

**UNIVERSITE JOSEPH KI-ZERBO
(UJKZ)**

**INSTITUT BURKINABE DES ARTS ET METIERS
(IBAM)**



**RAPPORT DE STAGE POUR L'OBTENTION DE LA LICENCE
PROFESSIONNELLE**

OPTION : Méthode Informatique Appliquée à la Gestion des Entreprises(MIAGE)

Période de stage : 18 Juillet 2022 Au 18 Octobre 2022

THEME :

**CONCEPTION ET REALISATION D'UNE PLATEFORME POUR LE
SUIVI DES PROJETS DE DEVELOPPEMENT D'APPLICATIONS
INFORMATIQUES : CAS DE A2SYS CONSULTING**

Présenté par ZOMBRE Siki Franck

Maitre de stage :

M. COMPAORE Abdoul Rahim
Ingénieur DevOps
à A2SYS CONSULTING

Directeur de rapport :

Dr GUINKO T. Ferdinand
Maître de conférences
En Informatique à l'IBAM

Année Académique 2021-2022

SOMMAIRE

DEDICACE	II
REMERCIEMENTS.....	III
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	IV
LISTES DES FIGURES GRAPHIQUES	V
LISTES DES TABLEAUX	VI
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE 1: PRÉSENTATION DES STRUCTURES DE FORMATION ET D'ACCUEIL	2
I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE DE FORMATION.....	2
II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE DE D'ACCUEIL	7
CHAPITRE 2: ANALYSES ET CONCEPTION	12
I. ETUDE PREALABLE	12
II. EXPRESSIONS DES BESOINS.....	22
III. CONCEPTION GLOBALE.....	38
IV. RÉALISATION	51
CHAPITRE 3: BILAN DU STAGE.....	69
I. DÉROULEMENT DU STAGE ET ACTIVITÉS MÉNÉES	69
II. OBSERVATIONS ET SUGGESTIONS.....	71
III. LES PERSPECTIVES DE LA PLATEFORME	72
CONCLUSION GÉNÉRALE	73
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE.....	I
TABLE DE MATIERES.....	III
ANNEXES	V

DEDICACE

À

*Toute ma
famille*

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je voudrais remercier Le Directeur Général **M. KABORE Amos** et Toute l'équipe **A2SYS CONSULTING** qui m'ont accueilli et fait confiance lors de cette aventure dans le monde professionnel, particulièrement notre Maître de stage, **M. COMPAORE Abdoul Rahim** pour sa disponibilité, les conseils qu'il m'a prodigués et son partage de connaissance.

Je souhaite ensuite adresser mes remerciements :

- **Au Dr TRAORE Yaya, Coordonnateur de la filière MIAGE** pour son entière disponibilité à m'assister tout au long de la rédaction de ce document et pour m'avoir orienté dans le choix de ma future carrière professionnelle,
- **Au Dr GUINKO T. Ferdinand et Dr OUATTARA Dimitri** pour nous avoir inculqué le sens du travail et de l'assiduité
- **Au Dr BAYILI Gilbert, Directeur de l'IBAM**, et tout le corps professoral pour les conseils et la formation de qualité que nous avons reçus au cours de ces trois (3) années.

Je voudrais enfin exprimer ma reconnaissance envers ma famille et mes amis qui m'ont apporté leur soutien moral et intellectuel tout au long de mon stage. Un grand merci à **MLLE ZOMBRE Nelly** pour la relecture de celui-ci.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

SIGLE/ABREVIATION	SIGNIFICATION
2TUP	2 Tracks Unified Process
ABF	Assurance Banque Finance
ADB	Assistance de Direction Bilingue
API	Application Programming Interface
ATOS	Administratifs, Techniques, Ouvriers, de Service
COCOMO	Constructive Cost Model
CSAFC	Chef des Services Administratif Financier et Comptable
CSS	Cascading Style Sheet
CU	Cas d'utilisation
DA	Directeur Adjoint
DESCOGEF	Diplôme d'Études de Comptabilité et Gestion Financière
DESS	Diplôme d'Études Supérieures Spécialisées
DG	Directeur Général
HM	Homme Mois
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
CFUV	Conseil de Formation et de la Vie Universitaire
CESAG	Centre Africain d'Etudes Supérieures en Gestion
IUFIC	L'Institut Universitaire de Formation Initiale et Continue
ERP	Progiciel de gestion intégré

LISTES DES FIGURES GRAPHIQUES

Figure 1: Organigramme de la structure de formation	5
Figure 2: Organigramme de la structure d'accueil	9
Figure 3 Schéma représentant le processus 2TUP	17
Figure 4 Planning de Réalisation du Projet	22
Figure 5 : Diagramme de cas d'utilisation	27
Figure 6 : Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « S'inscrire».....	33
Figure 7 : Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « s'authentifier ».....	34
Figure 8 Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « Ajouter un fichier ».....	35
Figure 9: Diagramme des classes	42
Figure 10: Diagramme de séquence vue de l'intérieur pour le CU « Ajouter un fichier ».....	44
Figure 11: Diagramme de séquence vue de l'intérieur pour le CU « Ajouter un dossier ».....	45
Figure 12: Diagramme d'état transition de la classe « Projet »	46
Figure 13: Diagramme d'activité du CU «Ajouter un fichier»	48
Figure 14: Diagramme de déploiement	50
Figure 15: Ecran page d'accueil	66
Figure 16: Ecran page d'authentification.....	67
Figure 17: Ecran modification du profil utilisateur.....	67
Figure 18: Ecran liste des projets	68
Figure 19: Ecran d'ajout ou de modification d'un projet	68

LISTES DES TABLEAUX

Tableau 1: Liste des progiciels et ERP proposé par A2SYS CONSULTING	11
Tableau 2 Comparaison des principales méthodologies de développement de logiciels : source [1]	16
Tableau 3: Comparaison des langages ou méthodes de modélisation.....	19
Tableau 4 : Liste des Cas d'utilisation	26
Tableau 5 : Description du CU «S’inscrire »	29
Tableau 6 Description du CU « S’authentifier ».....	30
Tableau 7 Description du CU « Ajouter un fichier »	31
Tableau 8: Comparaison des architectures de développement : source [3]	38
Tableau 9: Dictionnaire de données	40
Tableau 10:Les règles de gestion	41
Tableau 11: Comparatif des différents SGBD	54
Tableau 12:Comparatif des différents serveurs d’applications	56
Tableau 13: Etude comparative de certains frameworks	59
Tableau 14: Comparaison des méthodes d'estimation du cout de développement	64
Tableau 15: Coût total du projet.....	65
Tableau 16:Illustration du Token JWT	IX
Tableau 17:Formule de calcul COCOMO	X

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Un projet est un objectif à réaliser, par des acteurs, dans un contexte précis, dans un délai donné, avec des moyens définis. De cette définition se dégagent des éléments fondamentaux au bon déroulement d'un projet tels que le temps, l'organisation la coordination des ressources.

Dans l'optique d'être plus organisé dans la gestion et le suivi de ses projets, **A2SYS CONSULTING** s'est donné comme objectif de se doter d'un logiciel pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques. C'est dans ce contexte que nous avons été accueillis au sein de ladite entreprise pour un stage de trois (3) mois afin de mettre en place une plateforme répondant à ce besoin.

Pour mener à bien cette étude, notre démarche s'articulera autour de trois axes principaux : la recherche documentaire, la rédaction du rapport, la réalisation du système.

Le présent document détaille toutes les étapes liées au processus de réalisation de ce projet. Il est reparti sur trois (03) grands chapitres notamment : la présentation des structures de formation et d'accueil, la réalisation d'une plateforme pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques et le bilan de notre stage à **A2SYS CONSULTING**.

CHAPITRE 1: PRÉSENTATION DES STRUCTURES DE FORMATION ET D'ACCUEIL

Dans ce chapitre, nous présentons successivement notre structure de formation qu'est l'Institut Burkinabè des Arts et Métiers (IBAM) et A2SYS CONSULTING, notre Structure d'accueil, l'objectif étant de montrer le cadre dans lequel se déroule le projet.

I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE DE FORMATION

L'Institut Burkinabè des Arts et Métiers (IBAM) est un établissement d'enseignement professionnel plein de ressources et de formations qualifiantes. Il a été créé en janvier 2000 à la faveur de la refondation de l'Université de Ouagadougou rebaptisée Université Joseph KI-ZERBO.

1. Histoire

Sis à Somgandé, l'Institut Burkinabè des Arts et Métiers (IBAM) a été créé en janvier 2000 à la faveur de la refondation de l'Université de Ouagadougou rebaptisée l'Université Ouaga I Pr Joseph KI-ZERBO, le 26 décembre 2015, puis plus simplement « l'Université Joseph KI-ZERBO » depuis le 12 avril 2019. L'IBAM est la matérialisation, la concrétisation dans les faits de l'engagement de l'Université Joseph KI-ZERBO (UJKZ) dans la professionnalisation des filières. Cette nouvelle vision a pour but d'accroître son efficacité externe.

2. Objectif

L'objectif principal de l'IBAM est de répondre aux besoins du marché de l'emploi en mettant à sa disposition un potentiel humain de cadres moyens et supérieurs dans les divers secteurs d'activité. Une nouvelle orientation qui a pour objectif, une meilleure insertion professionnelle des produits de l'Université de Ouagadougou.

3. Organisation

L'IBAM est organisé en deux organes que sont : les organes de gouvernance et les organes d'exécution. L'organisation des enseignants et l'organisation du contrôle des aptitudes et des connaissances sont fixées par arrêté ministériel. L'institut est dirigé par un Directeur assisté d'un adjoint, tous deux élus par le collège électoral de l'établissement.

➤ **Les Organes de gouvernance**

Les organes de gouvernance à l'IBAM sont le Conseil de gestion et le Conseil scientifique.

- **le Conseil de gestion** : qui est l'organe suprême regroupant le Directeur, le Directeur adjoint, les Coordonnateurs de sections, le Secrétaire Principal, le Chef du service administratif et financier, des Enseignants permanents, de deux (02) Représentants des délégués de syndicats des étudiants et d'un Représentant du personnel ATOS (Administratif, Technique, Ouvrier et de Soutien). Il a pour mission : de proposer le budget de fonctionnement de l'institut sous réserve de l'approbation du CFVU, décider des mesures administratives et financières conformément aux textes en vigueur ; proposer la modification des statuts de l'IBAM ;
- **le Conseil scientifique** : qui concerne le Directeur, le Directeur adjoint, les Coordonnateurs de section et les Enseignants de rang A de l'Institut. Il a pour mission : de proposer une organisation générale des enseignements de l'institut, proposer l'ouverture, la fusion ou la fermeture de filières, créer des titres, diplômes et d'examiner les équivalences pédagogiques

➤ Les organes d'exécution

L'organe exécutif a pour mission de mettre en pratique les différentes décisions prises par les organes dirigeants. Il est composé essentiellement de :

- **la Direction** : elle est pilotée par le Directeur de L'IBAM dont les missions sont : de diriger, contrôler le fonctionnement des services et de définir la politique de l'institut. Elle coordonne les activités des différents services et veille au maintien de l'image de marque de l'institut. En outre, elle veille à la mise en œuvre des décisions, des projets et des programmes de l'institut. Enfin, elle veille à la mise en application des textes et règlements de l'établissement. Le Directeur est assisté par une Secrétaire de direction. Elle est composée du secrétariat de direction, du service administratif et financier, et du secrétariat principal.
- **la Direction académique** : elle est pilotée par le Directeur Adjoint dont la mission principale est de veiller au respect et au suivi de l'exécution des programmes d'enseignement de l'IBAM. Elle veille également à la mise en application des règles disciplinaires à l'égard des étudiants et enseignants. Il assure également la régularité des inscriptions des étudiants, le décernement des titres et diplômes et participe aux activités de la commission chargée du recrutement des enseignants. La Direction académique dans l'accomplissement de ses missions est composée du secrétariat du directeur adjoint, du service de la scolarité, du service des ressources humaines et du service informatique.

4. Organigramme de la structure de formation

Nous présentons dans cette partie l'organigramme de la structure de formation à travers la figure ci-dessous :

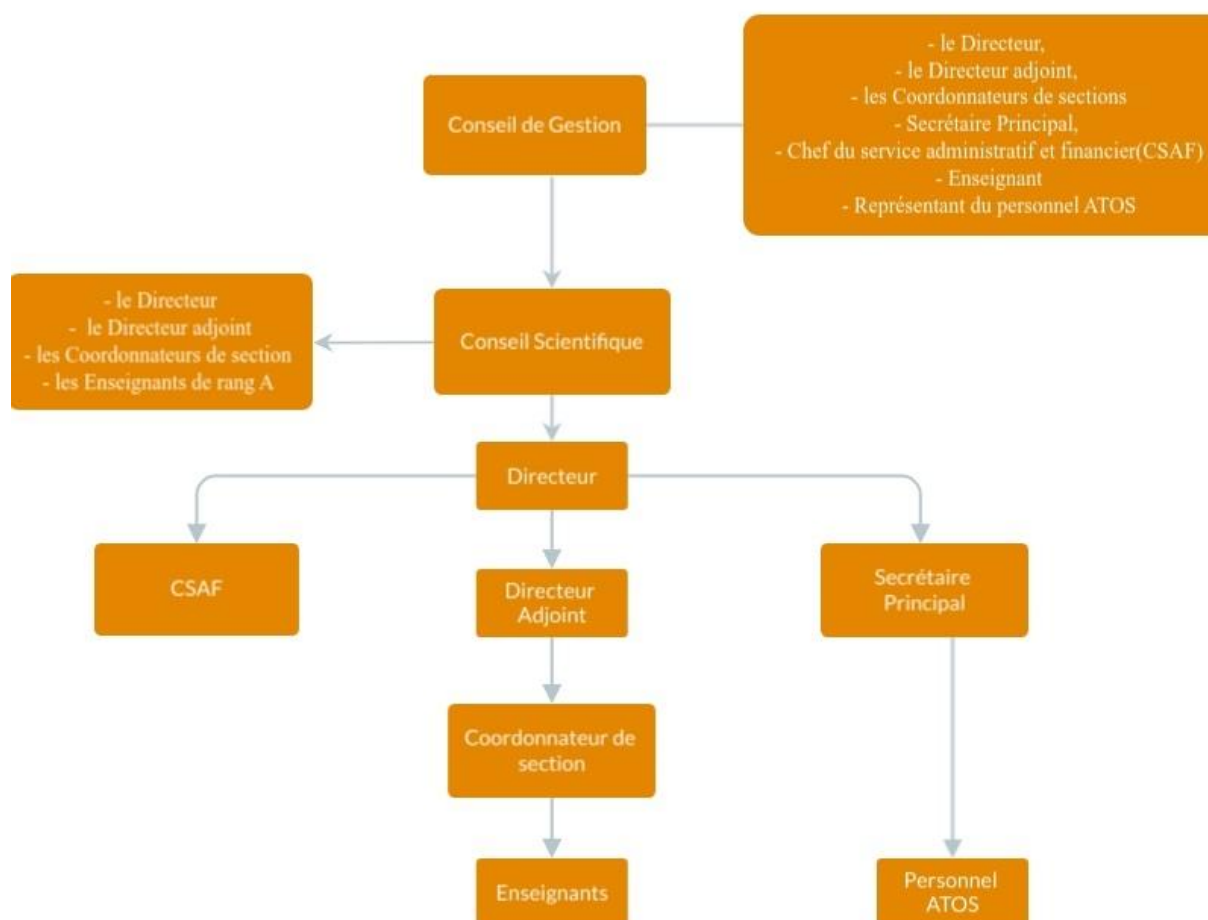


Figure 1: Organigramme de la structure de formation

La figure 1 illustre parfaitement l'organisation de la structure de formation expliqué précédemment.

5. Filières de formation

En vue d'atteindre les objectifs cités précédemment, l'IBAM offre des formations dans plusieurs filières. Celles-ci sont réparties en trois (03) groupes selon le diplôme ou la période de formation.

➤ **Licences professionnelles**

L'IBAM offre des formations initiales dans la catégorie des licences professionnelles :

- Assistant de Direction option Bilingue (ADB) ;
- Assistant de Direction option Comptable (ADC) ;
- Assurance-Banque-Finance (ABF) ;
- Comptabilité-Contrôle-Audit (CCA) ;
- Informatique option Méthode Informatique Appliquée à la Gestion des Entreprises (MIAGE)
- Informatique option Réseau Informatique Multimédia (RI-MT) ;
- Marketing et innovation digitales (MD).

➤ **MASTERS**

En master, l'IBAM offre cinq (05) filières de formation de niveau master qui sont :

- Master en Administration et Gestion des Entreprises (MAGE) ;
- Master en Banque-Finance (MBF) ;
- Master en Comptabilité-Contrôle-Audit (MCCA) ;
- Master en Informatique, option Ingénierie des Systèmes d'Informations en Entreprise (MISIE) ;
- Master en Informatique, option Sécurité Informatique (MSI).

- **DESCOGEF** (Diplôme d'Études de Comptabilité et Gestion Financière) : cette formation pour l'expertise comptable en partenariat avec des universités comme le CESAG¹ et l'Université Thomas SANKARA² à travers l'IUFIC a été ouverte à partir de l'année académique 2020-2021.

