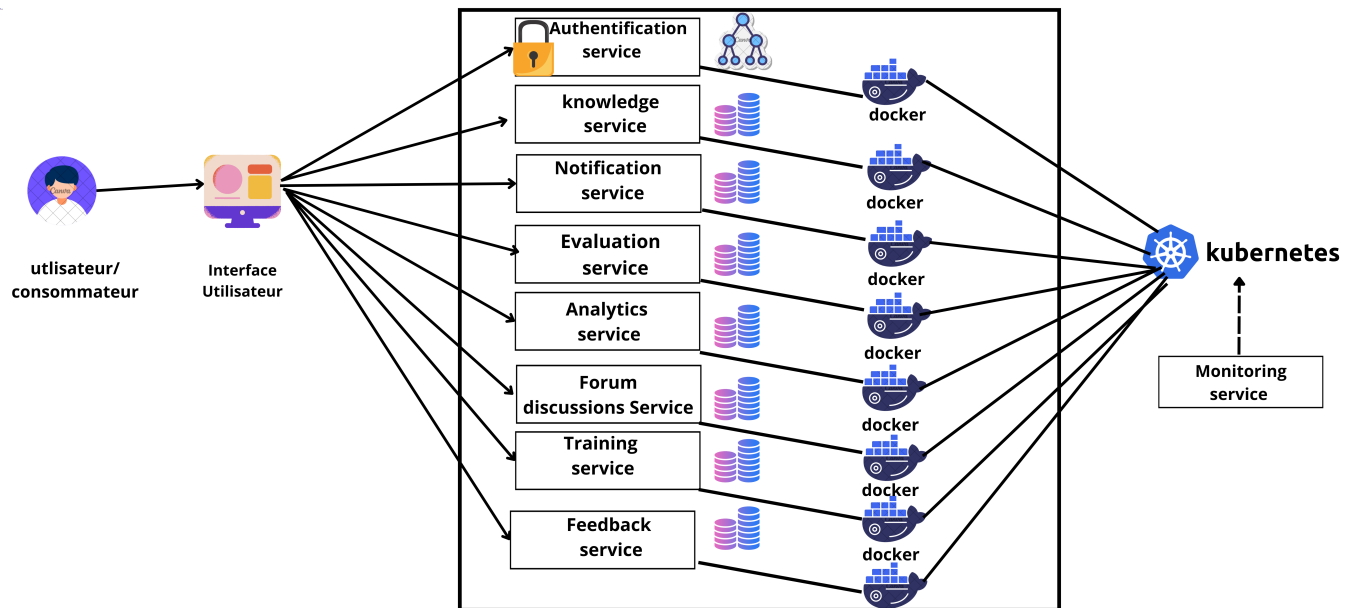


FIGURE 4.4 – L’architecture de notre système proposé pour la mise à jour et l’utilisation des connaissances d’une entreprise

Le tableau 4.2 suivant présente les neuf microservices constituant notre système, avec une brève description de leurs rôles respectifs :

Microservice	Description
Authentication Service	Gère l'authentification des utilisateurs à l'aide d'un annuaire LDAP. Il assure un accès sécurisé aux différentes fonctionnalités du système.
Knowledge Service	Responsable de la gestion centralisée des connaissances (création, organisation, consultation, suppression).
Notification Service	Envoie des notifications automatiques (alertes internes) pour informer les utilisateurs des mises à jour .
Evaluation Service	Ce service permet l'évaluation des connaissances présentes dans le système afin d'identifier les contenus obsolètes ou nécessitant une révision. Le score attribué à chaque document est calculé automatiquement en fonction de plusieurs critères pertinents, tels que l'ancienneté du contenu, sa fréquence d'utilisation, et les retours des utilisateurs. Ces critères sont combinés pour fournir une évaluation fiable et aider à la prise de décision concernant la mise à jour ou la suppression des documents.
Analytics Service	Analyse les interactions et les données générées dans le système (consultations, évaluations par étoiles,) et produit des statistiques utiles à l'aide à la décision.
Forum Discussions Service	Offre un espace collaboratif permettant aux utilisateurs d'échanger autour des connaissances, poser des questions et résoudre collectivement des problèmes.
Training Service	Propose des parcours de formation ciblés en fonction des besoins exprimés par les utilisateurs, en s'appuyant sur l'ontologie ESCO.
Feedback Service	Permet de recueillir les retours des utilisateurs concernant leur expérience, les contenus consultés ou le système en général, afin d'en améliorer la qualité du système et encourager l'utilisation du système .

TABLE 4.2 – Description des microservices de notre système

Parmi les microservices décrits précédemment, le service d'authentification repose sur un annuaire LDAP. La figure 4.5 suivante illustre la hiérarchie de l'annuaire mise en place, structurée autour d'un domaine principal (dc=entreprise,dc=dz) et deux unités organisationnelles : ou=groups pour la gestion des rôles, et ou=employees pour les utilisateurs.

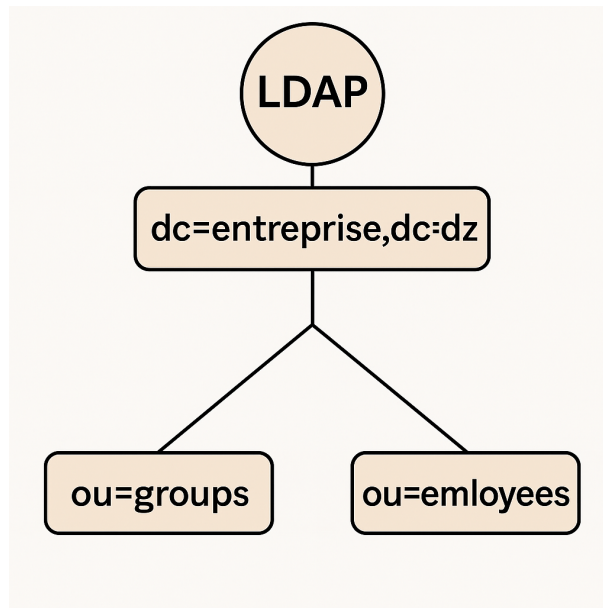


FIGURE 4.5 – Architecture de l’annuaire LDAP de notre système

Notre système permet la mise en œuvre d’activités inclus dans deux processus liés à la gestion des connaissances :

1. **Le processus de mise à jour des connaissances**, défini l’année précédente dans le cadre du projet [81] (voir Figure 4.6).
2. **Le processus d’utilisation des connaissances**, présenté dans le chapitre précédent (voir Figure 3.3).

Les activités développées sont mises en évidence par un encadrement rouge dans les figures correspondantes.

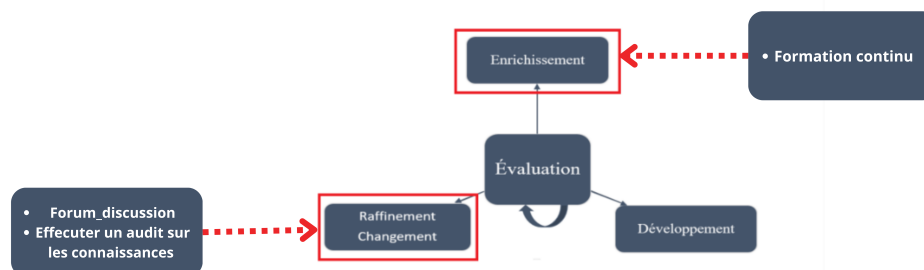


FIGURE 4.6 – Processus de mise à jour des connaissances adopté de [73].

Dans le cadre de ce processus d’utilisation des connaissances, nous avons mis en œuvre

plusieurs activités clés. Pour la phase de déploiement des connaissances inférence, nous avons implémenté des mécanismes pour assurer que les connaissances sont accessibles et utilisables par tous les utilisateurs, tout en adaptant l'accès et la présentation des connaissances en fonction des profils spécifiques de chaque utilisateur. Concernant le sous-processus Formation et support utilisateur, nous avons développé un système de collecte de feedbacks utilisateurs pour inspirer des améliorations innovantes continues, ainsi qu'un support dédié pour accompagner et aider les utilisateurs dans leur utilisation optimale du système. Ce processus est représenté dans la figure suivante 4.7 afin d'illustrer visuellement les différentes étapes mises en œuvre.

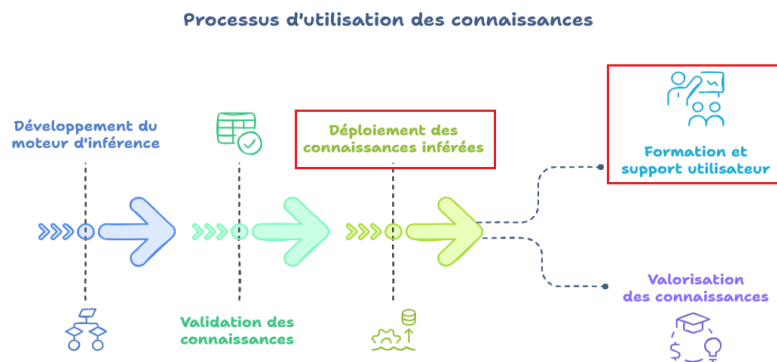


FIGURE 4.7 – Représentation des activités clés du processus d'utilisation des connaissances.

4.6 Tests et validation

Dans cette section, nous présentons les principales fonctionnalités de notre système à travers une série de captures d'écran illustrant ses interfaces clés. Le système que nous avons développé se veut générique et adaptable. Il peut être exploité par toute organisation souhaitant disposer d'un outil performant pour la mise à jour, la structuration et l'exploitation efficace de ses connaissances, dans une logique de valorisation de sa base de connaissances internes.

La validation du système a été réalisée en s'appuyant sur la même étude de cas que celle utilisée dans plusieurs projets de master au cours des années précédentes, à savoir le service OSS de l'entreprise Mobilis.

Ce système vise à renforcer l'efficacité opérationnelle des utilisateurs en leur offrant un accès centralisé, structuré et continuellement actualisé aux ressources et connaissances pertinentes à leurs activités quotidiennes.

4.6.1 Les principales fenêtres de notre système

Dans cette section, nous allons présenter les principales fenêtres de notre système, nommé Savoirs +.

