



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN - TIARET
MEMOIRE

Présenté à :

FACULTÉ DES MATHÉMATIQUES ET DE L'INFORMATIQUE
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

Pour l'obtention du diplôme de :

MASTER

Spécialité : Génie Logiciel

Par :

AYACHI Khaled
et
ABBAS Ahmed

Sur le thème

Gestion Electronique Des Documents Dans Le Cloud

Soutenu publiquement le **19 / 06 / 2022** à Tiaret devant le jury composé de :

Mr MEGHAZI Hadj Madani

MAA Université de Tiaret

Président

Mr AID Lahcene

MCA Université de Tiaret

Encadrant

Mr MOSTEFAOUI Kadda

MAA Université de Tiaret

Examineur

2021-2022

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents, qu'ils trouvent ici l'expression de toute ma gratitude.

À mes frères, mes sœurs, mes oncles et tantes à qui j'espère longue vie et prospérités,

À ma très chère grand-mère,

À Mes Amis, et à tous ceux que je n'ai pas cités mais qui sont chers à mon cœur.

Abbas Ahmed

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents, soyez bénis à jamais.

**À mes frères et sœurs et leurs enfants
à qui j'espère longue vie et prospérités,**

À ma femme et mes enfants,

À Mes Amis,

Et à tous ceux que je n'ai pas cités mais qui comptent dans ma vie.

AYACHI Khaled

Remerciements

Merci à Dieu, le Tout-Puissant qui nous a permis de récolter un minimum de savoirs dans cette vie.

Nous exprimons nos remerciements parfumés de respects et de gratitude à notre encadreur M. AID LAHCEN, pour ses consignes, son soutien, et ses orientations o comme bien précieuses pour l'accomplissement de ce travail.

On remercie tous les enseignants et personnels du département de l'informatique pour leurs efforts d'accompagnement, et spécialement M.MHAMEDI Yacine.

On remercie les membres du jury qui ont daigné accepter l'évaluation de ce modeste travail de fin d'études. Sans oublier, toute personne ayant contribué, de près ou de loin, à son accomplissement.

Merci

ملخص

إن حاجة الإنسان المستمرة لتقليل التكاليف وزيادة الأمن والربح بجميع أشكاله ، فضلاً عن ظهور تهديدات صحية جديدة مثل كوفيد 19 ، ألزم الخبراء في تقنيات المعلومات والاتصالات بشكل عام ومطوري أنظمة وشبكات الكمبيوتر بشكل خاص ، على إنشاء تقنيات أو مفاهيم جديدة تسمح بالعمل التكاملي عن بعد. في هذا السياق، ساهم مفهوم الحوسبة السحابية منذ ظهوره في توفير منصة قوية وآمنة للمستخدمين والمطورين لتسهيل العمل بين أصحاب المصلحة وتحسين العمليات التجارية والإدارية.

الهدف من مشروعنا هو تصميم وتنفيذ نظام تسيير إلكتروني للوثائق الإدارية لبيئة سحابية، مما سيسمح في المقام الأول بتعريف تدفق العمل، إدارة الخدمات والمستخدمين، إدارة الملفات والوثائق، وأخيراً الاطلاع والتحقق من النتائج الايجابية أو السلبية حول هذه الملفات. كانت الدراسة النظرية التي أجريت لفهم مجال السحابة وتدفق العمل والتحول الرقمي بمثابة نقطة انطلاق لإكمال تحليل، تصميم وتطوير هذا النظام.

الكلمات الرئيسية :

الحوسبة السحابية، تدفق العمل، العملية الوظيفية، شبكات سير العمل، مايكرو الخدمات، الأمن السحابي و برمجة الربيع.

Résumé

Le besoin humain incessant pour minimiser les coûts et accroître la sécurité et le profit sous toutes ces formes, ainsi que l'apparition de nouvelles menaces comme les pandémies, obligea les experts en technologies de l'information et de la communication en général et les développeurs de systèmes informatiques et réseaux en particulier, à créer de nouvelles technologies ou concepts permettant le travail collaboratif à distance.

Dans ce contexte, le concept de Cloud Computing contribua depuis son avènement à offrir une plateforme robuste et sécurisé aux utilisateurs ainsi qu'aux développeurs pour mettre en place une meilleure collaboration entre les parties prenantes et de meilleurs processus commerciaux et opérationnels.

L'objectif de notre projet est de concevoir et réaliser un système de gestion électronique de documents administratifs pour un environnement Cloud, permettant en premier lieu la définition d'un flux de travail, la gestion de services et utilisateurs, la gestion de dossiers et documents, et enfin le suivi des réponses de validation ou non de ces dossiers.

L'étude théorique mener pour comprendre le domaine du Cloud, WorkFlow et Transformation numérique, a servi comme base de départ pour compléter l'analyse, conception et implémentation de notre système.

Mots clés :

Informatique en nuage, Gestion de documents, Flux de travail, Processus Métier, Spring Framework, Micro-Services, documents électroniques et Cloud securite.

Abstract

The incessant human need to minimize costs and increase security and profit in all these forms, as well as the appearance of new threats such as covid 19, compelled experts in information and communication technologies in general and developers of computer systems and networks in particular, to create new technologies or concepts allowing remote collaborative work. In this context, the concept of Cloud Computing has contributed since its advent to providing a robust and secure platform for users and developers to implement better collaboration between stakeholders and better business and operational processes. The objective of our project is to design and implement an electronic management system for administrative documents for a Cloud environment, allowing in the first place the definition of a workflow, the management of services and users, the management of files and documents, and finally the follow-up of the answers of validation or not of these files. The theoretical study conducted to understand the field of Cloud, WorkFlow and Digital Transformation, served as a starting point to complete the analysis, design and implementation of our system.

Key words : Cloud Computing, Document Management, Workflow, Business Process, Spring Framework, Micro-Services, Electronic Documents and Cloud Security.

Table des matières

1- Cloud computing et WorkFlow	
1.1-Introduction	2
1.2-Cloud Computing	2
1.3-Les modèles de service du Cloud computing	3
1.3-1- Software as a Service (Saas)	4
1.3-2- Platform as a Service (Paas)	6
1.3-3- Infrastructure as a Service (IaaS)	8
1.4-Modèles de déploiement du Cloud Computing	11
1.4-1- Cloud Privé	11
1.4-2- Cloud Communautaire	12
1.4-3- Cloud Public	12
1.4-4- Cloud Hybride	12
1.4-5- Cloud Virtuel Privé	13
1.5- Exigences pour les systèmes Cloud Computing	13
1.5-1-Les architectures SOA	13
1.5-2-Éléments de données	14
1.5-3-Connecteurs	15
1.5-4-Composant	15
1.5-5-Characteristiques des services CC	16
1.5-6-Qualité de service	17
1.5-7-Tolérance aux pannes	17
1.5-8-La virtualisation	17
1.5-9-L'évolutivité du système	18
1.5-10-Equilibrer la charge	19
1.5.11- Micro Service	19
1.6- L'aspect sécuritaire dans le Cloud Computing	19
1.6-1 Le service Level Agreements (SLAs)	20
1.7- Top 2020 des fournisseurs de Cloud	20
1.7-1- Amazon Web Services (AWS)	21
1.7-2-Microsoft Azure	21
1.7-3-Google Cloud Platform	22
1.7-4-Alibaba Cloud	22

1.8- Workflow	23
1.8- 1- Définitions	23
1.8.2-Avant l'arrivée du workflow	23
1.8.3-Les processus comme composant à part entière	24
1.8.4- Objectif	24
1.8.5- Typologie de de workflow	24
1.8.6- -Description des Systèmes Workflow	25

2 - La transformation digitale et GED

2.1-Définition	27
2.2-Perturbation numérique (disruption)	27
2.2.1-Causes de transformation numérique	28
2.3-Le chaos de l'information et l'information comme catalyseur	29
2.4-Transformation numérique dans le secteur public	30
2.5-Société 5.0 : abattre cinq murs	30
2.6-Transformer les données en informations exploitables	31
2.7-Optimisation et gestion des processus métiers	32
2.8-Transformation numérique et COVID	33
2.9- Gestion électronique de documents (GED)	33
2.9.1- Introduction	33
2.9.2-Cycle de vie d'un document	34
2.9.3- Les garanties du GED	36
2.9.4-Inconvénients des systèmes de gestion électronique de documents .	37
2.9.5-Gestion électronique des documents dans le cloud	37
2.9.6- Fonctionnalités et avantages du système électroniques de documents dans le cloud	43

3 - Etude de l'existant et conception

3.1- Présentation de l'organisme d'accueil	45
3.1.1-Présentation générale de la Wilaya de Tiaret	45
3.1.2-La wilaya algérienne est une institution constitutionnelle	45
3.1.3-Les organes de la wilaya	45
3.1.4-La wilaya est organisée en plusieurs structures et organes	46
3.1.5-Organigramme de la Wilaya De Tiaret	48

3.2-Présentation du projet	49
3.2.1-Description du projet	49
3.2.2-Expression des besoins	49
3.3- Analyse et Conception du projet	52
3.3.1-Introduction	52
3.3.2- Identification des objectifs	52
3.3.3 Les acteurs système	53
3.3.4- Identification des cas d'utilisation	53
3.4-Diagrammes des cas d'utilisation	54
3.4.1. Cas d'utilisation globale	54
3.4.2. Raffinement des cas d'utilisation	56
3.5-Modélisation conceptuelle des données	64
3.5.1- Dictionnaire des données	64
3.4.3 Diagramme de classes	65
3.4.4-Diagrammes d'activités	69

4 – Réalisation

4.1-Introduction	71
4.2- Outils et langage de développement	71
4.2.1- Spring framework	71
4.3. Micro Service	72
4.3.1. Patterns dans l'architecture des microservices	73
4.3.2 Composantes majeures de Netflix	73
4.4. Maven	74
4.4.1 POM	74
4.4.2 Dépendance	76
4.4.3 Artefact Dans Maven	76
4.4.4 Le groupId/artifactId	76
4.4.5 SNAPSHOT	76
4.4.6 Le repository local et distant	77
4.5. Création d'un service cloud par spring et micro service	77
4.5.1 Outils et Versions	77
4.5.2 Microservice Service Service.	77
4.6- Description de l'architecture de notre système	83

4.6.1 Interface de l'administrateur	83
4.6.2 Les interfaces de l'utilisateur	88
Conclusion générale	93

Table des Figures

Figure 01 : les Principaux Catégories du Cloud	3
Figure 02 : l'emplacement d'un service PaaS	5
Figure 03 : l'emplacement d'un service IaaS	7
Figure 04 : Les niveaux d'interaction entre l'utilisateur et le Cloud	9
Figure 05 : Approche traditionnelle vs virtualisation	16
Figure 06 : Cloud Security Shared Responsibility Model	18
Figure 07 : Les tâches et le schéma de leur enchaînement	21
Figure 08 : Les processus comme composant	21
Figure 09 : Caractéristiques du système Workflow	22
Figure 10 : Diverses sources de perturbation et comment la transformation numérique peut être une réponse stratégique	25
Figure 11 : Les 5 murs à « percer » pour passer à la société 5.0	27
Figure 12 : Type de données	29
Figure 13 : Théorie archivistique du cycle de vie du document	32
Figure 14 : Cloud platform electronic file management technology architecture. .	35
Figure 15 : Electronic document management application architecture . . .	36
Figure 16 : Cloud-based electronic file management system deployment . . .	38
Figure 17 : Organigramme de la Wilaya	44
Figure 18 : Processus de gestion des documents	46
Figure 19 : Diagramme de cas d'utilisation générale	50
Figure 20 : Diagramme de cas - Gestion des utilisateurs	52
Figure 21 : Diagramme de cas d'utilisation - Gestion des services	53
Figure 22 : Diagramme de cas d'utilisation - Gestion des dossiers	53
Figure 23 : Diagramme de cas d'utilisation - Gestion des documents	54
Figure 24 : Diagramme de cas d'utilisation - Manipuler un document	55
Figure 25 : Diagramme de cas d'utilisation - Circuit WorkFlow	56
Figure 26 : Diagramme de cas d'utilisation - Afficher historique	57
Figure 27 : Diagramme de classe	59
Figure 28 : Diagramme d'activité	60
Figure 29 : Microservice PFE_CloudDMS	68
.	
Figure 30 : Authentification de l'administrateur au système	82
Figure 31 : Page d'accueil des administrateurs	83
Figure 32 : Création d'un workFlow pour le Bureau des établissements classés	83
Figure 33 : Affichage du workFlow pour le Bureau des établissement classés.	84
Figure 34 : Créer un nouveau dossier	84
Figure 35 : Affichage et gestion des Dossiers	85
Figure 36 : Gestion des Services	85
Figure 37 : Affichage Superviseurs par Services	86
Figure 38 : Gestion des Utilisateurs	86
Figure 39 : Authentification de l'utilisateur au système	87
Figure 40 : Page d'accueil des utilisateurs	87
Figure 41 : Charger un dossier	88
Figure 42 : Envoyer un dossier	89
Figure 43 : Liste des états de dossiers	89
Figure 44 : Réponse suite à un envoi	90

Figure 45 : Liste des dossiers reçus	90
Figure 46 : Affichage des fichiers d'un dossiers.....	91

Liste des tableaux

Tableau 01 : Identification des cas d'utilisation	53
Tableau 02 : Dictionnaire des données	64
Tableau 03 : La classe Link	66
Tableau 04 : La classe Admin	67
Tableau 05 : La classe User	67
Tableau 06 : La classe Response	67
Tableau 07 : La classe Service	67
Tableau 08 : La classe Mail	68
Tableau 09 : La classe Document	68
Tableau 10 : La classe FileModel	68

Liste des Acronymes

ALS	Agreement Level Service.
ARPANET	Advanced Research Projects Agency Network
API	Application Programming Interface
ASP	Application Service Provider
AWS	Amazon Web Services
BPaaS	Business Process as-a-Service
BPR	Business Process Reengineering
CC	Cloud Computing
CSP	Cloud Service Provider
CG	Grid Computing
DX	Transformation Digitale.
GED	Gestion électronique de documents
HaaS	Hardware as-a-Service
IaaS	Infrastructure as-a-Service
IBM	International Business Machines
NIST	National Institute of Standards and Technology
OSS	Open Source Software
PaaS	Platform as-a-Service
PME	Petites et Moyennes Entreprises
QoS	Quality Of Service
REST	Representational State Transfer
SaaS	Software as-a-Service
SLA	Service Level Agreements.
SOA	Service Oriented Architecture.
VPN	Virtual Private Network
WfMC	WorkFlow Management Coalition
XaaS	X as-a-Service

Introduction Général :

Contexte et Motivation :

Tout au long des dernières années, les systèmes informatiques ont évolué de façon spirale vers l'intégration et la distribution des ressources. Cette évolution est marquée par une transition des ordinateurs centralisés appelés mainframes dans les années 70 vers une décentralisation des systèmes et l'émergence des ordinateurs personnels. Cependant, durant les dernières années, ces systèmes ont convergé vers un modèle basé sur la consolidation et le partage des ressources appelé Cloud Computing (CC).

Il existe des services dans le cloud qui sont généralement présentés ou étiquetés sous la forme "X As A Service", où X peut prendre des valeurs telles que : Infrastructure(IaaS), Hardware(HaaS), Software(SaaS), Database(DaaS), voire même Datacenter...

Parmi ces services le Software as a service (SaaS) englobe la technologie de DataManagement (Gestion électronique de documents) qui résulte du besoin des entreprises d'améliorer leurs main mises sur la gestion des documents, notamment le contrôle et suivi d'informations et différents dossiers, pour avoir une meilleure collaboration entre les parties prenantes et de meilleurs processus.

Problématique :

Si la description de la gestion électronique de documents (GED) est relativement claire, reposant sur les acquis de décennies de recherches dans le domaine de la transformation digitale (DX), l'utilisation du GED dans le cloud est moins étudiée.

Cette thèse vise à proposer un cadre général pour mieux décrire l'architecture d'un GED dans un environnement cloud.

Objectifs :

1. Développement d'un service type Cloud SaaS.
2. Développement d'un service de gestion électronique de documents sous l'environnement Cloud.

Organisation du mémoire :

Nous avons organisé notre mémoire en quatre chapitres :

Chapitre 1 : Cloud Computing et Workflow.

Chapitre 2 : Transformation digitale et gestion électronique de documents.

Chapitre 3 : Analyse et Conception.

Chapitre 4 : Réalisation.

Démarches bibliographiques :

Dans le but de comprendre la gestion électronique des documents dans le cloud, et dégager des concepts-clé sur notre sujet, une revue de littérature a été effectuée. Dans le cadre de celle-ci, nous avons procédé à une recherche par mots-clés sur les bases de données d'articles universitaires en utilisant les mots clés de départ générés à partir de notre thème (gestion, électronique, documents, cloud).

Ensuite nous avons répertorié les thèses de Master (Doctorat) écrites sur des sujets voisins tout en exploitant les références bibliographiques, surtout les parties état de l'art et bibliographie, ce qui nous a permis de sélectionner les documents qui s'apparentent le mieux à notre problématique.

Ce qui nous a menés a dégagé les mots-clés suivants :

Informatique en nuage (informatique), Flux de travail, Gestion de documents, Processus Métier, Spring Framework, Micro-Services, documents électroniques, cloud sécurité.

Après avoir traduit ces mots clés en anglais pour élargir notre recherche nous avons validé ces mots clés pour démarrer une recherche des articles scientifiques en interrogeant les bases de données multidisciplinaires et spécialisées sur notre sujet, tout en ayant un œil critique sur cette recherche.

Cloud Computing, Document Management, Business Processes, Workflow, Spring Framework, Micro-Services, electronic documents, cloud security.

Une fois les choix de recherche validés on a retenu et récupéré les documents intéressants et importants pour notre thème dans leur intégralité.

Chapitre I

Cloud

Computing

Et

Workflow

1.1- Introduction :

Leonard Kleinrock, l'un des principaux responsables scientifiques du projet Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET) a expliqué en 1969 que les réseaux informatiques grandissent et deviennent complexes, avec probablement l'apparition de «services informatiques» qui, comme les services d'électricité et de téléphonie, desserviront les maisons et bureaux individuels. Par cette vision de l'informatique il a en effet prévu la transformation majeure des systèmes informatiques, où les produits informatiques sont devenus accessibles à la demande des utilisateurs, et proposés sous forme d'un service, d'où la définition proposée par « Paviot, 2010 » : « Un service, du point de vue des systèmes d'information, est l'action demandée à un système (fournisseur de services) ou réalisé par lui, afin de satisfaire une partie du besoin du système client ».

1.2- Cloud Computing (CC) :

Le CC fait référence à un paradigme qui est fondé sur l'idée de fournir des ressources informatiques (logiciels/matériels) virtualisées comme services, en utilisant Internet comme voie d'accès. Les ressources ainsi virtualisées peuvent être catégorisées selon trois principaux types de services : **Software as a Service (SaaS)**, **Platform as a Service (PaaS)** et **Infrastructure as a Service (IaaS)**, les utilisateurs n'ont pas besoin d'investir dans des systèmes coûteux quand ils ont un besoin ponctuel ou particulier, mais peuvent « acheter des services informatiques », à la demande : ils payent ainsi pour ce qu'ils ont réellement utilisé (TALHI, 2016).

Le terme Cloud remonte aux débuts de la conception des réseaux, puisque ces réseaux n'étaient pas isolés, et connectés à d'autres réseaux ou à Internet : il fallait intégrer les informations dans la cartographie. Cependant, les ingénieurs n'avaient pas toutes les informations sur les autres réseaux connectés, puisqu'ils étaient détenus par des tierces-parties. Ils les ont alors représentés comme des « nuages ». Le nuage cache ainsi à l'utilisateur le manque d'information et la complexité sous-jacente du réseau connecté, l'emplacement et le fonctionnement ne sont pas connus de l'utilisateur c'est pourquoi on parle d'informatique dématérialisée.

Le terme Cloud Computing (CC) quant à lui est apparu pour la première fois en 2007 et fut lancé par IBM comme un nouveau modèle de calculs en réseau qui dépasse les limites des systèmes de l'époque, à savoir le manque d'évolutivité et de passage à l'échelle. Probablement pour cette raison, le CC est souvent confondu avec le Grid Computing (GC) et les Clusters ou « grappe de serveurs ». Pourtant, ces trois concepts ne sont pas synonymes (CLOUD COMPUTING BIBLE 2011).

Donner une définition exhaustive du terme « Cloud Computing » est complexe, car, selon les différents points de vue, les différentes parties prenantes mettent en évidence différents aspects. Des experts du domaine des Technologies de l'Information et de la

communication (TIC) ont tenté de définir le CC produisant plusieurs définitions de ce même concept. Selon ces définitions, chaque expert tente d'expliquer ce qu'est le CC en exposant ses avantages et ses inconvénients. Ces définitions se heurtent de plus à la subjectivité de chaque expert.

Il existe deux éléments intrinsèques du CC : le premier insiste sur l'élasticité et le passage à l'échelle, et le second prouve que cette capacité n'est pas la seule caractéristique du CC, son innovation principale étant le fait de proposer un modèle de service en couches.

Le National Institute of Standards and Technology (NIST) a établi un groupe axé sur la promotion de l'utilisation efficace et sécurisée du cloud au sein du gouvernement et de l'industrie, qui a proposé en 2009 une définition du CC qui a été mise à jour après :

« Le Cloud Computing (CC) est un modèle permettant un accès ubiquitaire, à la demande (on-demand) et via Internet, à un ensemble de ressources configurables (ex : réseau, serveurs, stockage, applications et services) qui peuvent être rapidement utilisées et libérées avec un minimum d'effort et de gestion de la part du fournisseur».

De plus, la pandémie de Covid-19 et le passage au travail à distance et la vidéoconférence accélèrent le passage au Cloud. Les entreprises voient de plus en plus le Cloud comme un moteur de transformation numérique ainsi qu'une technologie qui améliore la continuité des activités. Le travail étant obligé de se faire à distance, les tâches sont en grande partie effectuées sur l'infrastructure du Cloud. Les outils de collaboration tels que Microsoft Teams et Google Meet sont devenus des rouages de l'écosystème du Cloud des entreprises, L'intelligence artificielle, l'analyse, l'Internet des objets et l'informatique de pointe seront des éléments différenciateurs parmi les principaux fournisseurs de services cloud.

1.3-Les modèles de service du Cloud Computing :

Le service est l'entité centrale du CC et fait l'objet de négociations entre le fournisseur et l'utilisateur. Par conséquent, les modèles de services sont les éléments fondamentaux du CC.

Le NIST propose une définition du service CC « Un service est considéré comme un service Cloud s'il respecte les caractéristiques suivantes :

- **On-demand et self-service** : la possibilité pour l'utilisateur final d'avoir accès au service rapidement ;
- **Accès via un réseau large (Internet) en utilisant des terminaux standards** : ordinateur, PC, mobile, etc ;
- **Elasticité et rapidité de la fourniture** : pour suivre la demande et le passage à l'échelle de l'utilisateur ;
- **Service faisant l'objet d'un SLA entre l'utilisateur et le fournisseur** ;
- **Service mesuré** car ce dernier doit respecter le SLA et peut être facturé selon l'utilisation».

A partir de ces caractéristiques, trois catégories de services sont généralement utilisées :

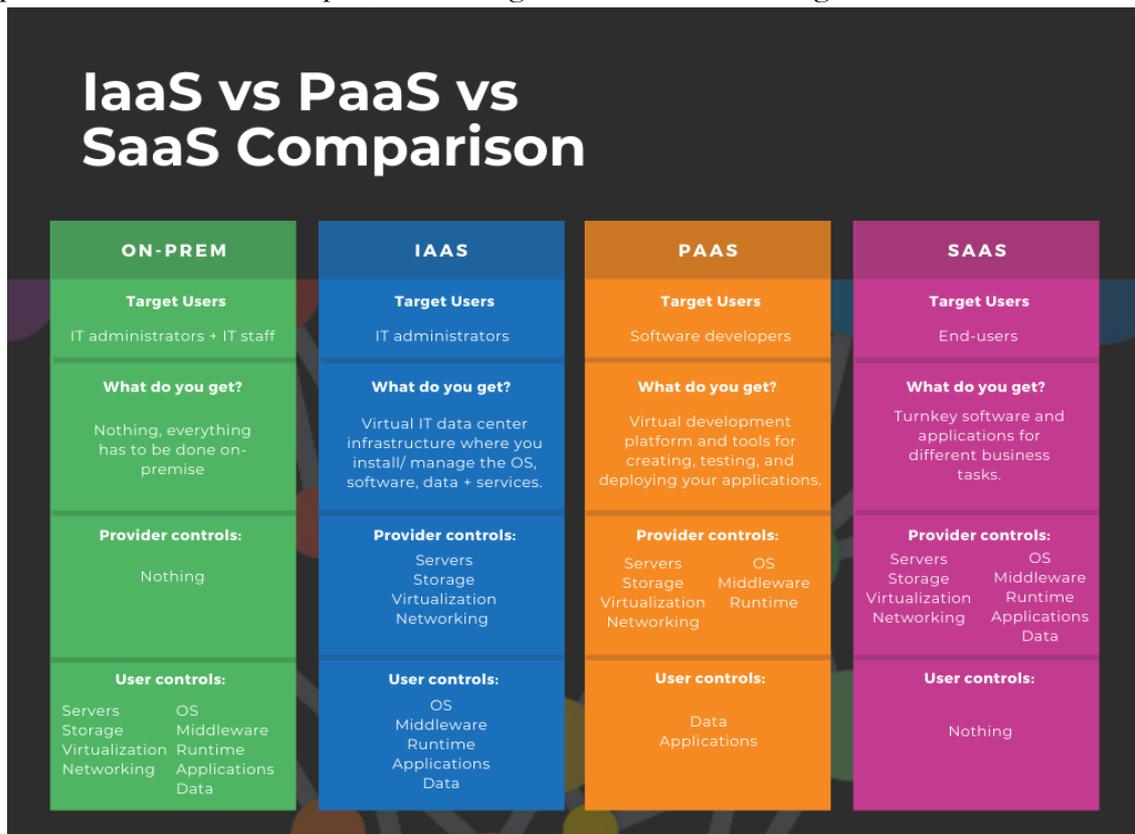


Figure 01 : les Principaux Catégories du Cloud (SUSNIGDHA).

1.3.1-Software as a Service (Saas) :

Le service qu'un Software as a Service (Saas) fournit au consommateur est la possibilité d'utiliser les applications s'exécutant sur une infrastructure du Cloud, accessibles à partir de différents périphériques clients, par le biais d'un navigateur Web ou d'une interface de programmation. Les consommateurs de ce service n'ont pas le contrôle sur l'infrastructure qui est souvent basée sur un système multi-tenant où les applications des différents consommateurs sont organisées en un seul environnement logique afin de réaliser une économie d'échelle et une optimisation de la vitesse d'exécution, de la sécurité, de la disponibilité et de la reprise d'activités. Dans ce contexte, une application multi-tenant est une application qui permet aux utilisateurs de partager les mêmes ressources matérielles, tout en leur permettant de les configurer selon leurs besoins comme dans un environnement dédié (CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011).

Le modèle Saas est parfois appelé modèle Application Service Provider (ASP) et est annoncé comme la nouvelle méthode de partage de logiciel.

a-Caractéristiques du modèle Saas :

Il est important de veiller à ce que les solutions en mode Saas vendeurs respectent la définition d'un service CC. Certaines caractéristiques définissant le Saas comprennent :

- Un accès Web au logiciel ;
- Le logiciel est délivré en mode "one-to-many" c'est à dire : en mode multi-tenant ;
- L'utilisateur n'est pas tenu de gérer les mises à jour des logiciels et l'application des correctifs ;
- Le service est fourni avec une Interface de programmation (API) permettant l'intégration et la communication avec d'autres services.

b-Avantages et limites du SaaS :

- Les offres et propositions où les solutions sont indifférenciées comme par exemple les emails. En effet, les offres en hébergement des emails ne confèrent pas d'avantages concurrentiels car tous les fournisseurs, quand bien même qu'ils n'utilisent pas le même logiciel, proposent des solutions dont les fonctionnalités restent inchangées étant donné qu'elles respectent des exigences fondamentales pour pouvoir gérer sa messagerie.
- Les organisations qui doivent interagir de manière significative avec un environnement extérieur.
- Les applications qui nécessitent un accès nomade ou mobile et omniprésent. Un exemple serait les logiciels de gestion de ventes mobiles utilisées par les commerciaux sans cesse en déplacement.
- Les logiciels qui ne seront utilisés que pour un besoin à court terme, comme dans le cadre de collaboration pour un projet spécifique.
- Les logiciels qui peuvent être considérablement sollicités (avec une hausse de la demande) comme les logiciels de facturation qui suivent le développement de l'organisation et qui peuvent être sollicité au fur et à mesure que le nombre de clients et de commandes augmentent.
- La capacité de partager plusieurs ressources matérielles par une même application.
- La capacité d'une haute configurabilité du logiciel.
- l'approche architecturale dans laquelle les utilisateurs partagent une seule application et instance de base de données.

Bien que le SaaS soit un outil précieux comme mode de livraison de logiciels en ligne, il n'est cependant pas adapté à toutes les situations et à toutes les organisations. En effet, (Kepes, 2013) citent quelques exemples où le SaaS n'est pas préconisé :

- Les applications qui nécessitent une grande vitesse de traitement de données en temps réel ;
- Les applications dont la législation ou la réglementation ne permet pas l'externalisation de données ;
- Les solutions existantes sur site qui remplissent les besoins de l'organisation.

1.3-2- Platform as a Service (Paas) :

Le positionnement de service PaaS est illustré dans la figure suivante :

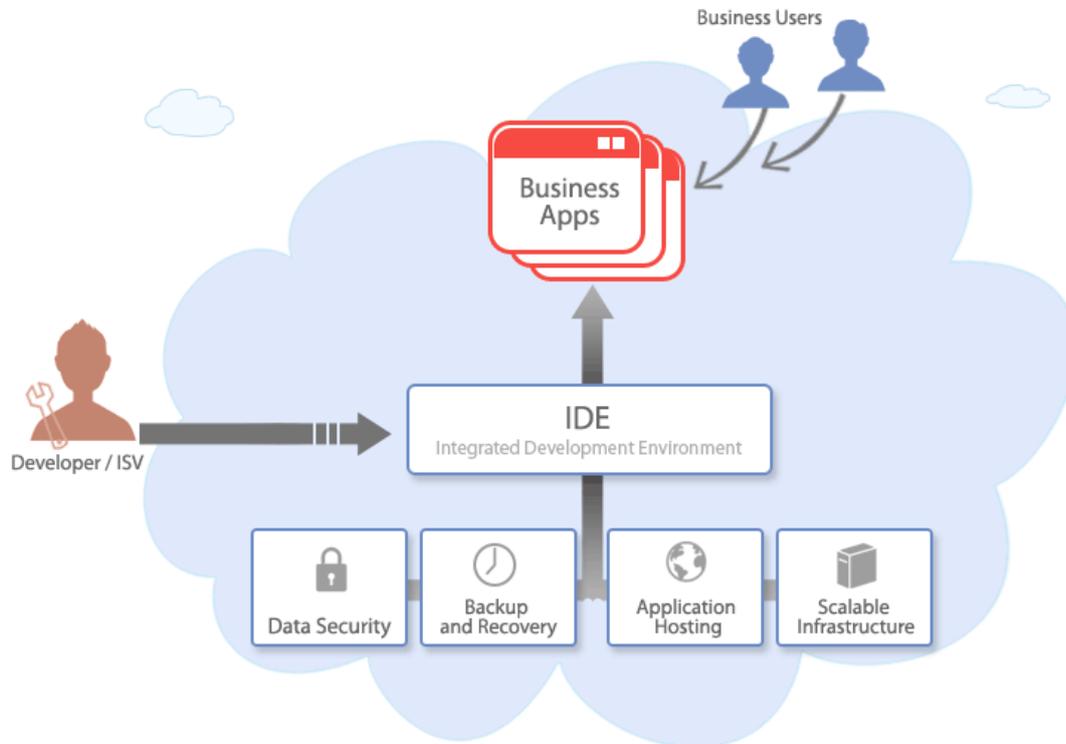


Figure 02 : l'emplacement d'un service PaaS (Researchgate)

Le PaaS est une plateforme de développement qui supporte la gestion du cycle de vie du logiciel. La capacité fournie au consommateur est de déployer sur l'infrastructure Cloud des applications créées ou acquises pour un client à l'aide des langages de programmation, des bibliothèques, des services et des outils supportés par le fournisseur. L'idée derrière le Paas est de fournir au développeur une plateforme qui contient tous les systèmes et environnements nécessaires au développement, au test, au déploiement et à l'hébergement d'applications complexes fournies comme un service.