¹ CESAG : <https://www.cesag.sn>

² Université Thomas SANKARA : <https://www.uts.bf/>

La filière MIAGE a été créée dans l'optique de répondre aux besoins croissants des entreprises en cadres compétents dans le domaine des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Cette filière accueille en première année les bacheliers des séries C, D et E ayant passé avec succès le test de sélection ou ayant été acceptés en tant qu'auditeurs libres. Les étudiants en fin de cycle en MIAGE doivent mettre en pratique les connaissances acquises en classe en effectuant un stage d'une durée d'au moins trois (03) mois suivi d'une soutenance publique.

C'est pour répondre à cette exigence académique que nous avons effectué notre stage pratique à A2SYS CONSULTING que nous mettons en avant dans les lignes qui suivent.

II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE DE D'ACCUEIL

Dans cette partie, nous présentons la structure dans laquelle nous effectuons notre stage : **A2SYS CONSULTING³**

1. Histoire

A2SYS CONSULTING est une société de service informatique, créée en 2010 au Burkina Faso. Elle a pris son envol en 2017 avec la création des filiales du Mali en 2017 et celle du Niger en 2021. A2SYS CONSULTING est le résultat d'un rêve et d'un fort engagement de jeunes africains passionnés des systèmes d'information, qui ont créée, et ont su faire évoluer leur société qui bénéficie maintenant d'une très bonne notoriété dans la sous-région ouest africaine. Pour rester au plus près de leurs clients, l'entreprise a installé une antenne dans la plupart des capitales de la sous-région ouest africaine. Cette proximité géographique offre à leurs commettants des garanties certaines en termes d'accompagnement, de rapidité d'intervention et de proactivité dans la prise en compte de leurs besoins. Pour renforcer leur offre, elle a établi des partenariats avec des éditeurs à l'échelle mondiale tel que :

³ Site web : <https://www.a2sysconsulting.com/>

- **Oracle** : un éditeur de système de gestion de base de données relationnelle. Oracle e-Business est une ERP couvrant toutes les activités de gestion de l'entreprise

Contrat de Partenariat : 2018

- **Dbvisit** : un éditeur d'une solution de réplication et de mise en œuvre de site de secours Oracle.

Contrat de Partenariat : 2016

- **JobRouter** : une plateforme complète de digitalisation des services intégrant l'automatisation des processus, des flux de données (Workflow) et la gestion électronique de documents (GED)

Contrat de Partenariat : 2018

- **AGIRH** : une société spécialisée dans la gestion des ressources humaines et offre, à travers son progiciel AGIRH et ses services, l'ensemble des outils nécessaires pour vous accompagner dans l'amélioration et l'optimisation de votre capital humain.

Contrat de Partenariat : 2018

La société a aussi noué de fortes relations avec d'autres intégrateurs africains dans le but d'augmenter sa capacité à répondre à la demande de sa clientèle. Sa démarche s'appuie d'une part, sur la conformité de ses procédures aux normes de qualité et aux références de bonnes pratiques et d'autre part, sur son expérience pratique d'accompagnement des entreprises africaines dans leur transformation numérique.

2. Vision

A2SYS CONSULTING a pour vision d'accroître l'efficacité et la productivité de leurs clients par la mise à disposition de solutions innovantes et performantes, mais également de créer un cadre idéal pour accroître le dynamisme collectif avec ses collaborateurs afin qu'ensemble ils puissent innover et changer leur quotidien par la technologie. A2SYS CONSULTING a vocation de devenir l'un des principaux acteurs du marché des sociétés de service en informatique en Afrique de l'Ouest.

3. Organigramme de la structure d'accueil

L'organigramme ci-dessous est une représentation schématique des liens et des relations fonctionnelles, organisationnelles et hiérarchiques qui existent entre les éléments et les individus au sein de A2SYS CONSULTING.

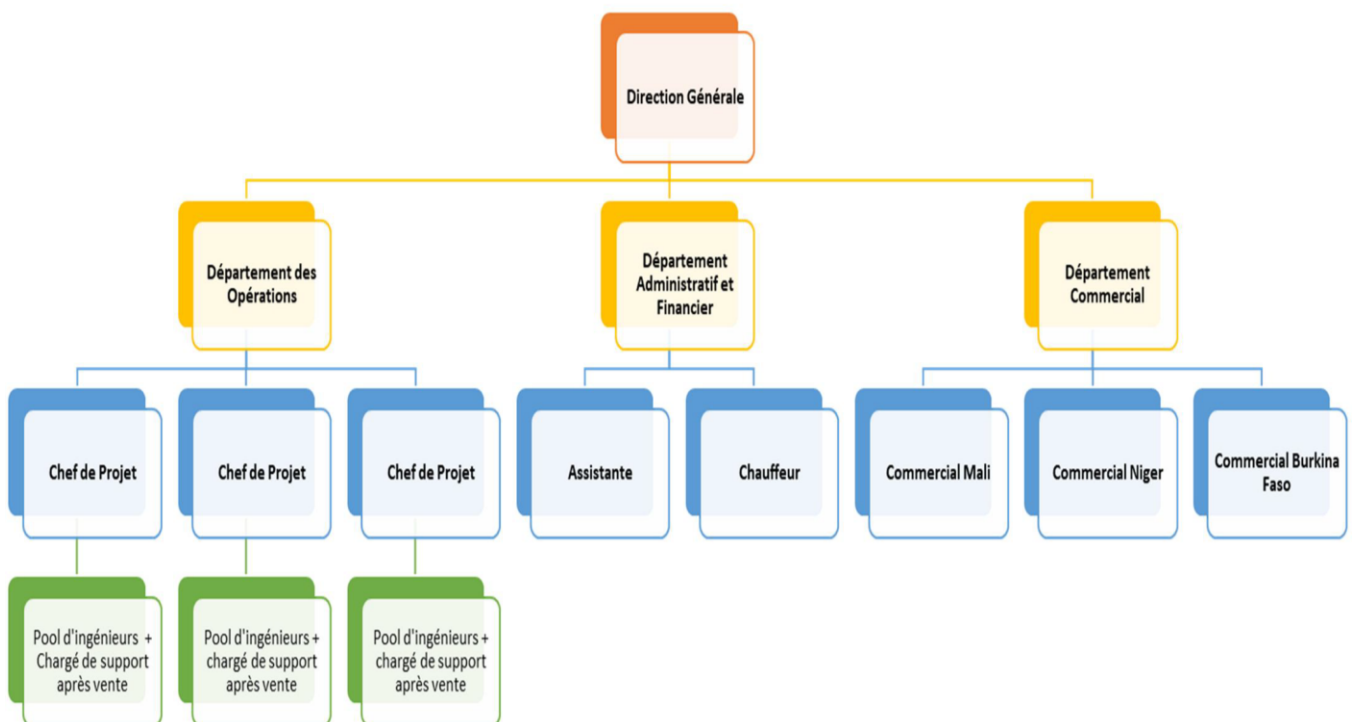



Figure 2: Organigramme de la structure d'accueil

La figure 2 met en évidence la structure organisationnelle de la société. Dans cette organisation il existe un groupe ou une personne se trouve au sommet, tandis que ceux détenant moins de responsabilités se retrouvent en dessous. Dans ce type de structure, les membres communiquent généralement avec leurs supérieurs hiérarchiques, et leurs subordonnés. Nous avons par exemple le Chef de projet qui commande le pool d'ingénieurs et qui est rattaché au département des opérations relevant de la direction générale.

Les services offerts par **A2SYS CONSULTING** s'articulent principalement dans les quatre domaines ci-après :

- **Conseils et Etudes** : A2SYS CONSULTING accompagne ses clients avec les services de conseils et d'études tels que : l'étude d'opportunité, l'étude de développement de projets informatiques, l'élaboration du cahier de charges, l'élaboration du Schéma directeur informatique Assistance à la Maîtrise d'Ouvrage (AMOA)
- **Audits** : A2SYS CONSULTING est spécialisé dans la conduite d'audits informatiques tels que : l'audit de la fonction informatique, l'audit de projets informatiques, l'audit de sécurité informatique, l'audit base de données, l'audit d'application informatique
- **Intégration de solutions** : A2SYS CONSULTING accompagne les entreprises dans l'implémentation des progiciels et ERP du marché et aide à l'intégration dans leur système d'information. Sa force réside dans sa capacité à intervenir de façon rapide dans les 8 pays de l'UEMOA.

Le tableau ci-après présente quelques-unes des solutions concernées :

	L'ERP Oracle E-Business suite est un ensemble de solutions intégrées de gestion d'entreprise, complète, robuste, intelligente et fiable. L'ERP couvre des fonctions aussi variées que le Budget, la comptabilité, les appros, la trésorerie, etc. La solution donne aux équipes la flexibilité et l'innovation nécessaires pour s'adapter rapidement au changement.
---	--

	<p>DocFactory est une solution serveur dédiée à la dématérialisation des documents et orientée vers la productivité. DocFactory permet de centraliser les fonctionnalités de traitement pour l'ensemble des points de numérisation tout en offrant une compatibilité avec tous les périphériques de numérisation (scanners et multifonctions).</p>
 ECM (GEC-GED-WORKFLOW-SAE)	<p>Elise est une solution serveur de GED dotée de toutes les fonctionnalités nécessaires pour gérer tous types de documents et de flux métiers, sur l'ensemble de leur cycle de vie. Elise est accessible simplement depuis un navigateur ou un périphérique mobile et donne accès aux fonctionnalités et aux documents en fonction des droits de chaque utilisateur. Quelques fonctionnalités de Elise :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gestion de tous les canaux d'entrée des documents - Gestion électronique du courrier - Gestion de tous les types de documents - Production automatique des documents numériques - Fonctions de recherche par indexation, multicritère, etc. - Travail collaboration - Gestion des contacts externes - Module de statistiques intégré en standard - Archivage électronique - Possibilité d'interfaçage avec un SAE externe
	<p>Dbvisit Standby est une solution de continuité d'activité. C'est une solution souple, moins coûteux et facile à gérer qui permet une bonne reprise après sinistre pour les bases de données Oracle et SQL Serveur.</p>

Tableau 1: Liste des progiciels et ERP proposé par A2SYS CONSULTING

- **Développement Web/Mobile :** A2SYS CONSULTING dispose d'une équipe pluridisciplinaire expérimentée dans le développement d'applications avec les technologies suivantes : Java EE (Spring Boot, JSF, Vaadin, ...), PHP (Laravel, Symfony, CodeIgniter, Zend framework), Python (Django, Odoo), Angular (AngularJS, Angular), Oracle (Oracle Forms, PL/SQL).

CHAPITRE 2: ANALYSES ET CONCEPTION

Après avoir présenté les structures de formation et d'accueil, nous présentons d'abord dans ce présent chapitre notre thème, la méthode d'analyse et de conception de notre projet, les acteurs impliqués ainsi que le planning de notre étude. Ensuite, nous présentons l'expression des besoins ; puis une étude technique et une conception détaillée du système. Enfin, nous montrons les différents éléments entrant dans la réalisation du projet.

I. ETUDE PREALABLE

Dans cette première partie, nous présentons le thème de notre travail ainsi que les éléments d'analyse et de conception de notre système.

1. Présentation du Thème

La présentation du thème s'articule autour de deux (03) axes principaux : la problématique, les objectifs et les résultats.

a. Problématique

A2SYS CONSULTING gère une multitude de projets de développement d'applications informatiques possédant chacun plusieurs fichiers qui sont hébergés dans le cloud et qui sont partagés entre le Directeur général, la Secrétaire, et le Comptable. Cette gestion des projets soulève un grand nombre de problèmes tels que :

- la mauvaise organisation des projets : avec la pluralité des projets il est souvent difficile de connaître l'avancé des différents projets ; de plus les développeurs interviennent dans plusieurs projets à la fois. Cela ne facilite pas le travail dans la mesure où les acteurs oublient par moment les projets dans lesquels ils doivent travailler.

- la consultation chronophage des différents fichiers : les développeurs intervenants dans un projet développement d'applications informatiques sont contraints de faire appel au Directeur général, ou la Secrétaire pour qu'on leur envoie les fichiers dont ils ont besoin par l'application WhatsApp pour mieux comprendre le projet sur lequel ils travaillent. Ce procédé engendre une perte d'énergie et de temps car il nécessite d'effectuer à chaque demande d'un fichier, une fouille dans la pléthore de fichiers.
- le non contrôle de la sécurité des fichiers stockés : la société est dépendante du service d'hébergement de fichiers, elle ne gère donc pas la sécurité de ses différents fichiers.
- une dépense supplémentaire : la société est obligée de payer chaque année un abonnement pour l'hébergement de ses fichiers

Fort de ce constat, **A2SYS CONSULTING** s'est posé une question : comment optimiser le suivi et l'organisation des projets ?

C'est dans une telle optique que nous avons été accueillis dans ladite entreprise pour mener une étude sur le thème « **Conception et Réalisation d'une plateforme pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques** ».

b. Objectif

Les objectifs attendus par la mise en place de la plateforme de suivi des projets de développement d'applications informatiques sont les suivants :

- analyser le suivi des projets de développement d'applications informatiques de A2SYS CONSULTING
- automatiser le suivi des projets de développement d'applications informatiques de A2SYS CONSULTING,
- mettre en pratique les connaissances académiques engrangées durant les trois (03) ans de formation à l'IBAM,

Les objectifs attendus de notre thème de stage sont maintenant définis. Ils déterminent les résultats attendus que nous décrivons dans la suite de notre travail.

c. Résultats attendus

Au objectifs précédents correspondent les résultats attendus suivants :

- le rapport de l'analyse détaillée du fonctionnement du système pour le suivi des projets informatiques de développement d'applications informatiques est élaboré
- le logiciel pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques est fonctionnelle,
- le rapport de stage est rédigé et soutenu devant un jury de soutenance.

Les objectifs et les résultats attendus du thème de stage sont maintenant bien définis. Afin de mener à bien nos objectifs nous devons utiliser une méthode d'analyse et de conception.

2. Méthode d'analyse et Conception

Les méthodes d'analyse et de conception sont des procédés dont l'objectif est de permettre une formalisation des étapes préliminaires du développement d'un système afin de rendre ledit développement plus fidèle aux besoins du client. Elles permettent de collecter des informations pertinentes à travers une étude spécifique. Ces méthodes d'analyse sont associées à un langage de modélisation qui est un langage informatique graphique ou textuel qui fournit la conception et la construction de structures et de modèles suivant un ensemble systématique de règles et de cadres.

a. Cycle de développement

Le cycle de développement constitue la démarche fondamentale permettant d'obtenir un produit logiciel dans un délai raisonnable tout en minimisant les ressources.

Le tableau suivant résume une étude comparative entre les principales méthodologies de développement que nous avons choisi vu la diversité de ces méthodes.

RAPPORT DE STAGE

METHODOLOGIES	DESCRIPTION	POINTS FORTS	POINT FAIBLES
Cascade ⁴	<ul style="list-style-type: none"> - les phases sont déroulées d'une manière séquentielle. 	<ul style="list-style-type: none"> - elle distingue clairement les phases du projet. 	<ul style="list-style-type: none"> - non itératif. - pas de modèles pour les documents.
RUP ⁵ (Rational Unified Process)	<ul style="list-style-type: none"> - il est à la fois une méthodologie et un outil prêt à l'emploi. - cible des projets de plus de 10 personnes. 	<ul style="list-style-type: none"> - itératif. - spécifie le dialogue entre intervenants du projet. - propose des modèles de documents pour des projets types. 	<ul style="list-style-type: none"> - assez flou dans sa mise en œuvre. - ne couvre pas les phases en amont et en aval au développement.
2TUP ⁶ (Two Truck Unified Process)	<ul style="list-style-type: none"> - s'articule autour de l'architecture. - propose un cycle de développement en Y. - cible des projets de toutes tailles. 	<ul style="list-style-type: none"> - itératif. - laisse une large place à la technologie et à la gestion des risques. - définit les profils des intervenants, les plannings, les prototypes. 	<ul style="list-style-type: none"> - plutôt superficiel sur les phases situées en amont et en aval du développement. - ne propose pas de documents types.

⁴ La méthode Cascade : <https://blog-gestion-de-projet.com/modele-en-cascade/>

La méthode XP : <https://www.planzone.fr/blog/quest-ce-que-la-methodologie-extreme-programming>

⁵ La méthode RUP : http://thieum22.free.fr/Quest_RUP

⁶ La méthode 2TUP : <https://www.rapport-gratuit.com/description-de-2tup-et-du-processus-de-developpement-en-y/>

XP ⁷ (eXtreme Programming)	<ul style="list-style-type: none"> - Ensemble des bonnes pratiques de développement. - Cible: Moins de 10 personnes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Itératif. - Donne ne importance aux aspects techniques. - Innovant - Programmation en duo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Assez flou dans sa mise en œuvre. - Ne couvre pas les phases en amont et en aval au développement.
---------------------------------------	--	---	---

Tableau 2 Comparaison des principales méthodologies de développement de logiciels : source [1]

Suite à l'étude comparative des principaux processus de développement dans le tableau 2 et aux fins de contrôler les risques et de mener à bon terme notre projet, nous avons opté pour le processus 2TUP(voir [ANNEXE 1 : Le processus 2TUP](#)) pour plusieurs raisons :

- Premièrement, 2TUP donne une grande importance à la technologie ce qui est important pour notre projet.
- Le processus 2TUP apporte une réponse aux contraintes de changement continu imposées aux systèmes d'information de l'entreprise. En ce sens, il renforce le contrôle sur les capacités d'évolution et de correction de tels systèmes.
- Le processus 2TUP permet en particulier de séparer les contraintes fonctionnelles des contraintes techniques érigées sous forme de deux branches permettant de les exploiter parallèlement.