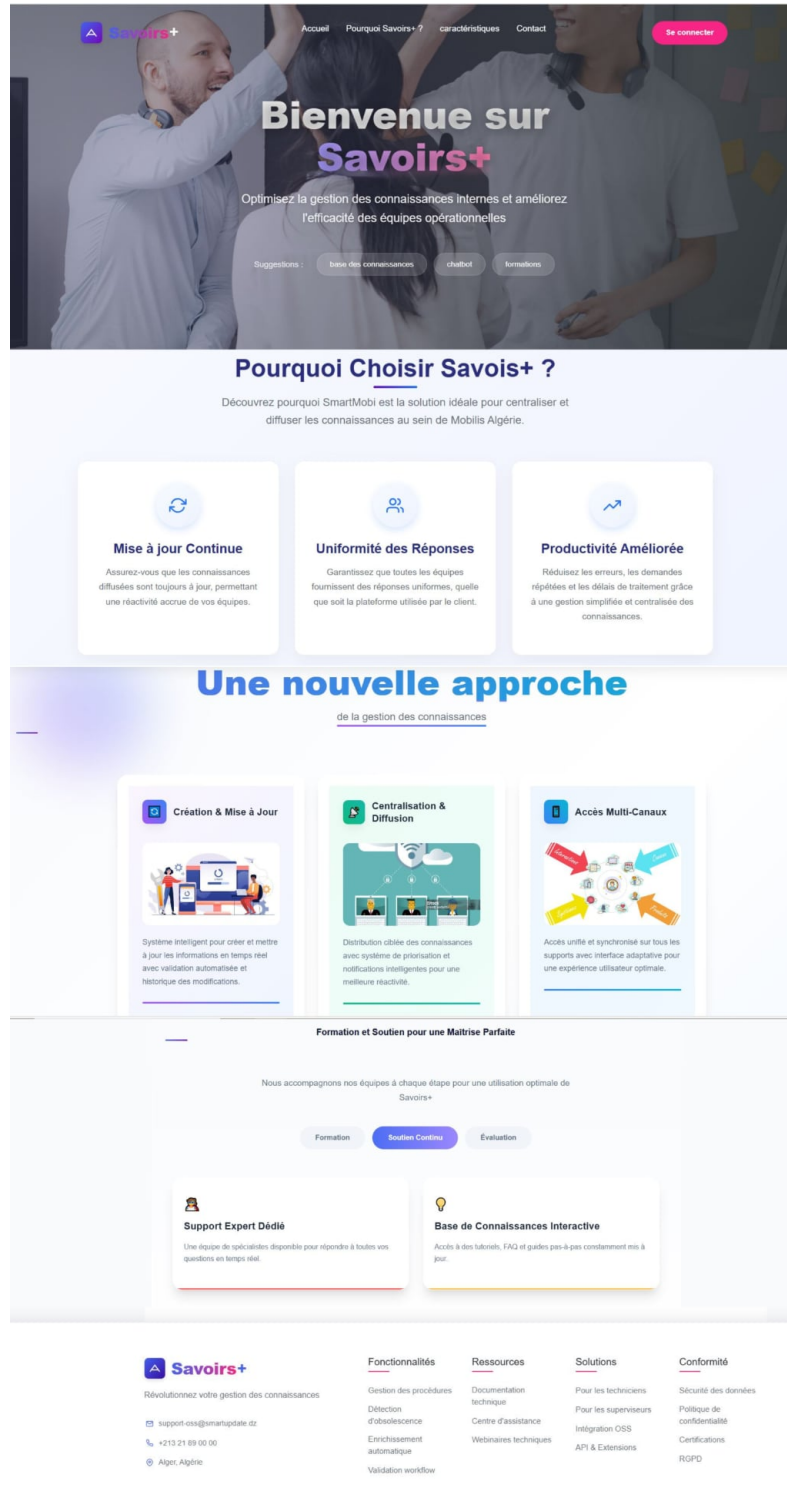


FIGURE 4.8 – La page accueil de notre systeme savoirs+

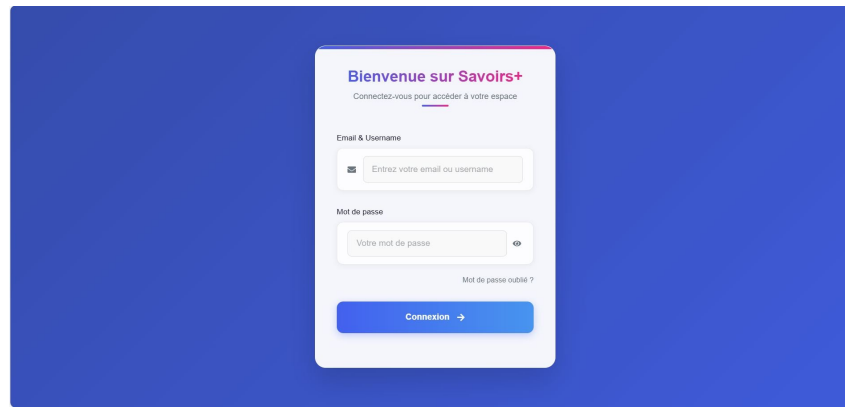


FIGURE 4.9 – Page d'identification pour accéder au système

Ensuite, nous présenterons les différents profils d'utilisateurs de notre système, tels que l'employé(consommateur de connaissances), ainsi que les fonctionnalités qui leur sont associées .

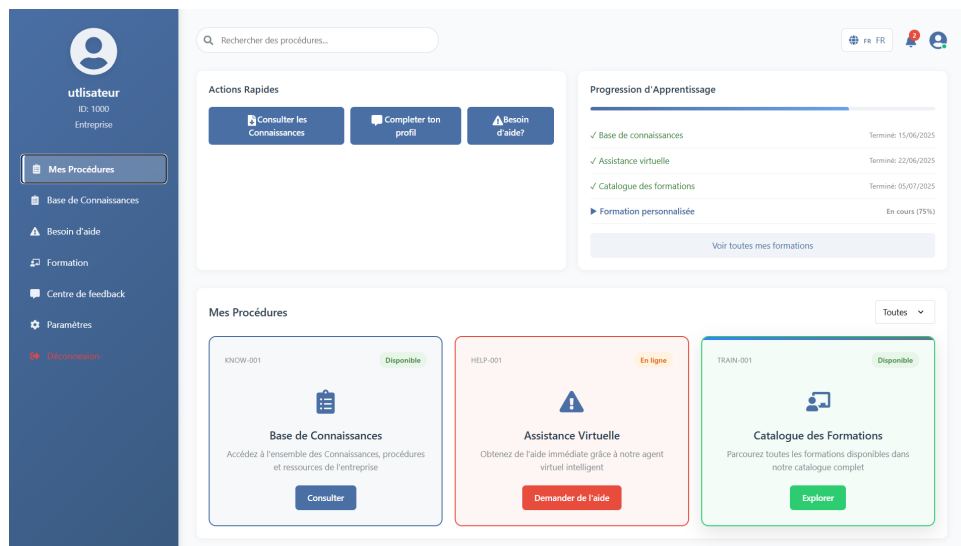


FIGURE 4.10 – La page principale du profil utilisateur

La figure suivante 4.11 illustre la page principale de consultation de la base de connaissances, permettant aux utilisateurs de rechercher, filtrer et accéder à différents documents (plusieurs formats pdf, docx ,ppt,png ...)

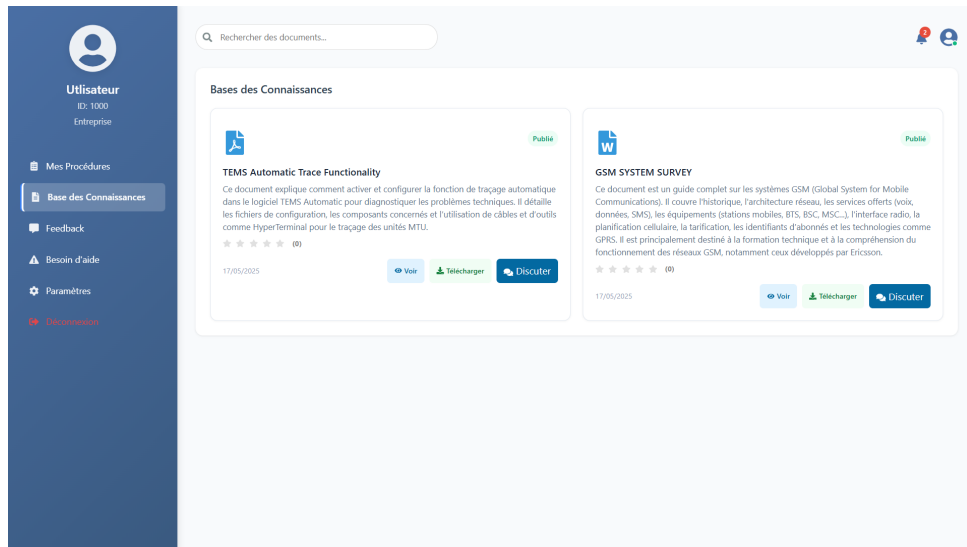


FIGURE 4.11 – La page de consultation de la base de connaissances.

Une fois un document sélectionné, l'utilisateur accède à une interface de lecture dédiée (voir figure suivante 4.12) permettant non seulement de visualiser le contenu, quel que soit son format, mais aussi de l'évaluer à l'aide d'un système de notation par étoiles. Cette fonctionnalité encourage les retours utilisateurs et contribue à l'amélioration continue de la qualité des contenus proposés

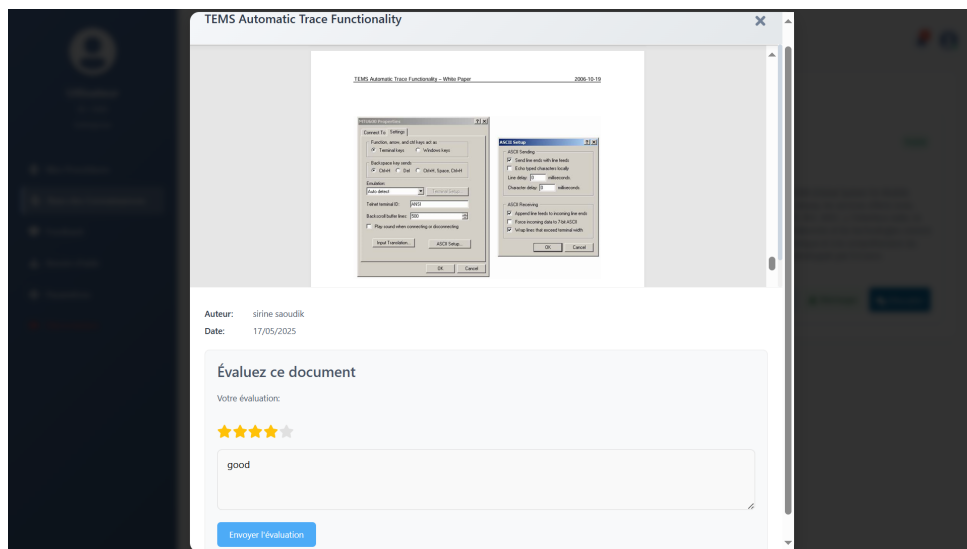


FIGURE 4.12 – Interface de consultation et d'évaluation par étoiles d'un document.

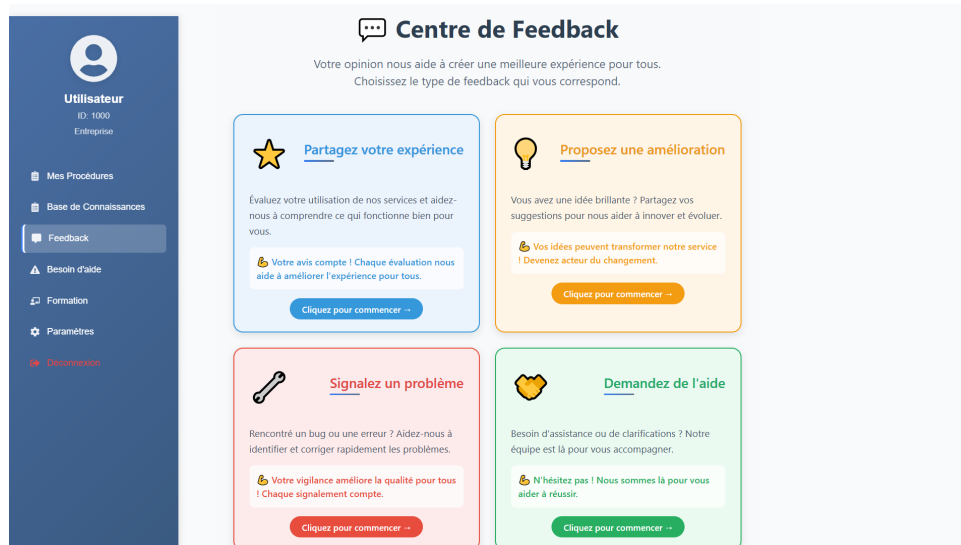


FIGURE 4.13 – Interface de gestion des retours utilisateurs

Proposez une amélioration

Vous avez une idée brillante ? Partagez vos suggestions pour nous aider à innover et évoluer.

Type de suggestion :

Priorité :

Pièce jointe (URL) :

Envoyer le feedback

Note : Les champs marqués d'un * sont obligatoires

Signalez un problème

Rencontré un bug ou une erreur ? Aidez-nous à identifier et corriger rapidement les problèmes.