Ainsi, la différence entre le SaaS et le Paas est que le SaaS inclut les applications achevées tandis que le Paas offre une plateforme où sont hébergées des applications en cours de développement. Les avantages d'un tel service sont que le développeur peut bénéficier de l'infrastructure sous-jacente pour développer des applications conséquentes et accélérer l'exécution de celles-ci (Cloud Computing Bible, 2011).

a- Caractéristiques du modèle Paas :

Le modèle PaaS est caractérisé par :

- Un ensemble de services permettant le développement, le test, le déploiement, l'hébergement et la maintenance des applications dans une plateforme intégrée ;
- Des outils de création d'interfaces utilisateur avec la possibilité de tester et de déployer différents scénarios ;

- Une architecture multi-tenant où divers utilisateurs utilisent simultanément la même plateforme de développement ;
- La possibilité de développer des applications dans un environnement évolutif ;
- L'intégration de services Web et de bases de données en utilisant des standards ;
- La mise à disposition des équipes de développement, des outils de planification de projet et de communication pour faciliter la collaboration sur des projets.

b-Catégories des plates-formes :

- **Plate-forme orientée intégration** : c'est une plate-forme qui permet la réalisation du e-business et qui offre des outils facilitant les échanges entre les applications et les utilisateurs.
- **Plate-forme orientée développement** : C'est une plate-forme qui fournit un environnement pour les développeurs, leur permettant de développer, tester et déployer leurs applications.
- **Plates-formes orientées infrastructure** : c'est une plate-forme qui fournit aux développeurs des avantages en termes de capacités de stockage et de passage à l'échelle en mettant à leur disposition une infrastructure évolutive.

c-Avantages et limites du PaaS :

Le PaaS apporte donc des possibilités intéressantes, particulièrement dans les situations où plusieurs développeurs collaborent sur un projet ou lorsque d'autres acteurs externes ont besoin d'interagir avec le processus de développement. Cependant, ce modèle de service n'est pas conseillé pour le développement des applications qui nécessitent la reconfiguration et la modification de l'infrastructure sous-jacente.

Par ailleurs, le PaaS est complètement dépendant du fournisseur en termes de disponibilité, d'exploitation de la plateforme, d'interfaces et outils.

Le PaaS peut se révéler inadéquat lorsqu'il s'agit d'applications nécessitant une haute portabilité, ou si le langage propriétaire proposé par le vendeur peut impacter le processus de développement. En effet, le fournisseur peut proposer des services, qui peuvent être des interfaces ou langages qu'il a lui-même développés, ce qui peut affecter la migration des applications depuis un Cloud vers un autre générant le phénomène du « **data lock-in** » ce qui signifie que la transition des données ou des services vers la plate-forme d'un autre fournisseur est difficile et coûteuse, ce qui rend les clients plus dépendants (verrouillés). Pour pallier ce problème, des efforts ont été faits afin de développer des PaaS dites "open" : Open Platform as a Service (OPAas). OPAas est une étape dans l'évolution du Paas dont le but est d'offrir un accès ouvert aux interfaces de programmation d'application (API) et aux standards (Cloud Computing Bible, 2011).

1.3-3- Infrastructure as a Service (IaaS) :

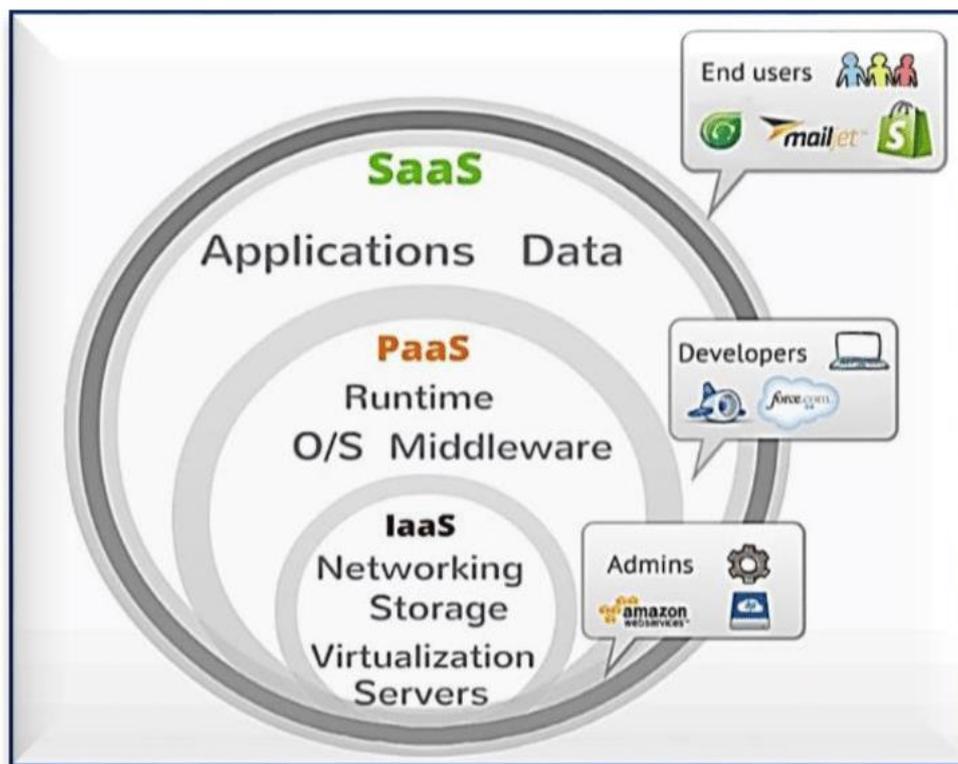


Figure 03 : l'emplacement d'un service IaaS

Dans le modèle Infrastructure as a Service (IaaS), le service fourni est de s'approvisionner directement en ressources de stockage, réseaux, systèmes d'exploitation et autres ressources et environnements informatiques dans lesquels le consommateur est en mesure de déployer et exécuter diverses solutions. Ce service est généralement destiné aux administrateurs systèmes.

L'IaaS est : « l'idée d'acheter des ressources (infrastructure) informatiques - ou un dataCenter en entier - qui peuvent être réapprovisionnées on-demand, sous la forme d'un service pour répondre à vos besoins. En raison des progrès rapides de la virtualisation, l'automatisation, et des stratégies de paiement, le Hardware as a Service (Haas) est prêt à être déployé » (CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011).

La virtualisation fait ici référence à l'abstraction des ressources logiques loin de leurs ressources physiques sous-jacentes afin d'améliorer l'agilité et la flexibilité, de réduire les coûts et donc d'accroître la valeur de l'entreprise. Par exemple, utiliser un hyperviseur (Un hyperviseur est une plate-forme de virtualisation qui permet à plusieurs systèmes d'exploitation de travailler sur une même machine physique en même temps) (TALHI, 2016).

a-Caractéristiques du modèle IaaS :

Comme le SaaS et le PaaS, le modèle IaaS est en évolution rapide de par les avantages qu'il offre. Néanmoins, pour qu'un modèle IaaS soit défini en tant que tel, il doit respecter certains critères qui sont :

- Les ressources sont fournies en tant que service à l'utilisateur ;
- Il permet la mise à l'échelle dynamique ;
- Il possède un coût variable, selon la configuration demandée, et est facturé sur un modèle de service public (comme pour l'électricité par exemple) ;
- Une seule entité physique (matériel) est utilisée par plusieurs clients.

Le principe du concept d'IaaS est de permettre l'externalisation du parc informatique et ainsi bénéficier des avantages offerts par le fournisseur en termes de maintenance et d'entretien du matériel. En effet, le fournisseur de l'IaaS est responsable de la récupération et de la reprise du service en cas de panne, mais aussi de la gestion de l'énergie dans ses datacenters comme par exemple les stratégies de refroidissement des serveurs. Ce modèle de service peut être avantageux pour les Petites et Moyennes Entreprises (PME) car il leur permet de réduire les coûts d'infrastructure informatique, mais aussi de se concentrer sur le cœur de métiers en sous-traitant la gestion de l'informatique à un tiers.

Outre la flexibilité, l'avantage de l'IaaS est la méthode de paiement basée sur l'utilisation car cela permet aux clients de payer pour ce qu'ils ont réellement utilisé.

Les exigences fondamentales de l'IaaS sont : L'utilisation des dernières technologies avec les dernières mises à jour, sur demande, en toute autonomie et multi-tenants avec isolation des différents clients.

b-Avantages et limites du IaaS :

L'IaaS est avantageux dans des situations qui sont étroitement liées aux avantages apportés par le CC :

- **Quand la demande est volatile :** En effet, les entreprises doivent se positionner sur des marchés de plus en plus volatiles. Les nouveaux produits connaissent des cycles toujours plus courts. Les produits existants sont dépassés de plus en plus rapidement et disparaissent. Cela oblige les entreprises à innover sur des périodes de plus en plus courtes.
- Pour les nouvelles organisations qui n'ont pas les moyens ni le capital pour investir dans les TIC.
- Lorsque l'organisation se développe et croît rapidement et que l'infrastructure existante ne peut pas suivre le passage à l'échelle.
- Lorsque l'organisation est contrainte de limiter les dépenses en capital pour passer en dépenses de fonctionnement.

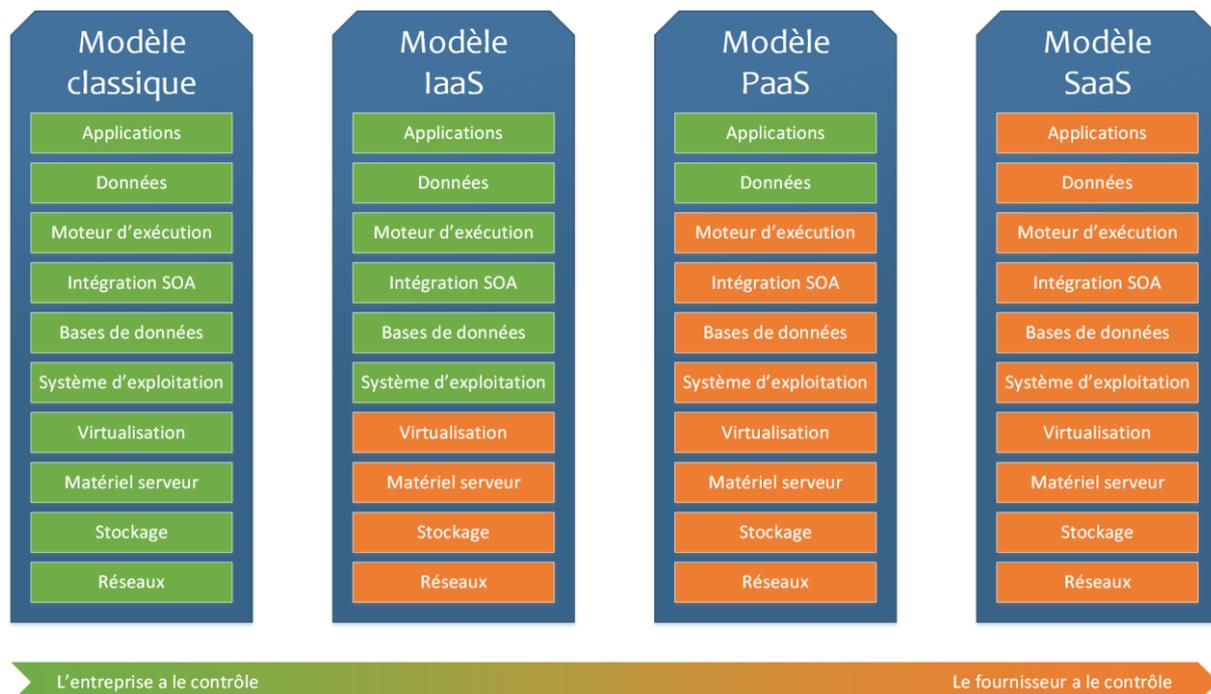


Figure 4 : L'impact du Cloud Computing sur la structure de gouvernance des organisations informatiques (**Blaise Thirard**)

Pour une activité spécifique qui nécessite par exemple une infrastructure pour effectuer des tests ou pour répondre à des besoins temporaires.

Bien que le modèle IaaS offre d'importants avantages, ses limites peuvent s'avérer problématiques, notamment lorsque la conformité réglementaire de l'entreprise rend difficile la délocalisation ou l'externalisation des traitements et le stockage de données ; ou lorsque l'infrastructure locale répond aux besoins de l'organisation en termes de passage à l'échelle.

Il existe d'autres services du Cloud comme : Mobile "backend" as a service (MBaaS), Serverless computing or Function-as-a-Service (FaaS), etc.

1.4-Modèles de déploiement du Cloud Computing :

Il existe quatre modèles de déploiement de CC : Privé, Communautaire, Public et Hybride [**CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011**]. Les modèles de déploiement caractérisent globalement la gestion et la stratégie adoptées pour la livraison des services décrits précédemment.

1.4-1- Cloud Privé :

Dans ce modèle, l'infrastructure Cloud est provisionnée pour une utilisation exclusive par un organisme unique comprenant plusieurs consommateurs.

L'idée derrière le Cloud privé est de partager des services et infrastructures fournis par une organisation ou son prestataire de service spécifié dans un environnement mono-locataire. Il peut être détenu, géré et exploité par l'organisation, un tiers, ou une combinaison d'entre eux, et il peut exister dans ou en dehors des locaux de l'entreprise cliente. Il n'est pas aussi rentable que le cloud public, mais il est moins cher que d'acheter et maintenir un centre de données.

En effet, les raisons du choix du déploiement d'un cloud privé pour une organisation sont de maximiser et d'optimiser l'utilisation des ressources existantes en interne ; de dépasser les problèmes de sécurité, y compris la protection des données ; et de minimiser les coûts de transfert de données vers le cloud. Les coûts de migration vers un cloud public restent encore conséquents. Mais la raison principale du choix d'un cloud privé reste la maîtrise des activités et applications critiques pour l'organisation qui restent ainsi derrière leur pare-feu. Enfin, un autre domaine d'intérêt pour le Cloud privé est la communauté universitaire où il est mis en place souvent à des fins de recherche et d'enseignement.

1.4-2- Cloud Communautaire :

L'infrastructure Cloud est provisionnée pour une utilisation exclusive par une communauté de consommateurs spécifiques venant d'un ensemble d'organisations qui ont des préoccupations et intérêts communs. Il peut être détenu, géré et exploité par un ou plusieurs organismes de la communauté, un tiers, ou une combinaison des deux. Il peut être déployé dans ou en dehors des locaux de l'organisation.

1.4-3- Cloud Public :

Le concept de partage des services et infrastructures fournis par un tiers hors du site (qui possède et gère l'infrastructure physique) dans un environnement multi-tenants, est généralement appelé Cloud public. C'est la forme dominante de modèle actuel de déploiement du CC. Dans un Cloud public, l'infrastructure est provisionnée pour une utilisation ouverte pour tous les types de clients, que ça soit une entreprise ou une personne. Il peut être détenu, géré et exploité par une entreprise, une université, une organisation gouvernementale, ou une combinaison d'entre eux. Il décrit le CC dans son sens initial, où les ressources sont dynamiquement provisionnées sur un modèle de libre-service sur Internet, via des applications Web et des services Web.

L'infrastructure se situe dans les locaux du fournisseur qui possède la pleine propriété du Cloud avec ses propres politiques, valeurs, profits et coûts. Généralement, les entreprises ne veulent pas déplacer leurs applications à mission critique et leur core-business dans le Cloud public pour des raisons de sécurité et de contrôle. Beaucoup de services de Cloud computing

populaires sont des nuages publics, y compris Amazon EC2, S3, Google AppEngine, et Salesforce.com.

1.4.4- Cloud Hybride :

L'infrastructure Cloud dans ce modèle est une composition de deux ou plusieurs modèles de déploiement (privé, communautaire, ou public) qui restent des entités uniques, mais qui sont liés ensemble par une technologie normalisée ou propriétaire qui permet la portabilité des données et des applications (par exemple, un Cloud hybride permet d'équilibrer la charge entre plusieurs Cloud).

Il se compose d'un ensemble d'établissements internes ou externes. Ce modèle de déploiement offre une réduction de coûts, une évolutivité et un passage à l'échelle des infrastructures on-demand et de la sécurité. En effet, la combinaison de Cloud hybride avec l'infrastructure traditionnelle/existante peut être une solution viable pour la majorité des entreprises qui veulent optimiser l'utilisation de leurs ressources et accroître leur compétences et savoir-faire en externalisant les activités périphériques vers le Cloud et contrôler les activités de base sur site à travers le Cloud privé.

Cependant, les Cloud hybrides introduisent une complexité qui est de déterminer la façon de distribuer les applications à travers à la fois un Cloud public et un Cloud privé. De plus, parmi les questions que le Cloud Hybride soulève, il y a celles des standards et de la normalisation, ainsi que celle de l'interopérabilité inter-Cloud.

1.4.5- Cloud Virtuel Privé :

Le concept du Cloud Virtuel Privé de l'anglais Virtual Private Cloud (VPC) est un modèle qui a émergé récemment comme un moyen de gestion des ressources informatiques de manière à ce que celles-ci semblent être dédiées à une seule organisation d'un point de vue logique alors que l'infrastructure sous-jacente peut provenir d'un fournisseur de Cloud public, de l'organisation elle-même ou d'une combinaison des deux. Ce type de modèle a été mis en place par Amazon Web Services (AWS) pour offrir à ses clients une solution qui servira de pont sécurisé et transparent entre l'infrastructure existante de l'entreprise et le Cloud public Amazon.

Et bien d'autres comme : Multi Cloud, poly Cloud, Big data Cloud, HPC Cloud, etc.

1.5- Exigences pour les systèmes Cloud Computing :

Du point de vue du fournisseur, le service doit répondre aux exigences des utilisateurs en termes de disponibilité, flexibilité et de support de la charge de travail. Ainsi, une architecture efficace est nécessaire afin de fournir des services virtualisés et dynamiques (TALHI, 2016) :

Saas, Paas et Iaas sont essentiellement les trois types de prestation de services. Ces services sont habituellement fournis à travers des interfaces standards tel que les services Web,

en utilisant l'architecture orientée services (Service Oriented Architecture (SOA)) ou le Representational State Transfer (REST).

1.5-1-Les architectures SOA :

C'est un paradigme architectural de plus en plus répandue dans le domaine logiciel. Il s'agit d'un ensemble de services pouvant communiquer entre eux, composé de fournisseurs de services et de consommateurs, qui utilisent les services publiés dans un dépôt ou via des courtiers.

(Un courtier (Broker) est une entité qui gère l'utilisation, la performance et la prestation de services de CC, et négocie les relations entre les fournisseurs de Cloud et les consommateurs).

On distingue les fonctions des trois acteurs de cette architecture: un fournisseur de service (service provider) publie les informations relatives aux services disponibles dans un dépôt (repository) ; un demandeur de service (service requester) interroge le fournisseur de services pour répondre à son besoin ; un courtier ou intermédiaire (broker) de services permet au demandeur de services de trouver le service adéquat. Ils expliquent également le processus qui pilote les interactions entre ces trois acteurs : en fonction d'une requête du demandeur sous forme d'un service R, la tâche du courtier est de sélectionner parmi tous les services disponibles seulement les services P susceptibles d'intéresser le demandeur. Cette publication est appelée couche publique du SI ou couche blanche. Les deux services R et P ne doivent pas s'interbloquer (le blocage a lieu par exemple si R et P attendent mutuellement des informations l'un de l'autre ou envoient des messages imprévus).

Le modèle architectural sous-jacent au Web est appelé le Representational State Transfert (REST). REST répond au besoin de l'Internet Engineering Task Force (IETF) pour illustrer la façon dont le web fonctionne. REST est un ensemble coordonné de contraintes architecturales qui tentent de minimiser la latence et la communication réseau tout en maximisant l'indépendance et l'évolutivité des implémentations des composants. REST permet la mise en cache et la réutilisation des interactions, la substituabilité dynamique des composants répondant ainsi aux besoins d'un système hypermédia distribué à l'échelle d'Internet (Un « hypermédia » est un ensemble de documents stockés sur support informatique, sous la forme de noeuds connectés par des liens. Il consiste à mettre en relation deux niveaux, le niveau des documents et le niveau de la base de données, le second niveau "organisant" le premier. Les noeuds sont constitués de textes, et/ou d'images, et/ou de sons, et/ou d'animations).

Chaque lien part d'un ancrage (mot, morceau d'image, zone d'écran, icône) dans le noeud d'origine, cet ancrage étant manifesté par un bouton (mot en gras, surligné, partie encadrée, icône). Le niveau "base de données" a un ensemble de caractéristiques, dont la plus importante est peut-être l'absence potentielle de contrainte.

Le REST distingue trois catégories d'éléments : les éléments de données, les éléments de connexion (connecteurs) et les composants aussi appelés les éléments de traitement :

1.5.2-Éléments de données :

L'aspect clé de REST est l'état des éléments de données, les composants de REST communiquent via le transfert de représentations de l'état actuel ou souhaité des éléments de données. REST possède six éléments de données :

- Ressource (Resource) : Tout ce qui peut être nommé est une ressource. Une ressource est un concept représentant un ensemble d'entités mais n'est pas l'entité elle-même. Ainsi ce mappage conceptuel peut changer au fil du temps.
- Identifiant de ressource (Resource Identifier) : chaque ressource doit avoir un identifiant unique pour la distinguer des autres. Unified Resource Identifier (URI).
- Meta-données de ressource (Resource metadata) : Ceci décrit la ressource. Une métadonnées.
- fournit des informations additionnelles telles que des informations de localisations ou des identificateurs alternatives de la ressource.
- Représentation (Representation) : Tous les composants REST effectue des actions sur la représentation de la ressource. On n'envoie jamais une ressource et on ne la reçoit pas, seulement la représentation de celle-ci est transférée entre les composants. Une représentation décrit l'état d'une ressource, par conséquent une ressource peut avoir de multiples représentations.
- Meta-données de représentation (Representation metadata) : pour décrire la représentation comme la dernière date de modification ou le type de média demandé.
- Données de contrôle (Control data) : Définit l'objectif du message échangé entre les composants, comme l'action demandée par exemple.

1.5.3-Connecteurs :

Les connecteurs gèrent la communication entre les composants. Ils représentent les activités permettant l'accès à la ressource et le transfert des représentations. Les connecteurs dans Representational State Transfer (REST) sont de types :

- Client : envoie des requêtes, reçoit des réponses.
- Serveur : en écoute des requêtes, envoie des réponses.
- Cache : peut être du côté du client ou du serveur pour sauvegarder les réponses qui peuvent être mises dans le cache.
- Resolveur : transforme les URI en adresses réseau.
- Tunnel : permet de relayer les demandes, chaque composant peut passer d'un état actif pour occuper la fonction de tunnel.

1.5.4-Composant :

Les composants REST sont identifiés par leur rôle dans une application et sont de types :

- Agent utilisateur : utilise un connecteur client pour initier une requête et devient le destinataire final de la réponse ;
- Serveur d'origine : utilise un connecteur serveur pour recevoir une requête et c'est la source définitive de représentations de ses ressources et il doit être le destinataire final de toute requête qui prévoit de modifier les ressources.
- Serveur mandataire (Proxy) : un composant mandataire est un intermédiaire choisi par un client pour fournir une encapsulation d'interface à des autres services, traduction de données, amélioration de performance ou protection de sécurité.
- Passerelle : un composant passerelle (c'est-à-dire un serveur mandataire inverse) est un intermédiaire imposé par le réseau ou le serveur d'origine pour fournir une encapsulation d'interface à d'autres services, pour la traduction de données, l'amélioration des performances ou l'application de la sécurité.

Il faut noter que la différence entre un serveur mandataire et une passerelle réside dans le fait qu'un client détermine quand il utilisera un serveur mandataire.

1.5.5- Caractéristiques des services CC :

Caractéristiques des services Selon (Asma Talhi, 2016) :

A- Autonome : Les systèmes et applications CC doivent être conçus pour s'adapter dynamiquement aux changements avec moins d'assistance humaine, cette autonomie peut être utilisée pour améliorer la qualité de service, la tolérance aux pannes ainsi que la sécurité;

B- Auto-descriptif : L'auto-description permet de représenter l'information contenue et les fonctionnalités du service de manière à ce que celles-ci soit réutilisables et indépendantes du contexte. Les services munis de cette capacité sont avantageux car ils peuvent informer l'application cliente de la façon dont ils devraient être appelés et de quels types de données ils renvoient ;

Une composition des applications distribuées à faible coût avec l'infrastructure nécessaire pour la collaboration et les interactions multiparties.

C- L'interopérabilité : C'est l'aptitude de deux systèmes (ou plus) à communiquer, coopérer et échanger des données et services, et ce malgré les différences dans les langages, les implémentations et les environnements d'exécution ou les modèles d'abstraction.

-L'interopérabilité se réalise à plusieurs niveaux (Chen, Dassisti, et al. 2006) :

a- Niveau technique : Pour pouvoir échanger des informations, le niveau technique doit garantir l'infrastructure nécessaire afin que le transport des données d'un système à l'autre soit possible.

b- Niveau sémantique : Il est nécessaire que les données échangées soient comprises par les systèmes. Ainsi, une donnée chargée de sens devient une information et peut être traitée par le système cible.

c- Niveau organisationnel : Ce niveau d'interopérabilité concerne les entités interagissant ensemble au sein d'une organisation. Par conséquent, une organisation adaptée doit être prévue pour assurer l'échange des informations.

1.5.6-Qualité de service :

La qualité de service Quality Of Service (QoS) est l'idée que le taux de transmission, le taux d'erreur, la gestion du trafic réseau et son optimisation ainsi que d'autres caractéristiques peuvent être mesurées, améliorées et, dans une certaine mesure, garantis à l'avance. En général, la QoS offre la garantie de performance et de disponibilité ainsi que d'autres qualités de service telles que la sécurité et la fiabilité. La QoS lie le fournisseur de service et l'utilisateur : alors le SLA joue un rôle clé dans l'établissement de l'accord entre les deux parties.

1.5.7-Tolérance aux pannes :

La tolérance aux pannes est la capacité d'un système à fonctionner malgré la défaillance d'un de ses composants. Ce mode de fonctionnement nécessite en général l'isolation du composant défaillant et la disponibilité d'un mode de récupération du système pour revenir à un état stable.

Si les données ou applications critiques sont hébergées dans le Cloud, il est impératif que le fournisseur de service dispose d'un tel mécanisme pour éviter aux entreprises dépendantes du Cloud de perdre de l'argent à cause de l'interruption de l'activité (TALHI, 2016).

1.5.8-La virtualisation :

La virtualisation tend à faire fonctionner plusieurs entités logiques (virtuelles) sur une même entité physique. Un processus de virtualisation de base contient principalement deux tâches : la première consiste à créer un modèle de présentation de la ressource en analysant ses caractéristiques, et la seconde à encapsuler les informations de la ressources dans un service en utilisant les méthodes et technologies des services web. Les préoccupations du fournisseur de service à ce niveau sont de mettre en place des stratégies pour gérer un ensemble de machines virtuelles, hébergées sur un même système d'exploitation, les évaluer, les tester ainsi que les déployer au bon client tout en assurant l'isolation adéquate pour la protection des informations (BLAISE THIRARD).

Il ne faut cependant pas confondre virtualisation et CC (figure 05), car le dernier consiste essentiellement à fournir des ressources informatiques partagées, à la demande via internet selon des modèles de services ; ce qui est justement réalisable grâce à la virtualisation. Que l'on soit ou non dans le Cloud, il est toujours possible de virtualiser son infrastructure comme le montre la figure suivante :

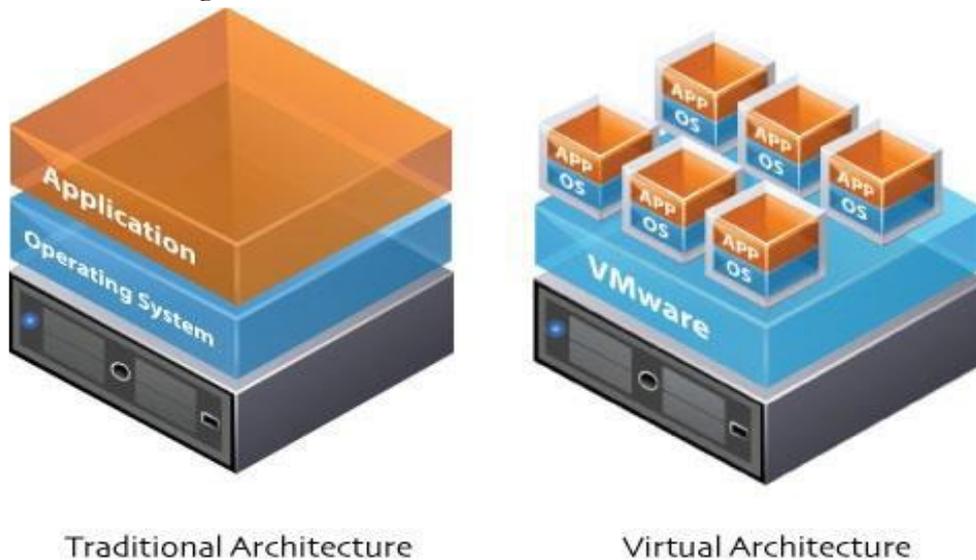


Figure 5 : Approche traditionnelle vs virtualisation, (vmware)

1.5.9-L'évolutivité du système :

Nous utilisons le mot "évolutivité" pour exprimer la capacité du système CC à s'adapter aux changements pour supporter la charge de travail. Les travaux issus de la littérature scientifique utilisent le terme **scalability** pour exprimer cette capacité. Définit l'évolutivité comme : L'adaptation flexible et précise d'une solution matérielle ou logicielle aux exigences du consommateur.

On distingue deux types d'évolutivité : horizontale et verticale. L'évolutivité horizontale est ce que le CC offre grâce à des solutions d'équilibrage de charge et de livraison d'application comme les tables de hachage distribuées permettant la répartition de la charge entre plusieurs noeuds afin de rendre le traitement des requêtes clientes plus rapide. L'évolutivité verticale quant à elle, est liée aux ressources utilisées comme dans le modèle des mainframes. Par exemple, une application qui dépend d'une base de données centralisée n'est pas évolutive verticalement à partir de l'instant où elle aura besoin d'une base de données supplémentaire et que ce besoin ne peut être satisfait. Selon l'auteur, les applications qui ne sont pas évolutives verticalement finissent par coûter plus lorsqu'elles sont déployées dans le Cloud en raison de l'accroissement des besoins en termes de ressources (TALHI, 2016).

	Infrastructure-as-a-service (IaaS)	Platform-as-a-service (PaaS)	Software-as-a-service (SaaS)
People 	You 	You 	You 
Data 	You 	You 	You 
Applications 	You 	You 	CSP 
Operating system 	You 	CSP 	CSP 
Virtual networks 	You 	CSP 	CSP 
Hypervisors 	CSP 	CSP 	CSP 
Servers and storage 	CSP 	CSP 	CSP 
Physical networks 	CSP 	CSP 	CSP 

Figure 06 : Cloud Security Shared Responsibility Model, (KINSTA, 2022).

1.6.1 Le service Level Agreements (SLAs) :

Le **service-level agreement** (SLA) ou « accord de niveau de service » est un document qui définit la qualité de service, prestation prescrite entre un fournisseur de service et un client. Autrement dit, il s'agit de clauses basées sur un contrat définissant les objectifs précis attendus et le niveau de service que souhaite obtenir un client de la part du prestataire et fixe les responsabilités.

Le SLA tend à devenir un outil essentiel aux clients souhaitant bénéficier d'une sécurité infaillible sur certains de leurs niveaux de sécurité de stockage ainsi que sur la gestion de leurs données à caractère personnel. De nombreux indicateurs doivent être définis, analysés et contrôlés afin que la performance proposée par le prestataire soit maximisée [CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011].