⁷ La méthode XP : <https://www.planzone.fr/blog/quest-ce-que-la-methodologie-extreme-programming>

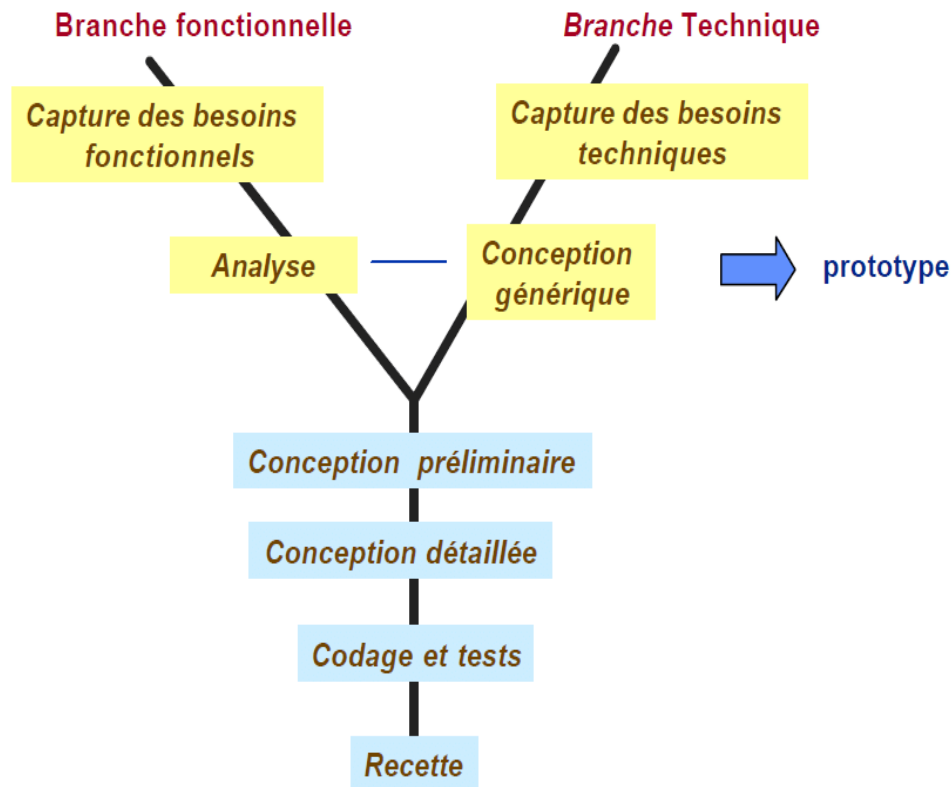


Figure 3 Schéma représentant le processus 2TUP

Source : https://www.researchgate.net/figure/La-methode-2TUP-6_fig6_303497462

La Figure 3 montre que le processus 2TUP propose un cycle de développement qui sépare les aspects techniques des aspects fonctionnels et qu'en fusionnant les résultats de ces deux axes (branches), on arrive à réaliser le système désiré ; ce qui nous donne un cycle de développement sous forme de Y.

b. Langage de Modélisation

Le langage de modélisation est tout langage informatique graphique ou textuel qui fournit la conception et la construction de structures et de modèles suivant un ensemble systématique de règles et de cadres. Pour développer une application, il faut d'abord organiser les idées, les documenter avant de commencer la réalisation tout en définissant les modules et les étapes. On appelle cette démarche « modélisation ».

Une étude comparative des principaux langages de modélisation est donnée par le tableau ci-dessous :

LANGAGES (OU METHODES) DE MODELISATION	POINTS FAIBLES	POINTS FORTS
SYSML⁸	<ul style="list-style-type: none"> - Il a un concept orienté objet très réduit ; - spécifique au domaine de l'ingénierie système ; 	<ul style="list-style-type: none"> - permet l'intégration et l'association des cas de tests directement à la modélisation - permet l'ajout d'information relative aux risques et propriétés de Sûreté attendues ;
UML⁹	<ul style="list-style-type: none"> - l'approche objet est moins intuitive que l'approche fonctionnelle ; - la mise en pratique d'UML nécessite un apprentissage et passe par une période d'adaptation ; 	<ul style="list-style-type: none"> - présente l'avantage d'être le standard en matière de modélisation objet universellement reconnu ; - est un langage visuel, car sa notation graphique permet d'exprimer visuellement des solutions objets facilitant ainsi la comparaison et l'évaluation de celles-ci ;

⁸ SysMI : <http://www.umlchannel.com/fr/sysml>

⁹ UML : <http://www.ordinateur.cc/programmation/Computer-Programming-Languages/87568.html>

MERISE¹⁰	<ul style="list-style-type: none"> - elle ne s'occupe pas de l'interface utilisateur ; - elle n'est pas adaptée à un problème de maintenance ou de seconde informatisation 	<ul style="list-style-type: none"> - permet de cadrer le projet informatique et de « discuter » en se comprenant entre utilisateurs et informaticiens ; - permet de passer du niveau conceptuel au niveau logique et du niveau logique au niveau physique, de façon claire et ordonnée.
----------------------------	--	---

Tableau 3: Comparaison des langages ou méthodes de modélisation

Le tableau 3 montrent les avantages et inconvénients de l'utilisation des langages ou méthodes de modélisations : SysML, UML, Merise.

Pour réaliser cette modélisation, nous allons utiliser le langage de modélisation **UML** (voir [ANNEXE 2 : Le langage UML](#)) pour plusieurs raisons.

Nous pouvons citer entre autres qu'il :

- présente l'avantage d'être le standard en matière de modélisation objet universellement reconnu ;
- est un langage visuel, car sa notation graphique permet d'exprimer visuellement des solutions objets facilitant ainsi la comparaison et l'évaluation de celles-ci ;
- est un langage formel et normalisé doté d'un gain de précisions et d'un gage de stabilité
- sert à formaliser tous les documents techniques d'un projet et permet d'affiner les détails de l'analyse au fur et à mesure de l'avancée du projet ;
- est capable d'utiliser le même atelier de génie logiciel, depuis l'expression des besoins des utilisateurs jusqu'à la génération de tout ou d'une partie du code ;
- est un support de communication performant, car il cadre l'analyse tout en facilitant la compréhension des représentations abstraites complexes.

¹⁰ MERISE : <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Merise-informatique.html>

Le processus et le langage de développement maintenant définis il nous faut mettre en place un groupe de travail composée des différents acteurs qui vont intervenir dans la réalisation du projet.

3. Groupe de Travail

Les acteurs constituent l'ensemble des personnes nécessaires pour la réalisation de ce projet. On les classe en trois (03) groupes distincts travaillant en synergie Il s'agit du groupe de pilotage, du groupe des utilisateurs et du groupe de projet que nous présentons ci-dessous.

a. Groupe de Pilotage

C'est le groupe dirigeant chargé de veiller au bon déroulement du projet. Il planifie les dates clés du projet, examine les propositions du groupe de projet, et décide des orientations stratégiques. Ce groupe est constitué de :

- **M. KABORE Amos** , Directeur général de A2SYS CONSULTING ;
- **M. COMPAORE Abdoul Rahim**, notre Maitre de stage ;
- **Dr. GUINKO T. Ferdinard**, Maître de conférences à l'IBAM

b. Groupe des utilisateurs

Ce groupe représente l'ensemble des acteurs qui ont participé à la capture des besoins fonctionnels et qui vont utiliser le système. Dans le cadre de la réalisation de notre projet, ce groupe est composé Du Directeur général, de la Secrétaire, du Comptable, des Développeurs de **A2SYS CONSULTING**.

c. Groupe de projet

Le groupe de projet est l'ensemble des personnes chargées de réaliser le projet. Il est l'intermédiaire entre le groupe de pilotage et le groupe des utilisateurs. Ce groupe est composé principalement de **ZOMBRE Siki Franck**, étudiant en troisième (3ème) année en Méthodes Informatiques Appliquées à la Gestion (MIAGE) à l'IBAM.

Après avoir présenter le groupe de travail, nous présentons ci-dessous le planning de travail sur lequel s'est appuyé le groupe de travail pour mener à bien cette étude.

d. Planning de Réalisation

La planification est l'organisation selon un plan. C'est un processus volontariste de fixation d'objectifs, suivi d'une détermination, des moyens et des ressources nécessaires pour atteindre ces objectifs selon un calendrier donnant les étapes à franchir. Parmi la pléthore d'outils de planification existant, notre choix s'est porté sur le diagramme de GANTT.

Le diagramme de Gantt est un outil utilisé en ordonnancement et en gestion de projet et permettant de visualiser en fonction du temps les diverses tâches composant un projet. Il s'agit d'une représentation d'un graphe connexe, valué et orienté, qui permet de représenter graphiquement l'avancement du projet. Il est couramment utilisé en gestion de projet. Pour réaliser le diagramme de GANTT, nous avons utilisé l'outil Gantt Project qui est un logiciel libre de gestion de projet. La figure ci-dessous représente le diagramme de GANTT de notre projet.

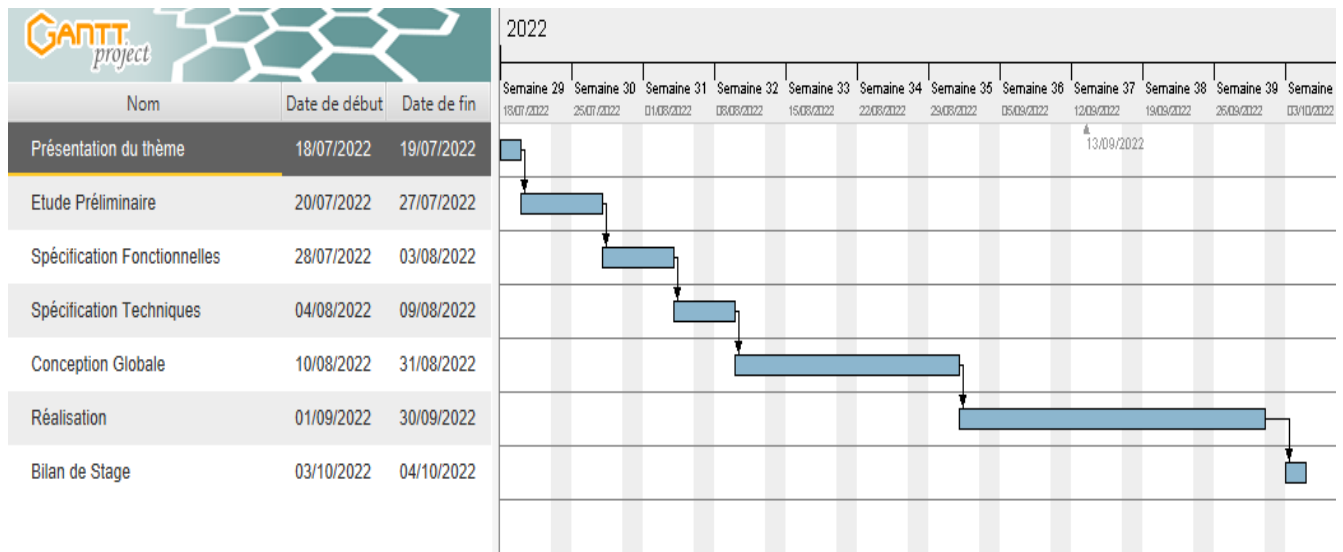


Figure 4 Planning de Réalisation du Projet

La figure 4 montre l'évolution de notre travail en fonction du temps. Le projet s'est déroulé du 18 juillet 2021 au 18 octobre 2022 et a été subdivisé en 7 tâches dont la présentation des structures, l'étude préliminaire, les spécifications fonctionnelles, les spécifications techniques, la conception globale, la réalisation et le bilan du stage.

Après avoir mené cette étude préalable du système, nous passons à la phase d'expressions des besoins comme le recommande la méthode 2TUP

II. EXPRESSIONS DES BESOINS

Dans cette partie, Nous présentons les différents acteurs qui interagissent avec le système pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques ainsi que les différents messages qui sont échangés entre eux.

1. Système existant

A2SYS CONSULTING gère une multitude de projets. Ces projets possèdent plusieurs fichiers qui sont hébergés par un service d'hébergement de fichiers et dont le Directeur général, la Secrétaire et le Comptable ont accès. Pour permettre aux développeurs d'avoir accès aux fichiers dont ils ont besoin, le Directeur général ou la Secrétaire envois ces fichiers grâce au système de messagerie instantanée WhatsApp. Ce procédé devient très encombrant avec le nombre important de projet que la société gère, ce qui nous a conduit à proposer un système amélioré pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques nommé GESTPRO.

2. Description du système amélioré

Le système **GESTPRO** permet aux utilisateurs de consulter les dossiers et fichiers des projets de développement d'application sur lesquels ils travaillent sans avoir recours au Directeur général ou à la Secrétaire pour consulter un fichier. Le Système également permet de suivre l'avancé et le déroulement des projets notamment avec la connaissance du client, des tâches et des développeurs qui interviennent dans un projet donné. L'utilisation de notre plateforme nécessite, tout d'abord, de se créer un compte puis de s'authentifier pour avoir accès aux fonctionnalités de la plateforme. La création d'un projet se fait soit par le Directeur général, soit par la Secrétaire ou le Comptable qui peuvent affecter les membres qui travailleront sur le projet. Le Système permet notamment de créer des dossiers pour un projet donné.

Après avoir créé le ou les dossiers, l'utilisateur peut y télécharger des fichiers. Par la suite les acteurs du groupe d'utilisateur pourront consulter les projets auxquels ils ont été affectés pour travailler et voir les fichiers disponibles.

3. Spécification fonctionnel

La spécification fonctionnelle est la description des fonctions d'un logiciel en vue de sa réalisation. Dans cette partie, nous décrivons dans les détails les exigences du système à travers l'identification des utilisateurs finaux, des cas d'utilisation et les différents diagrammes.

a. Identification des acteurs

Un acteur définit un ensemble cohérent de rôles qu'un utilisateur ou une entité externe peut jouer en interagissant avec le système [2]. Dans le cas du système de suivi des projets de développement d'applications informatiques cas ils sont :

- Du Directeur Général : il a une vue d'ensemble sur tous les projets ;
- Le Comptable : il consulte les fichiers et dossiers des projets pour mener des analyses financières ;
- La Secrétaire : elle s'occupe de monter les dossiers avec l'aide du Directeur Général ;
- Les Développeurs : qui consultent certains fichiers dont ils ont besoin;

Après avoir décrit les différents acteurs qui utilisent notre système, nous présentons à la suite les fonctionnalités souhaitées par ces utilisateurs qu'on regroupe en cas d'utilisations.

b. Identifications des cas d'utilisation

Les cas d'utilisation désignent l'ensemble des interactions qui vont permettre à l'acteur d'atteindre son objectif en utilisant le système. Le tableau suivant liste les cas d'utilisation de notre système de suivi de projet de développement d'applications informatiques.

RAPPORT DE STAGE

NUMERO	CAS D'UTILISATION	DESCRIPTION	ACTEURS
CU1	S'inscrire	Permet aux utilisateur de créer un compte qui leur donnera accès à la plateforme	Développeurs
CU2	S'authentifier	Permet aux utilisateurs de se connecter à l'application	Directeur Général, Secrétaire, Comptable, Développeurs
CU3	Gérer les projets	Permet d'ajouter, modifier et supprimer les projets	Directeur Général, Secrétaire, Comptable
CU4	Gérer les dossiers	Permet d'ajouter, modifier et supprimer les dossiers	Directeur Général, Secrétaire, Comptable,
CU5	Gérer les fichiers	Permet d'ajouter, modifier et supprimer les fichiers	Directeur Général, Secrétaire, Comptable,
CU6	Consulter la liste des projets	Permettre de consulter la liste des projets et d'obtenir pour chaque projet la liste de dossiers et fichiers qu'il contient	Directeur Général, Secrétaire, Développeurs, Comptable,
CU7	Gérer le profil	Permet aux utilisateurs de modifier leur information nom, prénom, mot de passe etc...	Directeur Général, Secrétaire, Développeurs, Comptable,

CU8	Ouvrir un fichier	Permettre d'ouvrir un fichier et de le lire	Directeur Général, Secrétaire, Comptable, Développeurs
-----	-------------------	---	---

Tableau 4 : Liste des Cas d'utilisation

Le Tableau 4 représente l'ensemble des cas d'utilisation de notre système. Prenons comme exemple : le cas d'utilisation « S'inscrire » qui a le numéro CU1, il permet à tous les utilisateurs de se créer un compte pour avoir accès au système ; nous pouvons également présenter le cas d'utilisation « gérer les projets » qui a le numéro CU3, qui est composé des sous cas d'utilisation : créer un projet, modifier un projet et supprimer un projet.