Ressource problématique :

Type de problème :

Note : Les champs marqués d'un * sont obligatoires

(a) Proposer une Amelioration

(b) Signaler un probleme

FIGURE 4.14 – Interfaces du Formulaire du Centre feedback

Cette interface 4.15 présente l'utilisation du chatbot intelligent intégré au système, basé sur le modèle IA Mistral. Elle permet à l'utilisateur d'interagir de manière naturelle avec l'assistant virtuel pour poser des questions, obtenir des réponses instantanées, et bénéficier d'une assistance personnalisée dans la navigation ou la recherche d'informations.

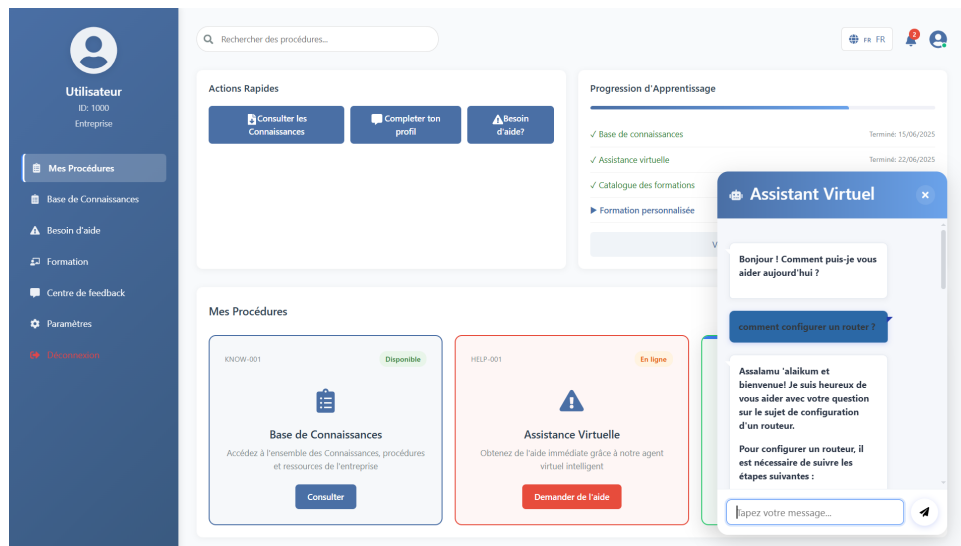


FIGURE 4.15 – Interface d'utilisation de l'assistant virtuel

Cette interface 4.16 permet à l'utilisateur de remplir son profil personnalisé, en renseignant ses compétences et ses objectifs professionnels. Ces informations sont ensuite utilisées pour proposer des formations adaptées et personnalisées, répondant précisément aux besoins et aux ambitions de chaque utilisateur.

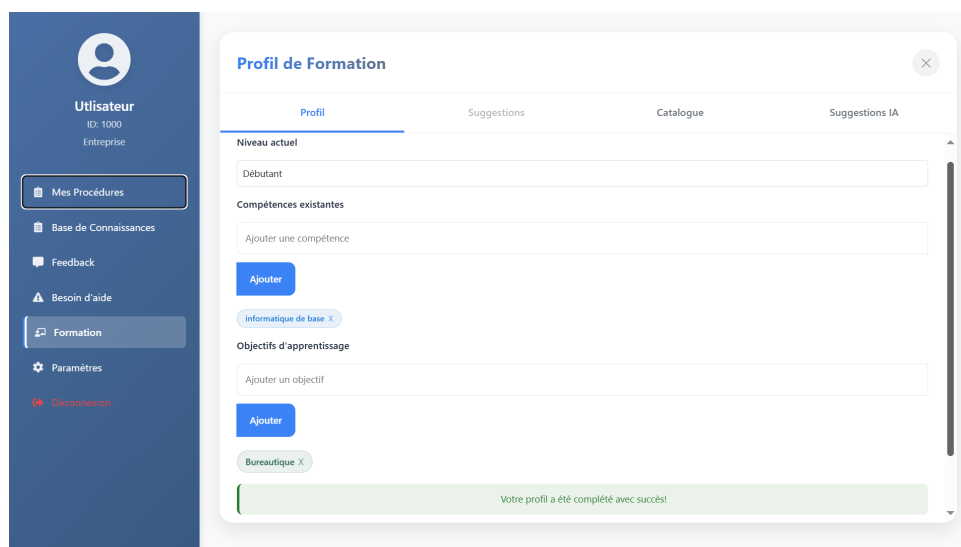


FIGURE 4.16 – Interface du formulaire de profil utilisateur

La première interface 4.17 montre comment le système exploite l'ontologie ESCO (Classification européenne des compétences, qualifications et professions) pour identifier les compétences à acquérir selon le profil de l'utilisateur.



FIGURE 4.17 – Interface des suggestions de formations personnalisées via l’ontologie ESCO selon le profil de l’utilisateur.

La seconde interface 4.18 illustre une autre approche basée sur l’intelligence artificielle (modèle Mistral) pour suggérer des formations personnalisées, en se basant sur une analyse plus flexible et contextuelle du profil utilisateur.

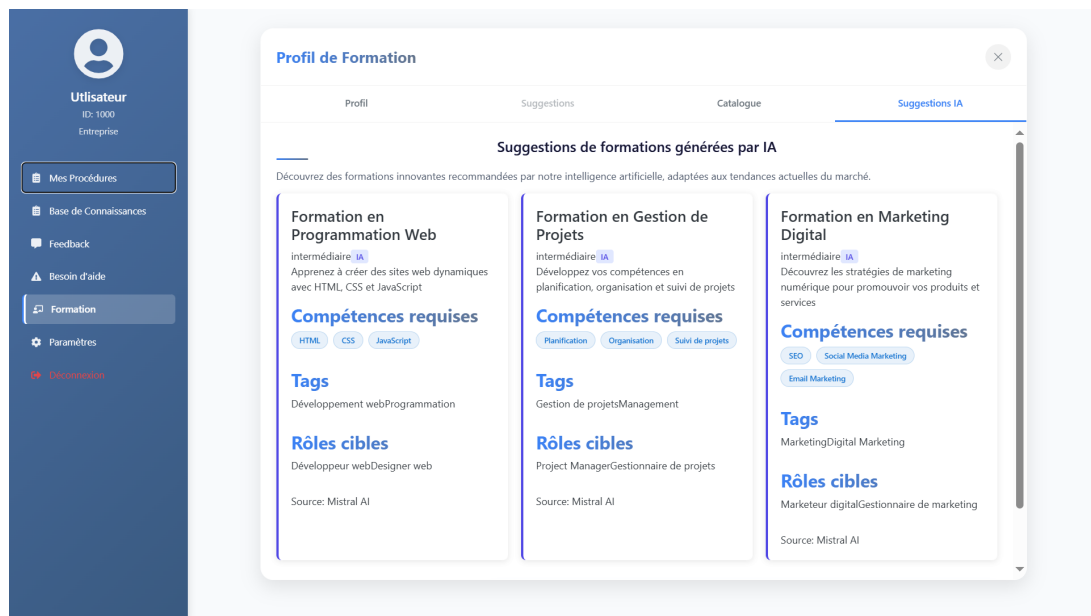


FIGURE 4.18 – Interface des suggestions de formations personnalisées via IA.

Ces interfaces ci-dessous permettent à l'utilisateur de consulter le catalogue des formations proposées et d'accéder à la fiche détaillée de chaque formation pour en connaître les objectifs, contenus et compétences visées.

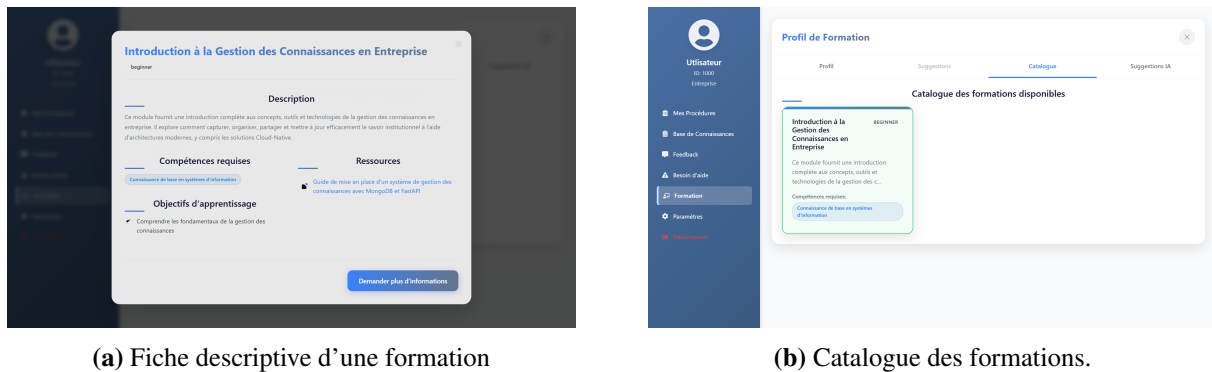


FIGURE 4.19 – Interfaces du catalogue des formations proposées par le système savoirs+

À présent, nous allons présenter le profil de l'expert (responsable qualité) dans le système, ainsi que les fonctionnalités qui lui sont dédiées.

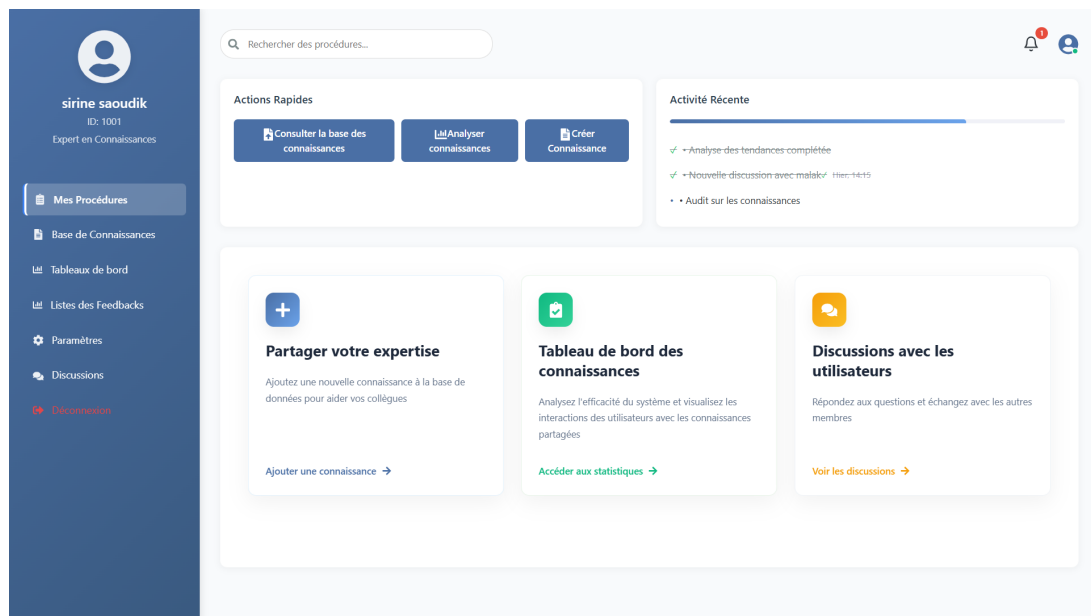


FIGURE 4.20 – La page principale du profil Expert.