1.7- Top 2020 des fournisseurs de Cloud :

La course au Cloud Computing se poursuit, avec un virage vers le multcloud. Voici un aperçu de la position des leaders du Cloud en 2020 [LARRY, 2020] :

1.7.1- Amazon Web Services (AWS) :

AWS a été le premier à proposer l'informatique en Cloud et l'infrastructure en tant que service (IaaS) en 2008. Il n'a jamais regardé en arrière, car il lance de nouveaux services à un rythme effréné et crée sa propre pile de calcul qui vise à être plus efficace et à répercuter ces économies. AWS s'est développé bien au-delà du Cloud computing et du stockage. Si les processeurs basés sur Arm deviennent la norme dans les centres de données, l'industrie peut remercier l'attraction gravitationnelle de l'AWS, qui a lancé un processeur Graviton de deuxième génération et des instances basées sur celui-ci. En cas de succès, le Graviton et la couche d'abstraction Nitro peuvent être le différenciateur d'AWS dans la guerre du Cloud.

Les développements récents pour AWS comprennent le lancement de AppFlow pour concevoir des flux de travail SaaS, Keyspaces et la disponibilité générale du service de migration vers Windows.

Lors de «l'AWS re:Invent 2019», le PDG Andy Jassy a présenté une vision pour le fournisseur de services cloud, y compris son service d'intelligence artificielle, une pile faite pour l'analyse et une série de bases de données spécialement conçues. Son message principal : AWS va continuer d'innover.

Voici donc ce qui est intéressant de suivre chez AWS en 2020 :

- la mise en place de services d'IA et de machine learning ;
- le développement de cas d'utilisation 5G, Cloud, et edge computing ;
- le nombre de clients AWS qui utilisent la pile Graviton 2 ;
- l'élan des instances AWS sans serveur ;
- comment AWS navigue dans les déploiements multicloud ;
- la bataille du marché vertical contre Azure et Google Cloud : tous trois visent les soins de santé, mais les détaillants se tournent vers Azure et Google Cloud ;
- l'expansion dans le logiciel en tant que service, la plus grande part du gâteau sur le marché du Cloud ;
- la prolifération des bases de données, des points d'accès et des jeux de données avec Redshift.

1.7.2-Microsoft Azure :

Microsoft Azure, de même que l'effort de Microsoft en matière de logiciels en tant que service et sa présence dans les entreprises, en font un solide concurrent d'AWS. Pourtant, les deux suivent une trajectoire bien différente, voici pourquoi :

- Il n'existe toujours pas de données publiques sur les ventes d'Azure, qui est la partie de l'activité cloud de Microsoft.
- Microsoft Azure bénéficie de sa présence en tant que SaaS. La réalité est que nous pourrions facilement sortir Microsoft de la catégorie IaaS et le mettre dans la section SaaS puisque la plupart des revenus proviennent d'Office 365, de Dynamics et d'une série d'autres services cloud qui sont des logiciels basés sur l'infrastructure.
- Néanmoins, Azure et son IA, le machine learning et l'histoire de l'entreprise la rendent redoutable.

Microsoft a également perfectionné son jeu de base pour les déploiements hybrides en bénéficiant de partenariats étroits avec les fournisseurs de serveurs pour créer des piles intégrées afin de cibler les Cloud hybrides et les Cloud privés. Azure Arc, Azure Stack et Azure Stack Edge sont autant d'exemples de ces efforts hybrides.

1.7.3-Google Cloud Platform :

Google Cloud Platform sort d'une année au cours de laquelle il a mis en place sa stratégie, son équipe de vente et ses services différenciateurs, mais a également connu des problèmes de performance. Cependant, Google Cloud fait face à un tournant en pleine crise du Covid-19 et la montée en puissance de Google Meet, et met en place une stratégie pour gérer les charges de travail multicloud.

L'IaaS connaîtra la plus forte croissance des dépenses publiques dans le domaine du Cloud, soit 24 % en 2020, en raison de la consolidation des centres de données. Le marché des services de Cloud public devrait croître de 17 % en 2020, passant de 227,8 milliards de dollars en 2019 à 266,4 milliards de dollars en 2020, estime l'institut. En outre, les dépenses publiques en matière de Cloud computing se concentrent de plus en plus sur les trois grands fournisseurs de services IaaS.

Parallèlement, Google Cloud Platform a établi des partenariats avec des acteurs clés de l'entreprise tels que Salesforce, Informatica et SAP. La société combine également ses efforts de vente de la G Suite et de Google Cloud.

L'intelligence artificielle, le machine learning et l'analyse représentent également des opportunités de vente pour le calcul et le stockage de Google Cloud Platform. Google se servira notamment d'entreprises comme Looker pour compléter ses efforts d'analyse.

1.7.4-Alibaba Cloud :

Alors qu'Alibaba Cloud vole sous le radar pour des clients qui se concentrent principalement sur l'Union européenne et les Etats-Unis, les entreprises opérant en Chine peuvent l'utiliser comme fournisseur privilégié de services dans le Cloud. A cette fin, Alibaba Cloud noue des alliances avec les principaux fournisseurs d'entreprises et est considéré comme l'un des principaux fournisseurs de services dans le Cloud en Asie.

Et à titre non exhaustive on peut recenser les fournisseurs de Cloud suivant : IBM, VMware, Hewlett Packard Enterprise (HPE), Cisco Systems, Salesforce, Oracle, SAP, Workday, Adobe.

1.8- Workflow :

1.8.1- Définitions :

La WorkFlow Management Coalition (WfMC) présente le Workflow comme l'automatisation d'un processus d'entreprise, en intégralité ou en partie, pendant laquelle on

définit les transmissions des documents, de l'information ou des tâches d'un participant à un autre pour agir, selon un jeu de règles procédurales.

Un Système Workflow définit, gère et exécute des procédures en exécutant des programmes dont l'ordre d'exécution est prédéfini dans une représentation informatique de la logique de ces procédures des Workflow [CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011].

1.8.2-Avant l'arrivée du workflow :

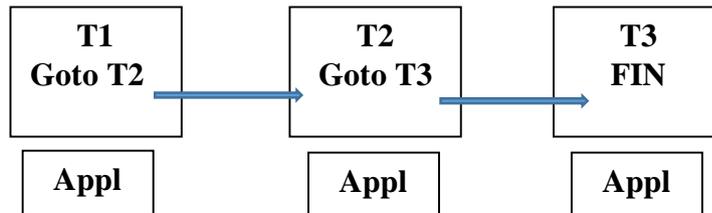


Figure 07 : Les tâches et le schéma de leur enchaînement, (CHIHAB).

1.8.2.1-Automatisation Inconvénients de cet entrelacement :

- Chaque application doit connaître l'existence des applications qu'elle appelle ;
- Chaque fois qu'un processus change, les applications doivent changer ;
- Des procédures identiques peuvent être amenées à être répétées dans des applications différentes ;
- Il n'est pas possible de contrôler la synchronisation des étapes car elle est entremêlée à la description des tâches.

8.3-Les processus comme composant à part entière :

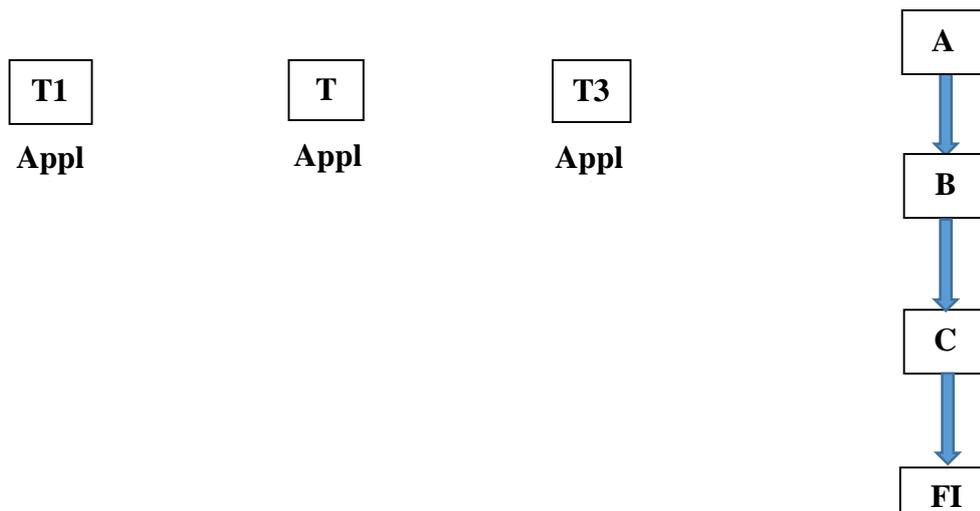


Figure 08 : Les processus comme composant, (C...).

L'idée c'est la séparation des processus, des ressources et des applications et faire un focus sur la logistique des processus et non pas sur le contenu des tâches individuelles.

a- Avantages de l'isolation des processus :

- Visibilité, compréhension et amélioration des processus ;
- conception et validation indépendamment des tâches et des ressources ;
- processus réutilisables et maintenables ;
- aide au contrôle et à la surveillance des processus ;
- facilite la simulation de processus ;
- réduit les travaux liés à la circulation des documents ;
- supporte l'échange d'information.

1.8.4- Objectif :

Rationaliser, coordonner et contrôler des processus d'entreprise impliquant des tâches humaines et automatisées dans un environnement organisationnel distribuée et informatisé.

1.8.5- Typologie de workflow :

- **Workflow de production** : S'applique à des processus fortement structurés sans variations ;
- **Workflow administratif** : Automatise des processus variables (plusieurs cas) mais bien définis.
- **Workflow ad-hoc** : Automatise des procédures d'exception dont il n'est pas toujours possible de définir des règles à l'avance.

1.8.6- Description des Systèmes Workflow :

Après avoir présenté la terminologie Workflow, il est maintenant possible de présenter le principe de fonctionnement des systèmes Workflow . A un haut niveau, ce type de système est composé de trois parties fonctionnelles. La Figure 09 illustre un Système de gestion de Workflow et les relations entre ses différentes fonctions.

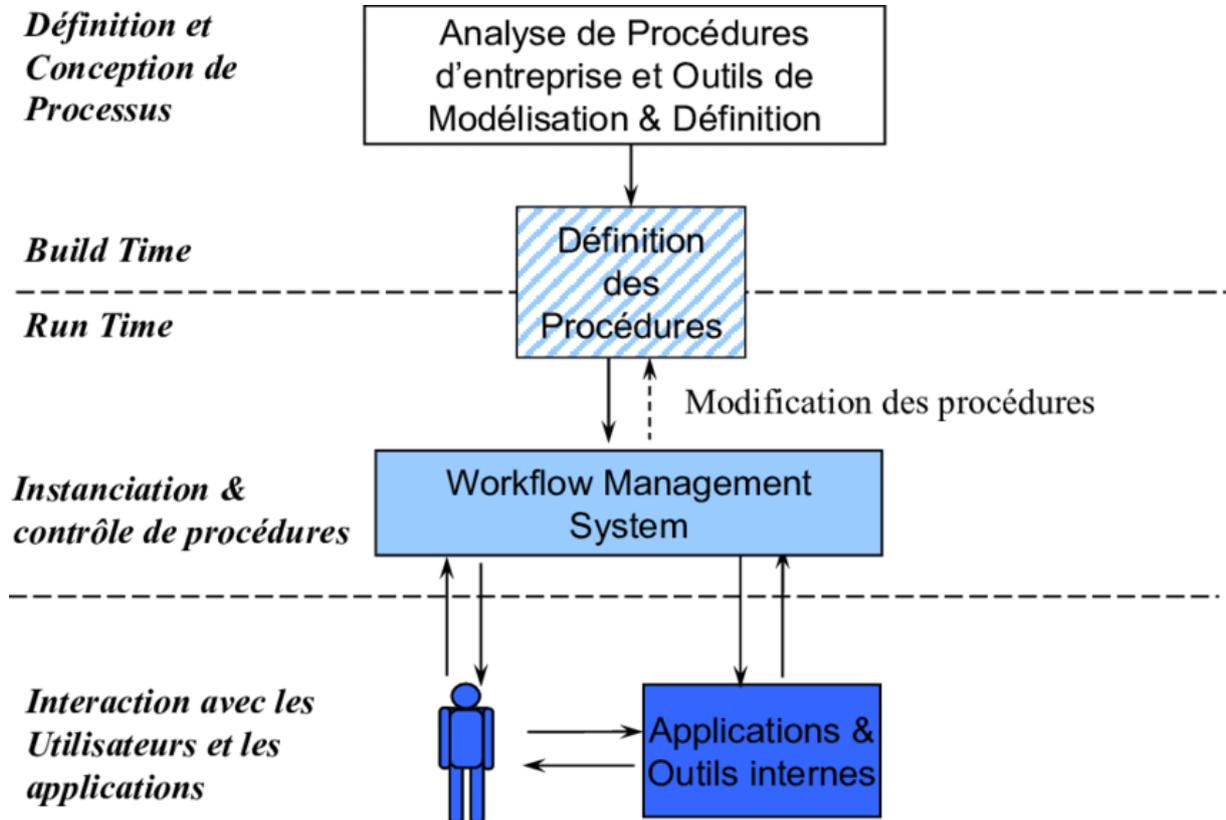


Figure 09 : Caractéristiques du système Workflow , [Gregory, 2006].

Chapitre II

Transformation digitale & Gestion électronique de documents

2.1-Définition :

«Elle se réfère aux changements induits par le développement des technologies numériques qui se produisent à un rythme effréné, et qui bouleversent la manière dont est créé la valeur, les interactions sociales, la conduite des affaires et, plus généralement, notre façon de penser ». (TALHI, 2016).

La transformation digitale fait partie de l'innovation par la transformation complète qui est le quatrième et dernier type d'innovation aux côtés des innovations de procédures, innovation de produit et l'innovation de la valorisation de l'expérience client. En tant que stratégie d'innovation, la transformation digitale soutient la performance des entreprises en apportant de nouveaux investissements TIC ou en renforçant l'usage des TIC existantes.

La transformation numérique est le changement culturel, organisationnel et opérationnel d'une organisation, d'un secteur ou d'un écosystème grâce à une intégration intelligente des technologies, processus et compétences numériques à tous les niveaux de manière échelonnée et stratégique (CHARLENE Li).

Dans certains pays, comme le Japon, la transformation numérique vise même à avoir un impact sur tous les aspects de la vie avec l'initiative Society 5.0 du pays qui présente certaines similitudes avec la vision de transformation industrielle de l'Industrie 4.0 en Allemagne.

2.2-Perturbation numérique (disruption) :

«La crise est le moment où l'ancien ordre du monde s'estompe et où le nouveau doit s'imposer en dépit de toutes les résistances et de toutes les contradictions. Cette phase de transition est justement marquée par de nombreuses erreurs et de nombreux tourments» (CHARLENE Li).

La perturbation numérique est principalement utilisée dans le sens où une industrie, une façon de faire des affaires ou un écosystème est considérablement mis au défi par les entreprises existantes (principalement technologiques). Les nouveaux arrivants ou les titulaires qui maîtrisent les compétences commerciales numériques et qui ont proposé des solutions, des modèles commerciaux et des approches qui provoquent un changement significatif dans le comportement des clients et le contexte du marché, nécessitant de ce fait l'adoption impérative d'une autre stratégie, voir la figure 10.

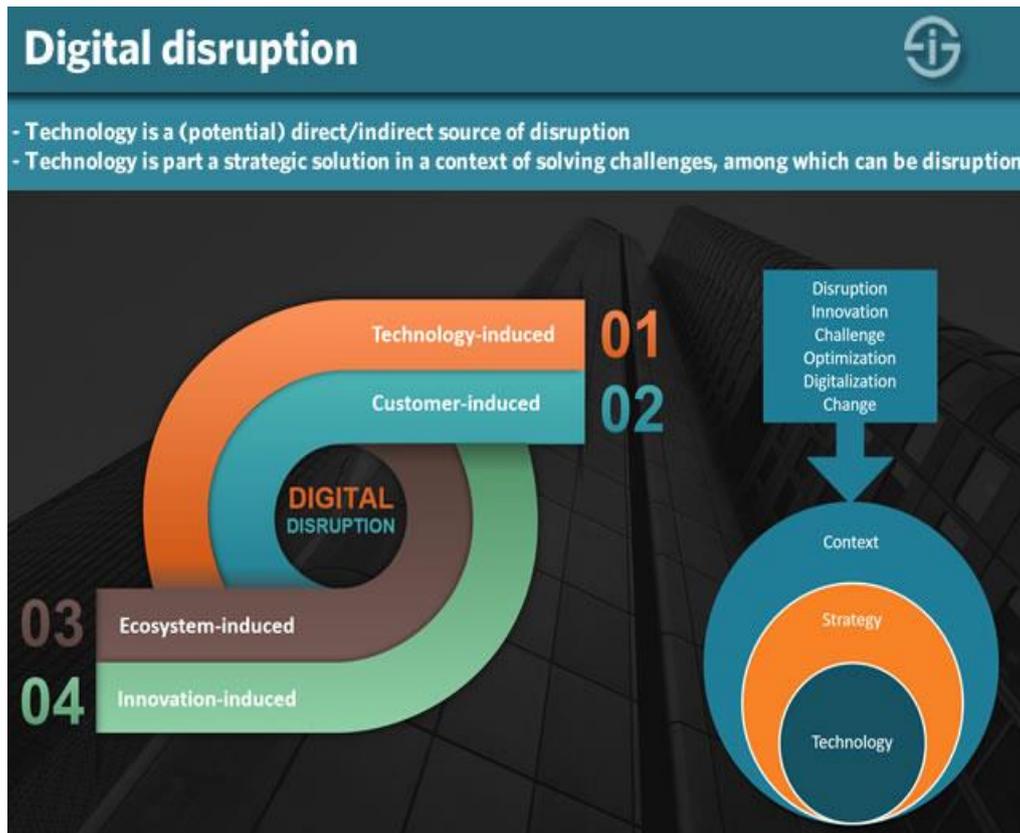


Figure N° 10:
Diverses sources de perturbation et comment la transformation numérique peut être une réponse stratégique dans un contexte de perturbation et d'autres besoins ou défis (Charlene Li)

2.2.1-Causes de transformation numérique :

La transformation numérique (de l'entreprise) peut être causée par de nombreux facteurs (CHARLENE Li) :

- **Les innovations technologiques**, qui ont plus d'impact que jamais. Les technologies présentant un potentiel de perturbation évident comprennent les technologies (IoT, l'intelligence artificielle, l'informatique de pointe, etc), Cependant, le potentiel le plus perturbateur se produit lorsqu'ils sont combinés.
- **Comportement et demandes des clients** : Cette transformation et ces perturbations dites induites par les clients ne sont pas nécessairement liées à la technologie. Un exemple d'une force motrice de la transformation numérique et qui n'est pas causée par la technologie mais simplement renforcée par celle-ci en combinaison avec d'autres facteurs : la demande des clients pour la facilité d'utilisation et la simplicité dans les relations avec les entreprises est bien plus ancienne qu'aujourd'hui. Cela remonte à une époque où même Internet n'existait pas. En ce sens, la transformation numérique peut aussi simplement rattraper son retard, car les entreprises n'ont plus d'autre option. Le comportement et les besoins des clients peuvent également être impactés par des perturbations au niveau sociétal.

- **Induit par l'innovation et l'invention** : Des approches entièrement nouvelles des défis humains et commerciaux, ainsi que des innovations et des inventions qui créent une nouvelle réalité, que ce soit dans le domaine scientifique, commercial ou technologique.
- **Induit par l'écosystème** : Les organisations font partie d'écosystèmes plus larges : les écosystèmes d'affaires et les écosystèmes sociaux et naturels dans lesquels elles – et nous – vivons. Changements économiques, demandes de partenaires qui souhaitent que vous vous adaptiez, évolutions vers des collaborations dans des écosystèmes d'affaires, changements réglementaires, changements géopolitiques, changements sociétaux, événements inattendus tels que les catastrophes naturelles ou même une pandémie comme l'ont montré l'impact du COVID sur la transformation numérique et sur la société en général, elles peuvent toutes avoir un impact et stimuler le besoin de transformation numérique.

La transformation digitale peut être considéré à la fois comme une menace et une opportunité (REVUE DES SCIENCES ECONOMIQUES) :

- Le rythme effréné des changements induits par les technologies digitales à un impact perturbateur sur la pratique des affaires, qui menacent les modèles commerciaux existants.
- Les technologies numériques offrent de nouvelles opportunités pour la création de modèles d'affaires dans un large éventail d'industries.
La transformation digitale peut se produire à différents niveaux¹⁰ :
- Les perturbations dans les pratiques de la vie individuelle (par exemple : la connectivité mobile perturbe la vie sociale).
- Les perturbations des pratiques professionnels (exemple : travailler de chez soi au lieu de travailler dans les bureaux).
- Les perturbations des pratiques commerciales (exemple : les médias sociaux en milieu de travail perturbe la façon dont l'information circule dans l'organisation et induit des changements dans les relations de pouvoir).
- Les perturbations des systèmes sociétaux (exemple : la participation des médias sociaux bouleverse les pratiques traditionnelles de la fabrication des opinions publiques).

2.3-Le chaos de l'information et l'information comme catalyseur :

Selon John Mancini de l'AIIM (Association des professionnels de la gestion de l'information), il existe quatre défis dits du chaos de l'information (CHARLENE Li) :

1. Comment optimiser les processus métier ?
2. Comment obtenir un aperçu commercial de toutes les informations que nous collectons ?
3. Comment utiliser les informations pour mieux impliquer les clients, les employés et les partenaires (pensez également aux expériences omniprésentes) ?
4. Comment gérer le risque de croissance des volumes et de la complexité des contenus ?

Transformer ces problèmes de « chaos de l'information » en solutions est en grande partie le lien entre la transformation numérique et la gestion de l'information.

2.4-Transformation numérique dans le secteur public :

Quelles que soient les manières dont les domaines typiques où les gouvernements sont impliqués tels que la santé publique, les transports, les infrastructures publiques, la police et la défense, les services aux citoyens ou la réglementation, sont organisés, il existe de nombreux points communs dans les défis et les priorités, notamment du point de vue perspective de transformation numérique (CHARLENE Li) :

Le premier moteur de la transformation numérique au sein du gouvernement et du secteur public est la réduction des coûts, car une plus grande transparence des coûts et des réductions de coûts sont essentielles.

Le deuxième moteur de la transformation numérique au sein du gouvernement est de répondre aux demandes du citoyen « numérique » et d'améliorer l'expérience citoyenne. Les demandes des citoyens évoluent, que ce soit dans leurs profils de travailleurs, de consommateurs ou simplement de citoyens, et cela dans le but de sortir d'une réalité souvent paperasserie encore trop dominante et frustrante.

2.5. Société 5.0 : abattre cinq murs :

Tout comme dans L'Industrie 4.0 en tant que quatrième révolution industrielle en Allemagne, la Société 5.0 au Japon est également décrite comme une évolution en cinq étapes sociétales selon le document de position de Keidanren (KEIDANREN, 2020) :

Afin d'y parvenir, Keidanren (Japan Business Federation) a publié un document de vision (un « aperçu ») dans lequel il décrit que relever les défis que nous avons décrits – et d'autres – nécessitera la destruction de cinq murs, voir la figure 11.

Les 5 murs à « percer » pour passer à la société 5.0 :

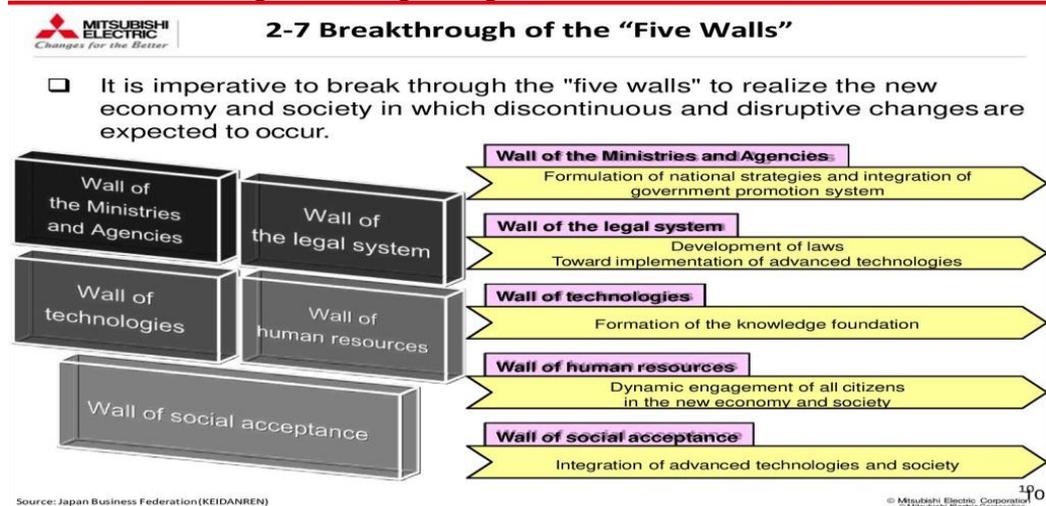


Figure N° 11 : Les 5 murs à « percer » pour passer à la société 5.0 (Keidanren, 2020)

1-Le mur des Ministères et Agences.

Nécessité d'une formulation de stratégies nationales et d'une intégration du système de promotion du gouvernement.

2-Le mur du système judiciaire

Des lois doivent être élaborées pour mettre en œuvre des techniques avancées. En pratique, cela signifierait également des réformes réglementaires et une poussée de la numérisation administrative.

3-Le mur des technologies :

La quête de la formation de la «base de la connaissance». Il est clair que les données exploitables jouent ici un rôle fondamental, tout comme toutes les technologies pour les protéger et les exploiter.

4-Le mur des ressources humaines :

La réforme de l'éducation, la culture informatique, l'élargissement des ressources humaines disponibles avec des spécialisations dans les compétences numériques avancées ne sont que quelques-uns d'entre eux.

5-le mur de l'acceptation sociale : Implications sociales, éthique et acceptation sociale par toutes les parties prenantes.

2.6-Transformer les données en informations exploitables :

Traditionnellement, les professionnels des données et les gestionnaires de l'information distinguent trois types de données : les données structurées, les données non structurées (principalement évoquées lorsque l'on parle de BigData) et, les données semi-structurées (CHARLENE Li) , voir la figure 12.

Il existe vraiment de nombreuses définitions des données non structurées et des données structurées :

a- Les données structurées sont traditionnellement définies comme les données que vous trouvez dans des bases de données (relationnelles) ou dans des feuilles de calcul avec un format et une structure clairement définis. Les données sont faciles à saisir, à stocker, à récupérer, à rechercher et à analyser. Pensez par exemple à une base de données relationnelle ou encore à un fichier Excel contenant l'ensemble de vos fiches clients.

b- Les données non structurées : C'est des données qui ne se trouvent pas dans une base de données. Ou mieux : il ne suit pas les mêmes définitions et règles de structure de données. Ce type de données était traditionnellement lié à toutes sortes de fichiers. Pensez aux documents Word, aux images ou aux fichiers audio numériques (il existe des données textuelles et non textuelles non structurées). Et puis vous avez **des données semi-structurées**, situées entre les deux.

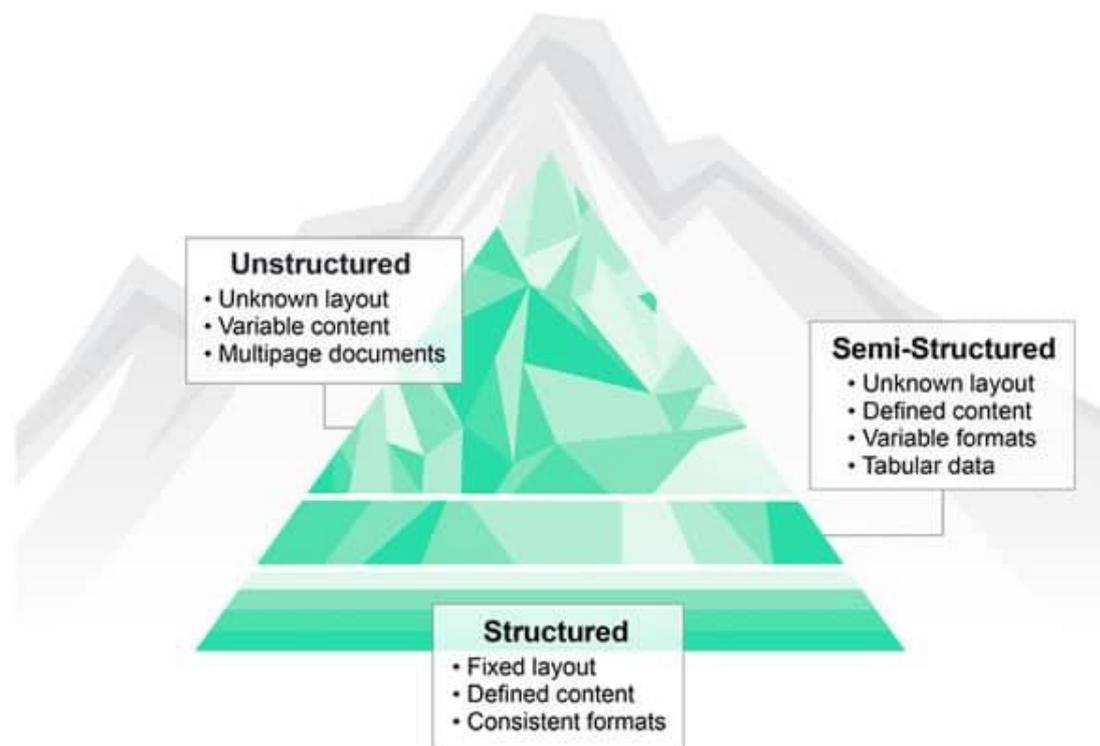


Figure N° 12 : Type de données (JIRSAK).

2.7-Optimisation et gestion des processus métiers :

Il existe de nombreuses manières d'appréhender une organisation et donc de transformer et d'optimiser ses différentes « composantes ». Un point de vue potentiel consiste à considérer les organisations comme un groupe de personnes travaillant ensemble pour atteindre un ou plusieurs objectifs communs (JOHN MANCINI).

Une autre façon de voir les organisations est de les voir comme des systèmes de réseaux d'information comme le fait John Mancini de l'AIIM dans sa loi de Mancini.

Ces vues montrent déjà pas mal d'opportunités d'optimisation : optimisation des processus métier (les processus métier concernent les étapes et les tâches pour servir les gens et atteindre un objectif), optimisation du flux de travail, optimisation organisationnelle, optimisation de la collaboration, gestion de l'information au sens de l'optimisation, etc.

Une autre façon de voir une organisation est de la voir comme un ensemble de processus métier, de personnes et d'informations hautement interconnectés, dans lequel les processus métier se concentrent sur un résultat, principalement axé sur le client.

2.8-Transformation numérique et COVID :

La pandémie de COVID-19 a massivement poussé les personnes, les organisations et les gouvernements vers la numérisation et les plateformes numériques, les mesures visant à contenir et à atténuer la propagation de la maladie telles que les annulations d'événements, les recommandations/obligations de travail à domicile, les fermetures d'écoles et la distanciation physique ont montré à quel point les applications numériques et l'infrastructure qui les alimente sont essentielles de nos jours (CHARLENE Li).

L'utilisation croissante des technologies numériques en temps de crise n'est pas nouvelle. Pourtant, dans cette réalité dans laquelle nous vivons maintenant, l'ampleur est tout à fait sans précédent et a accéléré la transformation numérique dans plusieurs domaines de la société et des affaires, ou les organisations se sont empressées de s'adapter ou de prendre des mesures de manière proactive.

2.8-1-Le passage inévitable au travail à distance pendant la pandémie de COVID19 :

Pour protéger les employés et assurer la continuité des activités en ces temps où les gens sont invités à rester chez soi, l'adoption des plateformes de travail et de collaboration à distance est sans précédent.

On parle beaucoup du travail à distance, ce n'est pas nouveau, et de nombreuses organisations le proposaient déjà. Pourtant, pour certains, le passage actuel au travail à distance est né d'une nécessité et aura un impact durable sur l'évolution future des Ressources Humaines numériques.

Historiquement, la transformation numérique a également été utilisée dans un autre sens : à savoir la numérisation du papier en formats numériques dans les processus.