Nous venons de lister l'ensemble des cas d'utilisation du système. Afin d'avoir une vision plus globale du système nous allons représenter le diagramme de cas d'utilisation du système dans la suite de notre travail.

a. Diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme des cas d'utilisation est un diagramme UML utilisé pour donner une vision globale du comportement fonctionnel d'un système logiciel. Il montre l'interaction entre les acteurs et les fonctionnalités du système comme le montre la figure ci-dessous :

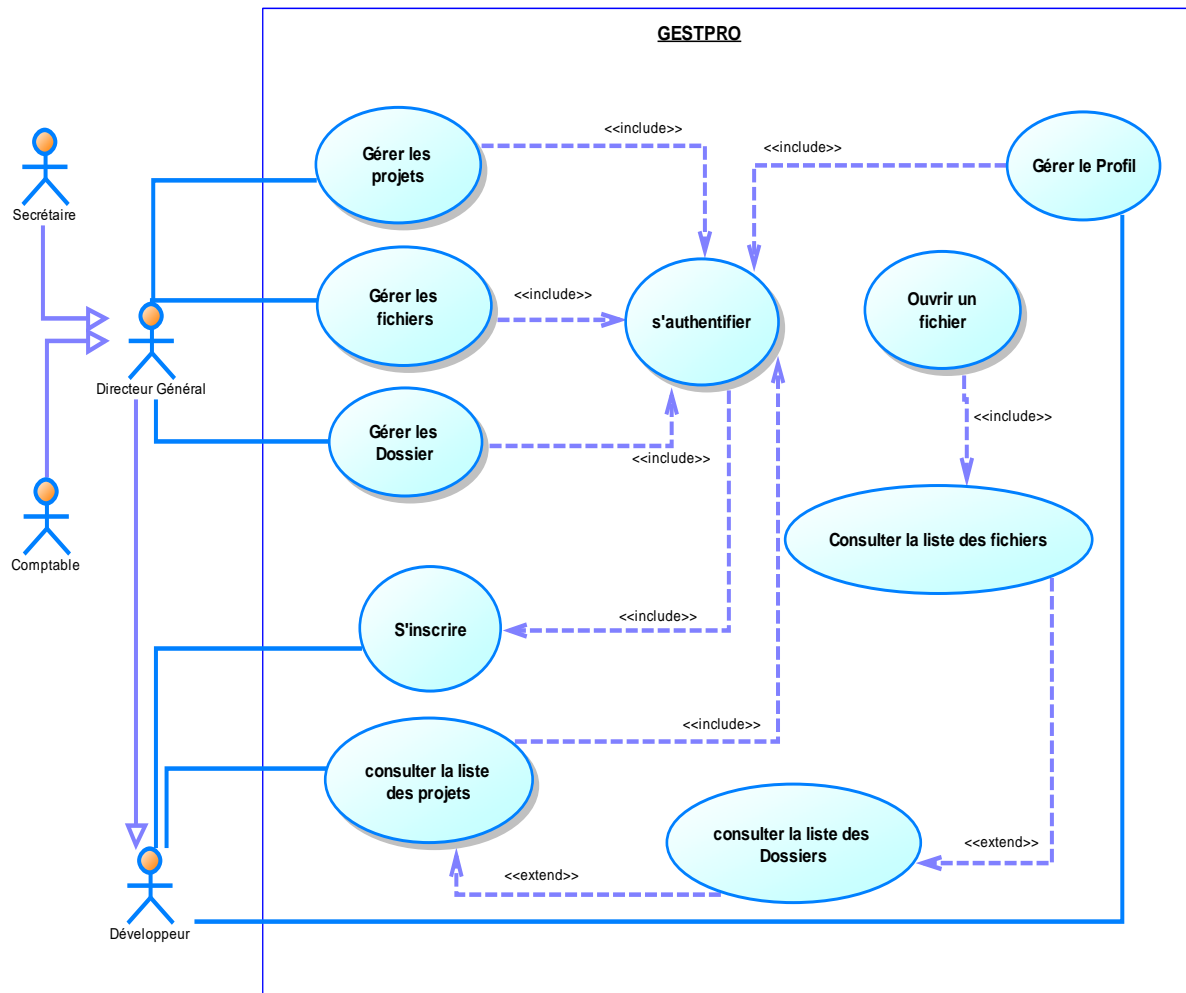


Figure 5 : Diagramme de cas d'utilisation

La figure 5 présente les cas d'utilisation représentés dans le Tableau 4. Ainsi nous remarquons qu'excepté le cas d'utilisation « S'inscrire », les acteurs doivent s'authentifier pour interagir avec le système.

Par exemple pour le cas d'utilisation « Gérer les projets » nous remarquons qu'il est relié au cas d'utilisation « s'authentifier » avec une liaison ayant pour stéréotype « include ». Cela signifie que l'acteur « Directeur général » pour créer, modifier, ou supprimer un projet doit obligatoirement s'authentifier.

Les acteurs « Secrétaire » et « Comptable » sont reliés à l'acteur « Directeur général » pour signifier qu'ils peuvent effectuer toutes les fonctionnalités que peut faire le Directeur général.

Pour mieux comprendre les cas d'utilisations nous pouvons réaliser une description textuelle de certains cas d'utilisation.

b. Description textuelle de certains cas d'utilisation

Contrairement au diagramme de cas d'utilisation qui décrit les grandes fonctions du système du point de vue des acteurs, la description textuelle permet d'exposer de façon détaillée le dialogue entre les acteurs et le système. A titre d'exemple nous réalisons la description de trois (03) cas d'utilisation : « S'inscrire », « S'authentifier », « Ajouter un fichier ».

❖ CU01 : S'inscrire

Résumé	Ce cas d'utilisation permet à l'utilisateur de se créer un compte
Acteur(s)	Développeur
Préconditions	Etre connecter au serveur de l'entreprise , posséder un navigateur web , disposer d'une connexion internet

Scénario Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utilisateur accède à la page d'accueil de la plateforme. 2. L'utilisateur demande à s'inscrire 3. Le système affiche un formulaire d'inscription 4. L'utilisateur remplit le formulaire et soumet au système 5. Le système vérifie les données saisies et envoie un mail d'activation à l'utilisateur 6. L'utilisateur accède au mail et clique sur le lien d'activation [A] 7. Le Système active le compte de l'utilisateur
Scénario Alternatif	<p>[A] : L'utilisateur n'a pas reçu le mail</p> <ol style="list-style-type: none"> a. L'utilisateur s'assure de disposer d'une connexion au serveur de l'entreprise et d'avoir accès à internet et le scénario reprend à partir du point 2 du scénario nominal.
Post conditions	L'utilisateur s'authentifie

Tableau 5 : Description du CU «S'inscrire »

L'analyse du tableau 5 nous permet d'interpréter les interactions suivantes pour le cas d'utilisation « s'inscrire ». Avant de s'inscrire, l'utilisateur doit s'assurer d'avoir accès à internet mais également au serveur de l'entreprise et posséder un navigateur web (la précondition), il va ensuite demander à s'inscrire, puis il reçoit un formulaire d'inscription qu'il doit remplir et soumettre au système pour vérification et si les informations saisies sont incorrectes il reprend les étapes précédentes. Enfin, si les informations sont correctes le système envoie un mail contenant un lien d'activation du compte à l'utilisateur qui va cliquer sur ce dernier et le système activera le compte. La procédure est valable pour l'acteur « Développeurs ».

❖ CU2 : S'authentifier

Résumé	Ce cas d'utilisation permet à l'utilisateur de se connecter au système et d'avoir accès aux différentes fonctionnalités du système.
Acteur(s)	Tous les acteurs du système
Préconditions	Etre connecter au serveur de l'entreprise , posséder un navigateur web
Scénario Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1: L'utilisateur demande à se connecter 2: Le système l'affiche un formulaire de connexion 3: L'utilisateur rempli le formulaire et le soumet au système 4: Le système vérifie les données saisies [A] 5: Le système affiche la page qui liste les projets
Scénario Alternatif	<p>[A] : L'identifiant et/ou le mot de passe sont incorrects</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Le système notifie l'utilisateur de l'échec de la connexion b. Le système renvoi le formulaire connexion et le scénario reprend à partir du point 3 du scénario nominal.
Post conditions	L'utilisateur accède à la liste des projets

Tableau 6 Description du CU « S'authentifier »

L'analyse du tableau 6 nous permet d'interpréter les interactions suivantes pour le cas d'utilisation s'authentifier. Avant de s'authentifier, l'utilisateur doit s'assurer d'être connecter au serveur de l'entreprise et posséder un navigateur web (la précondition), il va ensuite demander à se connecter, puis il recevra un formulaire d'authentification composé d'un champ login et un champ de mot de passe qu'il doit remplir et soumettre pour vérification si les informations saisis sont incorrectes il reprend les étapes précédentes. Enfin, si les informations sont correctes l'utilisateur est renvoyé vers son espace personnel. La procédure est valable pour tous les acteurs du système.

❖ CU 8 : Ajouter un fichier

Résumé	Ce cas d'utilisation permet à l'utilisateur d'ajouter un fichier dans un dossier
Acteur(s)	Le Directeur Général, la Secrétaire, le Comptable
Préconditions	L'utilisateur est authentifié, et un dossier doit au préalable être créé;
Scénario Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. L'utilisateur demande à ajouter un fichier 2. Le système lui envoi le formulaire 3. Il remplit le formulaire d'ajout et sélectionne le fichier à télécharger[A] 4. Le système vérifie les données 5. Le système notifie que le fichier a été enregistré
Scénario Alternatif	<p>[A] : l'utilisateur ne choisit pas de fichier</p> <ol style="list-style-type: none"> a. Le système notifie à l'utilisateur qu'il doit impérativement charger un fichier b. L'utilisateur sélectionne un fichier et le scénarios reprend à partir du point 4 du scénarios nominal.
Post conditions	L'utilisateur accède à la listes des fichiers

Tableau 7 Description du CU « Ajouter un fichier »

L'analyse du tableau 7 nous permet d'interpréter les interactions suivantes pour le cas d'utilisation ajouter un fichier. Avant d'ajouter un fichier, l'utilisateur doit s'authentifier, il va ensuite demander à ajouter un fichier, puis il recevra le formulaire d'ajout dans lequel se trouve un champ pour sélectionner le fichier à télécharger ; l'utilisateur doit remplir ce formulaire et soumettre pour vérification si les informations sont incorrectes il reprend les étapes précédentes. Enfin, si les informations sont correctes le système envoie un message d'ajout. La procédure est valable pour tous les acteurs tels que : le Directeur général, la Secrétaire, le Comptable.

Afin de montrer les interactions dynamiques entre les acteurs et le système nous réalisons les diagrammes de séquence dans la suite.

c. Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence représente les interactions entre le système et les utilisateurs en montrant sous forme de scénarios la chronologie des envois de messages issus d'un cas d'utilisation donné. Il permet de visualiser les messages par une lecture de haut en bas. L'axe vertical représente le temps et l'axe horizontal les objets qui collaborent. Une ligne verticale en pointillé est attachée à chaque objet et représente sa durée de vie. Les diagrammes de séquences qui sont décrits dans cette partie sont essentiellement : s'inscrire, s'authentifier, ajouter un fichier.

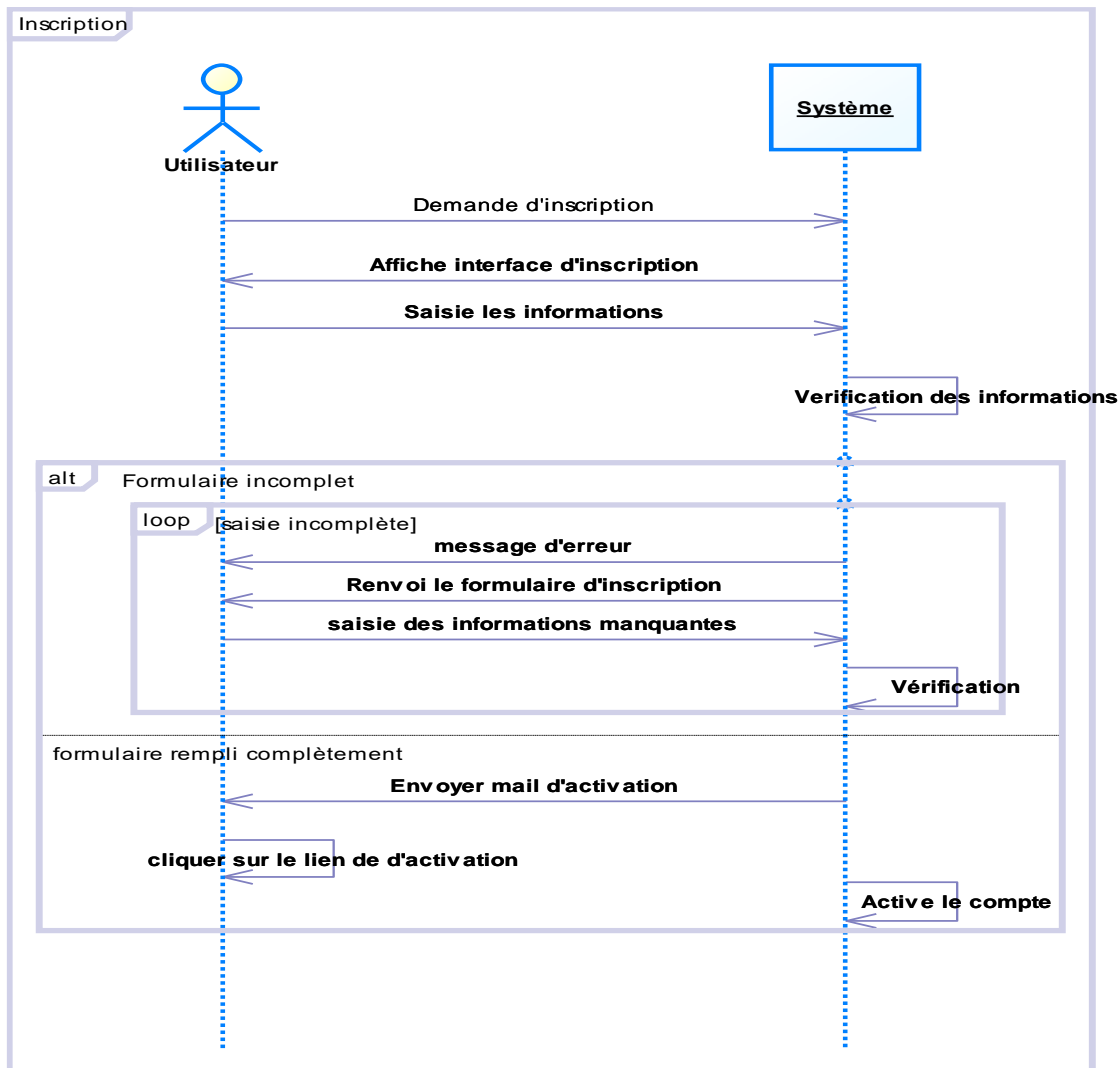


Figure 6 : Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « S'inscrire »

L'analyse de la figure 6 nous montre deux objets qui collaborent qui sont l'utilisateur qui est un Développeur et le système représenté avec leur ligne de vie par les lignes verticales en pointillés. En faisant la lecture du haut vers le bas, pour le cas d'utilisation s'inscrire, l'utilisateur demande à se créer un compte, il reçoit le formulaire de d'inscription puis saisit les informations, les informations saisies sont vérifiées par le système. Il y a deux (02) possibilités : le formulaire est complètement rempli ou partiellement rempli. En cas de formulaire partiellement rempli, l'utilisateur reçoit une notification d'erreur et le formulaire d'inscription lui est renvoyé. En cas d'informations correctement rempli, le système envoie un mail contenant

un lien d'activation à l'utilisateur qui va cliquer sur ce lien pour avoir activé le compte. Et enfin l'utilisateur peut avoir accès à son espace personnel.