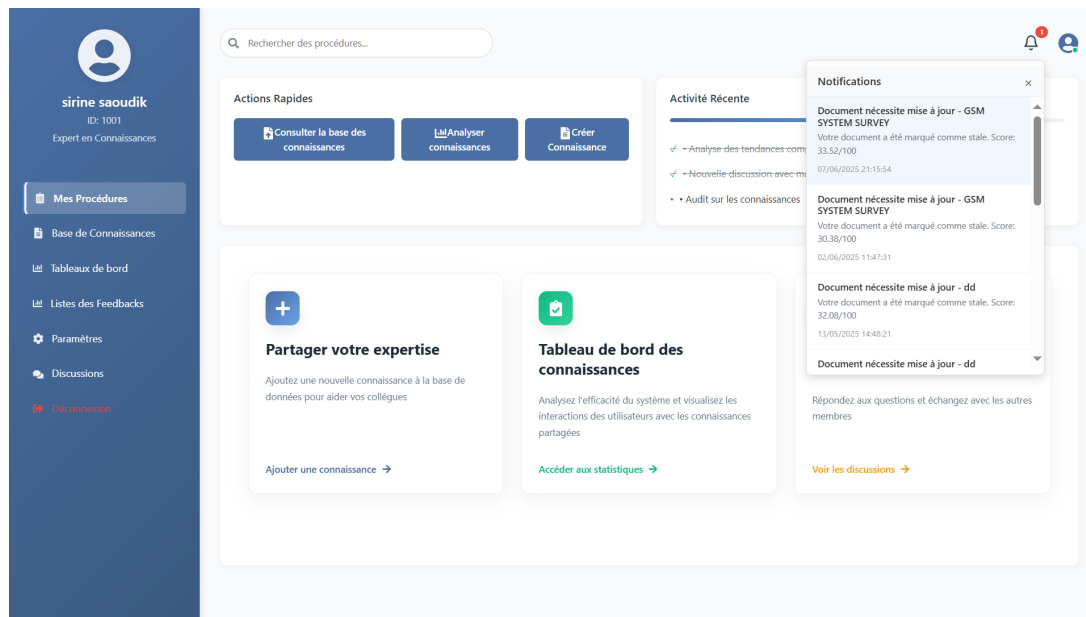


FIGURE 4.21 – Interface d’affichage des notifications reçues.

+ Ajouter une Nouvelle Connaissance

Partagez votre expertise ! Ajoutez des documents, guides, procédures ou tout type de connaissance utile à l'équipe. Formats acceptés : PDF, Word, Excel, images, et plus encore.

Titre*

Auteur*

Version*

Statut*

Description

Catégorie

Mots-clés (séparés par des virgules)

Description des modifications*

Fichier du document*

Aucun fichier sélectionné

Glissez-déposez un fichier ou [parcourir](#)

PDF, Word, Excel, PPT, JPG, PNG, TXT (max 10MB)

Enregistrer le Document

FIGURE 4.22 – Formulaire d’ajout d’une nouvelle connaissance.

La figure 4.23 montre l’efficacité du système en offrant une vue globale sur les connaissances disponibles : elle permet d’identifier celles qui sont obsolètes par rapport à celles qui

sont fraîches, ce qui facilite leur mise à jour. Elle offre aussi une vision claire sur le nombre de consultations chaque mois, ce qui aide à analyser l'utilisation réelle des connaissances dans le système.

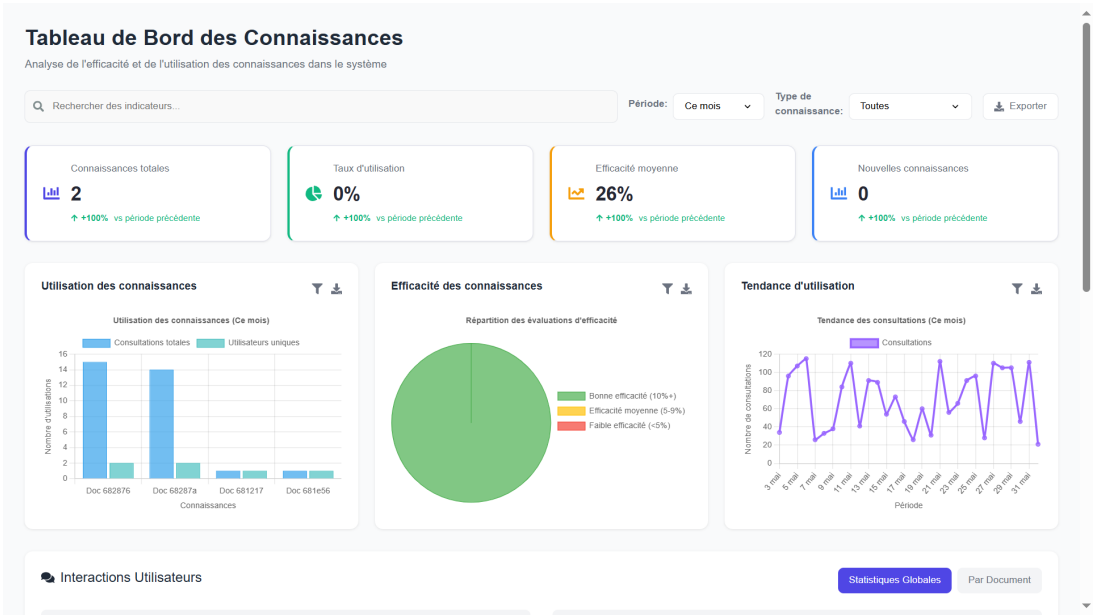


FIGURE 4.23 – Interface de suivi et d’analyse des connaissances (audit)

Cette interface 4.24 permet de visualiser l’interaction des utilisateurs avec les connaissances à travers une évaluation par étoiles, et d’afficher l’historique des évaluations automatiquement chaque heure.



FIGURE 4.24 – Interface de suivi et d’analyse des connaissances (suite)

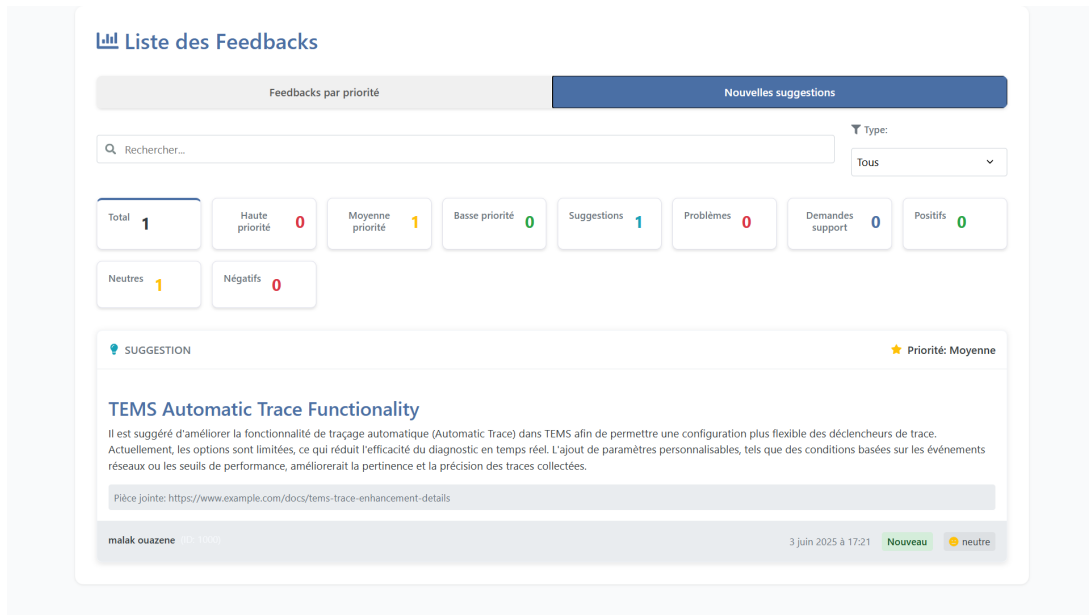


FIGURE 4.25 – Interface de consultation des feedbacks collectés .

À présent, nous allons présenter le profil de l’administrateur ainsi que les fonctionnalités qui lui sont attribuées.

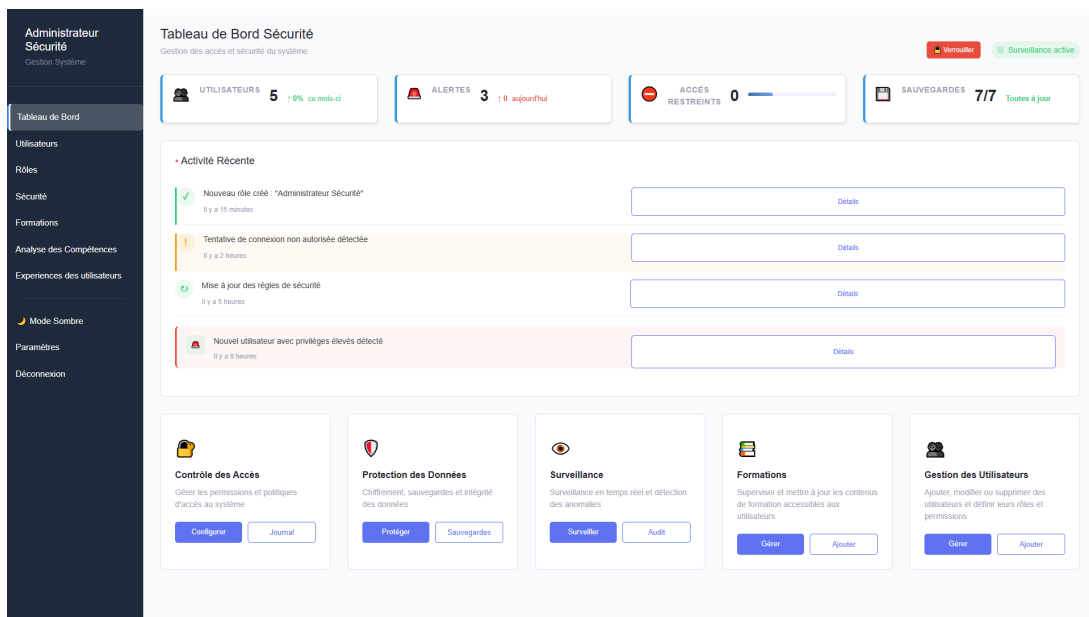


FIGURE 4.26 – La page principale du profil administrateur .

Cette interface4.27 permet de visualiser et de comprendre l’architecture ainsi que la configuration du protocole LDAP. Elle facilite la gestion des paramètres essentiels pour assurer la sécurité et le bon fonctionnement du service LDAP.