Ces dimensions de numérisation consistant à transformer le papier en informations numériques, qui est nécessaire à la transformation numérique au sens large.

Les projets de transformation digitale nécessitent plusieurs éléments pour réussir et la gestion électronique des documents (GED) en fait partie.

2.9- Gestion électronique de documents (GED) :

2.9.1- Introduction :

La gestion de documents et la gestion de projet sont étroitement liées dans un projet à forte intensité d'informations. Le résultat d'un projet est généralement un ensemble de documents qui décrivent le produit développé à différentes phases. Si l'organisation peut identifier les documents générés et ceux qui sont nécessaires à différentes étapes intermédiaires, elle peut suivre l'avancement du projet en utilisant un système de gestion de documents.

La gestion de documents traditionnelle était parfaitement maîtrisée avec des moyens à disposition, le besoin de nouveaux concepts et méthodes de gestion de documents ne s'est fait valoir et ressentir qu'à partir du développement et l'utilisation à grande échelle des technologies de communication et d'information, de la, des systèmes de gestion électroniques

de documents (GED) ou en anglais DMS (Data Management System) ont été mis en place pour recevoir, traiter et transmettre des informations.

“ Document management is how an organization stores, manages and track sits electronic documents. According to (ISO 12651), a document is recorded information or object which can be treated as a unit”.

En effet, le besoin de contrôlé et de rendre ces documents plus accessibles, sécurisés, transparents et non répudiables, afin de véhiculer l'information à temps pour une bonne prise de décision et designer les responsabilités de chacun, à contribuer énormément au développement de nouveaux concepts pour la gestion de documents, «La gouvernance de l'information n'a rien de mécanique ni de parfaitement prévisible, elle est adaptative».

Ainsi, l'utilisation et par extension, la conservation d'un document électronique supposent le maintien d'une infrastructure technologique (hardware et logiciels) permettant leur lecture, et puisque le document électronique est nécessairement ouvert par un logiciel et stocké sur un support matériel, sa lisibilité est conditionnelle à son opérabilité technique, c'est-à-dire à la possibilité de le déchiffrer. La facilité avec laquelle on le reproduit affranchit certes le document électronique de certaines contraintes matérielles ayant affecté les technologies documentaires du passé, comme le papyrus, le parchemin et le papier (dommage par le feu ou l'eau, reproduction longue et nécessitant une compétence professionnelle, vols, etc.). Mais elle engendre aussi d'autres problèmes, liés essentiellement à l'évolution technologique, et d'autres facteurs, comme la possibilité ou non d'accéder à certains logiciels (la suite Office par exemple) peuvent donc menacer à moyen et à long terme la conservation des documents électroniques (DANIEL J, 2021).

2.9.2-Cycle de vie d'un document :

Comme le montre la figure 13, le document a également un cycle de vie qui commence lors de sa création et se termine avec sa suppression/préservation, un cycle de vie de document type comprend les étapes suivantes (SCIENCERISE, 2020) :

- **La création** : C'est le début du cycle de vie du document.
- **Validation du document** (Diffusion, publication, utilisation) :
 - o Diffusion : Diffuser les documents d'une manière sécurisée.
- **Conservation** : Une fois les documents créés, ils sont stockés dans des bases de données, des archives et d'autres systèmes de stockage.
- **Archivage** : Certains documents précieux et nécessitant une utilisation plus longue, peuvent être stocké.
- **Destruction** : Les documents doivent être détruits en toute sécurité à l'expiration de leur période de stockage.

Cycle de vie du document en Records Management



Théorie archivistique du cycle de vie du document

a- Les principaux éléments du cycle de vie des documents :

- **La numérisation de documents** : C'est la création d'une image du document dans un format qu'il est possible de visualiser en ligne.
- **L'indexation de documents** : C'est le processus de liaison ou de marquage de documents avec différents termes de recherche (l'indexation est le chemin d'accès aux documents).
- **Le stockage de documents** : C'est le processus de stockage de documents sous forme de fichiers électroniques.
- **Sécurité des documents** : Il est possible de donner à un certains utilisateurs l'accès à tous les documents, et à d'autres seulement une partie de ces documents. La sécurité garantit également que les documents sont sauvegardés et ne sont pas perdus ou endommagés.

La méthode la plus couramment utilisée actuellement consiste à utiliser des systèmes de gestion de documents (GED/DMS), où les documents sont stockés de manière centralisée sur un serveur, et les utilisateurs interagissent avec ce référentiel central via des interfaces implémentées à l'aide de navigateurs Web standard. Les DMS ont été et sont toujours en cours de développement pour fournir un référentiel où les documents peuvent être créés, gérés et stockés pour un accès plus facile par les utilisateurs et les différentes institutions et entreprises.

Tout organisme manipulant des documents ressentira tôt ou tard le besoin d'utiliser un système de gestion électronique de documents (GED) pour contrôler son nombre toujours croissant de documents, les GED utiles ne doivent pas seulement contrôler les documents, mais également en garantir l'accès via Internet.

2.9.3- Les garanties du GED :

- **L'évolutivité** : Signifie que le système sera toujours utile lorsqu'un grand nombre de documents lui seront transférés.
- **La compatibilité** : Implique la capacité de s'adapter aux nouveaux besoins des utilisateurs au fur et à mesure qu'elles deviennent exigibles, car les exigences du flux de travail des utilisateurs changent.
- **La disponibilité à distance** : Signifie qu'il est possible d'accéder aux fichiers et aux documents depuis le bureau ou de n'importe où, l'objectif principal de cette fonction est la portabilité et la disponibilité des documents.
- **Localisation et livraison** efficaces de la documentation en général ;
- **Gérer les documents et les données** indépendamment du système source ou du format ;
- **Capacité à intégrer** des systèmes informatisés et papier;
- **Contrôle** de l'accès, de la diffusion et de la modification des documents;
- **Fournir** des outils d'édition.

Les GED doivent aider les utilisateurs à faire leur travail plus facilement et à fournir à l'entreprise la sécurité, la fiabilité des données et la gestion du flux de travail, bon nombre de ces fonctions permettent en fin de compte de gagner du temps, de simplifier le travail, de protéger l'investissement, d'appliquer des normes de qualité, de permettre l'audit et d'assurer la responsabilité (SCIENCERISE, 2020).

2.9.4-Inconvénients des systèmes de gestion électronique de documents :

- Pour atteindre les objectifs dans l'environnement actuel, il est nécessaire de faire des changements majeurs dans l'organisation, y compris les méthodes, les systèmes, les processus et les flux de travail (SCIENCERISE, 2020) :
- Les marchés de la technologie évoluent rapidement, il faut donc utiliser les bons moyens pour rester à jour par rapport aux nouvelles applications, et nouveaux fournisseurs.
- Toutes les informations doivent être au format électronique, soit créé électroniquement, soit numérisé à partir d'une version papier, cela inclut des notes manuscrites et des croquis, ainsi que de grandes cartes et des dessins complexes.
- Des coûts financiers élevés sont nécessaires pour mettre en œuvre les GED.

2.9.5-Gestion électronique des documents dans le cloud :

L'avènement de concepts comme les robots parlants, les transactions en ligne et surtout le cloud Computing (l'infonuagique), ont contribué eux aussi largement au développement des GED.

Le système de gestion électronique des documents peut être construit sur l'architecture Cloud, utilisant pleinement les technologies de stockage Cloud, de sécurité

Cloud et de Cloud Computing pour réaliser une gestion unifiée, fiable et sécurisée des fichiers électroniques.

Grâce au développement d'un système de gestion de fichiers électroniques basé sur le Cloud Computing, les utilisateurs peuvent effectuer le téléchargement, le partage, la définition de rôles de sécurité, l'audit et la récupération de fichiers en fonction de plusieurs modes, sur cette base, on va utiliser une architecture de système de gestion électronique de documents basée sur le Cloud Computing (JIN HAN, 2021) :

A- Architecture de système de gestion électronique de documents dans le cloud :

a- Conception de l'architecture technique dans la plate-forme de cloud computing :

Les services basés sur le cloud pour la gestion des documents électroniques sont définis au niveau de l'infrastructure en tant que service (IaaS), il comprend l'environnement physique du centre de données et l'environnement réseau, les commutateurs, les routeurs et les périphériques d'infrastructure réseau à charge équilibrée.

La plate-forme d'infrastructure en tant que service (PaaS), comprend des fonctions interactives telles que les interfaces utilisateur, les services automatisés, la planification des ressources, l'informatique virtuelle, la gestion des opérations, le stockage virtuel, la gestion des processus et les réseaux virtuels pour les applications virtualisées.

Des plates-formes et des outils dédiés à la prise en charge des applications métier sont définis au niveau de la plate-forme en tant que couche de service (PaaS), il comprend la base de données relationnelle, le middleware, la signature numérique, la mise en page, l'encapsulation des données, la gestion des données, les services d'annuaire, etc.

Dans la couche logicielle en tant que service (SaaS), diverses applications de gestion de documents électroniques peuvent être fournies, y compris un système de traitement de documents électroniques, un système de gestion de documents électroniques, réception de transfert de documents électroniques et un système de stockage à long terme (JIN HAN, 2021), comme illustré à la Figure 14.

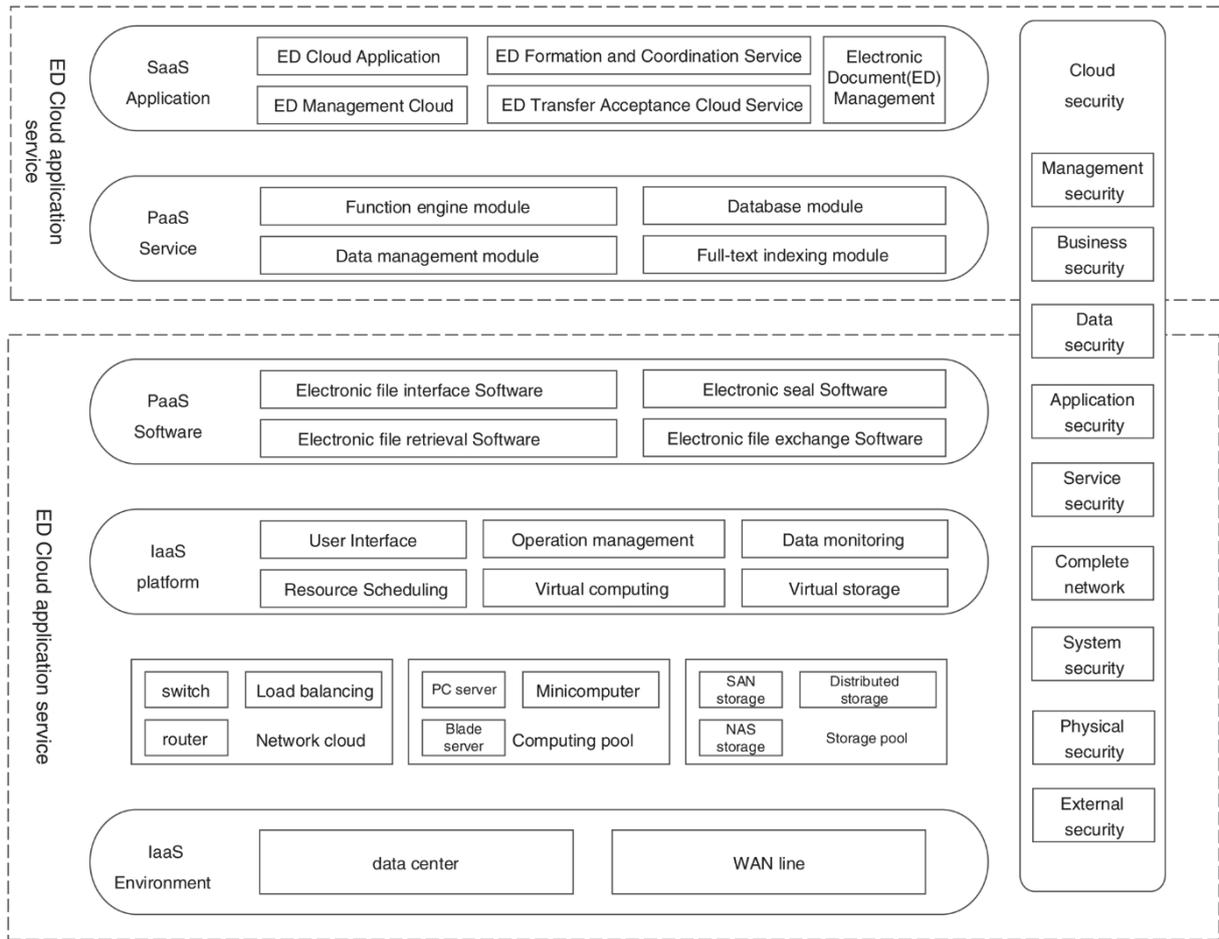


Figure 14: Cloud platform electronic “File management technology architecture”

(JIN HAN, 2021).

b- Conception d'architecture d'application de gestion électronique de documents :

- Diviser les fonctions d'application en composants à grain fin,
- Regrouper les composants dans des services et répartir différentes instances du même service sur plusieurs instances, améliorant ainsi le service global.

La conception de l'architecture d'application de gestion électronique de fichiers comprend une couche de présentation, une couche d'application, une couche de prise en charge de plug-in de service, une couche d'infrastructure et une couche de prise en charge standard :

- **La couche de présentation** : C'est le système métier impliqué dans l'application, y compris le système de réception et d'envoi des documents, le système de circulation des documents, le système de récupération des documents ;
- **La couche applicative métier** : C'est la plateforme supportant les différentes applications métier du projet logiciels, y compris capture de fichiers, traitement d'authentification, stockage de données, gestion des données, gestion des droits, utilisateurs du système, etc ;
- **La couche de plug-in de service** : C'est une variété d'outils, les produits logiciels sont principalement des outils de support logiciel pour garantir la sécurité des systèmes d'application, y compris l'authentification de l'identité, la mise en forme, la signature numérique, l'encapsulation des données, la protection des droits d'auteur, le rôle des privilèges ;
- **La couche d'infrastructure** : Comprend l'équipement IaaS standard nécessaires, voir Fig. 15 ci-dessous.

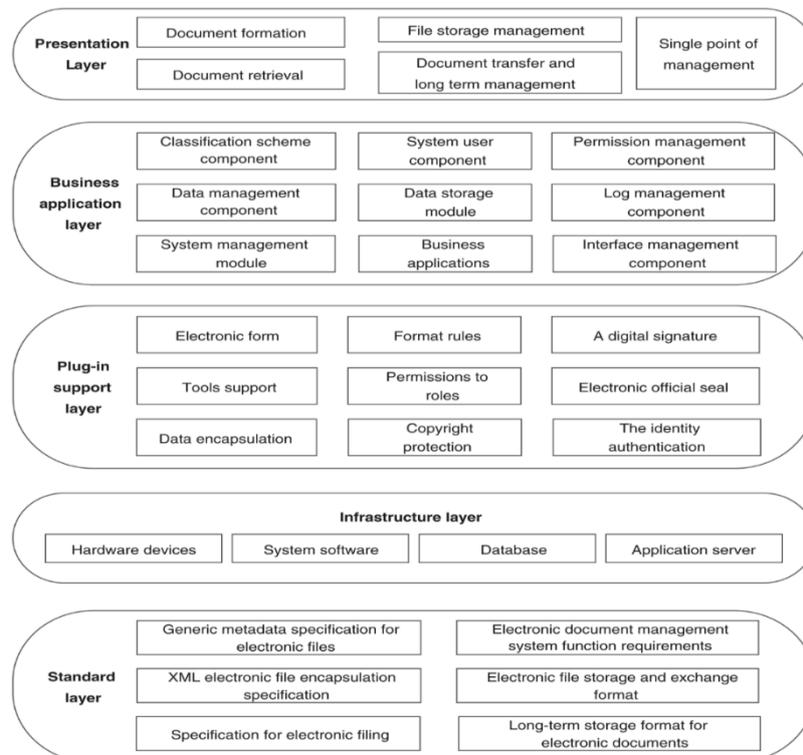


Figure 15 : Electronic document management application architecture [JIN HAN, 2021]

B- Technologies clés du système de gestion électronique des documents :

a- Services de traitement et de stockage des données :

Le module le plus important de la gestion électronique est le traitement des données et le stockage des fichiers électroniques, les fichiers électroniques ont les caractéristiques d'une grande quantité de données et de petits fichiers (moins de 64M). Les données de fichiers électroniques se composent de données d'entité et de métadonnées, par conséquent, il est nécessaire de se concentrer sur la résolution des données d'entité de document électronique comme objectif de planification et de décrire les données relationnelles représentées par les métadonnées comme point de départ dans le schéma de construction de la base de données.

Dans la construction du stockage de données l'ensemble de la capacité de stockage dans les nuages est principalement utilisé et une bibliothèque de fichiers électroniques et une bibliothèque temporaire de fichiers électroniques sont créés séparément, et les fichiers électroniques stables et les fichiers électroniques à traiter sont respectivement stockés, fournissant un centre de stockage de données sécurisé et fiable. En mode Cloud computing, la plate-forme de gestion de données effectue une allocation unifiée des ressources sur toutes les ressources de stockage de données.

L'équilibrage de charge, le déploiement de logiciels et la gestion de la sécurité des données qui s'y trouvent, dans le même temps, en termes de partage de données, la gestion des politiques est effectuée selon différents droits de sécurité et la sécurité des données est garantie au niveau du réseau.

Lorsque les données sont stockées dans le terminal elles sont marquées avec la catégorie de système d'application et le niveau de sécurité correspondants. Lors du passage sur le réseau Cloud, le niveau de sécurité des données est vérifié par la couche réseau, et si les données de niveau de sécurité élevé sont envoyées au niveau de sécurité bas, dans la zone, l'opération de rejet est effectuée conformément à la politique de sécurité et le traitement des alarmes sont effectuées pour assurer la sécurité des données au niveau de la circulation (JIN HAN, 2021).

b- Gestion des sauvegardes :

Compte tenu de l'importance et de la criticité des documents électroniques la gestion des sauvegardes des fichiers électroniques est très importante, le système de cloud computing lui-même dispose d'un mécanisme de sauvegarde puissant, pour le code de service de fichier électronique et les métadonnées de fichier électronique, une sauvegarde complète est effectuée chaque fois qu'un service est mis à jour ou qu'un nouveau service est installé. Pour les bibliothèques de documents électroniques, les mises à jour quotidiennes des données sont volumineuses et des sauvegardes complètes sont programmées tous les deux mois ou toutes les semaines, sur cette base, des sauvegardes incrémentielles sont effectuées tous les deux courts intervalles.

c- Exploitation et maintenance du système :

Dans le processus de mise en œuvre du système, il est nécessaire d'empêcher au maximum la perte, l'endommagement, la falsification et les fuites de données, d'améliorer la sécurité, la fiabilité et la stabilité du fonctionnement du système et d'assurer le fonctionnement sûr du système. Il est nécessaire de surveiller et de gérer le système, de saisir en temps

opportun l'état actuel et les informations de configuration des ressources du système d'information du réseau, de refléter la disponibilité et l'état de santé des ressources du système d'information, et créer un environnement informatique contrôlable pour assurer divers systèmes d'application métier du système d'information utilisateur, Il doit fonctionner de manière fiable, efficace, continue et sûre, voir la figure 16.

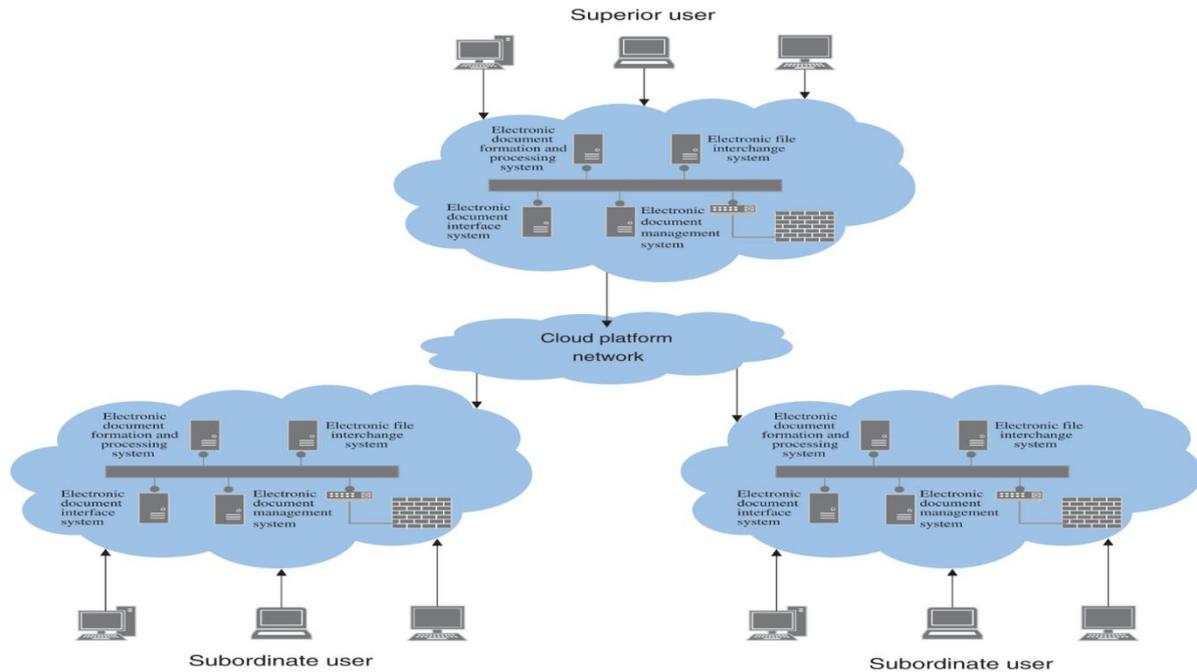


Figure 16 : Cloud-based electronic file management system deployment

(JIN HAN, 2021).

d- Services d'infrastructure cloud sécurisés :

Les services d'infrastructure cloud sécurisés fournissent un stockage sécurisé des données, des calculs et d'autres services pour les applications cloud de couche supérieure, et constituent la pierre angulaire de la sécurité du système de cloud computing dans son ensemble, la sécurité comprend ici deux aspects : d'une part, la plate-forme cloud doit analyser les problèmes de sécurité rencontrés par les plates-formes informatiques traditionnelles et adopter des mesures de sécurité complètes et strictes. Par exemple, considérez la sécurité au niveau physique, considérez l'intégrité et la gestion des fichiers/journaux, le chiffrement des données, la sauvegarde, la reprise après sinistre, etc. Au niveau du stockage, les attaques par déni de service, la sécurité DNS, l'accessibilité du réseau et la confidentialité de transmission de données doivent être pris en compte au niveau de la couche réseau.

La couche système doit couvrir les problèmes de sécurité tels que la sécurité des machines virtuelles, la gestion des correctifs, la gestion de l'identité des utilisateurs du système, etc.

La couche de données comprend la sécurité de la base de données, la confidentialité des données et le contrôle d'accès, la sauvegarde et le nettoyage des données, etc. L'intégrité du programme, tests et gestion des vulnérabilités.

D'autre part, la plate-forme cloud doit prouver aux utilisateurs qu'ils disposent d'un certain niveau de protection de la confidentialité des données, par exemple, le service de stockage prouve que les données utilisateur sont stockées dans un état compact, et le service informatique prouve que le code utilisateur s'exécute dans une mémoire protégée. En raison des différences dans les exigences de sécurité des utilisateurs, les plates-formes cloud doivent avoir la capacité de fournir des services d'infrastructure cloud sécurisés à différents niveaux de sécurité (JIN HAN, 2021).

2.9.6- Fonctionnalités et avantages du système électroniques de documents dans le cloud :

a- Réduire les coûts, le matériel et les logiciels deviennent des ressources :

La gestion électroniques de documents dans le Cloud fait abstraction des ressources logicielles et matérielles et les fournit sous forme de services sur le réseau.

b- Réaliser une gestion unifiée des ressources et faciliter l'intégration commerciale :

Le système de gestion de fichiers électroniques basé sur le Cloud Computing intègre les ressources de fichiers électroniques sur la plate-forme Cloud, et ceci pour faciliter la gestion unifiée des ressources, l'unité de gestion configure les droits d'accès correspondants en fonction des exigences de gestion de fichiers électroniques de chaque unité d'application, réduit les liens inutiles et améliore l'efficacité du travail. Ainsi, lorsque le système métier et le système de gestion électroniques de documents sont ancrés et intégrés, la mise en œuvre unifiée de la norme d'architecture de cloud computing peut être mise en œuvre.

c- Les fichiers électroniques sont logiquement concentrés et physiquement distribués :

La gestion électroniques de documents dans le cloud, en raison de l'uniformité et de la standardisation du cloud computing, peut permettre une distribution physique entre les utilisateurs à différents niveaux, mais logiquement centralisée et unifiée, de cette manière, les exigences d'une gestion unifiée peuvent être réellement satisfaites et la standardisation de la gestion électronique des documents est grandement améliorée.

Chapitre 3

Etude de l'existant et Conception

3.1- Présentation de l'organisme d'accueil :

3.1.1-Présentation générale de la Wilaya de Tiaret :

Selon la loi n° 12-07 du 28 Rabie El Aouel 1433 correspondant au 21 février 2012 relative à la wilaya :

- ❖ La wilaya est une collectivité territoriale de l'Etat.
- ❖ Elle est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie financière.
- ❖ Elle est également une circonscription administrative déconcentrée de l'Etat et constitue à ce titre l'espace de mise en œuvre solidaire des politiques publiques et de la concertation entre les collectivités territoriales et l'Etat.
- ❖ Elle concourt avec l'Etat à l'administration et à l'aménagement du territoire, au développement économique, social et culturel, à la protection de l'environnement ainsi qu'à la protection, la promotion et l'amélioration du cadre de vie des citoyens.
- ❖ Elle intervient dans tous les domaines de compétence qui lui sont dévolus par la loi.
- ❖ Sa devise est « par le peuple et pour le peuple ».

3.1.2-La wilaya algérienne est une institution constitutionnelle :

D'après l'article 15 de la constitution : « Les collectivités territoriales de l'Etat sont la commune et la wilaya... »

D'après l'article 16 de la constitution : « l'assemblée élue constitue l'assise de la décentralisation et le lieu de participation des citoyens à la gestion des affaires publiques. »

D'après l'article 9 de ladite loi, la wilaya a un territoire :

« Article 9- la wilaya a un territoire, un nom et un chef-lieu ».

3.1.3-Les organes de la wilaya :

La wilaya est une collectivité locale décentralisée et une circonscription administrative déconcentrée de l'Etat. Elle est dotée de deux organes, l'Assemblée Populaire de Wilaya, organe délibérant élu au suffrage universel et le Wali, exécutif de wilaya, représentant de la wilaya et de l'Etat et délégué du gouvernement.

Décret exécutif n° 94-215 du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 déterminant les organes et les structures de l'administration générale de la wilaya.

3.1.4-La wlaya est organisée en plusieurs structures et organes :

- Secrétariat général
- Inspection générale
- Cabinet
- Chef de Daïra
- Conseil de la Wilaya
- Direction de la Réglementation, des Affaires Générales (DRAG)
- Direction de l'Administration Locale (DAL)
- Direction des Transmissions Nationales (DTN)
- Directions sectorielles

A-Le Secrétariat Général se compose de :

- Service de la Coordination et de l'Organisation
- Service des Archives
- Service de la Documentation

B-La Direction de l'Administration Locale est constituée du :

- Service du Personnel
- Service de l'Animation locale
- Service du Budget et du Patrimoine

C-La Direction de la Réglementation, des Affaires Générales et du Contentieux¹⁸ est composée du :

a. Le service de la réglementation générale :

a.1. Le Bureau des Établissements Classés et des Professions Réglementées :

C'est le sujet de notre étude, il est chargé de l'instruction et du traitement des dossiers relatifs aux établissements classés, aux professions réglementées et aux armes et munitions et veille au respect de la législation et de la réglementation en vigueur en la matière.

a.2. Le Bureau de la Circulation Automobile :

Ce bureau est chargé du traitement et de la délivrance des divers documents relatifs à la circulation automobile (carte grises, permis de conduire, ...). Il tient un fichier des véhicules et des permis de conduire immatriculés ou enregistrés au niveau de l'ensemble de la Wilaya.

a.3. Le Bureau des Élections et des Associations :

Il est chargé d'assurer les divers préparatifs liés aux différents scrutins. A ce titre, il veille au respect de la législation et de la réglementation régissant les élections dans ses divers aspects (révision des listes, préparation du scrutin, campagne électorale,

déroulement...). Il tient à jour le fichier des élus locaux et prend en charge certaines actions, conformément à la réglementation en vigueur (permanisation, congé,...). Il instruit également les dossiers de demande d'enregistrement des associations de Wilaya et tient à jour le fichier des associations agréées.

b – Le service de la circulation des personnes :

b.1- Le Bureau de l'État Civil et du Service National :

Veille à l'application et au respect du dispositif législatif et réglementaire régissant l'état civil et suit les services communaux chargés de ce volet. Il est également chargé du suivi du recensement au service national, de la centralisation des états y afférents.

b.2- Le Bureau de la Circulation des Étrangers :

Ce bureau est chargé de la tenue du fichier des étrangers résidents au niveau de la Wilaya et de la délivrance des documents et titres s'y rapportant (carte de résidence, prorogation de visa, carte de commerçant étranger...).

b.3 – Le Bureau de la Circulation des Nationaux :

Il est chargé de veiller à l'application de la législation et de la réglementation en vigueur en matière de titre d'identité et de voyages (CNI, passeport). Ce bureau est également chargé de la préparation et de la délivrance des documents se rapportant aux campagnes de Hadj.

c – Le service des affaires juridiques et du contentieux :

c.1 – Le Bureau des Expropriations et du Contentieux :

Il est chargé de l'instruction des procédures d'expropriation pour cause d'utilité publique engagées au niveau de la Wilaya et du suivi du contentieux de la Wilaya.

c.2 – Le Bureau des Actes Administratifs et des Délibérations de la Wilaya :

Il est chargé du suivi des délibérations prises par l'Assemblée Populaire de Wilaya, du contrôle de légalité des actes (arrêtés et décisions) de la Wilaya et de la tenue du recueil des actes administratifs.

c.3 – Le Bureau des Actes Administratifs et des Délibérations des Communes :

Il est chargé du suivi des délibérations prises par les Assemblées Populaires des communes de la Wilaya. Il assiste les Daïras et communes en matière de réglementation en vigueur et veille au suivi des bureaux chargés de la tutelle au niveau des Daïras.