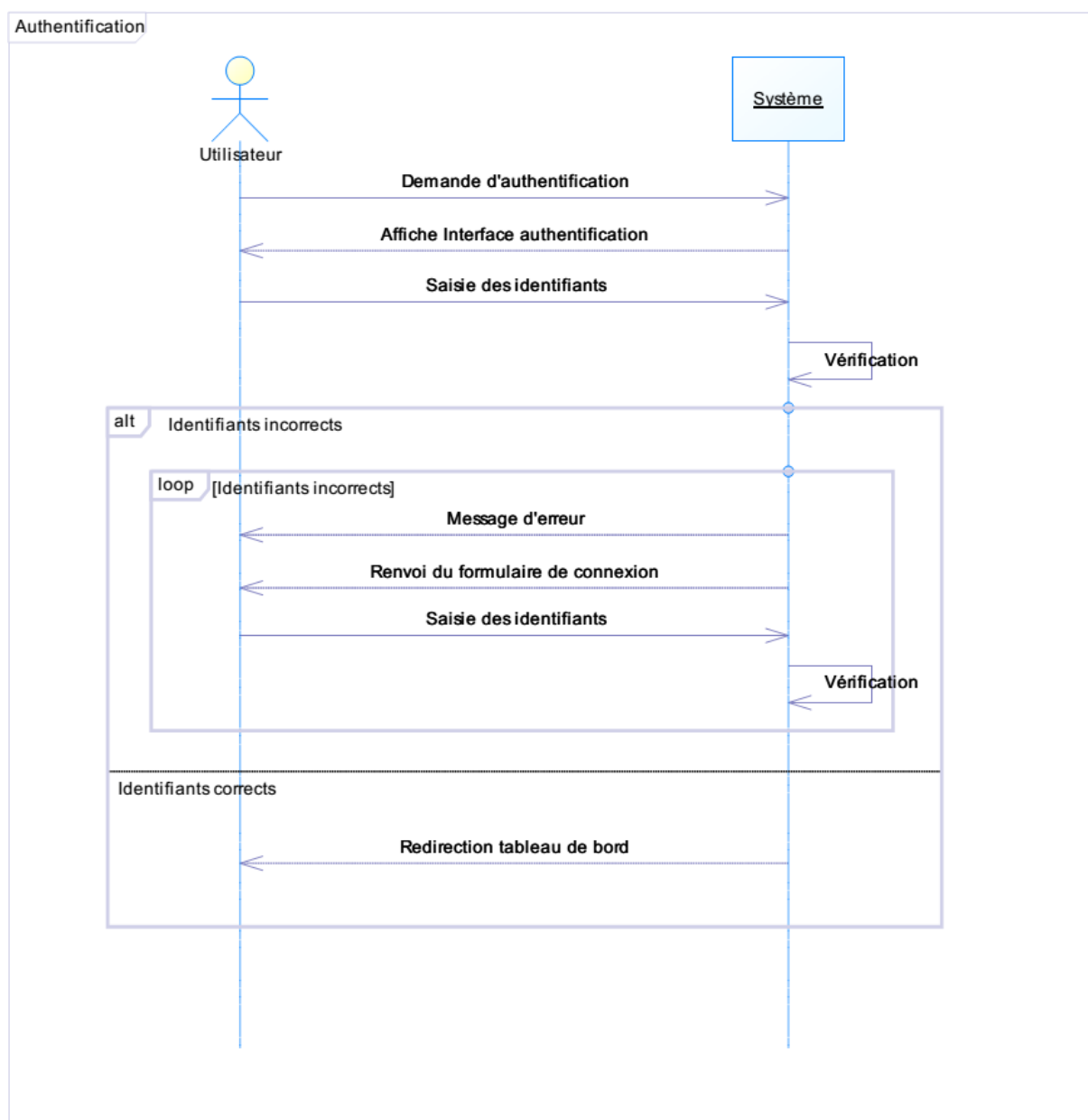


Figure 7 : Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « s'authentifier »

L'analyse de la figure 7 nous montre deux objets qui collaborent que sont l'utilisateur (le Directeur général, la Secrétaire, les Développeurs, ou le Comptable) et le système représentés avec leur ligne de vie par les lignes verticales en pointillés. En faisant la lecture du haut vers le bas, pour le cas d'utilisation s'authentifier, l'utilisateur demande à se connecter à la plateforme, il reçoit le formulaire de connexion puis saisit les informations de connexion requises, les informations saisies sont vérifiées par le système. Il y a deux (02) possibilités : les informations sont correctes ou incorrectes. En cas d'informations incorrectes, l'utilisateur reçoit une notification d'erreur et le formulaire de connexion lui est renvoyé. En cas d'informations correctes, l'utilisateur s'est authentifié avec succès et accède à son espace personnel.

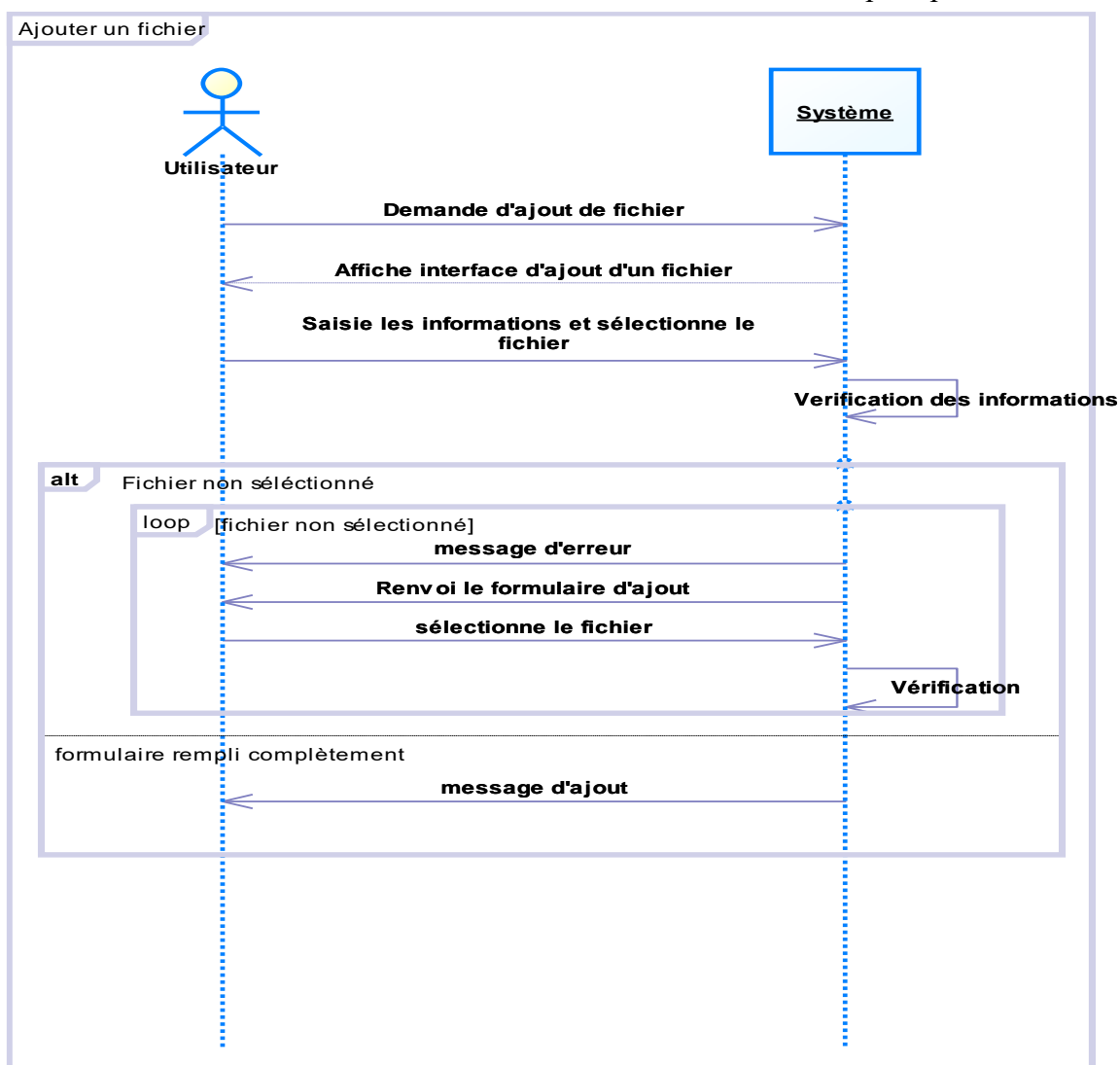


Figure 8 Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « Ajouter un fichier »

L'analyse de la figure 8 nous montre deux objets qui collaborent qui sont l'utilisateur (le Directeur général, la Secrétaire, le Comptable) et le système représenté avec leur ligne de vie par les lignes verticales en pointillés. En faisant la lecture du haut vers le bas, pour le cas d'utilisation ajouter un fichier, l'utilisateur demande à ajouter un fichier, il reçoit le formulaire d'ajout puis saisit les informations d'ajout du fichier requises, les informations sont vérifiées par le système. Il y a deux (02) possibilités : l'utilisateur a choisi le fichier à télécharger ou pas. Au cas où l'utilisateur n'a pas choisi de fichier, l'utilisateur reçoit une notification d'erreur et le formulaire d'ajout lui est renvoyé. Si le fichier a été choisi, le système envoie une notification de succès et télécharger le fichier dans le dossier.

Les spécifications fonctionnelles désignent l'ensemble des fonctionnalités du logiciel développé tandis que les spécifications techniques que nous décrivons ci-dessous désignent l'ensemble des moyens techniques tels que : l'architecture de développement.

4. Spécification technique

La spécification technique est la description des choix techniques pris pour satisfaire les spécifications fonctionnelles et les besoins.

a. Mise à disposition des conditions de travail

A2SYS COSNULTING a mis à notre disposition un serveur et une connexion internet haut débit pour nos recherches.

b. Architecture de développement

L'architecture en informatique désigne un mode de communication à travers un réseau entre plusieurs éléments physiques et/ou logiques. Il en existe plusieurs types. Mais nous en présenterons ici les architectures un (1) tiers deux (2) tiers et trois (3) tiers.

RAPPORT DE STAGE

CRITERE	1 TIERS	2 TIERS	3 TIERS
Administration du système	complexe		Moins complexe
	Toutes les couches sont physiquement réparties sur plusieurs postes clients.	La couche application est physiquement répartie sur plusieurs postes clients.	Les applications peuvent être gérées centralement sur le serveur.
Sécurité	Faible		Elevée
	Les tables de Données sont directement accessibles.	Sécurité au niveau des données	Raffinée au niveau des services ou des méthodes.
Encapsulation des données	Faible		Elevée : le client fait appel à des services ou méthodes
Performance	Faible		Bonne
	Plusieurs requêtes SQL sont transmises sur le réseau, les données sélectionnées doivent être acheminées vers le client pour analyse.		Seulement les appels de services et les réponses sont mis sur le réseau.
Réutilisation	Faible : application monolithique sur le client.		Excellente :réutilisation des services et des objets.
Facilité de développement	Elevée		En progression : des outils intégrés pour développer la partie du client et du serveur.

Sources de données hétérogènes	Non	Oui : les applications 3-tier peuvent utiliser plusieurs bases de données dans la même transaction.
Flexibilité d'architecture matérielle	Limitée	Excellente : possibilité de faire résider les couches 2 et 3 sur une ou plusieurs machines.
Relève en cas de pannes	Faible	Excellente : possibilité d'avoir la couche du centre "middle-tier" sur plusieurs serveurs.

Tableau 8: Comparaison des architectures de développement : source [3]

Solution retenue : A la suite de l'étude comparative que nous avons menée sur les trois (3) types d'architectures, notre choix se porte sur l'architecture trois (3) tiers. En effet, cette dernière se conforme aux standards d'architectures d'applications suivis par A2SYS CONSULTING mais également pour sa bonne disponibilité et son évolution facile.

Passons maintenant à la conception globale de notre système de suivi des projets de développement d'applications.

III. CONCEPTION GLOBALE

Dans cette partie, nous mettons en évidence le dictionnaire de données, le diagramme des classes, quelques diagrammes de séquence, le diagramme d'état transitions de la classe «Projet», le diagramme d'activité du CU « Ajouter un fichier » ainsi que le diagramme du déploiement.

1. Diagramme des classes

Dans cette partie nous mettrons en évidence notre dictionnaire de données, puis notre diagramme de classes.

a. Dictionnaire de données

Le dictionnaire de données contient l'ensemble des descriptions des données qui sont utilisés dans le système.

ATTRIBUT	DESCRIPTION	TYPE DE DONNEE
IdUtilisateur	Identifiant de l'utilisateur	Entier
Pseudo	Le nom qui permet à l'utilisateur de se connecter	Chaine de caractère
Mot_de_passe	Le mot de passe de l'utilisateur	Chaine de caractère
Nom	Le nom de l'utilisateur	Chaine de caractère
Prénom	Le prénom de l'utilisateur	Chaine de caractère
email	L'email de l'utilisateur	Chaine de caractère
Active	Le statu du compte de l'utilisateur	Booléen
activationKey	Le clé d'activation du compte	Chaine de caractère
IdProjet	Identifiant du projet	Entier
Intitulé	Le nom du projet	Chaine de caractère
Description	Un court résumé du projet	Chaine de caractère
Etape	L'étape à laquelle se trouve le projet	Chaine de caractère
Date_de_creation	La date de création du projet	Date
Date_de_fin	La date probable à laquelle le projet doit être terminé	Date
IdDossier	Identifiant du dossier	Entier
NomD	Le nom du Dossier	Chaine de caractère

CheminD	Le chemin du répertoire où se situe le dossier	Chaine de caractère
IdFichier	Identifiant du fichier	Entier
NomF	Le nom du fichier	Chaine de caractère
CheminF	Le chemin du répertoire où se trouve le fichier	Chaine de caractère
IdTache	Identifiant de la tâche	Entier
DescriptionT	La description de la tâche	Chaine de caractère
Rôle	C'est le rôle joué par l'acteur effectuant la tâche	Chaine de caractère
IdClient	Identifiant du client	Entier
NomC	Le nom du client	Chaine de caractère
NumeroC	Le numéro de téléphone du client	Entier
AdresseC	L'adresse du client (quartier)	Chaine de caractère
Email	L'email du client	Chaine de caractère

Tableau 9: Dictionnaire de données

Ce tableau regroupe toutes les données utilisées dans votre système. Ces données sont organisées en classes qui sont reliées entre elles par des règles que nous présentons ci-dessous.

b. Les règles de gestion

Les règles de gestions regroupent les conditions et les exigences nécessaires au bon fonctionnement du système. Le tableau ci-dessous rassemble les règles de gestion de notre système.

NREG	REGLES DE GESTION
REG1	Un projet appartient à un seul client et un client peut commander un ou plusieurs projets
REG2	Un projet fait travailler 0 (lorsqu'on ignore qui sont ceux qui travailleront sur le projet) à plusieurs personnes et une personne peut travailler sur plusieurs projets.
REG3	Un projet peut avoir plusieurs dossiers et un dossier appartient à un seul projet
REG4	Un dossier peut avoir plusieurs fichiers et un fichier appartient à un seul dossier

Tableau 10:Les règles de gestion

Les règles de gestion nous permettent de construire le diagramme de classe que nous présentons dans la suite.

c. Diagramme des classes

Le diagramme des classes est une représentation graphique sur la façon dont les informations seront stockées dans le système, mais aussi les liens qui sont entretenus entre les objets du système.

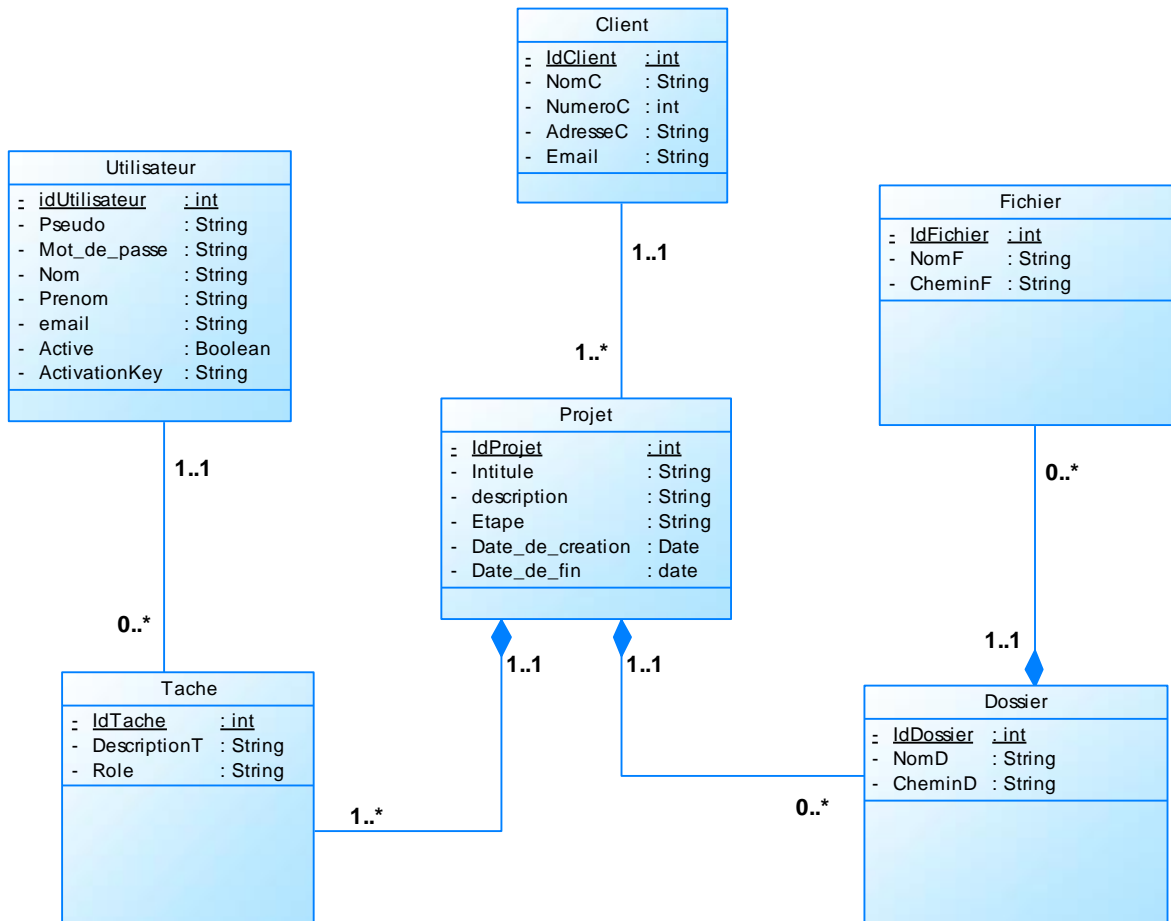


Figure 9:Diagramme des classes

L'analyse de la figure 9 nous montre que dans le diagramme des classes, les classes sont représentées par des rectangles et sont définies par des attributs ayant chacun un type de donnée, prenons comme exemple la classe Dossier qui a l'attribut IdDossier de type int (c'est un entier) et les attributs NomD et CheminD qui sont de type string (une chaîne de caractère). Les classes sont reliées entre elles par des associations avec des cardinalités tel que : 1..* qui signifie un ou plusieurs, 0..* qui signifie zéro ou plusieurs et 1..1 qui signifie un et un seul. Considérons les classes Projet, Dossier et Fichier. Nous remarquons que sur la liaison entre Projet et Dossier, nous avons les cardinalités 1..1 du côté Projet, 0..* du côté Dossier. Cela signifie qu'un dossier appartient à un et un seul projet donné et qu'un projet peut avoir 0 ou plusieurs Dossiers. Les attributs soulignés à l'image de l'attribut IdDossier sont des clés primaires qui permettent d'identifier de manière unique un enregistrement dans une table.