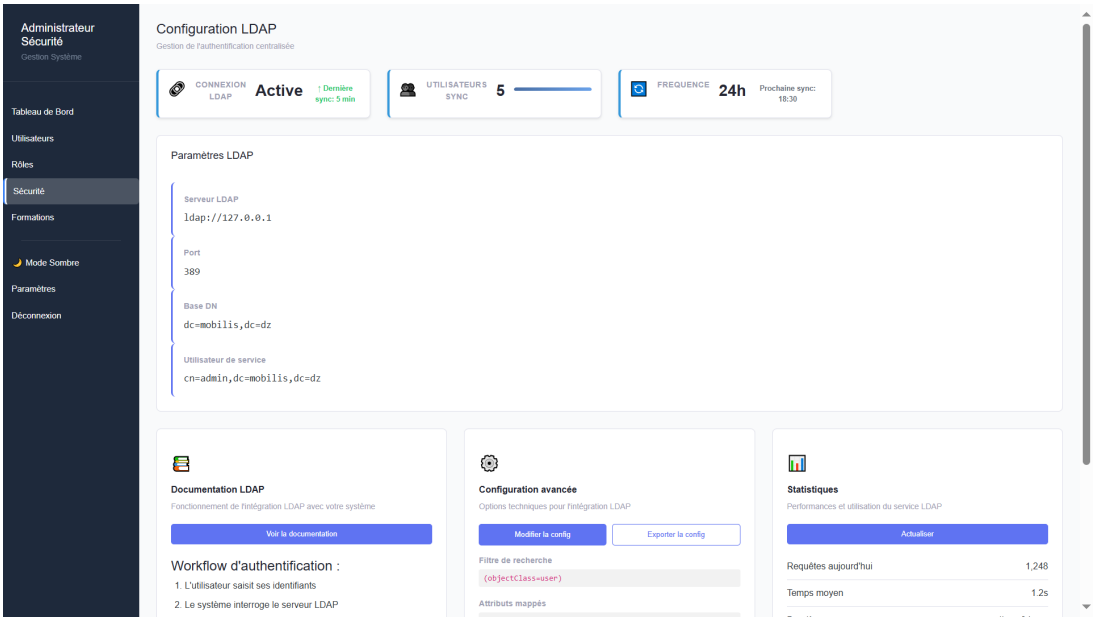
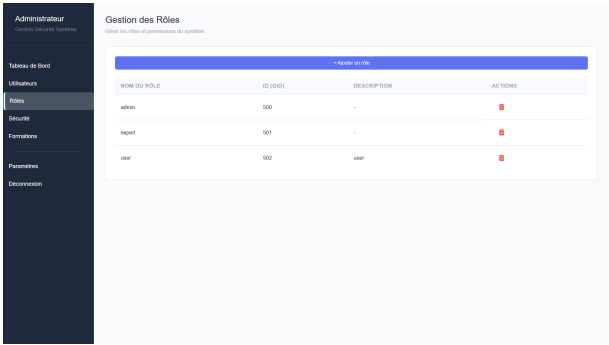
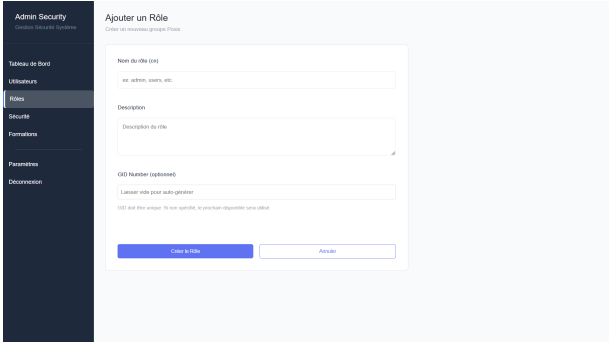


FIGURE 4.27 – Interface de configuration selon les exigences du protocole LDAP.

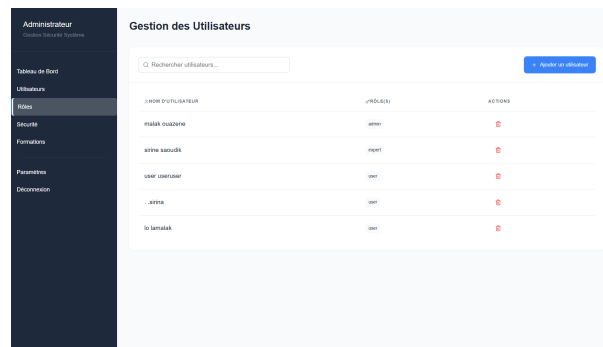


(a) Interface de gestion des rôles des utilisateurs

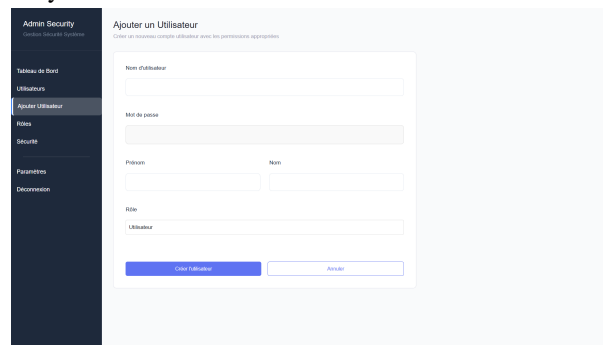


(b) Interface du formulaire d’ajout d’un rôle dans le système

FIGURE 4.28 – Gestion des rôles dans le système



(a) Interface de gestion des utilisateurs (employés) dans le système



(b) Interface du formulaire d'ajout d'un utilisateur dans le système

FIGURE 4.29 – Gestion des utilisateurs dans le système

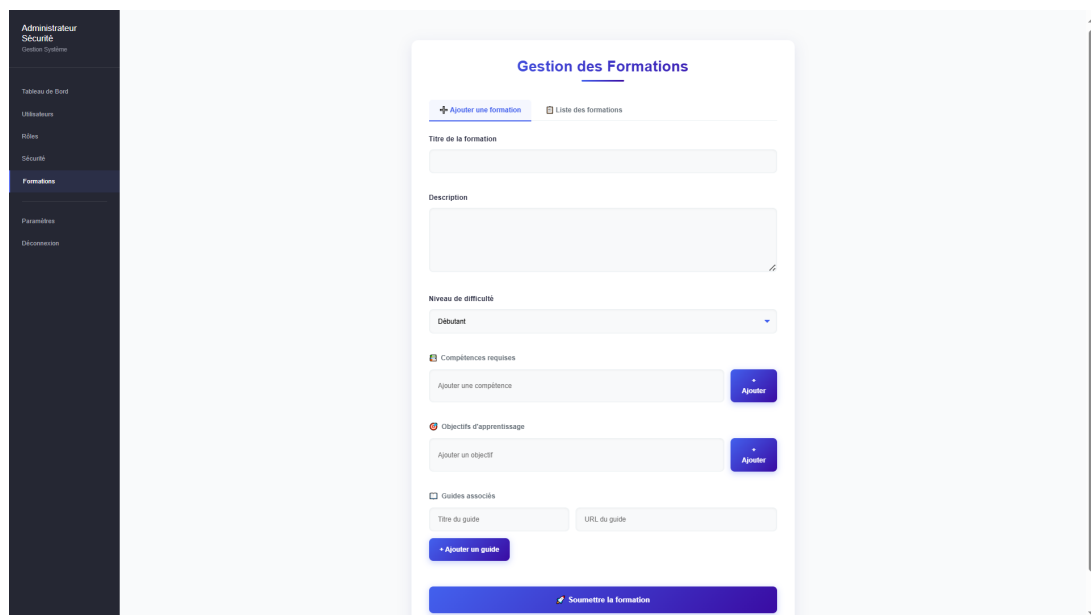


FIGURE 4.30 – Interface du formulaire d'ajout d'une Formation dans le système.

Cette interface4.31 permet à l'administrateur de visualiser et d'analyser les résultats des compétences des utilisateurs, issus des ontologies de ESCO. Elle l'aide à comprendre précisément quelles compétences les utilisateurs doivent acquérir, afin de leur proposer des formations

adaptées et ciblées.



FIGURE 4.31 – Interface d’analyse des résultats de compétences des utilisateurs.

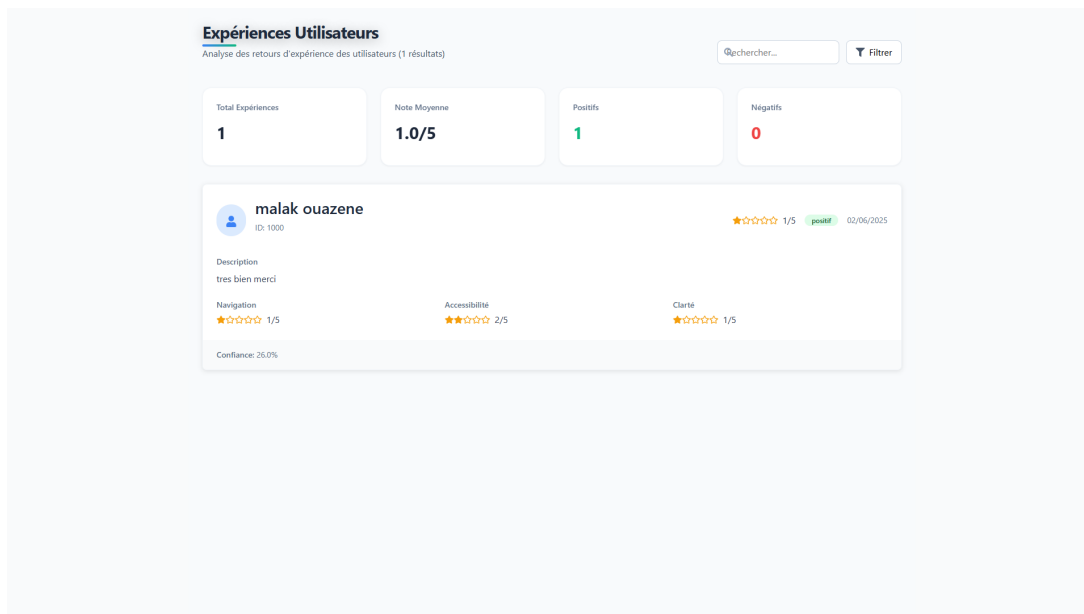


FIGURE 4.32 – Interface d’analyse de l’expérience utilisateur par rapport au système.

Cette interface4.32 permet d’analyser et de visualiser l’expérience des utilisateurs par rapport au système, offrant ainsi un aperçu de leur satisfaction et des points à améliorer.

4.7 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté notre système proposé pour la mise à jour et l'utilisation des connaissances au sein d'une entreprise. Ce système prend en charge plusieurs étapes du processus de mise à jour des connaissances et même le processus d'utilisation, défini au préalable. L'architecture retenue est de type Cloud Native, avec l'intégration du protocole LDAP pour l'authentification. Après une introduction générale à cette architecture, nous avons détaillé celle de notre système ainsi que ses principales fonctionnalités, illustrées par des captures d'écran de ses interfaces clés.

CHAPITRE 5

CONCLUSION GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES

La gestion des connaissances en entreprise a connu une évolution majeure ces dernières années, faisant de la préservation du savoir un enjeu stratégique pour les organisations. C'est une approche explicite et structurée visant à gérer les connaissances essentielles d'une organisation ainsi que les processus qui leur sont associés. Ces processus incluent l'identification des connaissances cruciales à capitaliser, leur acquisition, leur formalisation, leur partage, ainsi que leur mise à jour régulière et leur utilisation. Notre projet se concentre particulièrement sur l'utilisation des connaissances et leur actualisation, en veillant à ce qu'elles soient accessibles et mobilisées efficacement dans les processus métiers de l'organisation. Par ailleurs, le paradigme du Cloud Computing offre des opportunités innovantes pour soutenir ces démarches, grâce à sa flexibilité, sa scalabilité et ses capacités de collaboration. Notre projet s'inscrit dans une approche de gestion des connaissances basée sur le Cloud Computing, combinant les meilleures pratiques métier avec les avantages technologiques du Cloud.

Notre projet poursuit un double objectif. Premièrement, il vise à proposer une définition opérationnelle en termes d'activités pour le processus d'utilisation des connaissances d'une entreprise, préalablement capitalisées (repérées, acquises et formalisées), ainsi qu'à explorer les applications potentielles du Cloud Computing dans ce cadre. En effet, ce processus ne bénéficie pas d'une définition claire, explicite et unanimement admise dans la littérature scientifique. Deuxièmement, concevoir et développer un système basé sur l'architecture Cloud Native, mettant en oeuvre des activités des processus de mise à jour et d'utilisation des connaissances.

L'utilisation des connaissances est un processus qui permet d'intégrer les connaissances capitalisées d'une entreprise, aux activités organisationnelles de celle-ci. Il vise l'amélioration des services, des processus et de la performance globale de l'organisation ainsi que la prise de décision et l'innovation. Le modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances

est issu de :

- Une analyse comparative et une synthèse d'études de cas de développement de Systèmes à base de connaissances. Ces derniers sont mis en oeuvre pour l'application et l'utilisation de connaissances.
- Les facteurs clés d'une utilisation de connaissances réussie en entreprise.
- Une analyse des modèles existants du processus d'utilisation des connaissances.