3.1.5-ORGANIGRAMME DE LA WILAYA DE TIARET :

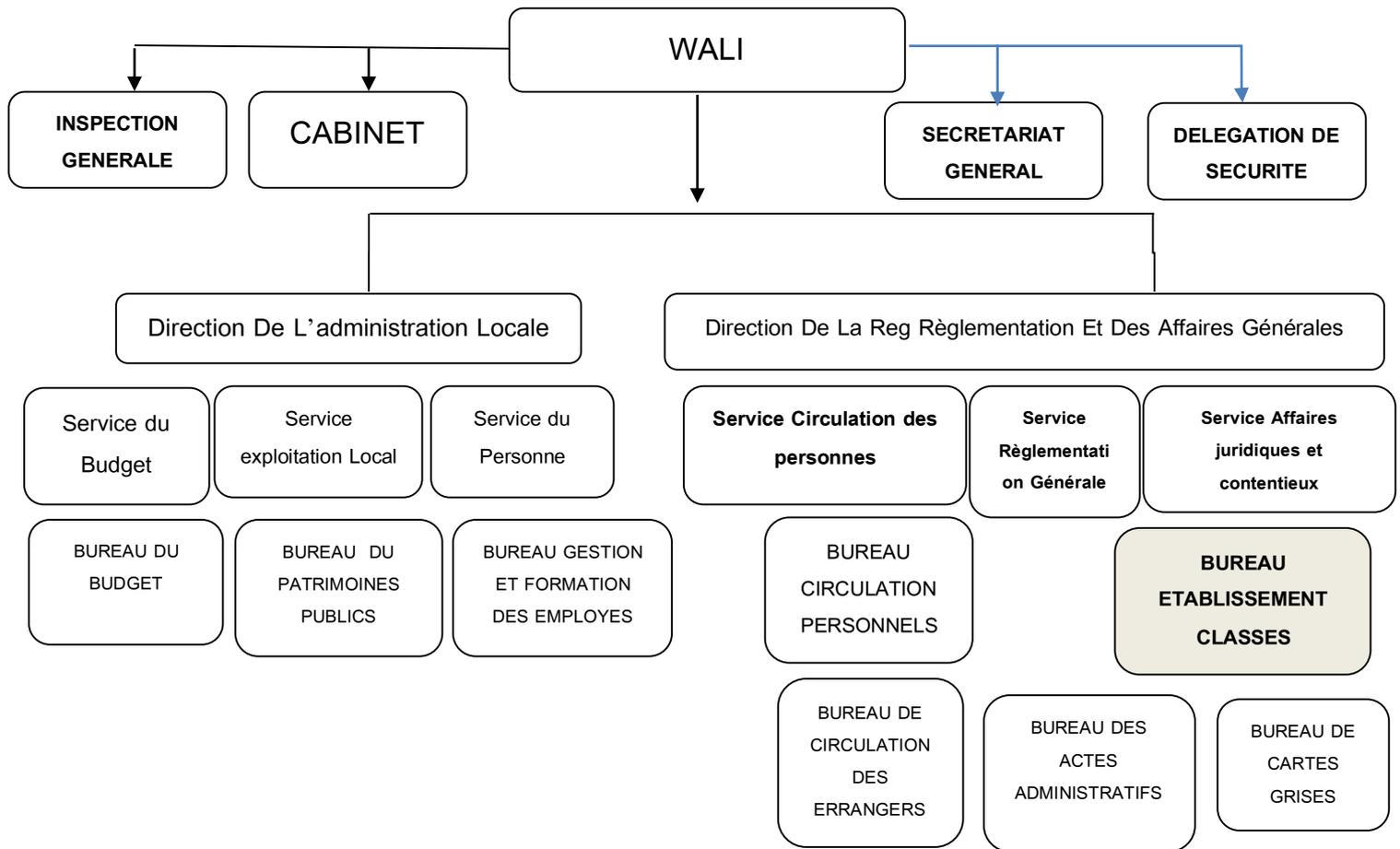


Figure 17 : Organigramme de la Wilaya

3.2-Présentation du projet :

3.2.1-Description du projet :

Réaliser un service SaaS sous Cloud pour la gestion Workflow des documents gérés par le bureau des établissements classés et des professions réglementées selon certaines spécifications.

3.2.2-Expression des besoins :

Dans cette section nous identifions une liste d'exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du système à concevoir.

a- Besoins fonctionnels :

- Le bureau des établissements classés et des professions réglementées vérifie le dossier déposé par le citoyen qui manifeste son intérêt pour l'ouverture d'un commerce (Cafeteria, restaurant, salle de fêtes, salle de jeux, salle d'internet ou écrivain public),
- Le bureau des établissements classés et des professions réglementées après validation, envoi le dossier vers d'autres services et directions pour conformité et enquête :
 - Commune de Tiaret pour conformité.
 - Conservation foncière pour conformité.
 - Sureté de wilaya via le cabinet du Wali pour enquête.
 - Daïra de Tiaret pour enquête.
 - Direction de l'urbanisme d'architecture et construction pour conformité.
 - Protection civile pour conformité.
 - Direction de la santé et de la population pour conformité.
- Le bureau des établissements classés et des professions réglementées après réception des résultats des différents services établi et remet à l'intéressé une licence ou une un renouvellement de licence.
- Si une pièce du dossier est portée manquante, le demandeur est informé et le traitement reste en attente jusqu'à consolidation du dossier ou rejet.
- Si un quelconque refus irréversible est exprimé par l'un des services invoqués, la demande du citoyen est refusée.
- Si un quelconque refus **non-irréversible** est exprimé par l'un des services invoqués, le demandeur est informé et le traitement reste en attente jusqu'à consolidation du dossier.
- En fin de traitement le dossier est automatiquement archivé.

Notre solution doit mettre à la disposition de ses utilisateurs différentes fonctionnalités de gestion des documents en passant par toutes les étapes de leurs cycles de vie comme illustré dans la figure 18.

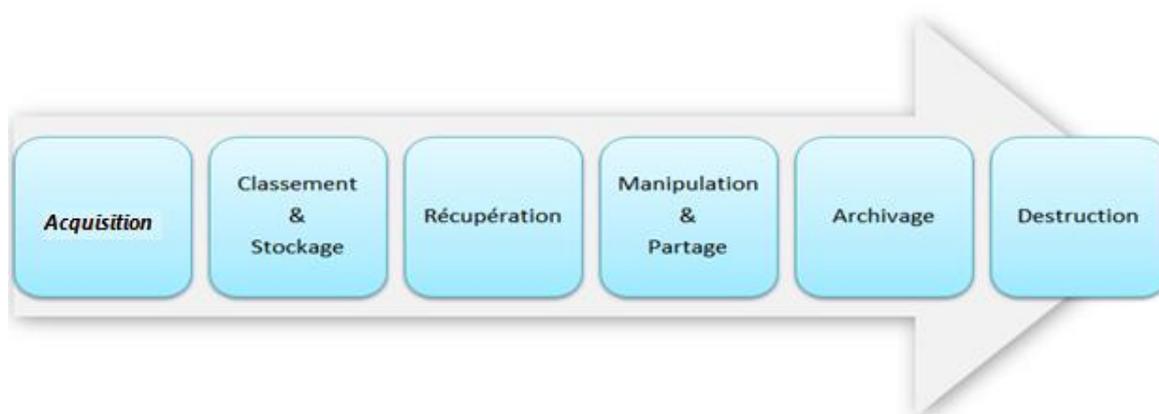


Figure 18: Processus de gestion des documents

❖ **Acquisition des documents :**

- Acquisition des fichiers par navigation : L'utilisateur peut charger un seul document ou plusieurs documents en même temps à partir de son poste local.

❖ **Classement et stockage des documents :**

La dématérialisation n'est pas limitée à la manipulation de documents. Pour cela, l'application met en place un dispositif de conservation légalement à un classement intuitif et efficace des documents en récupérant les métadonnées qui leur sont reliées afin de mener à bien un système d'indexation et de traçabilité.

❖ **Récupération :**

- Gestion des points de sortie papiers par impression selon le choix de l'utilisateur.
- Gestion des points de sortie numériques en téléchargeant le document.

❖ **Manipulation et partage :**

- L'utilisateur peut consulter les informations que contient un document. Il peut renommer, supprimer le document avant envoi.
- D'autre part, notre application constitue un outil de travail collaboratif. En effet, en plus de gérer ses documents, l'utilisateur peut envoyer les documents à d'autres utilisateurs de l'application choisis grâce à un processus de WorkFlow initié par l'administrateur.

❖ **Archivage :**

Quand le document est chargé et envoyé, il est automatiquement archivé.

❖ **Destruction :**

C'est la dernière phase dans le cycle de vie d'un document. Dans notre cas un document est supprimé par l'émetteur et avant l'envoi seulement.

b-Besoins non fonctionnels :

A un certain point dans son cycle de vie, le système doit considérer des besoins non-fonctionnels et leurs tests. Ils sont spécifiés par le projet afin de répondre aux normes de qualité des produits informatiques. Dans ce cadre, notre application doit répondre aux besoins non fonctionnels suivants (LAURENT-AUDIBERT) :

- ❖ **Sécurité** : L'application devrait être sécurisée pour préserver la confidentialité des informations. L'accès à l'application se fait via un login et un mot de passe qui répondent aux exigences de longueur, caractères spéciaux.
- ❖ **Performance** : L'application doit optimiser le temps du chargement de l'application, de traitement des opérations, de l'affichage des données et le délai de rafraîchissement pour répondre aux exigences des utilisateurs.
- ❖ **Disponibilité** : L'application doit avoir une disponibilité permanente. D'un autre côté, l'application nécessite seulement une connexion internet pour que les clients accèdent à l'application.
- ❖ **Ergonomie** : L'application doit répondre à un standard d'ergonomie dans son interface d'interaction avec l'utilisateur. Elle prend en considération tous les types d'utilisateurs à savoir les novices. Une interface graphique simple, des messages explicites avec une réactivité du système au regard de l'accès aux informations recherchées et des tâches réalisées.

3.3- Analyse et Conception du projet :

3.3.1-Introduction :

Dans la cadre de notre projet, nous avons utilisé une démarche générale basée sur Unified Process (UP) qui utilise le langage UML comme un langage de conception. UML (Unified Modeling Language, traduisez « langage de modélisation objet unifié ») est né de la fusion des trois méthodes qui ont le plus influencé la modélisation objet au milieu des années 90 : OMT, Booch et OOSE (LAURENT-AUDIBERT, UML2).

UML comporte ainsi treize types de diagrammes représentant autant de vues distinctes pour représenter des concepts particuliers du système d'information. Ils se répartissent en deux grands groupes :

- **Diagrammes structurels ou diagrammes statiques (UML Structure)**
- **Diagrammes comportementaux ou diagrammes dynamiques (UML Behavior)**

Ces diagrammes, d'une utilité variable selon les cas, ne sont pas nécessairement tous produits à l'occasion d'une modélisation. Nous ne mentionnons que les diagrammes que nous utilisons qui sont : Le diagramme de cas d'utilisation, le diagramme de classes et le diagramme d'activité qui sont modélisés à l'aide de l'outil « **Diagram Designer** ».

3.3.2- Identification des objectifs :

a- Spécifications fonctionnelles :

- **Le système doit permettre à l'administrateur de :**
 1. Générer le modèle.
 2. Gérer les services.
 3. Gérer les dossiers.
 4. Gérer workflow pour les dossiers transitant entre services
 5. Gérer les utilisateurs.

- **Le système doit permettre à l'utilisateur de :**
 1. Gérer les dossiers.
 2. Gérer les documents.
 3. Envoyer les dossiers et recevoir les avis correspondants.
 4. Imprimer les documents.
 5. Consulter l'état du dossier.
 6. Faire des Recherches.

b- Spécifications techniques :

1. Le système doit être déployé sur le Cloud.
2. La configuration et la génération de code dynamique.
3. Modélisation d'un Workflow Administratif via une interface graphique simple et utile.

3.3.3 Les acteurs système :

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes (utilisateur, dispositif matériel ou autre système) qui interagissent directement avec le système étudié.

Les acteurs interagissant avec notre système sont :

a- Administrateur (Admin) : c'est le responsable de l'administration de la plateforme qui crée les services SaaS comme l'application GED dans le Cloud et qui gère et exploite le système GED.

b- Utilisateur (User) : C'est les personnes des différents organismes interagissant entre eux via le système GED.

3.3.4- Identification des cas d'utilisation :

Un cas d'utilisation définit une manière d'utiliser le système et permet d'en décrire les exigences fonctionnelles. Chaque cas d'utilisation contient un ou plusieurs scénarios qui définissent comment le système devrait interagir avec les utilisateurs (appelés acteurs) pour atteindre un but ou une fonction spécifique d'un travail. Un acteur d'un cas d'utilisation peut être un humain ou un autre système externe à celui que l'on tente de définir. Il permet d'adopter le langage de l'utilisateur final ou de l'expert du domaine. Chaque cas d'utilisation est représenté au sein d'un diagramme de cas d'utilisation (LAURENT-AUDIBERT UML₂) .

Acteurs	Cas d'utilisation
Administrateur/Utilisateur	Authentification
Administrateur	Gestion des dossiers
Administrateur	Gestion des services
Administrateur	Gestion de workflow
Administrateur/Utilisateur	Gestion des documents

Tableau 01 : identification des cas d'utilisation

Un diagramme de cas d'utilisation est une modélisation d'un ensemble d'actions effectuées par l'acteur engendrant des réponses de la part du système. Les cas d'utilisation ont pour objectif la capture des fonctionnalités couvertes par l'application, la définition des frontières de l'environnement de celle-ci ainsi que la façon de son interaction avec l'utilisateur.

Principaux cas d'utilisation :

- ➔ **Authentification** : A chaque fois qu'un **administrateur/utilisateur** inscrit souhaite accéder à l'application, il aura à introduire son login et son mot de passe, ce qui permettra au système de lui procurer les droits d'accès qu'ils lui ont été définis.
- ➔ **L'inscription de nouveaux utilisateurs** : Pour commencer à utiliser l'application, un acteur devra fournir les informations demandées afin que **l'administrateur** enregistre son compte dans le serveur des utilisateurs de l'application et lui donne l'accès.
- ➔ **La gestion** : **L'administrateur** effectue deux tâches principales : une gestion des dossiers de services où ses documents seront placés ou envoyés et une gestion des services eux-même.
- ➔ **La gestion** : **L'utilisateur** effectue une gestion des documents à envoyer.

3.4-Diagrammes des cas d'utilisation :

Nous détaillerons chaque cas d'utilisation avec une description en spécifions les acteurs principaux et les acteurs secondaires, ainsi que les post-conditions et les préconditions et les séquences principale et alternative :

3.4.1. Cas d'utilisation globale :

Selon les spécifications citées en amant, le diagramme des cas d'utilisation général suivant englobe les fonctionnalités qu'un administrateur et/ou un utilisateur du système, peut manipuler :

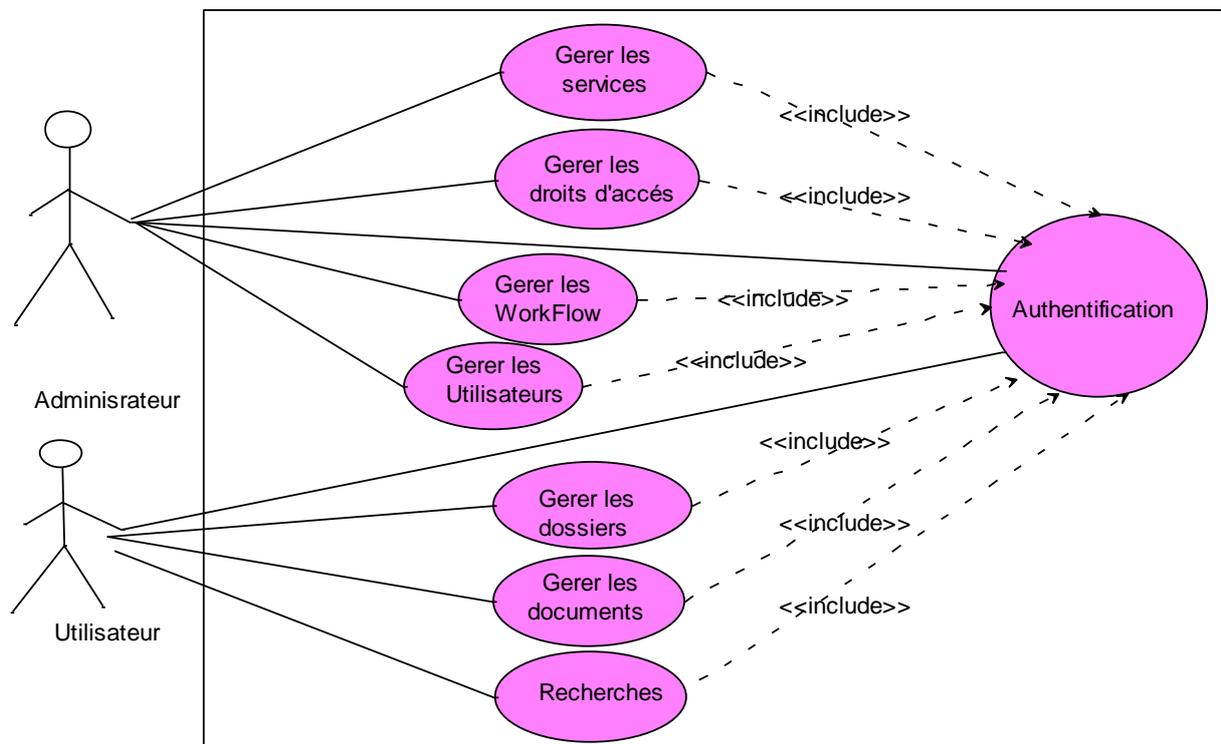


Figure 19 : Diagramme de cas d'utilisation générale

CU : General
ID : 1
Description brève : Chaque Administrateur/utilisateur doit s'authentifier auprès de l'application afin de pouvoir utiliser les fonctionnalités du système.
Acteurs primaires : Administrateur, Utilisateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : - La connexion auprès du serveur d'applications doit être réussite.

- L'Administrateur ou l'utilisateur doit être enregistré dans le système.

Enchaînement principal :

Ce cas d'utilisation commence lorsqu'un Administrateur ou un Utilisateur souhaite accéder à l'application :

1. L'administrateur ou l'utilisateur saisit le lien correspondant de l'application dans barre d'adresse du navigateur.
2. Le serveur répond en renvoyant une page d'authentification.
3. L'administrateur ou l'utilisateur saisit un nom et un mot de passe et appui sur Login.
4. Le serveur vérifie la validité du nom d'utilisateur et du mot de passe.
5. Le serveur envoie une page d'accueil de l'application à l'administrateur ou l'utilisateur concerné.

Post-conditions :

L'administrateur ou l'utilisateur est connecté.

Enchaînement alternatif :

- **E1** : La page d'authentification n'apparaît pas à l'utilisateur.
 - * L'enchaînement démarre après le premier point de l'enchaînement principal.
 - * Le serveur envoie un message d'erreur à l'utilisateur.
- **E2** : Le nom d'utilisateur ou/et le mot de passe ne sont pas validés.
 - * Le serveur envoie un message d'erreur.
 - * Le serveur demande de ressaisir le nom d'utilisateur et le mot de passe.

3.4.2. Raffinement des cas d'utilisation :

Dans le but de mieux comprendre notre système et les interactions avec les utilisateurs, dans cette partie nous allons détailler les scénarios de principaux cas d'utilisation

a. Cas d'utilisation « Gérer les utilisateurs » :

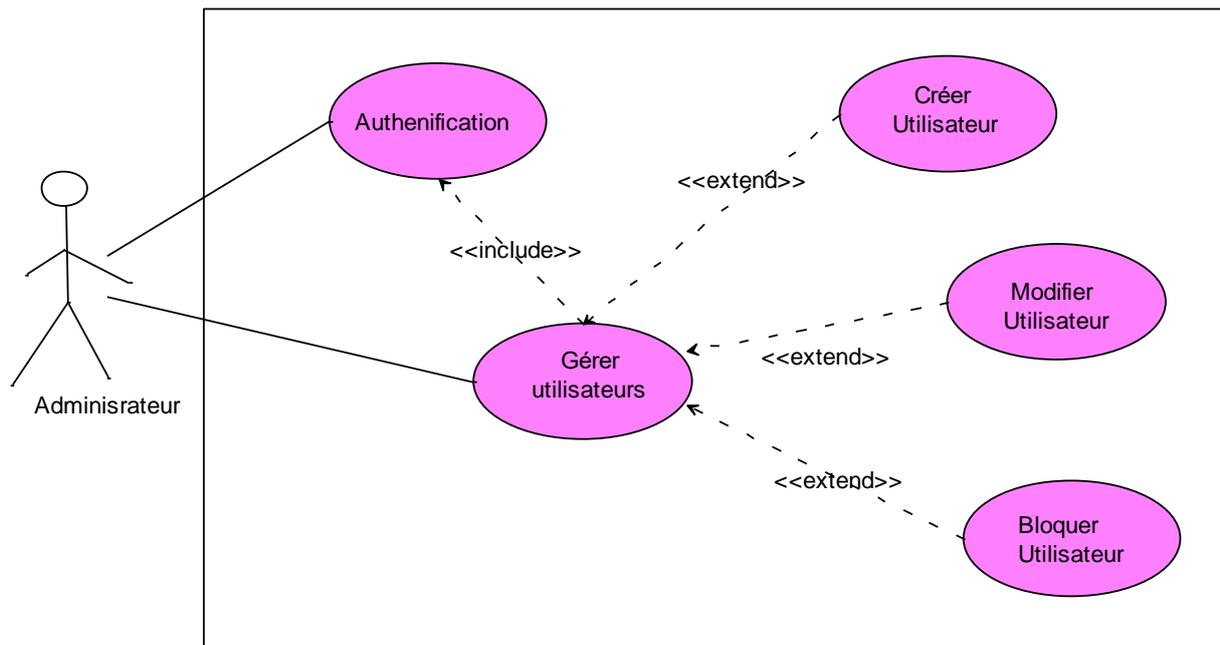


Figure 20 : Diagramme de cas - Gestion des utilisateurs

La figure 20 correspond au diagramme du cas de gestion des utilisateurs avec lesquels il y'aura un envoi de documents regrouper sous forme de dossier pour cela il aura à leur attribuer des droit d'accès.

CU : Gérer utilisateur
ID : 11
Description brève : Un administrateur peut gérer des utilisateurs (Superviseurs de services) en leur créant des comptes.
Acteurs primaires : L'administrateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'administrateur doit être connecté
Enchaînement principal : L'administrateur créé des comptes d'utilisateurs et peut les modifiés ou le bloqués.
Post-conditions : Comptes d'utilisateurs créés.
Enchaînement alternatif :

b. Cas d'utilisation « La gestion des services » : Elle se limite aux actions de création, de suppression, de Modification de services.

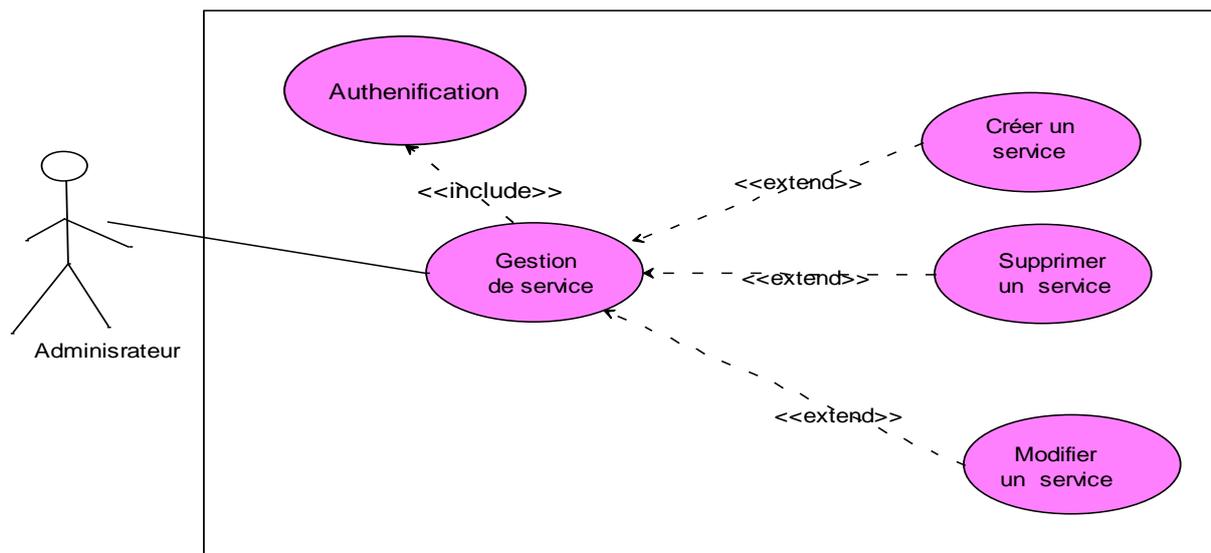


Figure 21 : Diagramme de cas d'utilisation - Gestion des services

CU : Gérer les Services
ID : 12
Description brève : L'administrateur peut gérer les services à travers la création, la modification et la suppression d'un service.
Acteurs primaires : L'administrateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'administrateur doit être connecté et l'utilisateur enregistré
Enchaînement principal : L'administrateur crée un nouveau service au système et peut le modifier ou le supprimer.
Post-conditions : le service ajouté sur la base de données (BDD)
Enchaînement alternatif .

c. Cas d'utilisation «Gérer des dossiers » : Elle consiste à permettre à l'administrateur d'effectuer les tâches appartenant au processus de gestion d'un dossier commençant par sa création, modification, Suppression.

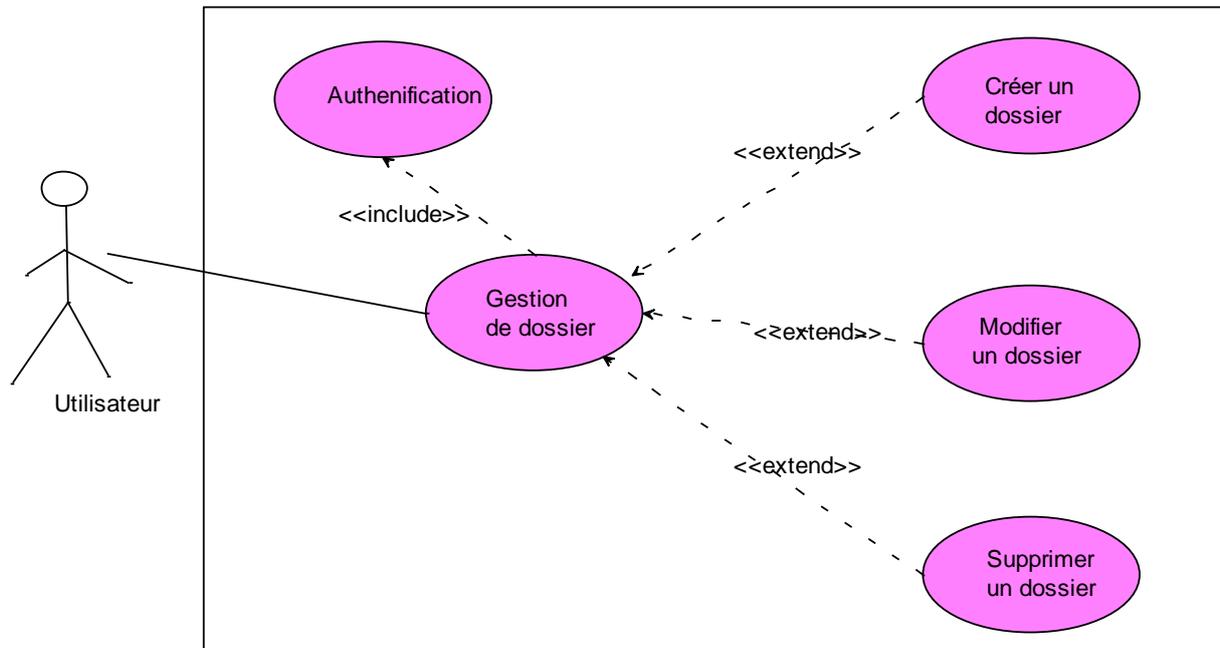


Figure 22 : Diagramme de cas d'utilisation - Gestion des dossiers

CU : Gérer dossiers
ID : 13
Description brève : L'utilisateur peut gérer les noms des dossiers à travers la création, la modification et la suppression.
Acteurs primaires : L'utilisateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'utilisateur doit être connecté.
Enchaînement principal : L'utilisateur crée un nouveau nom du dossier au système et peut le modifier et même le supprimer.
Post-conditions : le nom du dossier est ajouté sur la base de données (BDD)
Enchaînement alternatif .

d. Cas d'utilisation «Gérer des documents » :

Elle consiste à permettre à l'administrateur d'effectuer les tâches appartenant au processus de gestion d'un document commençant par sa création, modification, Suppression.

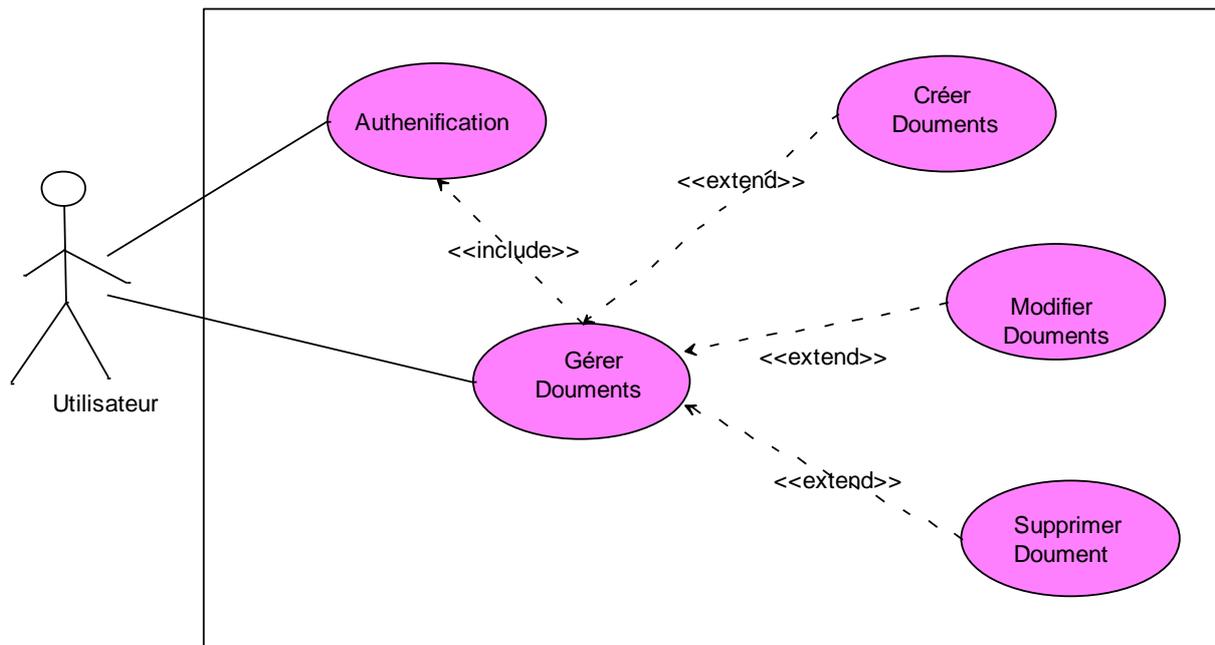


Figure 23 : Diagramme de cas d'utilisation - Gestion des documents

CU : Gérer les documents
ID : 14
Description brève :
L'utilisateur peut gérer les noms des documents appartenant à un dossier à travers la création, la modification et la suppression.
Acteurs primaires : L'utilisateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'utilisateur doit être connecté et le dossier créer.
Enchaînement principal : L'utilisateur crée un nouveau nom du document au système et peut le modifier et même le supprimer.
Post-conditions : le nom du document est ajouté sur la base de données (BDD)
Enchaînement alternatif .

e. **Cas d'utilisation «La manipulation des documents »** : Elle consiste à permettre à l'utilisateur d'effectuer les tâches appartenant au processus de manipulation d'un

document commençant par son chargement, puis son stockage, sa consultation, sa suppression et impression et enfin son archivage.