Dans la suite, nous représentons le diagramme de séquence afin de mieux exprimer les messages échangés au sein du système.

2. Diagramme de séquence

Il existe deux types de Diagramme de séquence :

- Le diagramme de séquence vu de l'extérieur il décrit les messages échangés entre l'acteur et le système d'un point de vue utilisateur (Exemple voir [Figure 8 Diagramme de séquence vue de l'extérieur pour le CU « Ajouter un fichier »](#))

- Le Diagramme de séquence vu de l'intérieur ils offrent une vue dynamique du comportement à l'intérieur du système comme le montre le diagramme ci-dessous des cas d'utilisation : Ajouter un fichier et ajouter un dossier.

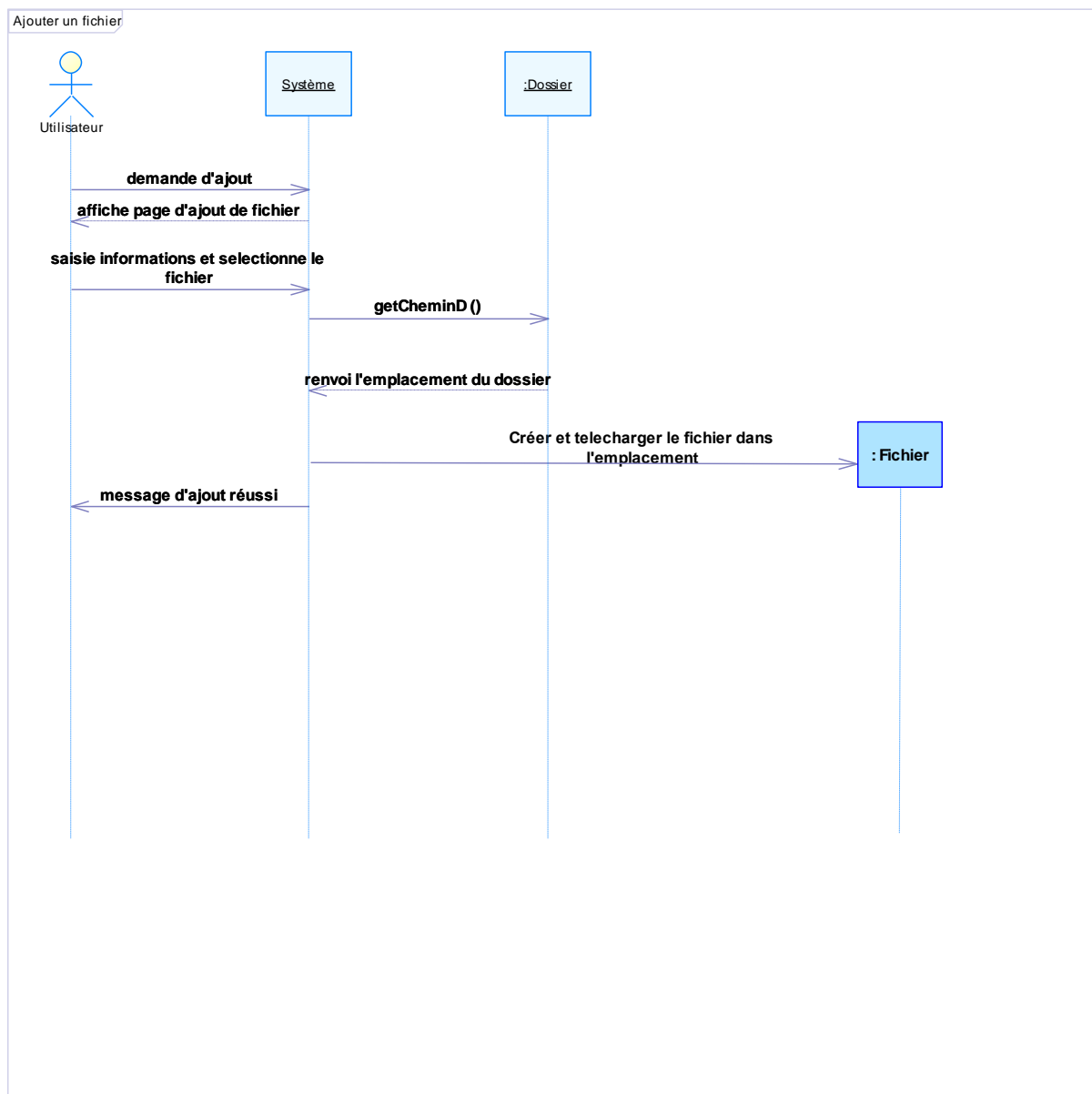


Figure 10: Diagramme de séquence vue de l'intérieur pour le CU « Ajouter un fichier »

L'analyse de la figure 10 nous montre quatre objets qui communiquent notamment l'utilisateur, le système, l'entité dossier et l'entité fichier représentés chacun avec leurs lignes de vie par les lignes verticales en pointillés.

En faisant la lecture du haut vers le bas, l'utilisateur demande à ajouter un fichier, le système lui envoie le formulaire d'ajout, il saisit les informations requises et sélectionne le fichier à télécharger, le système fait appel à une méthode de la classe Dossier appeler getCheminD qui renvoie le chemin du dossier courant. Le système enfin crée et copie le fichier sélectionné par l'utilisateur dans l'emplacement renvoyé par la méthode getCheminD et notifie à l'utilisateur que l'opération a été un succès.

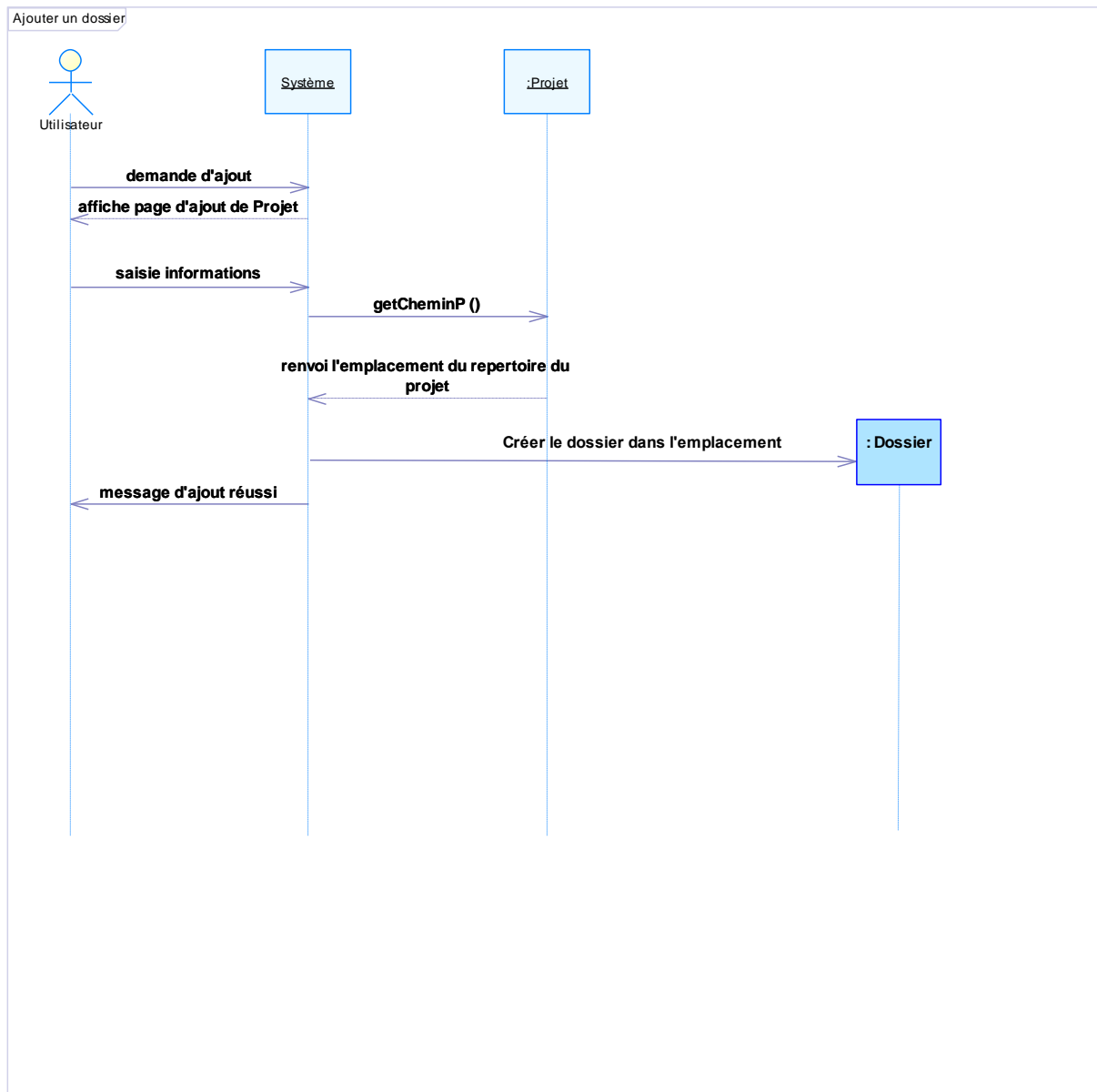


Figure 11: Diagramme de séquence vue de l'intérieur pour le CU « Ajouter un dossier »

L'analyse de la figure 11 nous montre quatre objets qui collaborent que sont l'utilisateur, le système, l'entité projet, l'entité dossier représentés chacun avec leurs lignes de vie par les lignes verticales en pointillés.

En faisant la lecture du haut vers le bas, l'utilisateur demande à ajouter un dossier, le système lui envoie le formulaire d'ajout, il saisit les informations requises, le système fait appel à une méthode de la classe dossier appeler getChemiP qui renvoie le chemin du projet courant. Le système enfin crée le dossier dans l'emplacement renvoyé par la méthode getCheminP et notifie à l'utilisateur que l'opération a été un succès.

3. Diagramme d'état-transition

Un diagramme états-transitions est un schéma utilisé en génie logiciel pour représenter des automates déterministes. S'ils ne permettent pas de comprendre globalement le fonctionnement du système, ils sont directement transposables en algorithme. En effet, contrairement au diagramme d'activité qui aborde le système d'un point de vue global, le diagramme états-transitions cible un objet unique du système. Son rôle, est de décrire le fonctionnement d'un objet ayant un comportement séquentiel comme le montre la figure ci-dessous pour la classe « Projet » avec son attribut **étape** qui varie :

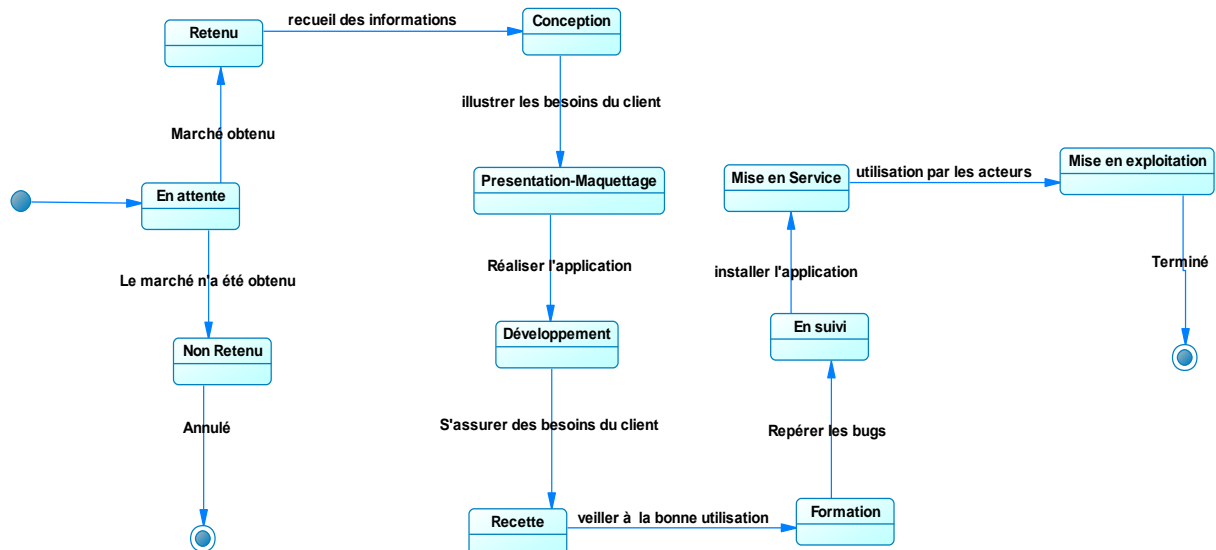


Figure 12: Diagramme d'état transition de la classe « Projet »

La figure 12 nous explique les étapes que peut connaître un projet le long de son déroulement dans le système. L'entreprise soumet d'abord sa candidature à un appel d'offre, en ce moment le projet est en attente ; si le marché n'est pas obtenu par la société le projet est annulé et c'est la fin.

Si la société obtient le marché le projet passe à l'étape retenu. Ensuite vient la phase de recueil des informations par rapport au projet de développement d'applications informatiques, en ce moment le projet est à l'étape conception.

Après avoir recueilli et analysé les besoins du client, on réalise une maquette de l'application que la société présente au client ; le projet se trouve en ce moment à l'étape présentation-maquettage.

Si le client valide la maquette les développeurs se mettent à coder ensuite l'application ; le projet entre dans l'étape développement. A la fin du développement de l'application, l'entreprise doit s'assurer que l'application répond aux attentes du client ; le projet passe au stade recette puis à l'étape de formation. Dans cette étape les utilisateurs finaux sont formés à l'utilisation de l'application.

Après cela le projet est à l'étape de suivi pendant laquelle on repère les différents bugs. Passer cette étape l'application est corrigée et installée chez le client, le projet est donc à l'étape « mise en service » puis « mise en exploitation » ; dans cette période les utilisateurs finaux peuvent pleinement utiliser l'application.

4. Diagramme d'activité

Le diagramme d'activité permet de faire une représentation graphique du déroulement d'un cas d'utilisation. Le cas d'utilisation mis en exergue ici est « Ajouter un fichier » avec une vue sur les flots de données.

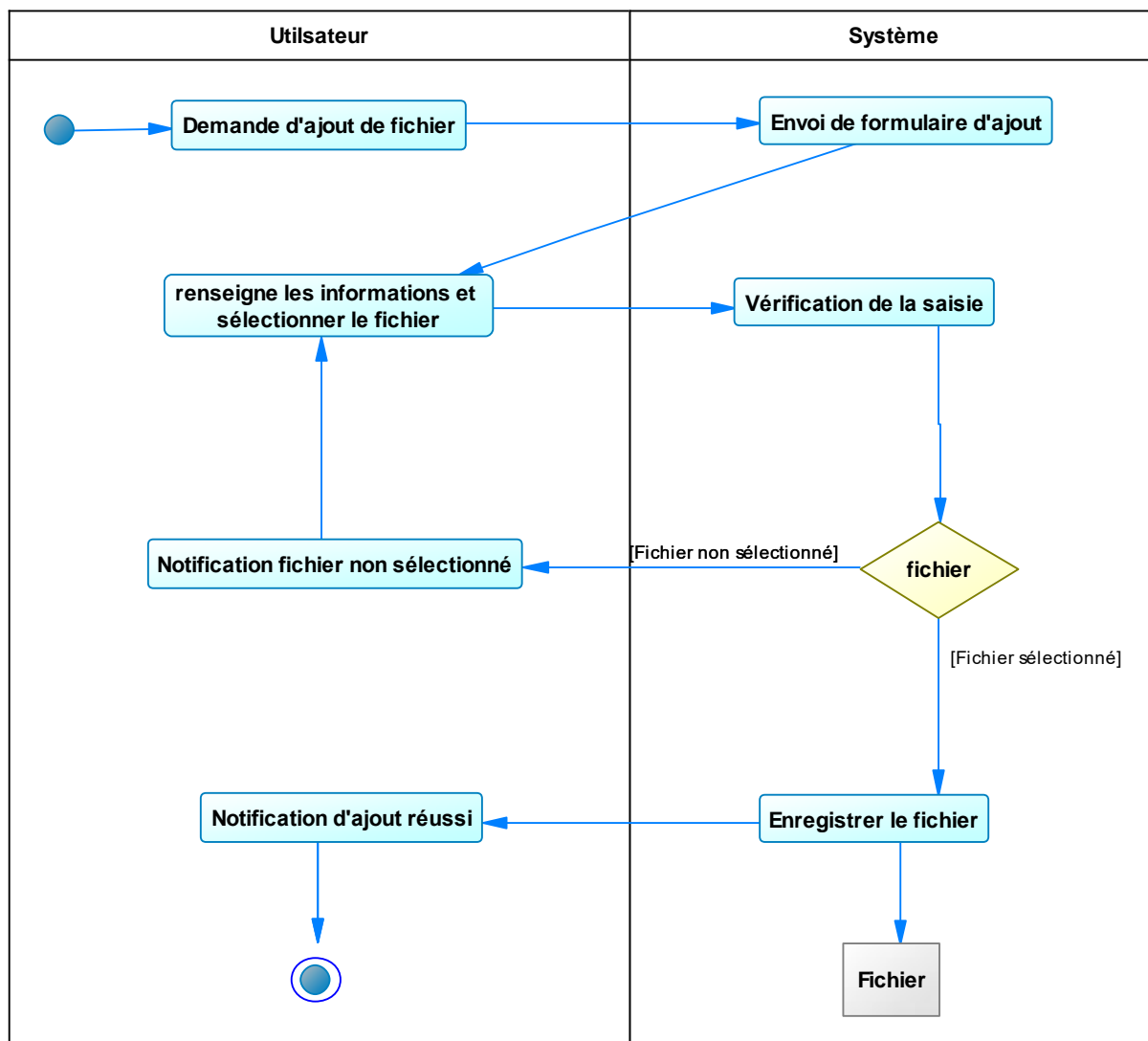


Figure 13: Diagramme d'activité du CU «Ajouter un fichier¹¹»

¹¹ **NB** : L'objet Fichier est une instance la classe Fichier.