Le modèle généré se compose de cinq sous-processus. Nous avons défini chaque sous-processus en termes d'activités. Ces sous-processus incluent :

- **Le sous-processus de Développement du moteur d'inférence ou de raisonnement :** Il vise à transformer les connaissances en éléments directement exploitables et opérationnels. Il comprend la sélection des représentations de connaissances, le choix des techniques d'inférence (chaînage avant/arrière), et l'intégration technique du moteur dans le système existant.
- **Le sous-processus de Validation des connaissances :** Il vise à garantir l'exactitude et la pertinence des connaissances. Il combine la vérification (cohérence et complétude des connaissances) et l'évaluation (capacité à produire des conclusions correctes) via des expertises, tests et retours utilisateurs.
- **Le sous-processus de Déploiement des connaissances :** Il vise à rendre les connaissances accessibles de manière contextualisée et personnalisée. Il inclut l'adaptation aux profils utilisateurs (expertise, ancienneté, préférences) et la diffusion sous différents formats (textes, diagrammes) pour une application concrète.
- **Le sous-processus de Formation et support utilisateur :** Il vise à faciliter l'adoption et l'usage efficace des connaissances. Il s'appuie sur des formations ciblant l'utilité perçue et la facilité d'utilisation, pour réduire les erreurs et optimiser l'exploitation des outils.
- **Le sous-processus de Valorisation des connaissances :** Il vise à exploiter économiquement les savoirs stratégiques. Il englobe la protection juridique (brevets) et la commercialisation (licences, partenariats) pour transformer les connaissances en actifs tangibles.

La seconde partie de notre travail consiste à mettre en oeuvre un système basé sur l'architecture Cloud Native afin de concrétiser le processus de mise à jour des connaissances, défini dans un projet de Master réalisé l'année précédente, ainsi que le processus d'utilisation des connaissances. Pour atteindre cet objectif, nous avons tout d'abord présenté un aperçu général du Cloud Native. Ensuite, nous avons décrit l'architecture proposée pour notre système, dédié à la mise à jour et à l'utilisation des connaissances. Ce système implémente une partie des activités définissant les processus de mise à jour et d'utilisation des connaissances. Il repose sur une architecture à base de microservices, comprenant notamment les microservices suivants :

- **Authentication Service :** Gère l'authentification des utilisateurs à l'aide d'un annuaire LDAP. Il assure un accès sécurisé aux différentes fonctionnalités du système.

- **Knowledge Service** : Responsable de la gestion centralisée des connaissances (création, organisation, consultation, suppression).
- **Notification Service** : Envoie des notifications automatiques (alertes internes) pour informer les utilisateurs des mises à jour.
- **Evaluation Service** : Permet l'évaluation des connaissances présentes dans le système afin d'identifier les contenus obsolètes ou nécessitant une révision.
- **Analytics Service** : Analyse les interactions et les données générées dans le système (consultations, évaluations par étoiles) et produit des statistiques utiles à l'aide à la décision.
- **Forum Discussions Service** : Offre un espace collaboratif permettant aux utilisateurs d'échanger autour des connaissances, poser des questions et résoudre collectivement des problèmes.
- **Training Service** : Propose des parcours de formation ciblés en fonction des besoins exprimés par les utilisateurs, en s'appuyant sur l'ontologie ESCO.
- **Feedback Service** : Permet de recueillir les retours des utilisateurs concernant leur expérience, les contenus consultés ou le système en général, afin d'en améliorer la qualité.

En complément du travail réalisé, les perspectives suivantes sont proposées :

- **Etendre le modèle proposé pour le processus d'utilisation des connaissances** : L'un des principaux objectifs de l'utilisation des connaissances capitalisées d'une entreprise est l'Innovation. Nous proposons alors d'étendre le modèle proposé pour le processus d'utilisation de connaissances en ajoutant des activités liées à l'innovation. En effet, de nombreux travaux dans le domaine de la gestion de connaissances se sont intéressés au processus de l'innovation. Ce dernier vise à exploiter les connaissances et savoirs acquis afin d'améliorer ou introduire des services, des produits, etc. Il permet d'améliorer la performance et l'avantage concurrentiel de l'entreprise. Il serait alors intéressant d'analyser les travaux associés à ce processus afin d'envisager d'autres activités dans le cadre du processus d'utilisation des connaissances.
- **Ajout de micro-services** : Une piste d'amélioration consiste à intégrer de nouveaux micro-services au sein du système que nous avons développé, dédié à la mise à jour et à l'utilisation des connaissances. Ces micro-services auront pour objectif de prendre en charge les activités des processus qui n'ont pas encore été couvertes par la version actuelle du système.
- **Intégration avec les systèmes existants** : Une perspective d'évolution consiste à intégrer le système développé aux solutions existantes, conçues en amont pour assurer les processus de repérage, d'acquisition, de formalisation et de partage des connaissances, dans le but de disposer d'une infrastructure cohérente et complète de gestion des connaissances.

Cloud Computing

Le cloud computing permet d'accéder à des ressources partagées et à une infrastructure commune, en offrant des services à la demande via le réseau afin d'exécuter des opérations adaptées aux besoins changeants des entreprises. L'emplacement des ressources physiques et des dispositifs utilisés n'est généralement pas connu de l'utilisateur final.

Ce modèle repose sur la **virtualisation des ressources**, permettant une gestion et un maintien automatisés. Il offre également aux utilisateurs la possibilité de développer, déployer et gérer leurs applications directement dans le cloud [52].

Les services cloud peuvent être déployés selon quatre modèles, en fonction des besoins et du niveau de contrôle requis [53] :

- **Cloud public** : Accessible via Internet, il est géré par un fournisseur et convient aux petites entreprises.
- **Cloud privé** : Hébergé en interne, il est réservé à une seule organisation et adapté aux données sensibles.
- **Cloud communautaire** : Partagé entre plusieurs organisations ayant des besoins communs.
- **Cloud hybride** : Combine plusieurs modèles, permettant par exemple de stocker des données sensibles en privé et d'utiliser le cloud public pour les charges de travail fluctuantes.

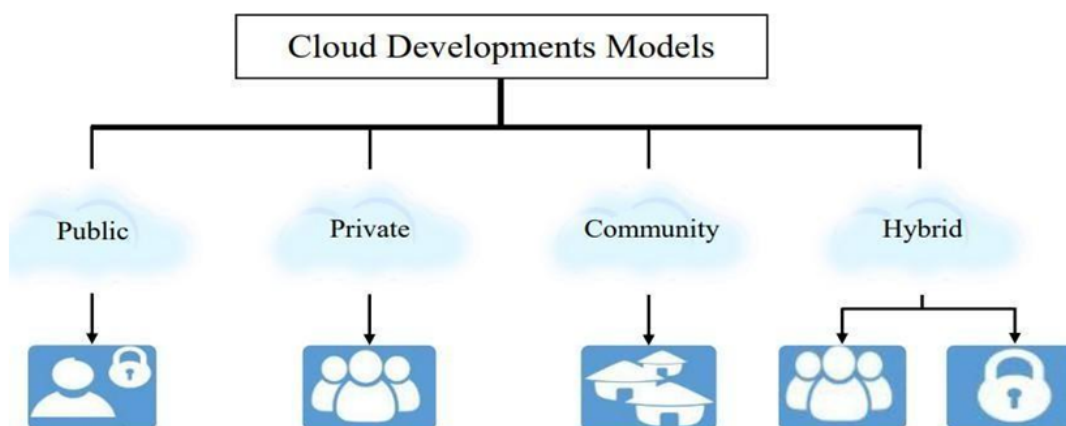


FIGURE 5.1 – Modèles de déploiement du cloud
[54]

Les services cloud se répartissent en trois catégories : IaaS, PaaS et SaaS, chacun offrant des avantages distincts.

IaaS (Infrastructure as a Service) : Ce modèle fournit une infrastructure informatique virtualisée, incluant des machines virtuelles (VM), du stockage et des réseaux. Il présente toutefois des défis de sécurité, notamment liés à la gestion des VM et de l'hyperviseur, qui répartit les ressources. Des problèmes de compatibilité peuvent également survenir si l'entreprise utilise d'anciens logiciels, ce qui peut engendrer des coûts supplémentaires. La suppression des données est encadrée par une période de rétention convenue avec le fournisseur [55].

PaaS (Platform as a Service) : Il s'agit d'une plateforme de développement et de déploiement d'applications basée sur le web, destinée aux programmeurs. Les problèmes de sécurité du PaaS concernent l'interopérabilité, la vulnérabilité des hôtes, l'authentification respectueuse de la confidentialité, la continuité du service et la tolérance aux pannes [55].

SaaS (Software as a Service) : Ce modèle ne nécessite pas de déploiement indirect, car il est centralisé et accessible presque instantanément. Les principales préoccupations en matière de sécurité du SaaS incluent l'authentification, l'autorisation, la confidentialité des données, la disponibilité et la sécurité du réseau [56].

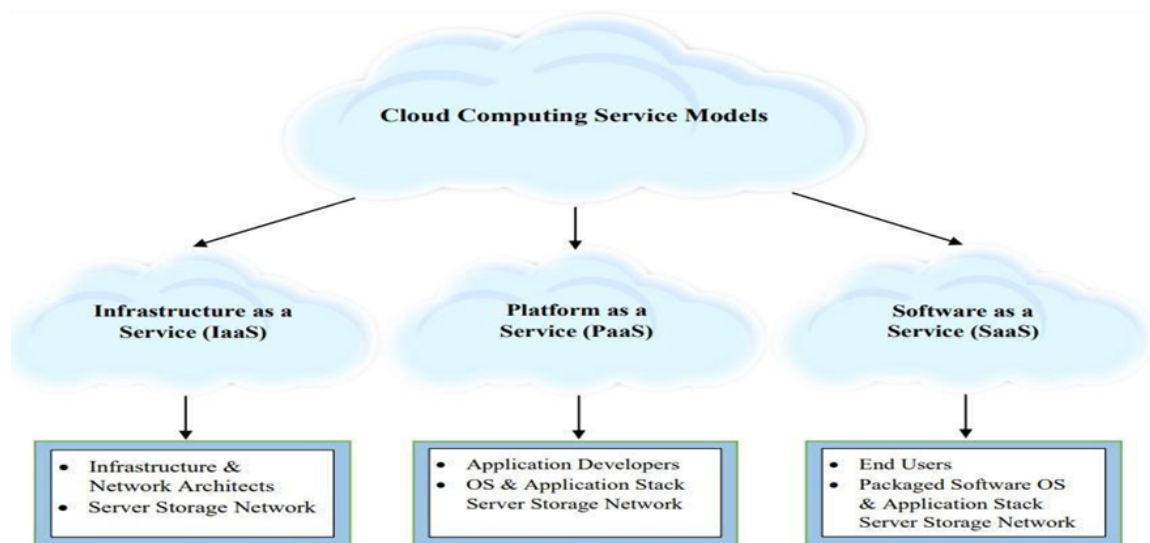


FIGURE 5.2 – Modèles de services du cloud [54].

Avantages du Cloud Computing

Voici les principaux avantages du Cloud Computing, selon [94], [95], [96] :

- **Réduction des coûts** : le cloud transforme les dépenses d'investissement (CapEx) en dépenses opérationnelles (OpEx), réduisant ainsi les coûts globaux. Les entreprises ne paient que pour ce qu'elles utilisent, évitant les dépenses inutiles en matériel [96].
- **Scalabilité et élasticité** : les ressources peuvent être ajustées dynamiquement selon la charge de travail, offrant une grande flexibilité aux organisations, notamment les start-ups en croissance rapide [95].
- **Accessibilité et mobilité** : les services cloud sont accessibles depuis n'importe quel endroit disposant d'une connexion Internet, favorisant le travail collaboratif et à distance [94].
- **Rapidité de déploiement et agilité** : le cloud permet de déployer rapidement des services ou applications, accélérant ainsi les processus de développement et d'innovation [96].
- **Fiabilité et tolérance aux pannes** : les infrastructures cloud offrent des mécanismes de redondance, de sauvegarde automatique et de reprise après sinistre, assurant une continuité d'activité [94].
- **Efficacité énergétique** : grâce à la mutualisation des ressources, les centres de données

cloud optimisent la consommation d'énergie et réduisent l'empreinte carbone [95].