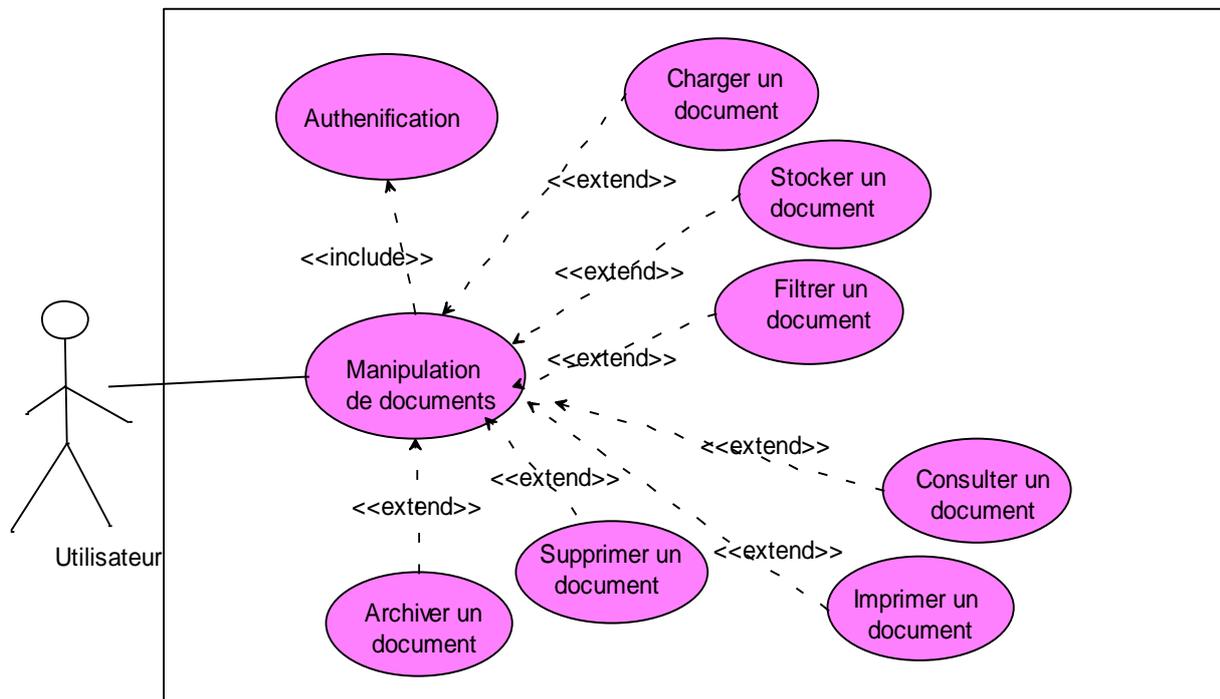


Figure 24 : Diagramme de cas d'utilisation - Manipuler un document

CU : Manipuler Documents
ID : 15
Description brève : Manipuler des documents.
Acteurs primaires : Utilisateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'Utilisateur doit être connecté au système.
Enchaînement principal : Utilisateur sélection un dossier. 1. L'Utilisateur sélectionne les documents appartenant au dossier sélectionné. 2. Le Système répond à l'Utilisateur en affichant une boîte de dialogue de parcours de fichiers. 3. L'Utilisateur choisit le nom du document à charger. 4. L'Utilisateur appuie sur Ouvrir. 5. L'Utilisateur refait cet enchaînement à partir du premier enchaînement selon le nombre de documents appartenant au dossier sélectionné.
Post-conditions : le dossier avec ses documents sont enregistrés et ajouté dans le système.
Enchaînement alternatif :

f. Cas d'utilisation «La gestion des Workflow » : Elle consiste à permettre à l'administrateur de créer un circuit pour le transfert des dossiers afin que les utilisateurs effectuent leurs tâches selon un processus de workflow.

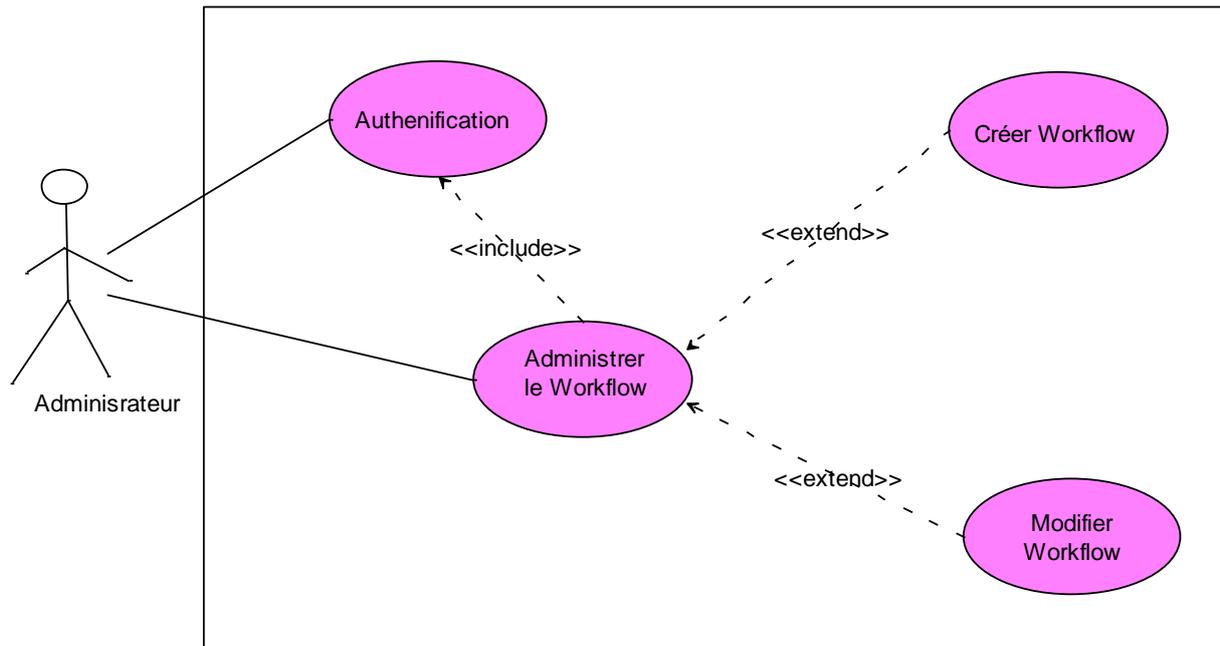


Figure 25 : Diagramme de cas d'utilisation - Circuit WorkFlow

CU : Créer circuit Workflow
ID : 16
Description brève : L'administrateur Crée un circuit de Workflow pour le transit de documents selon l'enchaînement des services.
Acteurs primaires : L'administrateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'administrateur doit être connecté et les services enregistrés.
Enchaînement principal : Un circuit Workflow est créé pour la transition des dossiers entre services.
Post-conditions : Workflow est défini et ajouté sur la base de données (BDD).
Enchaînement alternatif :

g. Cas d'utilisation «Recherche » : Elle consiste à afficher l'historique selon le paramètre recherché.

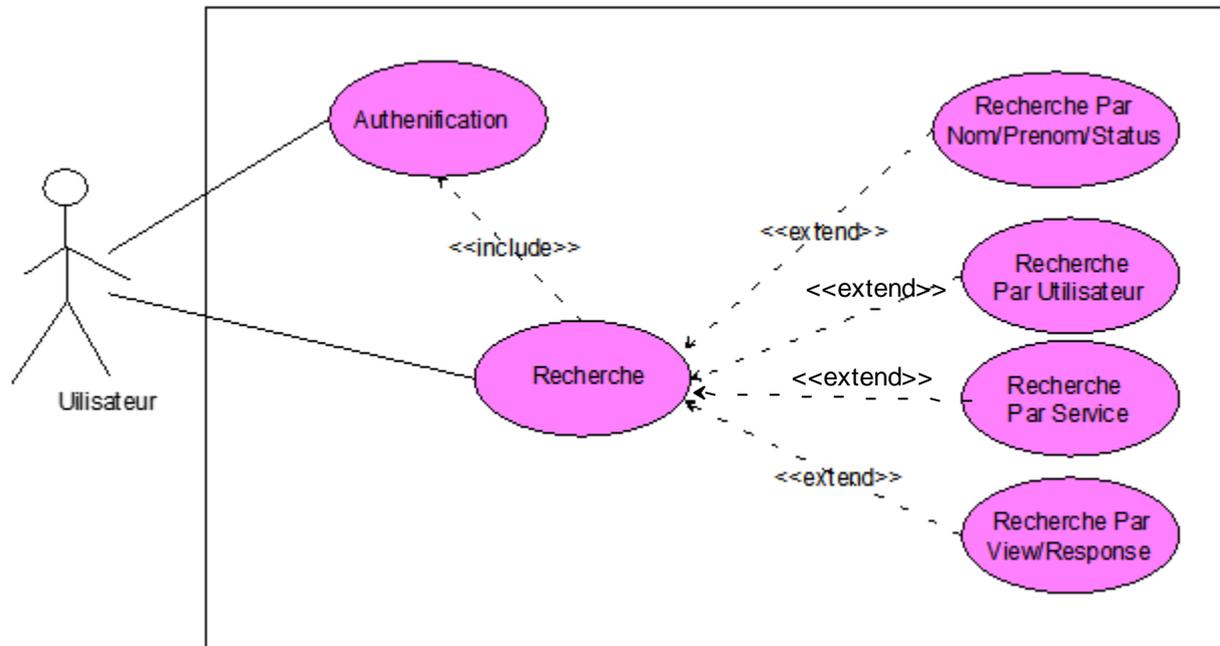


Figure 26 : Diagramme de cas d'utilisation - Afficher historique

CU : Afficher historique
ID : 17
Description brève : L'utilisateur peut consulter l'historique des dossiers, services ou utilisateurs de services en cours de traitement et leurs états.
Acteurs primaires : L'utilisateur
Acteurs secondaires :
Préconditions : L'utilisateur doit être connecté
Enchaînement principal : - L'utilisateur saisie le nom ou le prénom du bénéficiaire du dossier, le service ou l'utilisateur, le statuts, ou encore view et response et le système affiche le résultat de la recherche.
Post-conditions : Afficher le résultat de la recherche
Enchaînement alternatif :

3.5-Modélisation conceptuelle des données :

La modélisation conceptuelle des données donne une vue statique du système permettant de décrire le système d'information à l'aide des concepts proposés par le modèle UML.

3.5.1- Dictionnaire des données :

Le dictionnaire des données représente la liste des attributs composants toutes les classes formants notre système ainsi que leurs descriptions, leurs tailles et leurs types comme le montre le tableau suivant :

Classe	Attribut	Type	Taille	Description
Admin	Id	Entier	8	Clé primaire
	Username	Caractère	20	Nom Administrateur
	Password	Caractère	20	Mot de passe
User	Id	Entier	8	Clé primaire
	Username	Caractère	20	Nom utilisateur
	Password	Caractère	20	Mot de passe
	Serv_Id	Entier	8	Clé étrangère
Service	Id	Entier	8	Clé primaire
	Nom	Caractère	40	Nom du service
	Supervisor	Caractère	40	Nom du superviseur
Dossier	Id	Entier	8	Clé primaire
	Nom	Caractère	40	Nom du service
Document	id	Entier	8	Clé primaire
	First_name	Caractère	40	Nom Bénéficiaire
	Last_name	Caractère	40	Prénom Bénéficiaire
	Mail	Caractère	20	Mail Bénéficiaire
	Created_date	Date	10	Date de création document
	Id_user	Entier	8	Clé étrangère
Exchange	id	Entier	8	Clé primaire
	Created_at	Date	8	Date d'envoi
	Updated_at	Date	8	Date de mise à jour
	response	Caractère	200	Réponse
	Viewstatus	Caractère	10	Statuts dossier
	Document_Id	Entier	8	Clé étrangère
	Sender_service_Id	Entier	8	Clé étrangère
	Reciever_service_Id	Entier	8	Clé étrangère
Response	Id	Entier	8	Clé primaire
	Createdat	Date		Date de réponse
	Uptatedat	Date		Date de mise a jour
	Mail_id	Entier	8	Clé étrangère
	Document_Id	Entier	8	Clé étrangère
	Send_Service_Id	Entier	8	Clé étrangère
	Recieve_Service_Id	Entier	8	Clé étrangère
FileModel	id	Entier	8	Clé primaire
	Updatedat	Date		Date document
	mimetype	Caractere		Type
	Pic	Booleen		Etat
	Document_Id	Entier		Clé étrangère
Exchange	id			
	Created_at			
	Updated_at			
	response			

	Viewstatus			
	Document_Id			
	Sender_service_Id			
	Reciever_service_Id			

Tableau 02 : Dictionnaire des données

3.4.3 Diagramme de classes :

C'est une vue statique, car on ne tient pas compte du facteur temporel dans le comportement du système, il permet de modéliser les classes du système et leurs relations indépendamment d'un langage de programmation particulier

La figure ci-dessous représente le diagramme de classes qui contient toutes les informations telles que les classes, les méthodes, les associations et les propriétés

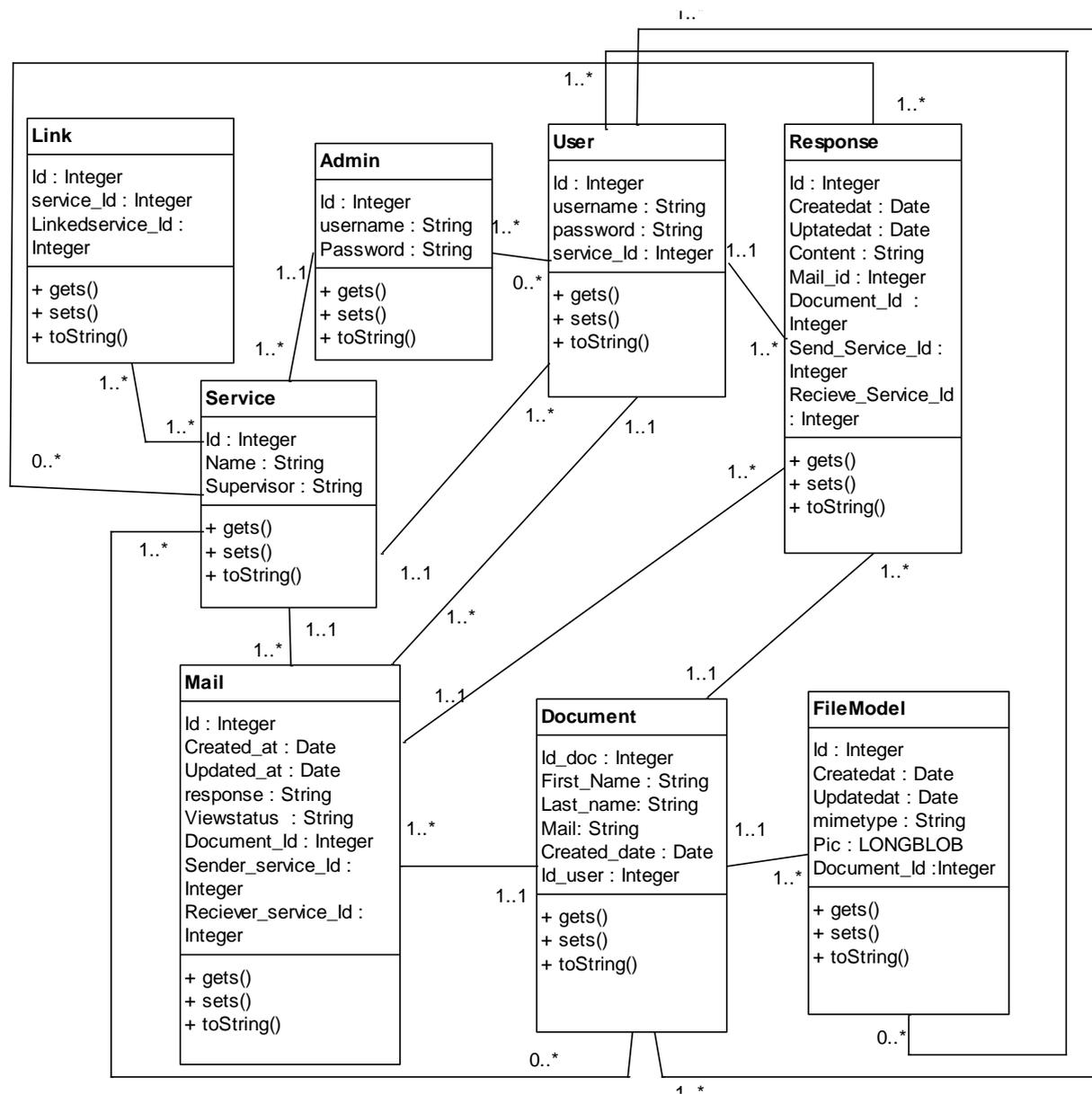


Figure N° 27 : Diagramme de classe

Nous allons définir pour chaque classe ses attributs et leurs types, ainsi que les méthodes qu'elle offre.

-La classe Link :

Attribut	Type	Méthodes
Id	Integer	getId()et setId()
Service_Id	Integer	getService_Id() et setService_Id()
Linkedservice_Id	Integer	getLinkedservice_Id() et setLinkedservice_Id()

Tableau 03 : La classe Link

-La classe Admin :

Attribut	Type	Méthodes
Id	Integer	getId()et setId()
username	String	getusername() et setUsername()
Password	String	getPassword() et setPassword()

Tableau 04 : La classe Admin

-La classe User :

Attribut	Type	Méthodes
Id	Integer	getId()et setId()
Username	String	getusername() et setUsername()
Password	String	getPassword() et setPassword()
Service_id	Integer	getServiceId() et setServiceId()

Tableau 05 : La classe User

-La classe Response :

Attribut	Type	Méthodes
Id	Integer	getId() et setId()
Createdat	Date	getCreatedat () et setCreatedat ()
Uptatedat	Date	getUptatedat() et setUptatedat()
Mail_id	Integer	getMail_id() et setMail_id()
Document_Id	Integer	getDocument_Id() et setDocument_Id()
Send_Service_Id	Integer	getSend_Service_Id() et setSend_Service_Id()
Recieve_Service_Id	Set	getRecieve_Service_Id() et setRecieve_Service_Id()

Tableau 06 : La classe Response

-La classe Service :

Attribut	Type	Méthodes
id	long	getId()et setId()
Name	String	getName() et setName ()
supervisor	String	getsupervisor() et setsupervisor ()

Tableau 07 : La classe Service

-La classe Mail (Exchange) :

Attribut	Type	Méthodes
id	Integer	getId() et setId()

Created_at	Date	getCreated_at() et setCreated_at()
Updated_at	Date	getUpdated_at() et setUpdated_at()
response	String	getresponse() et setresponse()
Viewstatus	String	getViewstatus() et setViewstatus()
Document_Id	Integer	getDocument_Id() et setDocument_Id()
Sender_service_Id	Integer	getSender_service_Id() et setSender_service_Id()
Reciever_service_Id	Integer	getId() et setId()

Tableau 08 : La classe Mail

-La classe Document :

Attribut	Type	Méthodes
id	Integer	getId()et setId()
First_name	String	getFirst_name() et setFirst_name()
Last_name	String	getLast_name() et setLast_name()
Mail	String	getMail() et setMail()
Created_date	Date	getCreated_date() et setCreated_date()
Id_user	Integer	getId_user()et setId_user()

Tableau 09 : La classe Document

-La classe FileModel :

Attribut	Type	Méthodes
id	Integer	getId() et setId()
Updatedat	Date	getUpdatedat() et setUpdatedat()
mimetype	String	getmimetype() et setmimetype()
Pic	LONGBLOB	getPic() et setPic()
Document_Id	Integer	getDocument_Id () et setDocument_Id ()

Tableau 10 : La classe FileModel

3.4.4-Diagrammes d'activités :

Le diagramme d'activités permet de mettre l'accent sur les traitements. Il est donc particulièrement adapté à la modélisation du cheminement de flots de contrôle et de flots de données. Il permet ainsi de représenter graphiquement le comportement d'une méthode ou le déroulement d'un cas d'utilisation.

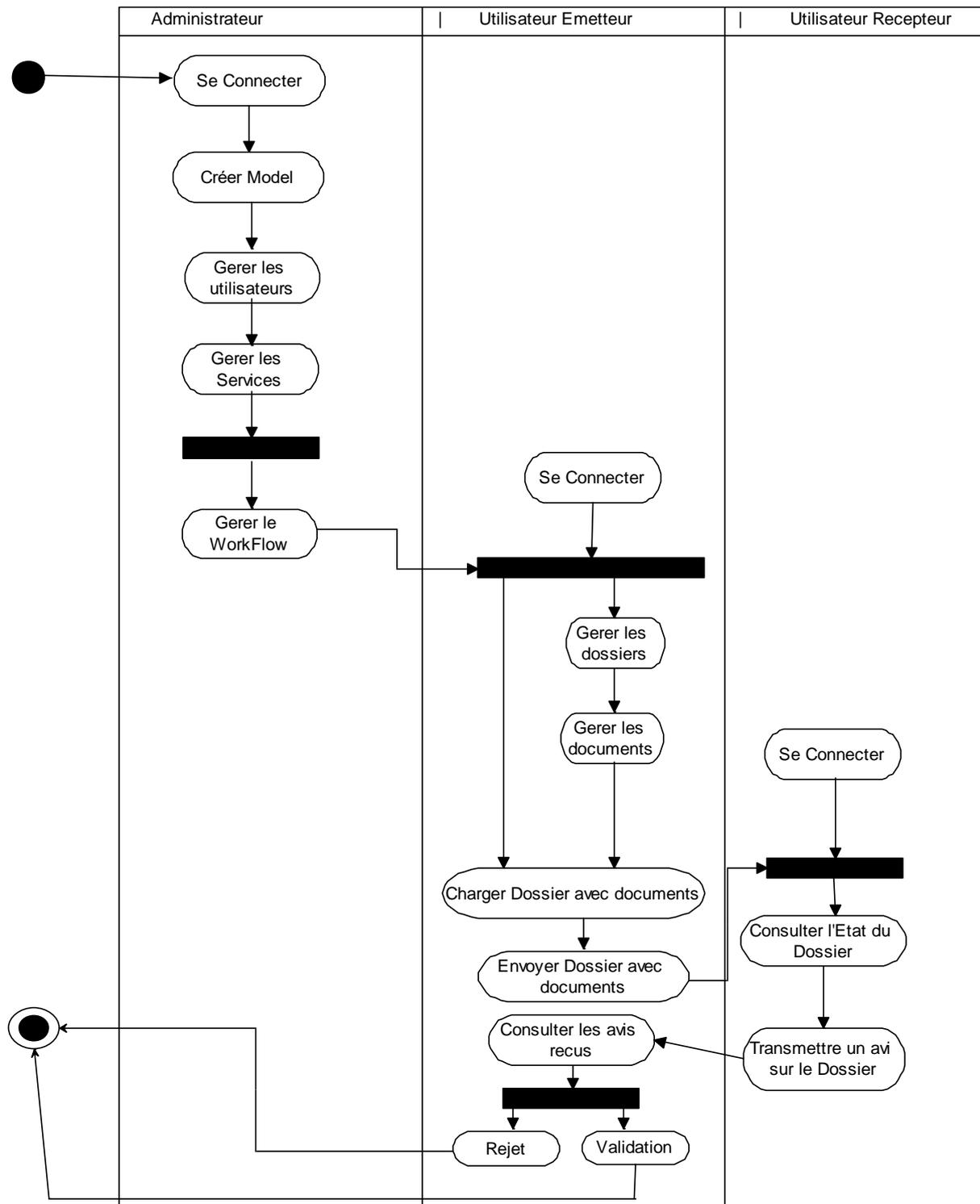


Figure N° 28 : Diagramme d'activité

Chapitre IV :

Réalisation

4.1-Introduction

Dans ce chapitre il sera question de tous ce qui est langages et outils de développement permettant la réalisation (Implémentation), on mettra en avant aussi les interfaces graphiques et leur fonctionnement.

4.2- Outils et langage de développement :

4.2.1- Spring framework :

Spring représente une bonne pratique pour ceux qui veulent développer en Java Entreprise, c'est un framework Open Source rendant l'utilisation de Java EE à la fois plus simple et plus productive. Spring est un nouveau concept, regroupant d'autres concepts existants tels que l'inversion de contrôle ou la programmation orientée aspect, tout en s'intégrant avec les grands frameworks Open Source tels qu'Hibernate, ainsi qu'avec les standards Java EE, il propose un modèle d'application cohérent, complet et simple d'emploi.

Spring est Recommandé par de nombreux architectes et développeurs expérimentés, une bonne connaissance de ce produit est donc essentielle aujourd'hui, dans le monde très concurrentiel de l'informatique d'entreprise, car il permet de se concentrer plus sur la logique métier lors du développement d'une application (CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011):

a. Spring « Thymeleaf » :

Nous avons utilisé Spring Thymeleaf comme un moteur de template Java pour le traitement et la création de HTML, XML, JavaScript, CSS et du texte. Elle permet de prototyper des gabarits, ce qui rend le développement très rapide par rapport aux autres moteurs de gabarits tels que JSP (CRAIG WALLS, 2019).

b. Spring Boot :

Nous avons utilisé Spring Boot pour facilite la création d'applications basées sur Spring autonomes qui facilite l'autoconfiguration.

c. Spring Data JPA:

Spring Data est un modèle de programmation pour l'accès aux données. Il facilite l'accès aux données, soit relationnelles ou non relationnelles des infrastructures de services de données en nuage.

d. Spring Security :

Spring Security est une infrastructure puissante d'accès, qui permet la réalisation de l'authentification et l'autorisation aux applications Java .

e. Spring Cloud :

Spring Cloud comporte des outils de création rapide de certains modèles courants dans les systèmes distribués (gestion de la configuration, découverte de services...), les développeurs peuvent rapidement mettre en service des services et des applications basés sur ces modèles. [CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011].

e.1- Spring Cloud Netflix :

Spring Cloud Netflix fournit des intégrations Netflix OSS pour les applications Spring Boot via la configuration automatique et liaison à l'environnement Spring et à d'autres idiomes de modèle de programmation Spring. Avec quelques annotations simples, vous pouvez rapidement activer et configurer les modèles communs et créez de grands systèmes distribués. Les patrons fournis incluent le Service Discovery (Eureka).

e.1.1 Découverte de services Clients d'Eureka :

La découverte de services est l'un des principes clés d'une architecture basée sur des microservices. Essayer de configurer à la main chaque client ou une certaine forme de convention peut être difficile à faire et peut être fragile. Eureka est le serveur et le client de découverte de service Netflix. Le serveur peut être configuré et déployé pour être hautement disponible, chaque serveur reproduisant l'état des services enregistrés sur les autres.

e.1.2. Comment inclure le client Eureka :

Pour inclure le client Eureka dans votre projet, utilisez le démarreur avec un ID de groupe de org.springframework.cloud et un ID d'artefact de spring-cloud-starter-netflix-eureka-client.

e.1.3. S'inscrire à Eureka :

Lorsqu'un client s'enregistre auprès d'Eureka, il fournit des métadonnées sur lui-même, telles que l'hôte, le port, l'URL de l'indicateur, la page d'accueil et d'autres détails. Eureka reçoit des messages de pulsation de chaque instance appartenant à un service. Si la pulsation échoue sur un calendrier configurable, l'instance est normalement supprimée du registre.

4.3. Micro Service :

Nous avons choisi le langage de programmation réactif du projet spring.io avec un ensemble de composants pouvant être utilisés pour mettre en œuvre notre modèle d'exploitation [CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011] :

4.3.1. Patterns dans l'architecture des microservices :

a. Api Gateway :

1. Choisissez de créer l'application en tant qu'ensemble de micro-services.
2. Décidez comment le client de l'application va interagir avec les microservices.
3. Avec une application monolithique, il n'y a qu'un seul ensemble de points d'extrémité (généralement répliqués, à charge équilibrée), Dans une architecture de micro-services, chaque micro-service expose cependant un ensemble de points finaux.

b. Service registry :

1. Le registre de service aide à déterminer l'emplacement des instances de service pour envoyer la demande au correspondant un service, ici, Netflix Eureka peut enregistrer un service dans le registre de services serveur et il peut être identifié par le routeur²¹.

c. Service Discovery :

1. Dans une application monolithique, les services s'appellent par le biais d'appels de méthode ou de procédure au niveau de la langue, Dans une application moderne basée sur des micro-services, elle s'exécute généralement dans des environnements virtualisés où le nombre des instances d'un service et de leurs emplacements change de façon dynamique, chaque service peut être identifié à l'aide d'un routeur enregistré auprès du serveur de registre de services.

4.3.2 Composantes majeures de Netflix :

a. Service Discovery Server :

Netflix Eureka permet aux micro-services de s'enregistrer eux-mêmes au moment de leur exécution, tels qu'ils apparaissent dans la structure du système.

b. Routage dynamique et équilibreur de charge :

Netflix Ribbon peut être utilisé par les consommateurs de services pour rechercher des services au moment de l'exécution. Le ruban utilise les informations disponibles dans Eureka pour localiser les instances de service appropriées. Si plusieurs instances sont trouvées, le Ruban appliquera un équilibrage de charge pour répartir les demandes sur les instances disponibles. Le ruban ne s'exécute pas en tant que service distinct, mais en tant que composant intégré dans chaque consommateur de service.

c. Serveur Edge :

Zuul est le gardien du monde extérieur, ne permettant pas le passage de demandes externes non autorisées. Zulu fournit également un point d'entrée bien connu aux micro-services dans le paysage système. L'utilisation de ports alloués de manière dynamique est pratique pour éviter les conflits de ports et minimiser l'administration, mais elle rend évidemment la tâche plus difficile pour tout consommateur de services

donné. Zuul utilise Ribbon pour rechercher les services disponibles et achemine la demande externe vers une instance de service appropriée.

4.4. Maven :

Maven est essentiellement un outil de gestion et de compréhension de projet, il offre les fonctionnalités suivantes [CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011] :

- * Construction, Compilation;
- * Documentation;
- * Rapport;
- * Gestion des dépendances;
- * Gestion des sources;
- * Mise à jour de projet;
- * Déploiement.

4.4.1 POM :

Le POM (Project Object Model) est une façon de décrire, de manière déclarative, un projet au sens de Maven. Cette description est contenue dans le fichier pom.xml présent dans le répertoire de base du projet. Le fichier pom.xml contient tous les éléments permettant de gérer le cycle de vie du projet.

a. Code POM.xml :

```
<project xmlns="http://maven.apache.org/POM/4.0.0"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://maven.apache.org/POM/4.0.0 http://maven.apache.org/xsd/maven-
4.0.0.xsd">
  <modelVersion>4.0.0</modelVersion>
  <parent>
    <groupId>org.springframework.boot</groupId>
    <artifactId>spring-boot-starter-parent</artifactId>
    <version>2.5.10</version>
    <relativePath/> <!-- lookup parent from repository -->
  </parent>
  <groupId>com.example</groupId>
  <artifactId>PFE_CloudDMS</artifactId>
  <version>0.0.1-SNAPSHOT</version>
  <name>PFE_CloudDMS</name>
  <description>Demo project for Spring Boot</description>
  <properties>
    <java.version>1.8</java.version>
  </properties>
  <dependencies>
    <dependency>
      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
```

```
<artifactId>spring-boot-starter-data-jpa</artifactId>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.springframework.boot</groupId>
  <artifactId>spring-boot-starter-thymeleaf</artifactId>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.springframework.boot</groupId>
  <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
</dependency>

<dependency>
  <groupId>mysql</groupId>
  <artifactId>mysql-connector-java</artifactId>
  <scope>runtime</scope>
</dependency>
<dependency>
  <groupId>org.springframework.boot</groupId>
  <artifactId>spring-boot-starter-test</artifactId>
  <scope>test</scope>
</dependency>
</dependencies>

<build>
  <plugins>
    <plugin>
      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
      <artifactId>spring-boot-maven-plugin</artifactId>
    </plugin>
  </plugins>
</build>
</project>
```

- * Project : C'est la balise racine de tous les fichiers pom.xml.
- * ModelVersion : Cette balise indique la version de POM utilisée.
- * GroupId : Cette balise permet d'identifier un groupe qui a créé le projet.
- * ArtifactId : Cette balise indique un nom unique utilisé pour nommer les artifacts.
- * Packaging : Type de packaging du projet (ex. : JAR, WAR, EAR, etc.).
- * version : Version de l'artifact généré par le projet.
- * Name : Nom du projet.
- * Url : adresse du site du projet.
- * description : Description du projet.
- * Dependencies : balise permettant de gérer les dépendances.

4.4.2 Dépendance :

Une dépendance est une référence vers un artefact spécifique contenu dans un repository. Cet artefact est nécessaire pour une ou plusieurs phases du cycle de vie du projet. L'exemple le plus simple est une dépendance sur une bibliothèque jar qui permet d'en utiliser le contenu dans le projet.

4.4.3 Artefact Dans Maven :

Un artefact est un élément spécifique issu de la construction du logiciel. Dans Java, les artefacts les plus communs sont des JARs, mais ce peut être aussi un fichier WAR, un EAR, un ZIP, etc.

4.4.4 Le groupId/artifactId :

Le groupId est l'identifiant du groupe, à l'origine du projet.

GroupId suit les mêmes règles de nommage que les packages Java (exemple : com.example), et on choisit généralement comme groupId le nom du top package du projet.

- L'artifactId est l'identifiant du projet au sein de ce groupe.
- L'artifactId est utilisé par défaut pour construire le nom de l'artefact final(exemple: pour un artifactId = monprojet, le nom du fichier jar généré sera monprojet-version.jar).

4.4.5 SNAPSHOT :

Par convention une version en cours de développement d'un projet voit son numéro de version suivi d'un -SNAPSHOT. Ainsi un projet en version 2.0-SNAPSHOT signifie que cette version est une pré-version de la version 2.0, en cours de développement. Ce concept de SNAPSHOT est particulièrement important pour Maven. En effet, dans la gestion des dépendances, Maven va chercher à mettre à jour les versions SNAPSHOT régulièrement pour prendre en compte les derniers développements. L'utilisation d'une version SNAPSHOT permet de bénéficier des dernières fonctionnalités d'un projet, mais en contrepartie, cette version peut être appelée à être modifiée de façon importante, sans aucun préavis.