La figure 13 représente le diagramme d'activité du cas d'utilisation ajouter un fichier et est constitué :

- D'action(s) : c'est une étape dans l'activité où les utilisateurs ou le logiciel exécutent une tâche donnée., les actions sont symbolisées par des rectangles aux bords arrondis. C'est le cas par exemple de l'action « demande d'ajout de fichier »
- De nœud de décision : embranchement conditionnel dans le flux, qui est représenté par un losange. Il comporte une seule entrée et au moins deux sorties. Dans notre diagramme d'activité ce nœud de décision a une entrée provenant de l'action vérification de la saisie et possède deux sortie en fonction que le fichier ait été sélectionné ou non.
- De transition : on a par exemple la transition qui relie l'action « demande d'ajout de fichier » et l'action « Vérification de la saisie ».
- Nœud de départ : élément symbolisant le début de l'activité, que l'on représente par un cercle complet.
- Nœud de finale d'activité est dépeint comme un cercle avec un point à l'intérieur.

Dans la suite, nous représentons le diagramme de déploiement afin de mieux exprimer les ressources matérielles nécessaire au déploiement de l'application de suivi des projets de développement d'applications informatiques.

5. Diagramme de déploiement

Le diagramme de déploiement est un diagramme UML qui montre la configuration physique des différents éléments qui participent à l'exécution du système, ainsi que les instances de composants qu'ils supportent. Il est constitué de « nœuds » connectés par des liens physiques.

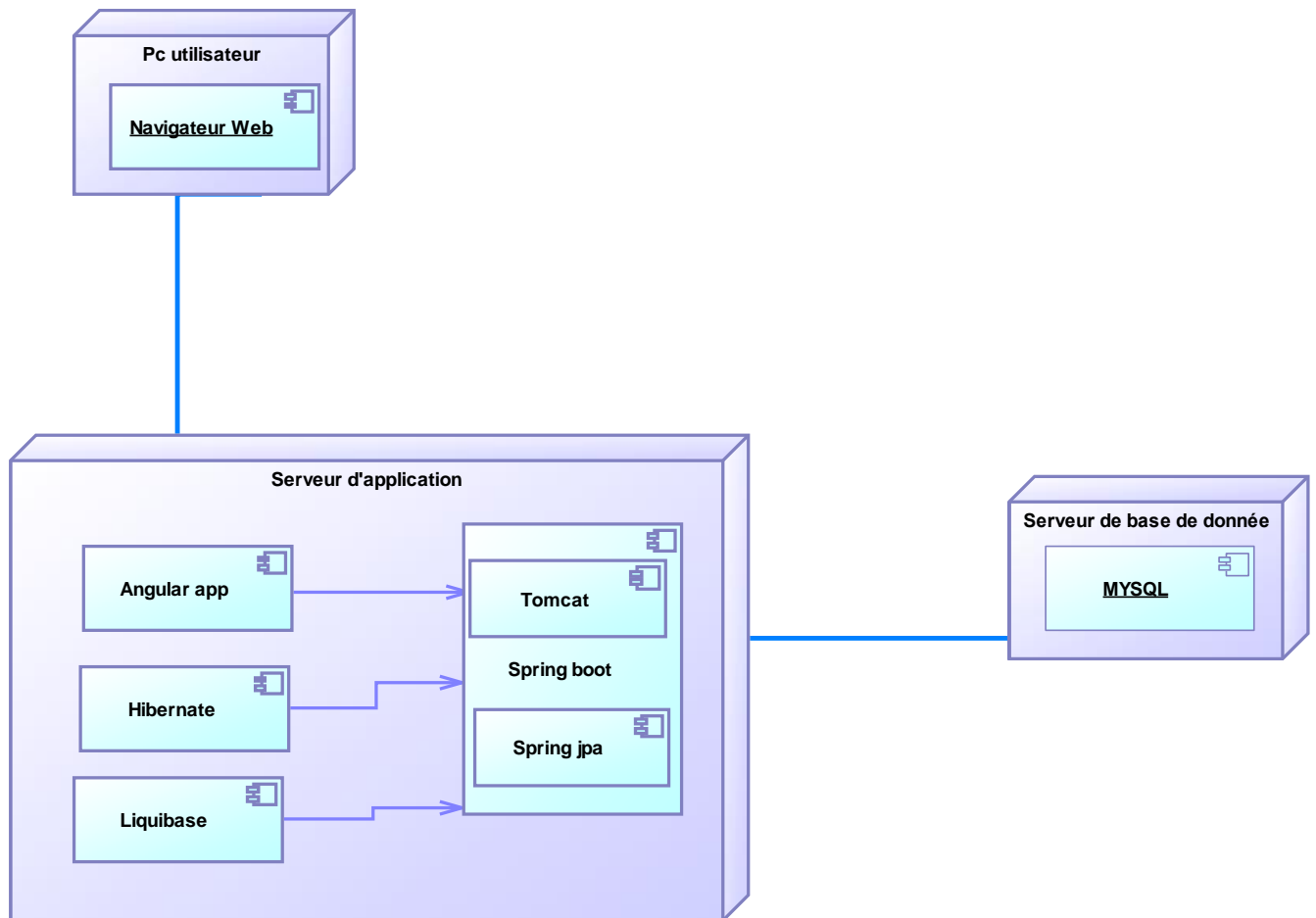


Figure 14: Diagramme de déploiement

Notre diagramme de déploiement comprend trois (3) nœuds qui représentent le poste client, le serveur matériel qui héberge le serveur d'application et le serveur de donnée. Ce diagramme de déploiement laisse entrevoir l'architecture logicielle trois (3) tiers qui est utilisée pour ce système.

Après cette partie consacrée à la conception globale du système, nous passons maintenant à la réalisation du système en question.

IV. RÉALISATION

Dans le cadre de la réalisation de ce système informatisé, nous avons utilisé plusieurs outils et techniques. Ainsi, nous présentons d'abord les outils de développement utilisés et les politiques de test et de sécurité du système. Ensuite, nous évoquons l'estimation financière de la mise en place de la plateforme. Enfin, nous présentons quelques écrans de celle-ci.

1. Présentation des outils de développement

Un outil de développement est un logiciel qui aide un développeur dans le déroulement d'une activité de développement.

a. **Choix du Système de Gestion De Base de Données(SGBD)**

Nous distinguons plusieurs SGBD dont les plus connus sont :

- Microsoft Office Access¹²;
- Microsoft SQL Server¹³;
- MySQL¹⁴ ;
- Oracle Database¹⁵ ;
- PostgreSQL¹⁶.

La liste comparative de ces SGBD est dans le tableau suivant :

¹² Microsoft Office Access : <https://www.microsoft.com/fr-fr/microsoft-365/access/>

¹³ Microsoft SQL Server : <https://sql.sh/sgbd/sql-server/>

¹⁴ MySLQ: <https://www.mysql.com/fr/>

¹⁵ ORACLE Database : <https://www.oracle.com/database/>

¹⁶ PostgreSQL: <https://www.postgresql.org/>

RAPPORT DE STAGE

SGBD	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Microsoft Office Access	<ul style="list-style-type: none"> - très puissant et très ludique - une grande série d'outils de conversion de données - une forte intégration de Microsoft Office/VBA, - une possibilité de développer des applications Runtime 	<ul style="list-style-type: none"> - gourmand en ressources réseau - non convenable aux applications distantes. - mono-plateforme (MS Windows) - non implémentation complète de la norme SQL.
Microsoft SQL Server	<ul style="list-style-type: none"> - administration aisée - fonction d'audit évolué - optimiseur statistique enrichi à flux tendu - langage T-SQL très convivial, intégration de CLR - services Web - support XML - ordonnanceur intégré 	<ul style="list-style-type: none"> - une licence très couteuse du produit, - mono-plateforme (MS Windows) - pas de prise en charge du LDAP - toujours pas de cluster (hormis en actif- passif, en se basant sur le cluster OS) - pas certifié SQLJ, pas d'intégration Java, orientation C# - pas de contraintes d'unicité multi null
MYSQL	<ul style="list-style-type: none"> - rapide - plus simple à utiliser 	<ul style="list-style-type: none"> - non convenable aux grosses bases de données

	<ul style="list-style-type: none"> - multiplateforme (Windows, Unix, Linux, etc.) - gratuit - facile à installer - s'intègre facilement dans l'environnement Apache 	<ul style="list-style-type: none"> - les fonctionnalités limitées - présente une sécurité moyenne - ne permet pas la reprise à chaud
ORACLE	<ul style="list-style-type: none"> - fourniture de technologies de haut niveau et des solutions d'affaires intégrées - fiabilité - intègre la technologie flashback - récupération efficace des données incorrectement supprimées ou perdues grâce à flashback d'Oracle - fournit des bases de données fiables et compétentes grâce aux quatre propriétés (Atomicité, cohérence, isolation et durabilité) 	<ul style="list-style-type: none"> - prix élevé - une administration complexe - porosité entre les schémas - une gestion des verrous mortels mal conçue - nombreuses failles de sécurités liées à l'architecture elle-même

PostgreSQL	<ul style="list-style-type: none"> - openSource et gratuit fiable et relativement performant, - supporte la majorité du standard SQL-92 - possède de nombreuses extensions (Java, Ruby, PL-SQL) - simple d'utilisation et d'administration 	<ul style="list-style-type: none"> - pas possible de requêter sur plusieurs bases à la fois : chaque base nécessite sa connexion - sauvegardes peu évoluées - supporte les bases de moyenne importance - pas de services Web - pas d'ordonnanceur intégré - pas de fonctions d'agrégat OLAP - pas de requêtes récursives
------------	--	---

Tableau 11: Comparatif des différents SGBD

Solution retenue : À travers l'étude comparative que nous venons de mener au Tableau 11 et du contexte de notre système, nous portons notre choix sur le SGBD MySQL. En effet, MySQL est gratuit et open source ; il est facile à déployer et peut également contenir de très grandes quantités de données. Aussi, il offre une interface web, « PhpMyAdmin » pour l'administration de ses bases de données.

b. Langages de programmation

Un algorithme est un ensemble d'opérations à mener afin d'atteindre un résultat donné. Afin de formuler ces algorithmes, dans le domaine informatique, nous utilisons des langages de programmation

Nous avons utilisé plusieurs langages pour le développement de notre application.

Ce sont :

- **Java**¹⁷ : Java est un langage de programmation orientée objet. (Pour les classes métiers et les entités) ;
- **TypeScript**¹⁸ : c'est un langage de programmation libre et open source développé par Microsoft qui a pour but d'améliorer et de sécuriser la production de code JavaScript ;
- **HTML 5**¹⁹ (HyperText Markup Language) : est un langage de marquage et de balisage servant à écrire des pages pour le World Wide Web. (Pour les pages web);
- **CSS 3**²⁰ (Cascading Style Sheet): le CSS permet de faire la mise en forme des pages web.

c. Serveur d'application

Un serveur d'application met à la disposition des utilisateurs les différents services qu'il héberge. Ces applications peuvent être accédées via un navigateur web. Il existe plusieurs serveurs d'application parmi lesquels nous pouvons citer :

- Glassfish ;
- Oracle WebLogic Server ;
- Tomcat ;
- Wildfly.

¹⁷ Java : <https://www.java.com/fr/>

¹⁸ Typescript : <https://www.typescriptlang.org/>

¹⁹ Html : <https://html.com/>

²⁰ CSS : <https://www.cssdebutant.com/>

RAPPORT DE STAGE

La liste comparative de ces serveurs d'applications se trouve dans le tableau Suivant.

SERVEUR D'APPLICATION	CRITERES				
	MEMOIRE	CONFIGURATION	COMMUNAUTE	PRIX	LISTES DES COMPOSANTS
Glassfish ²¹	légère	facile	forte	gratuit	glassfish est certifie java ee 5 (ejb3, jpa, jsf, jax-ws 2.x, ...) et java EE 6 (ejb, cdi, jsf, jax-rs , ...)
Oracle WebLogic Server ²²	légère	facile	très forte	payant	serveur complet avec tous les composants.
Tomcat ²³	très légère	très facile	forte	gratuit	serveur léger. tomcat est un conteneur de servlet. composants limites
Wildfly ²⁴	très légère	très facile	très forte	gratuit	serveur complet, implemente entierement l'ensemble des services java EE

Tableau 12:Comparatif des différents serveurs d'applications

²¹ Glassfish : <https://glassfish.org/>

²² Oracle webLogic Server : <https://www.oracle.com/java/weblogic/>

²³ Tomcat : <https://tomcat.apache.org/>

²⁴ Wildfly : <https://www.wildfly.org/>

Solution retenue : Apache Tomcat. En tant qu'implémentation de référence de plusieurs versions des spécifications servlets, facile à mettre en œuvre et riche en fonctionnalités, Tomcat est quasi incontournable dans les environnements de développement. Les qualités de ses dernières versions lui permettent d'être fréquemment utilisé dans des environnements de production.

d. Plateforme de développement

Un Framework (ou infrastructure logicielle en français) désigne en programmation informatique un ensemble d'outils et de composants logiciels à la base d'un logiciel ou d'une application. Il est aussi appelé infrastructure logicielle car il désigne un ensemble cohérent de composants logiciels structurels, qui sert à créer les fondations ainsi que les grandes lignes de tout ou d'une partie d'un logiciel. On peut scinder les frameworks que nous avons utilisés en deux (2) catégories on a des frameworks back-end et des frameworks front-end.

- **Framework back-end:** le back-end, c'est toute la partie que l'utilisateur ne voit pas, mais qui lui permet de réaliser des actions sur un site ou une application.. Le tableau ci-dessous est une étude comparative de quelques frameworks back-end :

FRAMEWORKS	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Spring ²⁵	<ul style="list-style-type: none"> la configuration Boilerplate n'est pas nécessaire le redémarrage automatique du serveur est pour le code et les mises à jour de la configuration sont facilitées par DevTools 	<ul style="list-style-type: none"> il crée de nombreuses dépendances inutilisées, ce qui entraîne un fichier de déploiement volumineux.

²⁵ Spring :<https://spring.io/>

	<ul style="list-style-type: none"> la gestion des dépendances est plus facile 	<ul style="list-style-type: none"> il masque énormément de configuration et donc ne permet pas toujours d'appréhender la manière dont il faut s'y prendre pour surcharger avec sa propre configuration.. le processus complexe et chronophage de conversion d'un projet Spring hérité ou existant en une application Spring Boot ;
Django ²⁶	<ul style="list-style-type: none"> il aide dans des tâches telles que l'authentification des utilisateurs, les plans de site, l'administration du contenu... aide ses utilisateurs à prévenir plusieurs problèmes de sécurité, notamment le cross-site scripting, le clickjacking, l'injection SQL et la falsification de requêtes offre un haut niveau d'évolutivité à ses utilisateurs 	<ul style="list-style-type: none"> les fonctionnalités supplémentaires ont même un impact négatif sur les performances des petites applications Web. ne permet pas aux processus individuels de gérer plusieurs requêtes simultanément.

²⁶ Django : <https://www.djangoproject.com/>

Laravel ²⁷	<ul style="list-style-type: none"> • une excellente documentation. • il possède outil en ligne de commande appelé Artisan les aide à créer un code squelette et gère le système de base de données avec succès. • Cycle de développement de produits réduit 	<ul style="list-style-type: none"> • le manque de continuité entre les versions : Il n'y a pas de transition entre les versions 4 et 5 par exemple. Cela peut causer des désagréments aux développeurs qui souhaitent mettre leur code à jour ; • la qualité est parfois mitigée : certains composants du framework ne sont pas bien conçus.
-----------------------	--	--

Tableau 13: Etude comparative de certains frameworks

Solution retenu : Spring il a une grande flexibilité dans les fonctionnalités et les projets utilisés dans une application. De plus il est basé sur le langage de programmation Java que nous avons utilisé pour le développement de l'application.