- **Maintenance simplifiée** : les mises à jour logicielles et la maintenance matérielle sont prises en charge par le fournisseur, libérant les équipes internes de ces tâches [96].
- **Sécurité renforcée** : les fournisseurs cloud mettent en œuvre des protocoles de sécurité avancés (chiffrement, contrôle d'accès, surveillance) souvent plus solides que ceux des systèmes traditionnels [94].
- **Support à l'innovation** : le cloud facilite l'accès à des technologies avancées (IA, Big Data, IoT) sans nécessiter d'infrastructure lourde, stimulant ainsi l'innovation [95].

Inconvénients du Cloud Computing

Malgré ses nombreux avantages, le Cloud Computing présente également certaines limites [94, 95, 96] :

- **Dépendance au fournisseur (vendor lock-in)** : il peut être difficile et coûteux de migrer les services ou données d'un fournisseur à un autre à cause des formats propriétaires et des spécificités techniques [95].
- **Disponibilité de la connexion Internet** : une connexion stable et rapide est essentielle pour accéder aux services cloud. Toute interruption de réseau peut impacter les opérations critiques [94].
- **Risques liés à la confidentialité des données** : bien que les fournisseurs investissent dans la sécurité, les entreprises doivent s'assurer que leurs données sensibles sont protégées, notamment vis-à-vis des juridictions étrangères [96].
- **Conformité réglementaire** : l'hébergement des données dans des centres localisés à l'étranger peut poser des problèmes de conformité avec certaines lois locales (ex. : RGPD) [94].
- **Coûts imprévus** : une mauvaise gestion des ressources ou une utilisation excessive peut entraîner des coûts plus élevés que prévu [95].
- **Sécurité partagée** : le modèle de responsabilité partagée signifie que certaines tâches de sécurité incombent encore au client, ce qui peut entraîner des failles si les responsabilités sont mal comprises [96].

Processus de mise à jour des connaissances [81]

Le processus de mise à jour des connaissances s'articule autour de quatre sous-processus principaux : l'**Enrichissement**, le **Développement**, le **Changement & Raffinement**, et l'**Évaluation** (voir Figure 5.3). Cette décomposition permet d'analyser chaque composante selon ses activités,

son potentiel d'automatisation et les types de connaissances mobilisées, offrant une approche systématique pour optimiser la gestion du capital intellectuel organisationnel.

Sous-processus	Description	Activités	Automatisation ?	A quel type de connaissances peut s'appliquer ?	
Enrichissement	Il vise à améliorer et étendre des connaissances existantes propres à des individus.	Formation continue	Stage	Oui (stage en ligne)	Implicites
			Participer à des réunions ou des conférences.	Oui	Implicites
			Formation à distance.	Oui	Implicites
			Réseaux sociaux.	Oui	Implicites
			Soutien en pair.	Oui	Implicites
		L'apprentissage	Qcm.	Oui	Implicites
			Gérer les barrières de communication entre les employés (Messagerie).	Oui	Implicites/Explicites
			Mentorat et coaching.	Oui	Implicites
			Créer un environnement pour l'expertise de chaque individu dans l'entreprise.	Oui	Implicites
			Inscrire à des sites d'informations scientifique.	Oui	Implicites
	Lire des articles et revues scientifique.	Oui	Implicites		
Développement	Il a pour objectif de générer et créer de nouvelles idées et connaissances au sein d'une organisation.	Retour au processus d'acquisition des connaissances			
		Gérer les barrières de communication entre les employés (Messagerie).	Oui	Implicites/Explicites	
Changement & Raffinement	Il vise à modifier et remplacer des éléments de connaissances. Il comprend les suppressions, les fractionnements et les combinaisons d'éléments de connaissances.	Créer un environnement pour la rétroaction des membres de l'entreprise.	Oui	Implicites/Explicites	
		Effectuer un audit sur les connaissances.	Oui	Explicites	
		Forum de discussion.	Oui	Implicites	
		Approche concours de beauté	Oui	Implicites	
		Approche boursière			
Évaluation	Il vise à évaluer le patrimoine de connaissances selon différents points de vue et souvent à l'aide de critères/métriques afin d'identifier les manques, les besoins, les risques et les potentialités dans les actions de gestion de connaissances en cours ou possibles, etc.	Appliquer les méthodes (KMM, NS, TBP) via des tableaux virtuels.	Oui	Implicites/Explicites	
		Questionnaire.	Oui	Implicites/Explicites	
		Rapports des réunions.	Oui	Implicites/Explicites	
		Base de discussion.	Oui	Implicites/Explicites	

FIGURE 5.3 – Synthèse des principaux sous processus définissant le processus de mise à jour des connaissances [81].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Monnoyer-Smith, L. *La gestion des connaissances : le nouvel enjeu des organisations*. Rapport interne, 2003.
- [2] Couture, M., & Renaud, L. (2009). La pyramide DICS : Données, Informations, Connaissances, Sagesse. [En ligne]. Disponible sur : https://www.researchgate.net/figure/La-pyramide-DICS-Donnees-Informations-Connaissances-Sagesse_fig12_50859838 (consulté le 28 mai 2025).
- [3] B. Choi, (2002), "Knowledge Management Enablers, Processes, and Organizational Performance : An Integration and Empirical Examination," Thèse de doctorat sous la direction de H. Lee, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Seoul, Korea, 24 Mai, p. 213.
- [4] Anderson, J. R. (1985). *Cognitive Psychology and Its Implications.* New York : W. H. Freeman.
- [5] Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-Creating Company : How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation.* Oxford University Press.
- [6] Pan, S. L., & Scarbrough, H. (1998). "A socio-technical view of knowledge-sharing at Buckman Laboratories." *Journal of Knowledge Management*, 2(1), 55–66.
- [7] Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (1998). *Managing Knowledge : Building Blocks for Success.* John Wiley & Sons.
- [8] Bock, G. W. (2001). *Knowledge Management and Organizational Learning : An Integrated Approach*. Springer.
- [9] Grunstein, M. (2001). Contributions aux théories de la connaissance et du management. Dans *Actes du colloque sur la gestion des connaissances*, Université Paris-Dauphine.

- [10] ExoPlatform, "Gestion des connaissances : définition, avantages, enjeux et bonnes pratiques," ExoPlatform. [Online]. Available : <https://www.exoplatform.com/blog/gestion-des-connaissances-definition-avantages-enjeux-et-bonnes-pratiques/>.
- [11] IBM, "La gestion des connaissances : un levier pour l'innovation," IBM. [Online]. Available : <https://www.ibm.com/knowledge-center/knowledge-management>.
- [12] B. Bounfour, "Les onze péchés de la gestion des connaissances," **Management International**, vol. 13, no. 4, 2009. [Online]. Available : <https://www.erudit.org/fr/revues/mi/2009-v13-n4-mi3562/038587ar.pdf>.
- [13] "Les défis de la gestion des connaissances en entreprise," **Erudit**, 2009. [Online]. Available : <https://www.erudit.org/fr/revues/mi/2009-v13-n4-mi3562/038587ar.pdf>.
- [14] 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**, p. 238. Academic Conferences and Publishing Limited, 2019.
- [15] Wiig, K. M. (1993). **Knowledge Management Foundations : Thinking about Thinking.** Schema Press.
- [16] Demarest, M. (1997). Understanding knowledge management. **Journal of Knowledge Management**, 1(4), 19-30.
- [17] APQC (American Productivity and Quality Center). (s.d.). **Knowledge Management Framework**.
- [18] Dalkir, K. (2011). **Knowledge Management in Theory and Practice.** MIT Press.
- [19] Bhatt, G. D. (2001). Knowledge management in organizations : Examining the interaction between technologies, techniques, and people. **Journal of Knowledge Management**, 5(1), 68-75.
- [20] Liutvinavičius, M., & Lopata, A. (2015). Knowledge-based modeling of financial decision support systems. **Dans BIR-WS 2015 : Joint Proceedings of the BIR 2015 Workshops and Doctoral Consortium co-located with 14th International Conference on Perspectives in Business Informatics Research (BIR 2015)** (pp. 148–155). Tartu, Estonia : University of Tartu. **(CEUR Workshop Proceedings, Vol. 1420).** ISSN 1613-0073.
- [21] Sajja, P. S., & Akerkar, R. (2010). **Advanced knowledge-based systems : Model, applications & research** (Vol. 1, pp. 1–11). TMRF e-Book.
- [22] Akerkar, R., & Sajja, P. S. (2010). **Knowledge-based systems**. Jones & Bartlett Publishers.

-
- [23] N. I. Buhisi and S. S. Abu Naser, "Dynamic programming as a tool of decision supporting," *Journal of Applied Sciences Research*, vol. 5, no. 6, pp. 671–676, 2009.
- [24] S. Ng, C. Wong, T. Lee, F. Lee, S. Abu-Naser, H. ElHissi, et al., "Ad hoc networks based on rough set distance learning method," *Information Technology Journal*, vol. 10, no. 9, pp. 239–251, 2010.
- [25] Patton, R., Frank, P., & Clark, R. (n.d.). *Fault Diagnosis in Dynamic Systems : Theory and Applications*. Prentice Hall.
- [26] Khodashahri, N. G., & Sarabi, M. M. H. (2013). *Decision support system (DSS)*. Singaporean Journal of Business Economics, and Management Studies, 1(6), 95.
- [27] Rasovska, I. (n.d.). *Contribution à une méthodologie de capitalisation des connaissances basée sur le raisonnement à partir de cas : Application au diagnostic dans une plateforme d'e-maintenance*. École Doctorale Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Micro-techniques. Accessible à partir de l'URL : http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/25/78/93/PDF/These_Ivana_finale.pdf.
- [28] Raisonnement par cas. Accessible à partir de l'URL : http://fr.wikipedia.org/wiki/Raisonnement_par_cas.
- [29] Circuit d'Accord. (n.d.). *Help desk system data flow diagram*. Circuit d'Accord. Accessible à partir de l'URL : <https://circuitdaccordi9ri.z21.web.core.windows.net/help-desk-system-data-flow-diagram.html>.
- [30] Ladin, M. A., Rosli, A., Darawati, A. S., Rusli, R., Razuhanafi, M., Yazid, M., ... & Yahia, H. A. (2025). *A Computer-Based Advisory System for Motorcycle Safety at Campus*. Journal of Advanced Research in Applied Sciences and Engineering Technology, 48(2), 225-234.
- [31] Liu, L., & Darwen, M. J. (2000). *Customer Service Management : Principles and Practice*. Idea Group Publishing.
- [32] Turban, E., Aronson, J. E., & Liang, T.-P. (2005). *Decision Support and Business Intelligence Systems*. Pearson Education.
- [33] Becerra-Fernandez, I., & Sabherwal, R. (2010). *Knowledge Management : Systems and Processes*. Armonk, NY : M.E. Sharpe.
- [34] Davenport, T. H., & Prusak, L. (1997). *Information Ecology : Mastering the Information and Knowledge Environment*. Oxford University Press.
- [35] Skyrme, D. (1999). *Knowledge Management : The New Competitive Advantage*. Butterworth-Heinemann.
-