4.4.6 Le repository local et distant :

Un repository local est un répertoire sur le poste du développeur permettant de stocker, suivant la même arborescence, tous les artefacts téléchargés depuis les repository distants.

4.5. Création d'un service cloud par spring et micro service :

4.5.1 Outils et Versions :

* Spring Boot Version : 2.0.1

- * Java Version 1.8.0
- * Maven Version 3.6.1
- * Eclipse.

Nous allons donc créer les microservices suivants :

4.5.2 Microservice login : Nous commençons par la création du Micro-service login :

Chaque Service aura la forme d'un projet Spring. Pour créer rapidement et facilement un projet Spring avec toutes les dépendances nécessaires :

Il faut accéder au site start.spring.io, et créer un projet avec les caractéristiques suivantes :

a. Projet Maven avec Java et Spring Boot version 2.0.1

b. Group : PFE_CloudDMS

c. Artifact : PFE_CloudDMS

d. Dépendances :

- JPA : Java Persistence API.
- Mysql : base de données pour le stockage.
- Thymleaf.
- Spring Security.

e. Télécharger la configuration du site.

f. Décompresser le fichier télécharger.

Nous avons utilisé le Framework CSS Bootstrap 4 qui facilite la gestion de la mise en forme des pages HTML. Il permet un affichage qui s'adapte à la taille de l'écran, que ce soit une tablette, un smartphone, etc.

g. Dans l'éditeur Eclipse importer le fichier télécharger :

Fichier --> Import --> Maven --> Existing Maven Projects --> Indiquez le répertoire du fichier décompresser -> Finish .

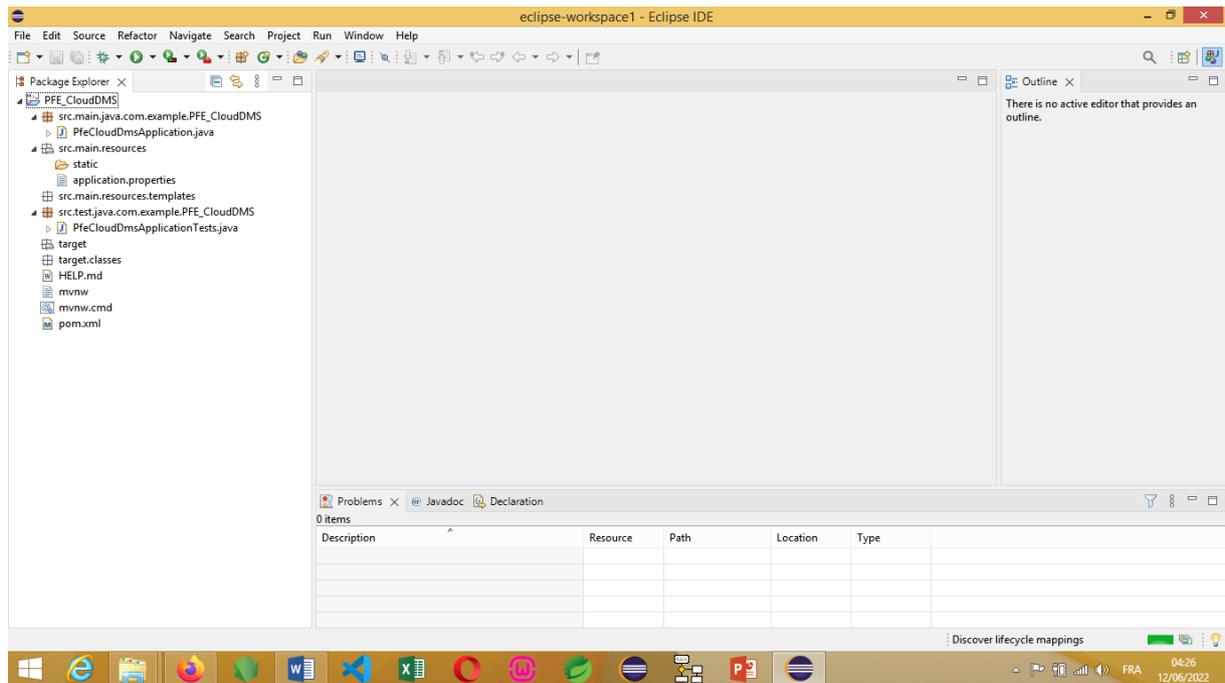


Figure 29 : Microservice PFE_CloudDMS

Suivre ensuite les étapes suivantes pour créer le microservice LoginService :

- Sur le projet importer avec votre éditeur.
- Sous le répertoire src/main/java et dans le package com.example.PFE_CloudDMS, créer la classe Login service comme suit :

```
package com.example.PFE_CloudDMS.LoginService;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.stereotype.Service;
import com.example.PFE_CloudDMS.LoginDomain.Login;
import com.example.PFE_CloudDMS.LoginRepository.LoginRepository;
@Service
public class LoginService {
    @Autowired
    private LoginRepository repo;
    public Login login(String username, String password) {
        Login user = repo.findByUsernameAndPassword(username, password);
        return user;
    }
}
```

h. Créer la classe LoginControler dans le même package :

```
package com.example.PFE_CloudDMS.LoginControler;
import java.util.Objects;
import javax.servlet.http.HttpServletRequest;
import javax.servlet.http.HttpServletResponse;
import org.springframework.beans.factory.annotation.Autowired;
import org.springframework.stereotype.Controller;
```

```
import org.springframework.web.bind.annotation.GetMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.ModelAttribute;
import org.springframework.web.bind.annotation.PostMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RequestMapping;
import org.springframework.web.bind.annotation.RequestMethod;
import org.springframework.web.servlet.ModelAndView;
import com.example.PFE_CloudDMS.LoginDomain.Login;
import com.example.PFE_CloudDMS.LoginService.LoginService;

@Controller
public class LoginController {
    @Autowired
    private LoginService userService;
    @GetMapping("/home")
    public ModelAndView home() {
        ModelAndView mav = new ModelAndView("home");
        return mav;
    }
    @GetMapping("/login")
    public ModelAndView login() {
        ModelAndView mav = new ModelAndView("login");
        mav.addObject("user", new Login());
        return mav;
    }
    @PostMapping("/login")
    public String login(@ModelAttribute("user") Login user ) {
        Login oauthUser = userService.login(user.getUsername(), user.getPassword());
        System.out.print(oauthUser);
        if(Objects.nonNull(oauthUser))
        {
            return "redirect:/home";
        } else {
            return "redirect:/login";
        }
    }
}
@RequestMapping(value = {"logout"}, method = RequestMethod.POST)
public String logoutDo(HttpServletRequest request, HttpServletResponse response)
{
    return "redirect:/login";
}
}
```

i. Cette classe est annotée avec JPA, pour stocker ensuite les objets user dans la base de données mysql grâce à Spring Data. Pour cela, créer l'interface LoginRepository dans le même package :

```
package com.example.PFE_CloudDMS.LoginRepository;
import org.springframework.data.jpa.repository.JpaRepository;
import org.springframework.stereotype.Repository;
import com.example.PFE_CloudDMS.LoginDomain.Login;
```

Chapitre IV : Réalisation

```
@Repository
public interface LoginRepository extends JpaRepository<Login, Long> {
    Login findByUsernameAndPassword(String username, String password);
}
```

j. Pour insérer les objets dans la base, nous allons créer la classe LoginDomain :

```
package com.example.PFE_CloudDMS.LoginDomain;
import javax.persistence.Entity;
import javax.persistence.GeneratedValue;
import javax.persistence.GenerationType;
import javax.persistence.Id;
import javax.persistence.Table;

@Entity
@Table(name="admin")
public class Login {
    @Id
    @GeneratedValue(strategy= GenerationType.IDENTITY)
    private Long id;
    private String username;
    private String password;

    public Login()
    {
    }

    public Login(Long id, String username, String password) {
        this.id = id;
        this.username = username;
        this.password = password;
    }

    public Long getId() {
        return id;
    }
    public void setId(Long id) {
        this.id = id;
    }
    public String getUsername() {
        return username;
    }
    public void setUsername(String username) {
        this.username = username;
    }
    public String getPassword() {
        return password;
    }
}
```

```
}  
public void setPassword(String password) {  
    this.password = password;  
}  
}
```

k. Le UserRepository sera instancié automatiquement grâce au mécanisme d'injection de dépendances. Lancer la classe principale. Une base de données MySQL sera créée.

- Pour exécuter l'application :

* Lancer ensuite la configuration Spring Boot PfcCloudDmsApplication.

Et ainsi de suite pour les autres micro-services :

- Users
- Services
- Workflow
- Documents
- Response
- Exchange . . .

1. Autres services :

1.1. ConfigService :

Dans une architecture microservices, plusieurs services s'exécutent en même temps, sur des processus différents, avec chacun sa propre configuration et ses propres paramètres. Spring. Cloud Config fournit un support côté serveur et côté client pour externaliser les configurations dans un système distribué. Grâce au service de configuration, il est possible d'avoir un endroit centralisé pour gérer les propriétés de chacun de ces services pour cela il est conseillé de créer **ConfigService** .

```
import org . springframework . boot . SpringApplication ;  
import org . springframework . boot . autoconfigure . SpringBootApplication ;  
import org . springframework . cloud . config . server . EnableConfigServer ;
```

```
@EnableConfigServer  
@SpringBootApplication  
public class ConfigServiceApplication {  
  
    public static void main( String [ ] args ) {  
        SpringApplication.run( ConfigServiceApplicatin.class, args ) ;  
    }  
}
```

1.2. Microservice - DiscoveryService :

Pour éviter un couplage fort entre microservices, il est fortement recommandé d'utiliser un service de découverte qui permet d'enregistrer les propriétés des différents services et d'éviter ainsi d'avoir à appeler un service directement. Au lieu de cela, le service de découverte fournira dynamiquement les informations nécessaires, ce qui permet d'assurer l'élasticité et la dynamique propres à une architecture microservices.

Pour réaliser cela, Netflix Cloud offre le service Eureka Service Registration and Discovery :

```
package com.example. PFE_CloudDMS.discoveryService ;
import org . springframework . boot . SpringApplication ;
import org . springframework . boot . autoconfigure . SpringBootApplication ;
import org . springframework . cloud . netflix . eureka . server . EnableEurekaServer;
@EnableEurekaServer
@SpringBootApplication
public class DiscoveryServiceApplication {
public static void main( String [] args ) {
SpringApplication .run( DiscoveryServiceApplication . class , args );
}
}
```

1.3.- Microservice - ProxyService :

L'architecture microservice, en fournissant un ensemble de services indépendants et faiblement couplés, se trouve confrontée au challenge de fournir une interface unifiée pour les consommateurs, de manière à ce qu'ils ne voient pas la décomposition à faible granularité de vos services. C'est pour cela que l'utilisation d'un service proxy, responsable du routage des requêtes et de la répartition de charge est important, dans ce contexte Netflix offre le service Zuul pour réaliser cela en utilisant les annotations `@EnableZuulProxy`, et `@EnableDiscoveryClient`.

4.6- Description de l'architecture de notre système :

Nous avons instanciés le workFlow selon l'étude du processus métier au niveau de la wilaya de Tiaret- DRAG - Bureau établissement classés. Nous avons développé deux services pour l'orchestration des Micro-Service (dans notre cas : DmsCloudService) à savoir service configuration et service registration. L'administrateur peut instancier le workFlow pour diverses organisations.

4.6- Description de l'architecture de notre système :

Nous avons instanciés le workFlow selon l'étude du processus métier au niveau de la wilaya de Tiaret- DRAG - Bureau établissement classés. Nous avons développé deux services pour

Chapitre IV : Réalisation

l'orchestration des Micro-Service (dans notre cas : DmsCloudService) à savoir service configuration et service registration. L'administrateur peut instancier le workFlow pour diverses organisations.

4.6.1 Interface de l'administrateur :

a. Authentification :

Cette interface permet de vérifier la disponibilité du compte de l'administrateur et si le mot de passe est correct.

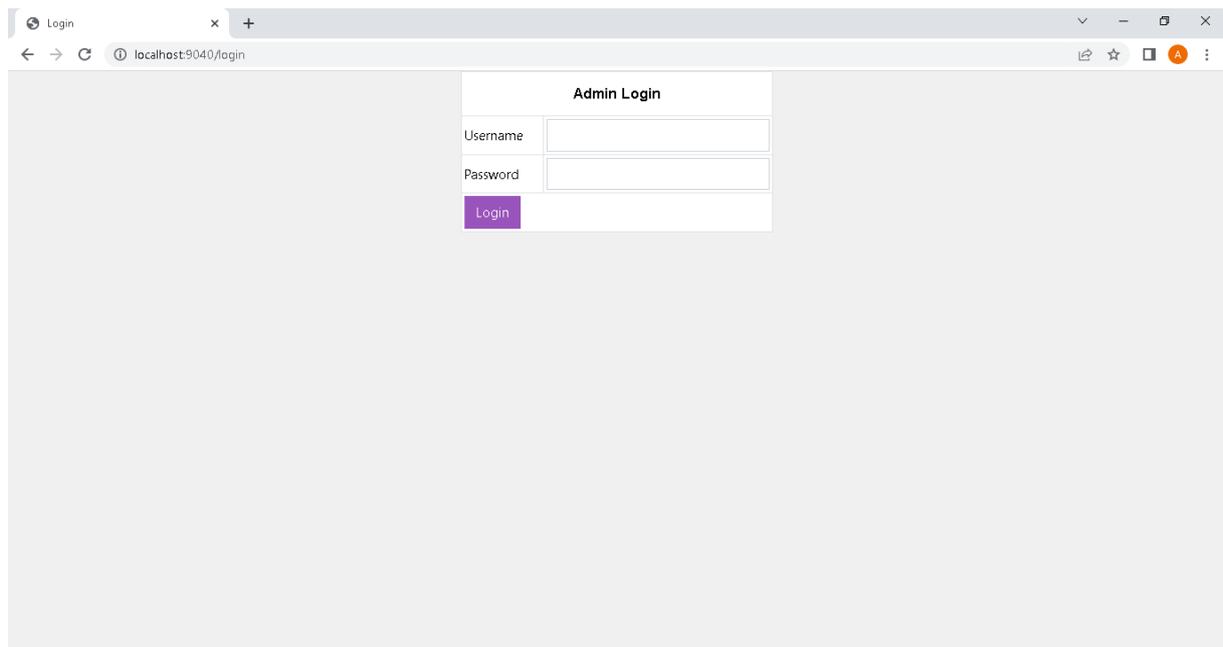


Figure 30 : Authentification de l'administrateur au système

b. Accueil :

La page d'accueil pour des administrateurs de système.

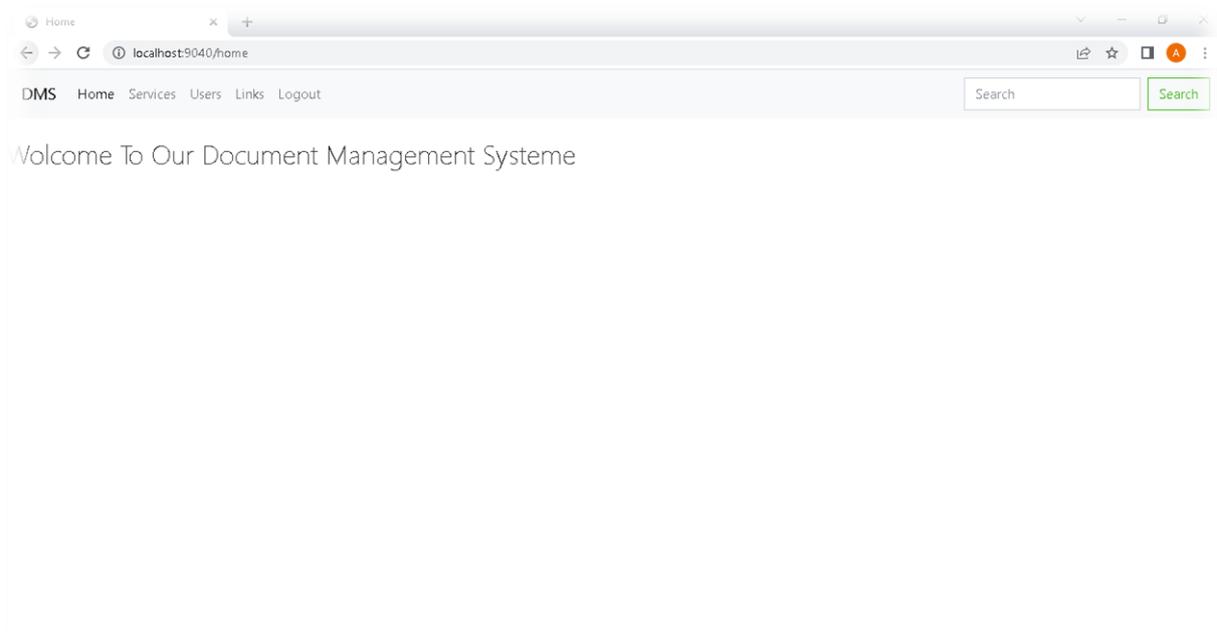


Figure 31 : Page d'accueil des administrateurs

c. Création d'un circuit workFlow :

L'administrateur peut créer un circuit du dossier via une interface simple, en indiquant le service transmetteur et le(s) service(s) receveur(s) du dossier.

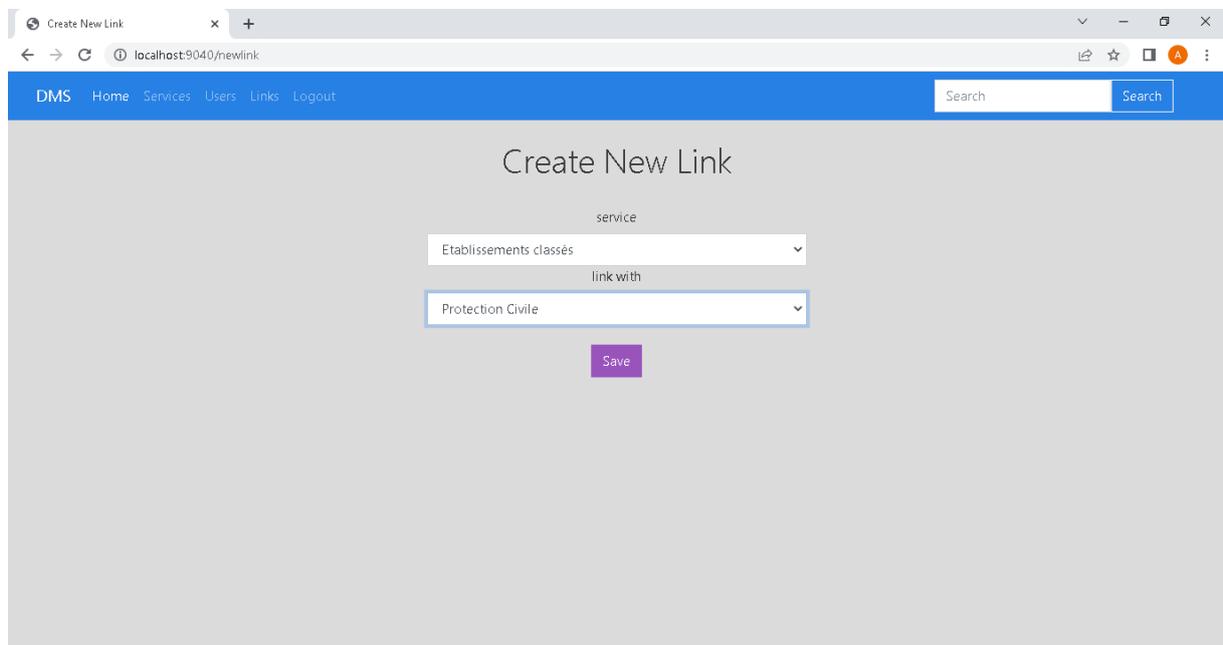


Figure 32 : Création d'un workFlow pour le Bureau des établissement classés

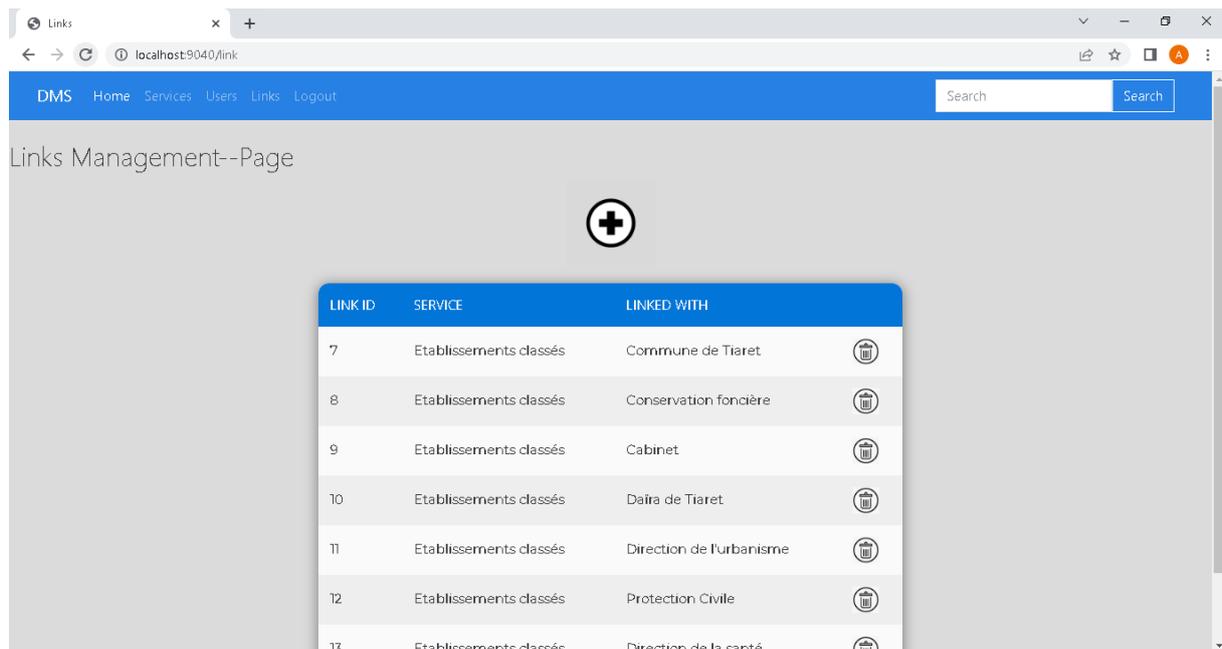


Figure 33 : Affichage du workFlow pour le Bureau des établissement classés

d. Gestion des dossiers :

1. L'administrateur peut gérer des dossiers en ajoutant et en modifiant leurs informations.
2. L'administrateur peut gérer des dossiers en indiquant les noms des documents appartenant à un seul dossier.

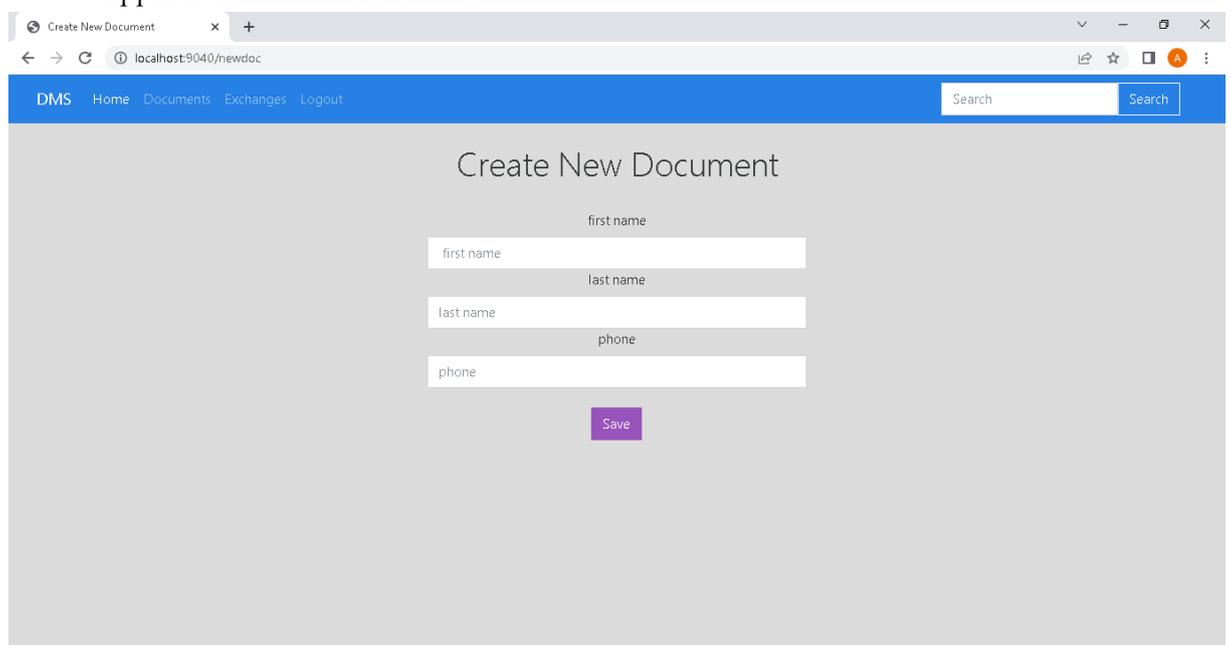


Figure 34 : Créer un nouveau dossier

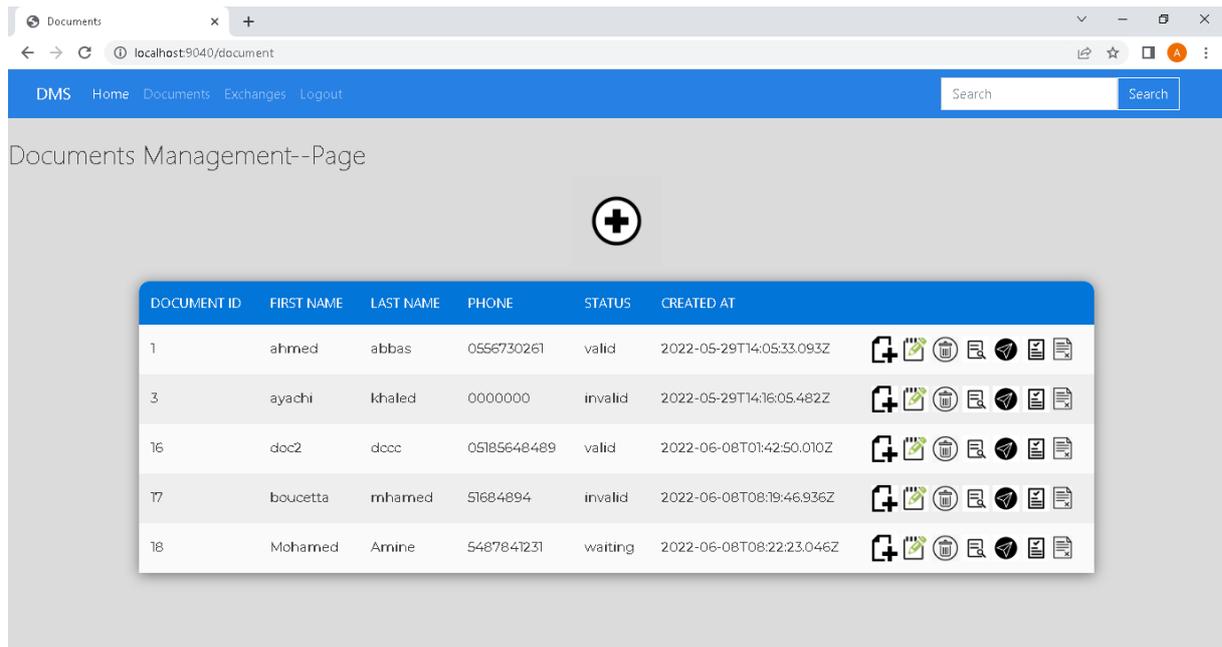


Figure 35 : Affichage et gestion des Dossiers

e. Gestion des Services :

L'administrateur peut gérer les services en ajoutant et en modifiant leurs informations.

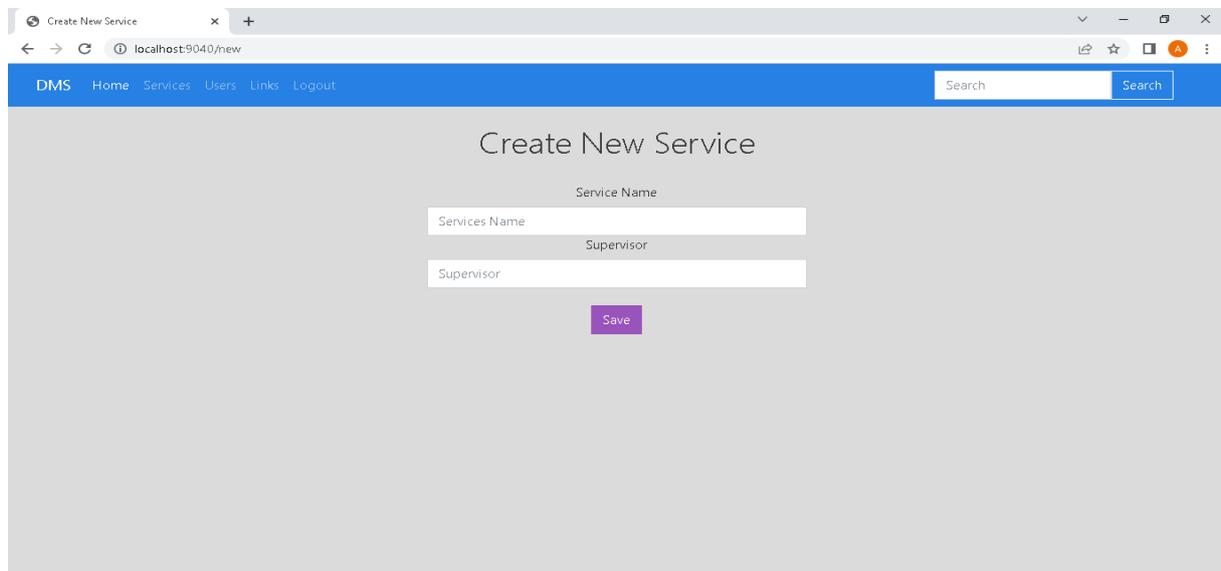


Figure 36 : Gestion des Services

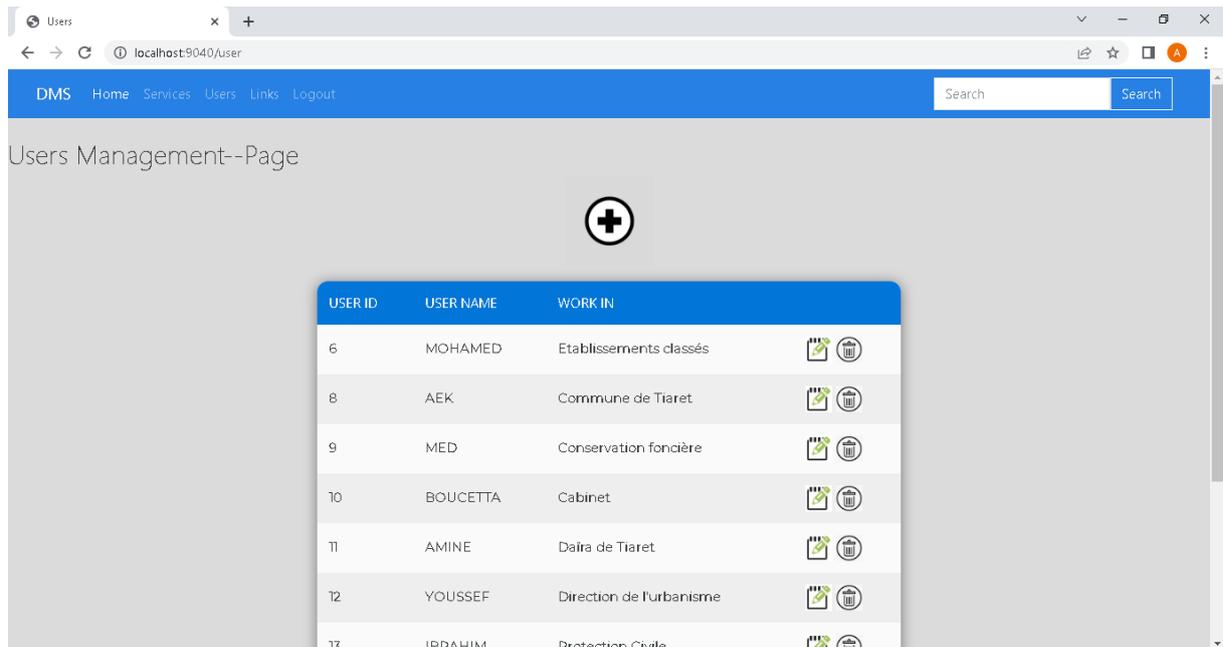


Figure 37 : Affichage Superviseurs par Services

f. Gestion des Utilisateurs :

L'administrateur peut gérer les comptes d'utilisateurs en ajoutant, modifiant ou supprimant leurs informations.

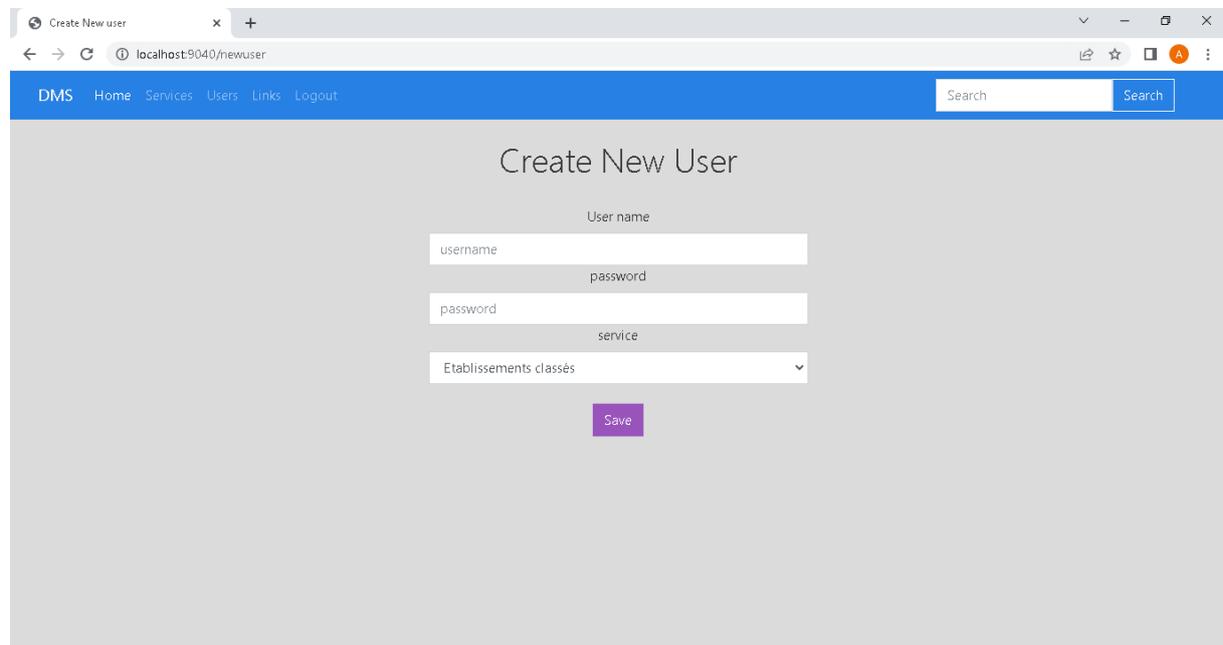


Figure 38 : Gestion des Utilisateurs

4.6.2. Les interfaces de l'Utilisateur :

a. Authentification :

Cette interface permet de vérifier la disponibilité du compte de l'utilisateur et si le mot de passe est correct.

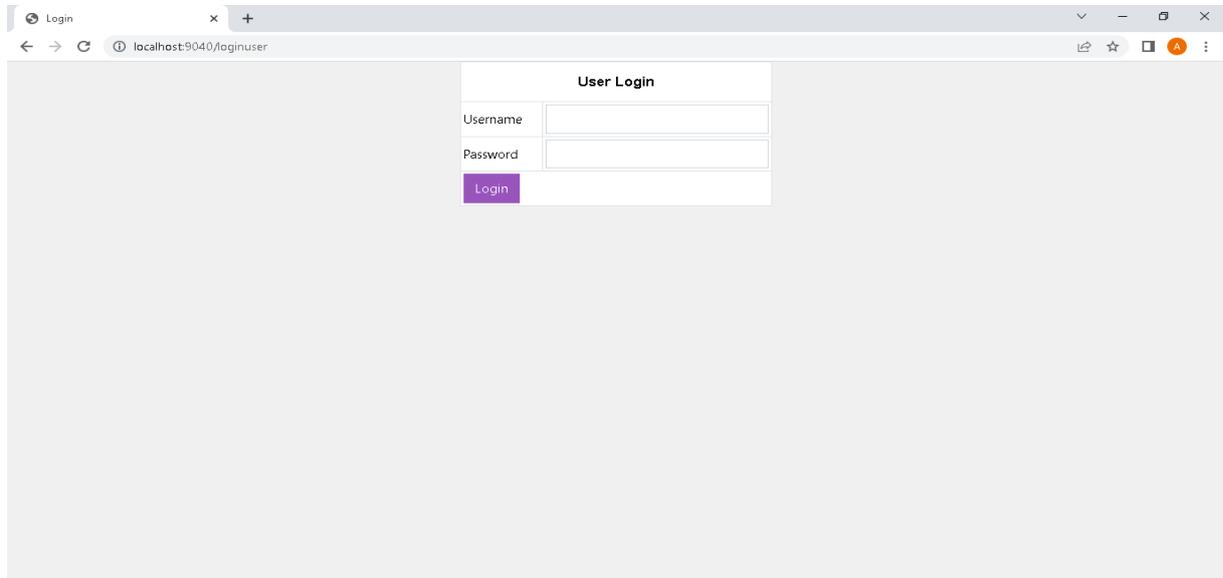


Figure 39 : Authentification de l'utilisateur au système

b. Accueil :

La page d'accueil pour des utilisateurs de système.

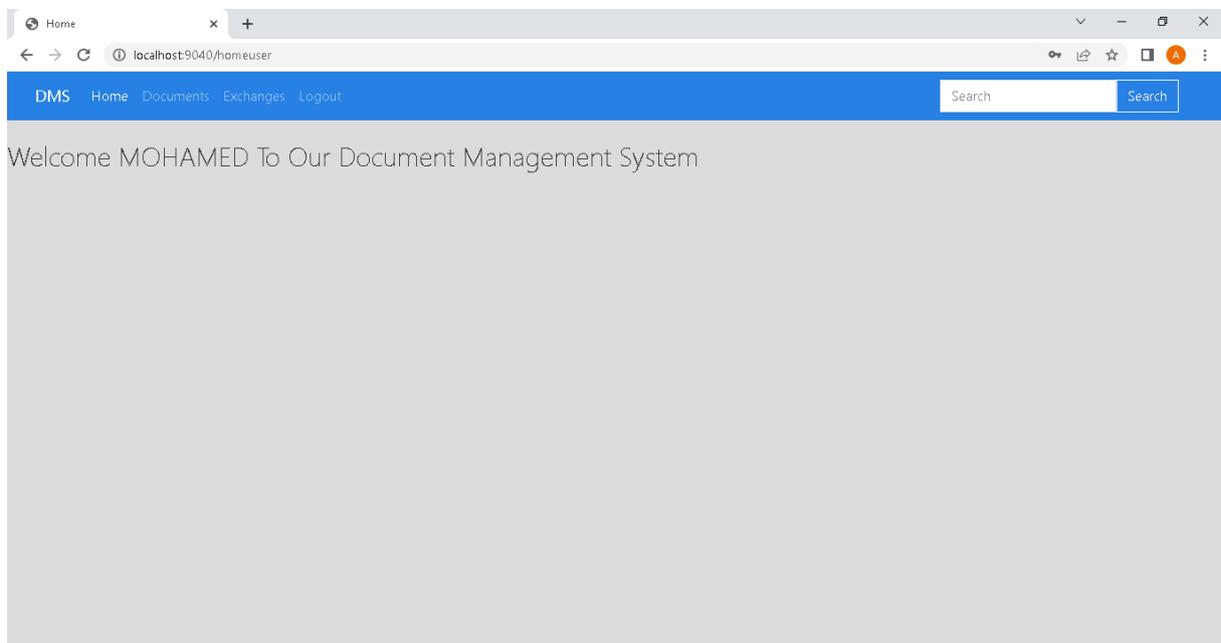


Figure 40 : Page d'accueil des utilisateurs

c. Charger un dossier :

L'utilisateur superviseur d'un service charge le dossier sur cette interface en indiquant le nom et prénom de la personne bénéficiaire de ce dossier selon sa constitution initié au préalable par l'administrateur, et entame l'envoi vers le ou les services destinataires selon le workflow initié par l'administrateur, et le dossier sera affiché dans l'interface du Dashboard du service destinataire.

Remarque : L'utilisateur peut envoyer un simple message de notification aux autres services concernés sans charger un dossier quelconque.

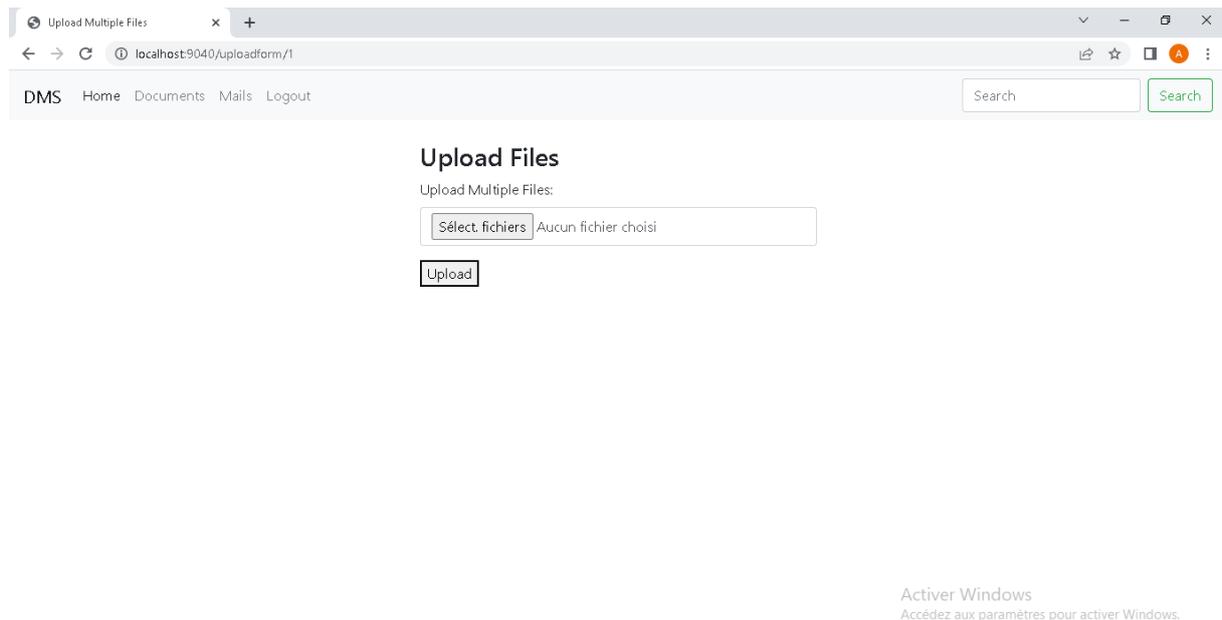


Figure 41 : Charger un dossier

e. Envoyer un dossier :

L'utilisateur superviseur d'un service après avoir chargé le dossier, entame l'envoi vers le ou les services destinataires selon les restrictions du workflow initié par l'administrateur, et le dossier sera affiché dans l'interface du Dashboard du service destinataire.

Remarque : L'utilisateur peut envoyer un simple message de notification aux autres services concernés sans charger un dossier quelconque (Unrequired).

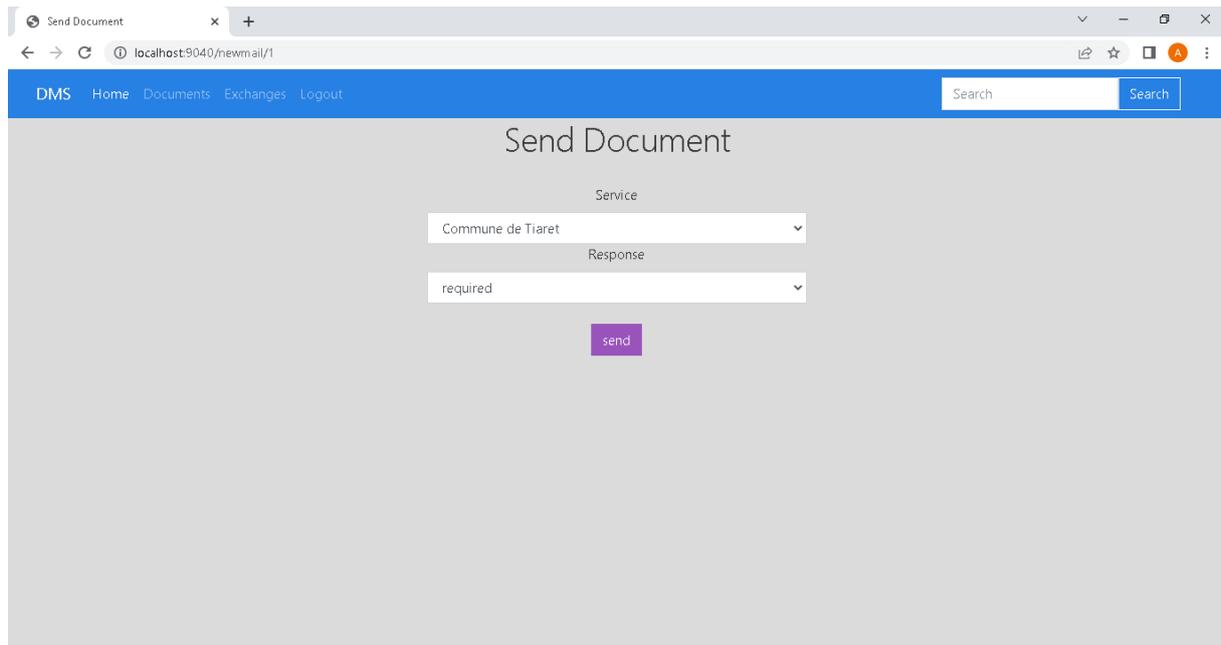


Figure 42 : Envoyer un dossier

f. Liste états de dossiers et Reçus d'envois :

Le dossier envoyer une fois ouvert par le service dentinaire, un reçu est affiché en retour au service émetteur pour notification. Affichez les dossiers de la manière suivante : « Waiting » ou « Viewed » dans un Dashboard.

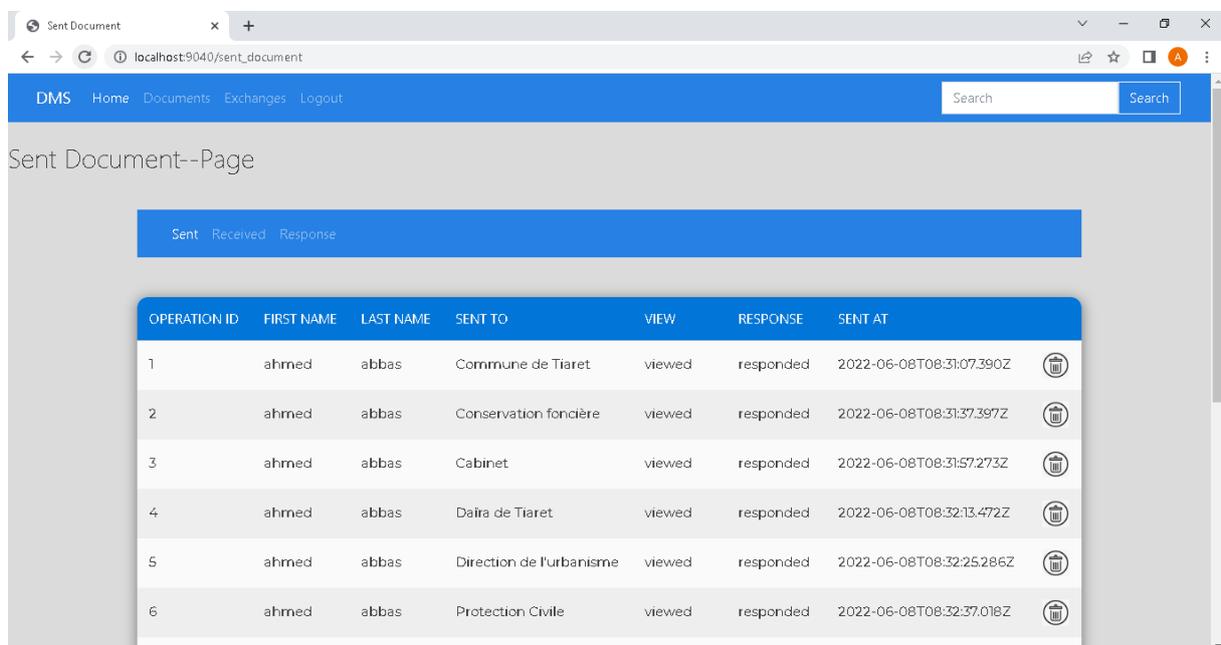


Figure 43 : Liste des états de dossiers

g. Envoi de la Réponse :

L'utilisateur destinataire du dossier répond et donne son avis sur le dossier envoyé.

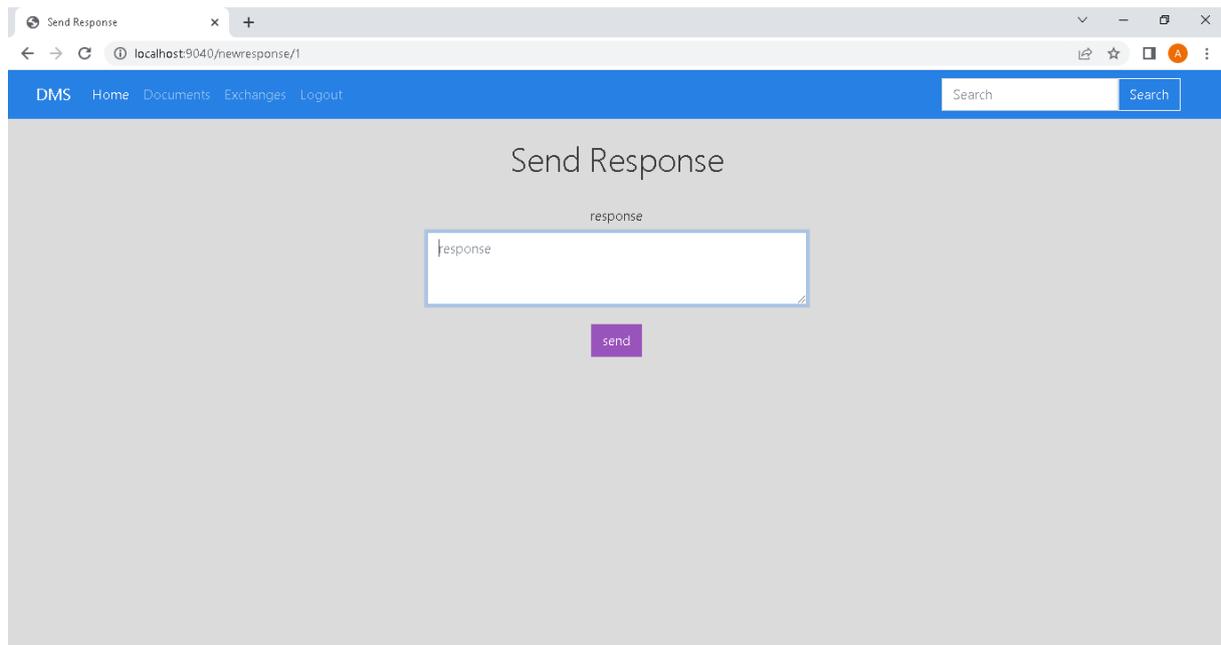


Figure 44 : Réponse suite à un envoi

h. Historique des envois de dossiers reçus :

L'utilisateur peut consulter l'état des dossiers envoyés a son service.

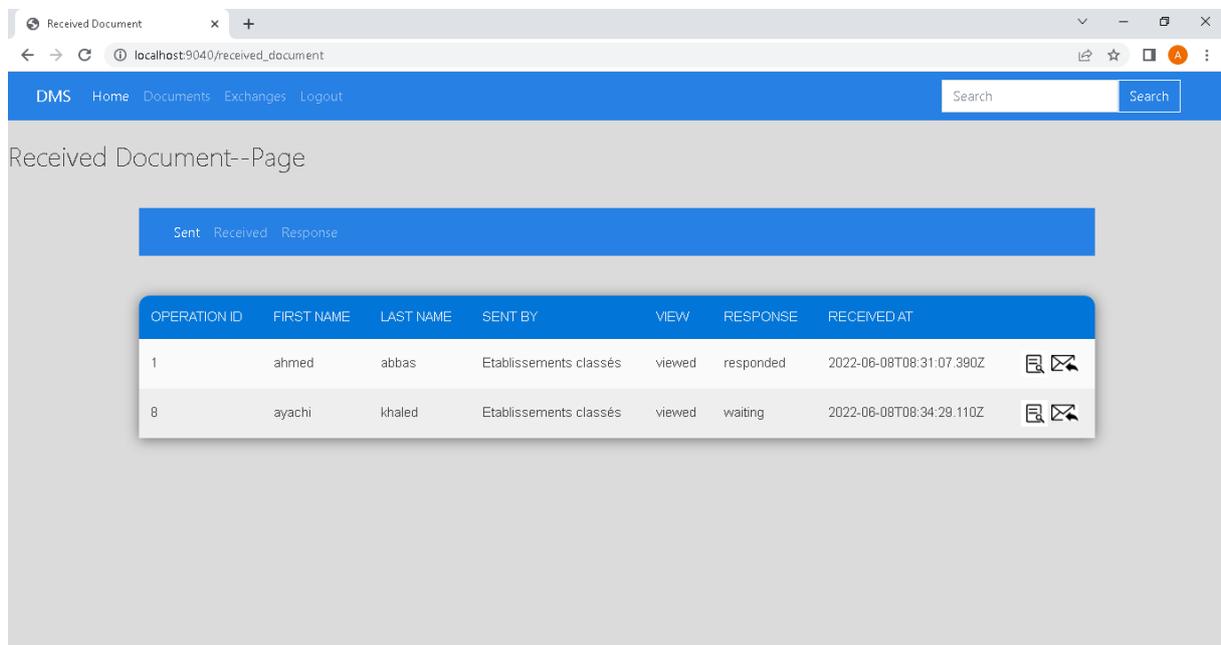


Figure 45 : Liste des dossiers reçus

h. Afficher les fichiers du dossier :

L'utilisateur peut consulter les fichiers d'un dossier.

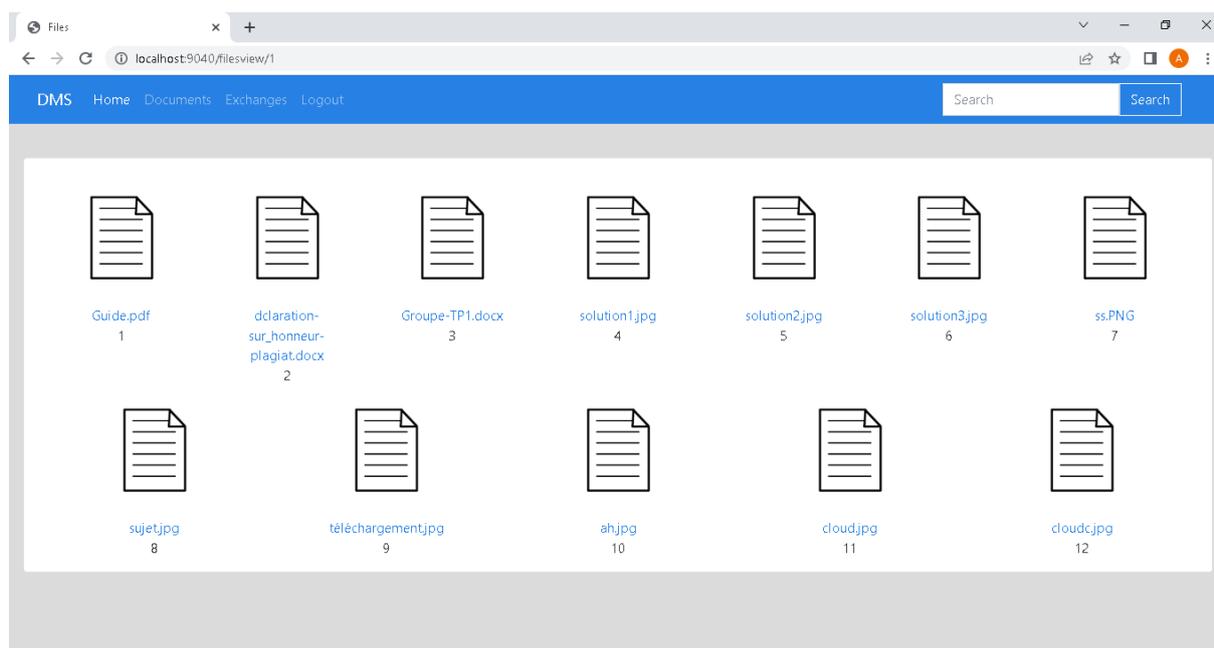


Figure 46 : Affichage des fichiers d'un dossiers

Conclusion générale :

Le Cloud Computing est un concept très riche et vaste, utilisant des technologies puissantes, très utile pour faire des économies, surtout en déléguant la maintenance du matériel et la configuration du software y compris les licences aux fournisseurs.

Les outils utilisés pour l'implémentation, spécialement spring Framework s'avère d'une flexibilité et une robustesse sans égale, permettant ainsi de se focaliser sur le processus métier, ce qui permet un gains de temps important surtout que le codes utilisé n'a pas besoin de beaucoup de tests, étant développé et accréditer par des professionnelles, ce qui nous a permis de développer un service de gestion électronique de document dans un temps records.

La conception et la mise en place d'un service Cloud qui permet la gestion des documents électroniques sous forme de services, est un atout pour toute organisation désireuse de contrôler ses projets ou taches, car contrôler les documents c'est contrôler le suivi de ses projets.

Perspective :

Déployer le service en ligne pour sa mise à disposition.

Pour la wilaya de Tiaret, sa doit être déployer sous une plateforme de type Cloud privé à cause de la nature des documents gérés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

[AIM] Association Informatique et Management. URL : <https://aim.asso.fr>.

[ARCHANA Choudary], URL : <https://www.edureka.co/blog/cloud-computing-services-types>.

[ASMA, 2016] ASMA TALHI, 2016. *Proposition d'une modélisation unifiée du Cloud Manufacturing et d'une méthodologie d'implémentation basée sur les ontologies d'inférence-Génie des procédés*, Ecole nationale supérieure d'arts et métiers ENSAM.

[BELLAZREG, 2012] BELLAZREG Anis, 2012, *Conception et réalisation d'une application Web*, Université de Sousse.

[BLAISE Thirard] *Cloud Computing*. URL : <https://blog.blaisethirard.com/qu-est-ce-que-le-cloud-computing/>

[CLOUD COMPUTING BIBLE, 2011] Indianapolis, Indiana Published simultaneously in Canada ISBN: 978-0-470-90356-8 Manufactured in the United States of America.

[CHARLENE Li] URL : <https://www.i-scoop.eu/digital-transformation>.

[CHEN, D] M.Dassisti, B.Elvesaeter, H.Panetto, N.Daclin, F.W. Jaekel, T.Knothe, A. Solberg, V.Anaya, R. Sanchis, et al. «*Enterprise Interoperability-Framework and Knowledge corpus*.» Deliverable DI.2, INTEROP-NOE FP6 IST-2003-508011, 2006.

[CHIHAB HANACHI] *Introduction au Workflow*, Université Toulouse I, France, URL : https://www.irit.fr/~Chihab.Hanachi/Cours/Workflow/Workflow_Master.pdf.

[CRAIG, 2019] CRAIG Walls, 2019. *Spring in Action Fifth edition*, Manning Publication. URL: www.allitebooks.com.

[DANIEL, 2021] DANIEL J. Caron et co , 2021. *Transformation de l'administration publique vers le numérique et gestion documentaire*, Revue de la littérature et réflexion sur l'avenir, Bibliothèque et Archives nationales du Québec.

[FETHI, 2019] FETHI FERHANE, 2019, Thèse de Doctorat En Sciences Économiques, *l'impact du marketing digital sur la performance des entreprises : cas d'un échantillon d'entreprises Algériennes*, Université Djillali Liabes de Sidi Belabbes.

[JIN, 2021] JIN HAN, 2021. *Research on Electronic Document Management System Based on Cloud Computing*, Tech Science Press, Nanjing University of Information Science & Technology-China.

[JIRSAK] URL : <https://www.i-scoop.eu/big-data-action-value-context/unstructured-data/>

[JOHN MANCINI] URL:<https://www.i-scoop.eu/disruption-enterprise-content-management-ecm/>

[HAJJI, 2013] HAJJI ANASS, 2013. Rapport de stage de fin d'études , *Mise en place d'un Système de Management de Qualité*, URL : https://www.academia.edu/5066271/Mise_en_place_dun_Syst%C3%A8me_de_Management_de_Qualit%C3%A9

[INFO-LAB], URL : <http://www.info-lab.com/platform-as-a-service-paas/>

[ISO 12651-2:2014] *Electronic document management- Vocabulary - Part 2 - Workflow management*. URL : <https://www.iso.org/standard/31908.html>.

[GDOC-CONSEIL] <http://www.gdoc-conseil.fr/le-cycle-de-vie/>.

[GREGORY, 2006] GREGORY ZACHAREWICZ, 2006, *A G-devs / hla environment: Application to distributed modelling and simulation of workflow*, URL: https://www.researchgate.net/figure/Caracteristiques-du-systeme-Workflow_fig10_281013255

[KEIDANREN, 2020] KEIDANREN, 2020. *Digital Transformation, Opening Up the Future through Co-creation of Values*. URL : <https://www.keidanren.or.jp>.

[BEN KEPES, 2013] BEN KEPES, 2013. *Understanding the Cloud Computing Stack : SaaS, PaaS, IaaS*. White paper.

[KINSTA , 2022] KINSTA , 2022, URL : <https://kinsta.com/blog/cloud-security/>

[LARRY, 2020] LARRY Dignan, 2020. URL : <https://www.zdnet.fr/actualites/top-2020-des-fournisseurs-de-cloud-aws-microsoft-azure-google-cloud-l-hybride-et-les-acteurs-du-saas-39903633.htm>.

[LAURENT-Audibert] LAURENT-Audibert, UML2. *De l'apprentissage à la pratique (cours et exercices)*, FNAC, amazon.fr. URL : (<http://laurent-audibert.developpez.com/Cours-UML/>.)

[PAVIOT, 2010] THOMAS PAVIOT, 2010, *Méthodologie de résolution des problèmes d'interopérabilité dans le domaine du Product Lifecycle Management*. PhD, École Centrale Paris.

[RESEARCHGATE] URL : <https://www.researchgate.net>

[REVUE DES SCIENCES ECONOMIQUES], vol 13, n° 15, décembre 2017, ISSN : 1112-6191.

[SCIENCERISE, 2020] SCIENCERISE, 2020. *Main concepts of the document management system required for its implementation in enterprises*, University of Oil and Industry-Baku-Azerbaijan.

[SUSNIGDHA-TRIPATHY] SUSNIGDHA-TRIPATHY, *IaaS vs PaaS vs SaaS: A Complete Overview*, URL :<https://www.virtasant.com/blog/iaas-vs-paas-vs-saas-a-complete-overview>

[VMWARE] URL : <https://www.vmware.com>.

[ZERROUKI, 2019] ZERROUKI Djamel, 2019, Mémoire Master, *Conception et mise en place d'un système Workflow pour l'environnement cloud*, Université Ibn-Khaldoun Tiaret.