-
- [36] Milton, N. (2008). *Knowledge Technologies*. Wiley.
- [37] Ermine, J.-L. (2003). *La gestion des connaissances*. Eyrolles.
- [38] Prusak, L. (1997). *Knowledge in Organizations*. Butterworth-Heinemann.
- [39] Rich, R. F. (1997). *Measuring Knowledge Utilization : Processes and Outcomes*. Knowledge and Policy : The International Journal of Knowledge Transfer and Utilization, 10(3), 11-24.
- [40] Smartsheet. (2023). *Le guide complet de la gestion des connaissances*. Smartsheet. Récupéré de <https://fr.smartsheet.com/knowledge-management-101>
- [41] Larsen, J. K. (1980). *Knowledge Utilization : What Is It ?*. Knowledge, Creation, Diffusion, Utilization, 1(3), 421-442.
- [42] Alashwal, A. M., Abdul-Rahman, H., & Radzi, J. (2016). *Knowledge Utilization Process in Highway Construction Projects : Case Study*. Journal of Management in Engineering, 32(2), 05016006. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000429](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000429)
- [43] Gueldenberg, S. (2021). *Knowledge Utilisation : An Empirical Review on Processes and Factors of Knowledge Utilisation*. Global Business and Economics Review, 19(1), 1-24. <https://doi.org/10.1504/GBER.2017.10005596>
- [44] Goulard, D. (2009). *Les systèmes à base de connaissances*. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/29642090_Les_systemes_a_base_de_connaissances
- [45] Gao, T., Chai, Y. and Liu, Y. (2018). 'A review of knowledge management about theoretical conception and designing approaches', *International Journal of Crowd Science*, 2(1), pp. 42-51.
- [46] Menaouer, B. and Nada, M. (2019). The relationship between knowledge mapping and the open innovation process : the case of education system. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, pp. 1-13.
- [47] nugg.ad, "Glossaire IA : Moteur d'inférence," 2024. [En ligne]. Disponible : <https://nugg.ad/fr/glossaire-ia/moteur-inference/>. Consulté le 7 mai 2025.
- [48] LinkedIn. (2024). *How can you validate an expert system's knowledge base*. Consulté le 10 mai 2025, depuis <https://www.linkedin.com/advice/0/how-can-you-validate-expert-systems-knowledge-base>
- [49] Owoc, M. L. (1999). *On Principles of Knowledge Validation*. Dans *Validation and Verification of Knowledge Based Systems - Theory, Tools and Practice*, EUROAV '99, 5th
-

- European Symposium on Validation and Verification of Knowledge Based Systems*, 9–11 juin 1999, Oslo, Norvège. DOI : 10.1007/978-1-4757-6916-6_2.
- [50] Whatfix. (2023). *End-User Training : A Complete Guide*. Consulté le 3 mai 2025, depuis <https://whatfix.com/blog/end-user-training/>.
- [51] Marshall, B., Mills, R., & Olsen, D. (2008). The role of end-user training in technology acceptance. *Review of Business Information Systems*, 12(2),
- [52] Rao, S. V., Rao, N. N., & Kumari, E. K. (2009). *Cloud computing : An overview*. Journal of Theoretical and Applied Information Technology, 71, 71. Consulté depuis <http://jatit.org>
- [53] Bello, S. A., et al. (2021). *Cloud computing in construction industry : Use cases, benefits, and challenges*. Automation in Construction, 122, 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103441>
- [54] Butt, U. A., Mehmood, M., Shah, S. B. H., Amin, R., Shaukat, M. W., Raza, S. M., Suh, D. Y., & Piran, M. J. (2020). *A review of machine learning algorithms for cloud computing security*. Electronics, 9(9), 1379. <https://doi.org/10.3390/electronics9091379>
- [55] Hussein, N. H., & Khalid, A. (2017). *A survey of cloud computing security challenges and solutions*. International Journal of Computer Science and Information Security, 1, 52–56.
- [56] Hourani, H., & Abdallah, M. (2018). *Cloud computing : Legal and security issues*. Dans Proceedings of the International Conference on Computer Science and Information Technology (CSIT) (pp. 13–16). Helsinki, Finland.
- [57] GitLab. *Qu'est-ce que le Cloud Native ?* Disponible sur : <https://about.gitlab.com/fr-fr/topics/cloud-native/> (consulté le 16 mai 2025).
- [58] Fortinet. *Qu'est-ce que l'authentification LDAP ? Comment fonctionne-t-il ?* Disponible sur : <https://www.fortinet.com/fr/resources/cyberglossary/ldap-authentication> (consulté le 28 mai 2025).
- [59] FastAPI. *FastAPI – The modern, fast web framework for building APIs with Python*. Disponible sur : <https://fastapi.tiangolo.com/> (consulté le 28 mai 2025).
- [60] DigitalOcean. *How To Make a Web Application Using Flask in Python 3*. Disponible sur : <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/how-to-make-a-web-application-using-flask-in-python-3> (consulté le 28 mai 2025).

- [61] Merkel, D. (2014). Docker : Lightweight Linux Containers for Consistent Development and Deployment. *Linux Journal*, 2014(239). Disponible sur : <https://www.linuxjournal.com/content/docker-lightweight-linux-containers-consistent-development-and-deployment> (consulté le 28 mai 2025).
- [62] Facebook Inc. (2025). *React – A JavaScript library for building user interfaces*. Documentation officielle. Disponible sur : <https://react.dev> (consulté le 28 mai 2025).
- [63] The Kubernetes Authors. (2025). *Kubernetes Documentation*. The Linux Foundation. Disponible sur : <https://kubernetes.io/docs/> (consulté le 28 mai 2025).
- [64] MDN Web Docs. (2025). *CSS : Cascading Style Sheets*. Mozilla Developer Network. Disponible sur : <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/CSS> (consulté le 28 mai 2025).
- [65] MDN Web Docs. *JavaScript — Documentation*. Disponible sur : <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/JavaScript> (consulté le 28 mai 2025).
- [66] phpLDAPAdmin Team. (2025). *phpLDAPAdmin - Web-based LDAP Administration Tool*. Disponible sur : <http://phpldapadmin.sourceforge.net/> (consulté le 28 mai 2025).
- [67] Chacon, S., & Straub, B. (2014). *Pro Git* (2^e éd.). Apress. Disponible gratuitement sur : <https://git-scm.com/book/en/v2> (consulté le 28 mai 2025).
- [68] GitHub Inc. (2025). *GitHub Docs – Understanding the GitHub platform*. Documentation officielle. Disponible sur : <https://docs.github.com/en> (consulté le 28 mai 2025).
- [69] Microsoft. *Visual Studio Code*. Disponible sur : <https://code.visualstudio.com/> (consulté le 28 mai 2025).
- [70] Joanna Kosińska, Grzegorz Brotoń, and Maciej Tobiasz. *Knowledge representation of the state of a cloud-native application*. *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*, 25 :553–569, 2023.<https://doi.org/10.1007/s10009-023-00705-2>.
- [71] ClickIT. What is Cloud-Native Architecture? <https://www.clickittech.com/cloud-services/cloud-native-architecture/#h-what-is-cloud-native-architecture>, 2024. Consulté le 31 mai 2025.
- [72] GitLab. DevOps – Everything you need to know about DevOps.<https://about.gitlab.com/topics/devops/>, 2024. Consulté le 30 mai 2025.
- [73] InfluxData. GitOps vs. DevOps : What’s the difference? <https://www.influxdata.com/blog/gitops-vs-devops-whats-the-difference/>, 2024. Consulté le 31 mai 2025.

- [74] testRigor. What is CI/CD? <https://testrigor.com/blog/what-is-cicd/>, 2024.Consulté le 31 mai 2025.
- [75] Docker. What is a container? <https://www.docker.com/resources/what-container/>, 2024. Consulté le 30 mai 2025.
- [76] BOUCHOUCHA Chaimaa. Mise en œuvre de services dédiés à la gestion des connaissances organisationnelles (repérage des connaissances) basés sur le Cloud Computing. Étude de cas : Optium Télécom Algérie-Djezzy. Master.
- [77] Benhabiles Adlane and Boudjema Mohamed Abd Elouahab. Acquisition de connaissances organisationnelles via des techniques de Text Mining. Étude de cas : MOBILIS ATM-Algérie. Master.
- [78] Hadjredjem Tessnim and Derrouazin Manel. Proposition d'un système de diffusion de connaissances organisationnelles dans un environnement cloud computing. Master.
- [79] Haouchet Yanis and Douiri Mohamed Amine. Formalisation des connaissances organisationnelles dans un environnement Cloud Computing. Master.
- [80] Ammam Aymen and Masmoudi Oualid. Mise en place de services de cartographie des connaissances cruciales d'une entreprise dans un environnement Cloud Computing basés sur l'ingénierie des connaissances. Master.
- [81] Ikram melloul . Proposition d'un système de diffusion de connaissances organisationnelles dans une entreprise .Master.
- [82] Commission européenne. ESCO - European Skills, Competences, Qualifications and Occupations. <https://ec.europa.eu/esco>, 2024. Consulté le 13 juin 2025.
- [83] Prax, J.-Y. (2007). *Le Manuel du Knowledge Management – mettre en réseau les hommes et les savoirs pour créer de la valeur*. Paris : Dunod, p.151.
- [84] Probst, G., Raub, S., & Romhardt, K. (2006). Gestion des connaissances : Le modèle des huit piliers. Bruxelles : De Boeck Supérieur.
- [85] Heisig, P. (2015). Business Process Knowledge Management : A framework and practical application. *Journal of Knowledge Management*, 19(2), 334–355. <https://doi.org/10.1108/JKM-01-2015-0012>
- [86] DataFranca. (2025). Système à base de connaissances. Consulté sur <https://www.datafranca.org/lexique/systeme-base-de-connaissances>
- [87] Office québécois de la langue française (OQLF). (2017). Grand dictionnaire terminologique – système à base de connaissances. Consulté sur <http://gdt.oqlf.gouv.qc.ca>

- [88] Richard, R. (2019). Intelligence Artificielle Symbolique et Systèmes Experts. 24pm Academy. <https://www.24pmacademy.com/ia-symbolique-systemes-experts>
- [89] Richard, R. (2019). *Intelligence Artificielle Symbolique et Systèmes Experts*. 24pm Academy. <https://www.24pmacademy.com/ia-symbolique-systemes-experts>
- [90] Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review : Knowledge Management and Knowledge Management Systems : Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25(1), 107–136.
- [91] Lee, H., & Choi, B. (2003). Knowledge management enablers, processes, and organizational performance : An integrative view and empirical examination. *Journal of Management Information Systems*, 20(1), 179–228.
- [92] Chen, L., & Fong, P. S. W. (2015). Evaluation of knowledge management performance : An organic approach. *Information & Management*, 52(4), 431–453.
- [93] Zaim, H., Muhammed, S., & Tarim, M. (2019). Relationship between knowledge management processes and performance : Critical role of knowledge utilization in organizations. *Knowledge Management Research & Practice*, 17(1), 24–38.
- [94] Mell, P. & Grance, T. (2011). *The NIST Definition of Cloud Computing*. National Institute of Standards and Technology.
- [95] Gartner (2023). *Top Strategic Technology Trends for 2023*. Gartner Research.
- [96] IBM Cloud (2022). *What is Cloud Computing ?*. IBM Documentation.
- [97] Ionos.fr. (2024). CIP : l'amélioration continue pour votre entreprise. <https://www.ionos.fr/digitalguide/entreprise/gestion/cip-amelioration-continue/> .Consulté le 14 juin 2025.
- [98] OfficeVibeHub. (2024). 10 incitations pour attirer les employés et stimuler l'engagement. <https://www.officevibehub.com/blog/incitations-employes-engagement>.Consulté le 14 juin 2025.
- [99] Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2013). *Microéconomie* (8^e éd.). Paris : Pearson Éducation France.