²⁷ Laravel : <https://laravel.com/>

➤ **Framework front-end** : le front-end s'occupe de ce qui est visible pour les utilisateurs

- **Angular 13²⁸** : Angular est un framework open source écrit en JavaScript qui permet la création d'applications Web et plus particulièrement de ce qu'on appelle des « Single Page Applications ». Notre choix pour ce framework s'explique pour sa documentation très détaillée, mais également parce qu'il propose des éléments de conception de matériaux prédéfinis tels que des éléments de navigation, des contrôles de formulaire, des tableaux de données, des mises en page et des fenêtres contextuelles.
- **Bootstrap 5.1.3²⁹** : Bootstrap est une boîte à outils open source pour le développement avec HTML et CSS. Nous l'avons utilisé car il a l'avantage d'être responsive et fonctionne sur tous les navigateurs.

e. Outils de conception

Les outils de conception désignent l'ensemble des outils utilisés depuis la conception pour la l'élaboration des différents diagrammes jusqu'à la réalisation du projet. Dans le cadre de notre projet ce sont :

- Jhipster³⁰ 7.8.1 : c'est un générateur d'application libre et open source utilisé pour développer rapidement des applications Web modernes en utilisant Angular et le framework Spring.
- Power AMC version 15.1 : c'est un outil de conception ; il nous a donc permis de concevoir nos différents diagrammes UML.
- GanttProject : Il a servi à mettre en place notre diagramme de GANTT.

²⁸ Angular : <https://angular.io/>

²⁹ Bootstrap : <https://getbootstrap.com/>

³⁰ Jhipster : <https://www.jhipster.tech/>

- PhpMyAdmin version 5.1.1 : il nous a été utile pour administrer notre base de données.
- Git version 2.22.0 : Git est un logiciel de gestion de versions décentralisé. Il nous a permis de gérer et archiver le code source de la plateforme.
- Visual Studio Code : c'est un éditeur de code extensible développé par Microsoft pour Windows, Linux et MacOS. Les fonctionnalités incluent la prise en charge du débogage, la mise en évidence de la syntaxe, la complétion intelligente du code, les snippets, la refactorisation du code et Git intégrer
- Postman version 8.12.2 : c'est un logiciel devenu très populaire pour tester les microservices. Il nous a permis de tester notre API.

2. Politique de sécurité

La politique de sécurité de l'application désigne l'ensemble des moyens à mettre en place pour protéger le logiciel. La sécurité de notre plateforme représente un aspect essentiel à prendre en compte. Cette politique s'articule autour de la sensibilisation des utilisateurs, des mesures de sécurité mises en œuvre dans le processus de développement de la plateforme et des mesures à observer dans sa mise en exploitation.

➤ Sensibilisation des utilisateurs

Le facteur humain étant un élément important dans la démarche sécuritaire, il est nécessaire de fournir à nos clients des conseils pratiques pour un meilleur rendement du service fourni par la plateforme. Ainsi, le client peut se prémunir de plusieurs tords en adoptant les démarches suivantes :

- Éviter de communiquer ses données d'authentification à un tiers ;
- Ne pas céder son ordinateur sans aucune surveillance de l'usage que l'on en fait ;
- Se procurer d'un anti-virus régulièrement mis à jour,

➤ Mesures de sécurité pendant le développement

L'accès à l'application a été protégé par un système d'authentification composé d'un nom d'utilisateur et d'un mot de passe. En outre, un utilisateur qui se connecte ne peut exécuter que les fonctionnalités du système que lui confère son profil. Ainsi un système d'authentification basé sur un token JWT ([ANNEXE 3 : TOKEN JWT](#)) a été mis en place afin de protéger l'accès aux différentes ressources de la plateforme.

➤ Mesures de sécurité à prendre pour l'exploitation

Les dossiers (répertoires) et fichiers créés au cours de l'utilisation de l'application sont masqués dans le système de fichier ; cela permet de les rendre invisibles pour les utilisateurs afin d'interdire toute modification.

➤ Politique de sauvegarde

La politique de sauvegarde consiste à prendre des mesures nécessaires pour préserver l'intégrité des données en cas de dysfonctionnement du système. Alors nous préconisons :

- des sauvegardes journalières qui ont une durée d'une semaine ;
- des sauvegardes hebdomadaires qui ont une durée d'un mois ;
- des sauvegardes mensuelles qui ont une durée de six (06) mois ;
- des sauvegardes semestrielles qui ont une durée d'un an ;
- des sauvegardes annuelles qui seront conservées définitivement.

3. Estimation du coût de développement

La conception d'un logiciel inclut le plus souvent une phase très importante qui est l'estimation du coût de réalisation. En effet, cette opération permet de connaître les ressources humaines, financières et matérielles nécessaires pour mener à bien le projet. Il existe plusieurs méthodes pour réaliser cette estimation. Le tableau ci-dessous décrit quelques-unes.

METHODES	AVANTAGES	INCOVENIENTS
Cocomo ³¹	<ul style="list-style-type: none"> - elle fonctionne sur des données historiques et fournit des détails plus précis. - facile à mettre en œuvre avec divers facteurs. On peut facilement comprendre comment cela fonctionne. 	<ul style="list-style-type: none"> - elle ignore les problèmes matériels ainsi que le niveau de roulement personnel. - elle ignore également les compétences, la coopération et les connaissances des clients. - elle ignore toute la documentation et les exigences
Copromo ³²	<ul style="list-style-type: none"> - Permet d'élaborer des stratégies mixtes sur les investissements (TOOIS, Process, Reuse, Training...). - Pas seulement l'estimation de coût de construction de logiciel mais aussi l'effet du temps sur le produit. 	<ul style="list-style-type: none"> - complexité par rapport à d'autres modèle. - nécessite beaucoup de prévisionnement, analyse

³¹ Cocomo : <https://fr.acervolima.com/avantages-et-inconvenients-du-modele-cocomo/>

³² Copromo : <https://prezi.com/jxqflkzwuwi/-copromo/>

La méthode des points de fonction ³³	<ul style="list-style-type: none"> - la méthode des points de fonction est normalisée. - elle est utilisée dans de nombreuses entreprises pour mesurer la complexité ou la taille d'une application. 	<ul style="list-style-type: none"> - l'utilisation de cette méthode demande encore un travail important, la présence d'un spécialiste de cette méthode. - le comptage d'une personne à une autre peut varier de 10 % .
---	--	--

Tableau 14: Comparaison des méthodes d'estimation du coût de développement

Nous utilisons la méthode COCOMO SIMPLIFIEE (Constructive Cost Model) pour la fiabilité de ces estimations. Les informations concernant cette méthode sont détaillées en Annexe ([ANNEXE 4: LA METHODE COCOMO](#)).

De plus, nous estimons le nombre de lignes de code de notre application à huit mille (8 000). En supposant que le salaire d'un Ingénieur-informaticien est égal à 200 000 F CFA, on peut alors estimer le coût de développement comme suit :

- Effort = $2,4 * (8000/1000) 1,05 = 20,16$ Homme/Mois
- TDEV = $2,5 * \text{Effort} 0,38 = 2,5 * 20,16 0,38 = 7,82$ mois
- CDEV = $20,16 * X \text{ FCFA} = 20,16 * 200\,000 \text{ FCFA} = 4\,032\,000 \text{ FCFA}$

En prenant en considération le coût du développement ainsi que celui du besoin en matériel informatique et logiciels, on obtient le coût total du projet tel que présenté comme suit :

³³ La méthode des points de fonction : https://www.memoireonline.com/04/11/4456/m_Un-atelier-de-genie-logiciel-dedie-a-lestimation-du-cout-logiciel3.html/

RAPPORT DE STAGE

DESIGNATION	QUANTITE	COUT UNITAIRE (EN FCFA)	DISPONIBILITE OU COUT TOTAL (EN FCFA)
Ordinateur portable	1	300 000	300 000
GanttProject	1	-	Licence gratuite
Sybase Power AMC	1	4 647 850 / an	Version d'évaluation
MYSQL	1	-	Licence gratuite
Visual Studio Code	1	-	Licence gratuite
Développement	-	-	4 032 000
Coût Total			4 332 000

Tableau 15: Coût total du projet

Pour la suite de notre travail allons faire la présentation de quelques écrans de l'application afin de faire une présentation brève de la solution mise en place.

4. Présentation de quelques écrans de l'application

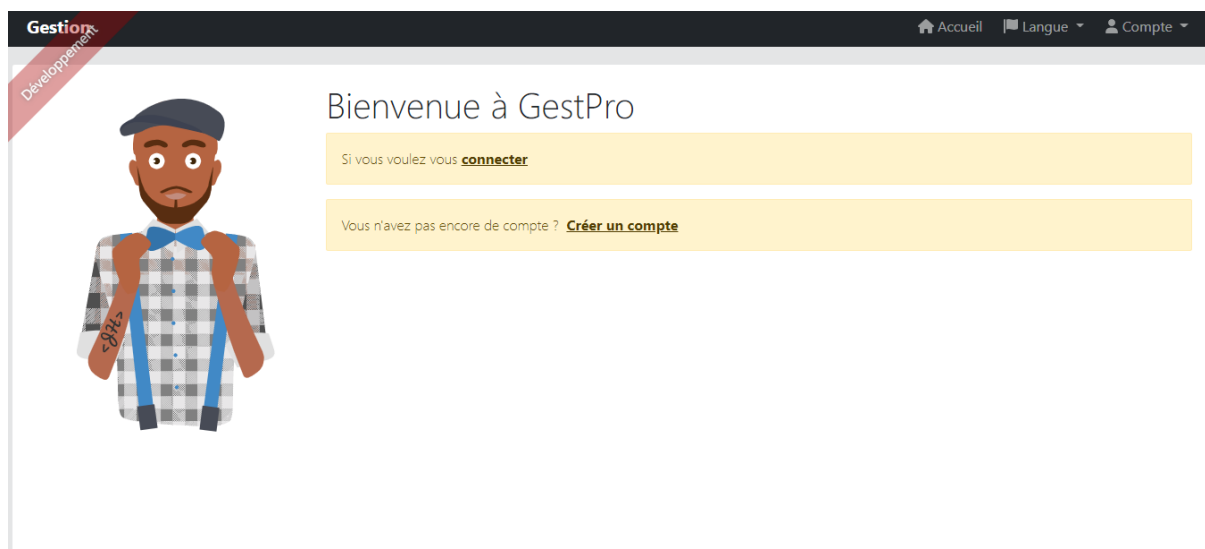
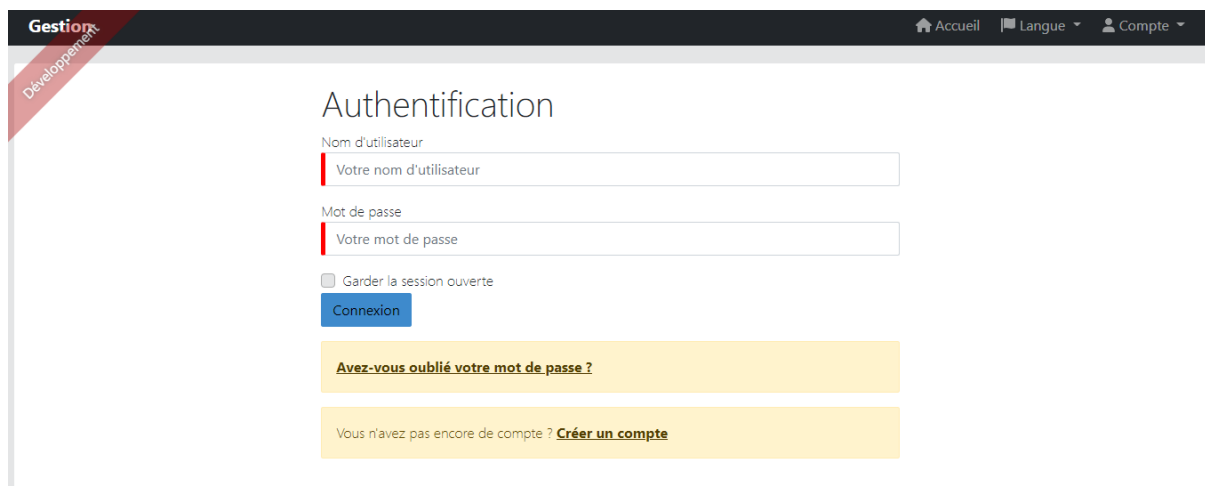


Figure 15: Ecran page d'accueil

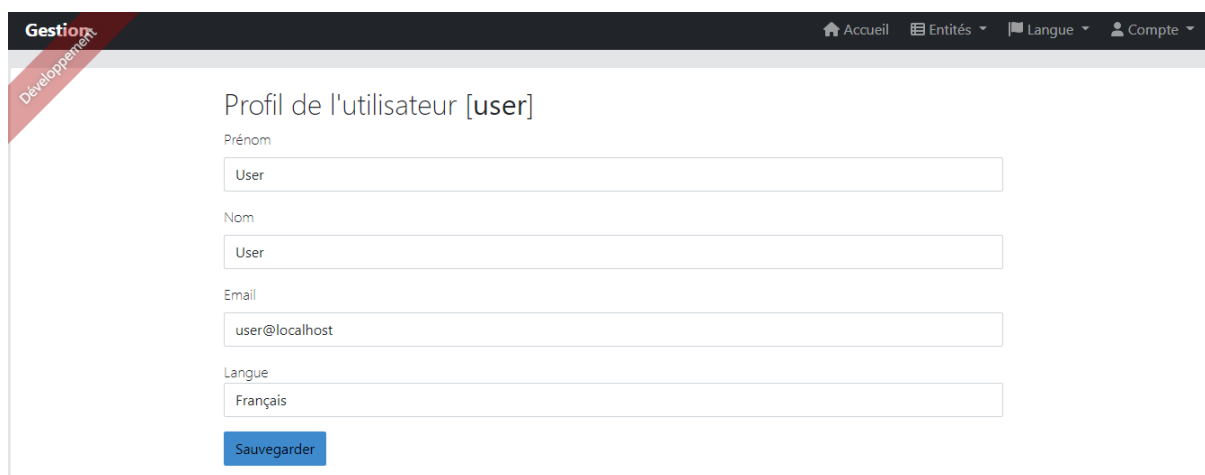
La Figure 15 présente la page d'accueil, c'est la page qui nous apparait en premier. En regardant plus attentivement en haut de la page nous constatons la barre de menus composé du bouton « Accueil » qui permet de rafraichir la page, du boutons « Langage » qui permet de changer de langue, et du bouton« Compte » qui permet de s'authentifier ou de se créer un compte.



The screenshot shows the 'Authentification' page of the 'Gestion' application. The page has a dark header with the 'Gestion' logo and navigation links for 'Accueil', 'Langue', and 'Compte'. A red diagonal banner on the left says 'Développement'. The main content area is titled 'Authentification' and contains two input fields for 'Nom d'utilisateur' and 'Mot de passe', both with red error bars. Below these is a checkbox for 'Garder la session ouverte' and a blue 'Connexion' button. At the bottom, there are two yellow boxes: the first contains the link 'Avez-vous oublié votre mot de passe ?' and the second contains the text 'Vous n'avez pas encore de compte ?' followed by the link 'Créer un compte'.

Figure 16: Ecran page d'authentification

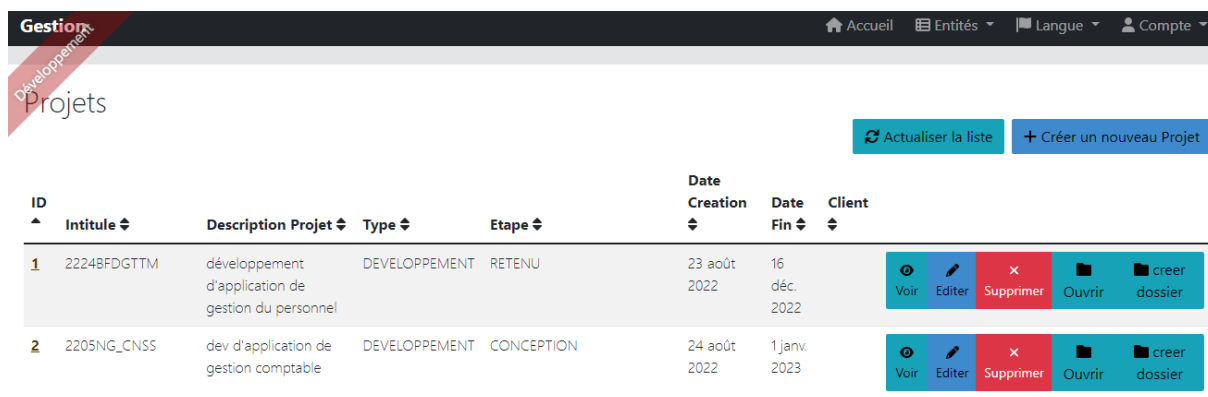
La Figure 16 montre la page permettant de s'authentifier pour mieux profiter des services de la plateforme comme par exemple la création d'un projet.



The screenshot shows the 'Profil de l'utilisateur [user]' page of the 'Gestion' application. The page has the same dark header and navigation links as Figure 16. A red diagonal banner on the left says 'Développement'. The main content area is titled 'Profil de l'utilisateur [user]' and contains four input fields for 'Prénom', 'Nom', 'Email', and 'Langue'. The 'Prénom' field contains 'User', the 'Nom' field contains 'User', the 'Email' field contains 'user@localhost', and the 'Langue' field contains 'Français'. Below these fields is a blue 'Sauvegarder' button.

Figure 17: Ecran modification du profil utilisateur

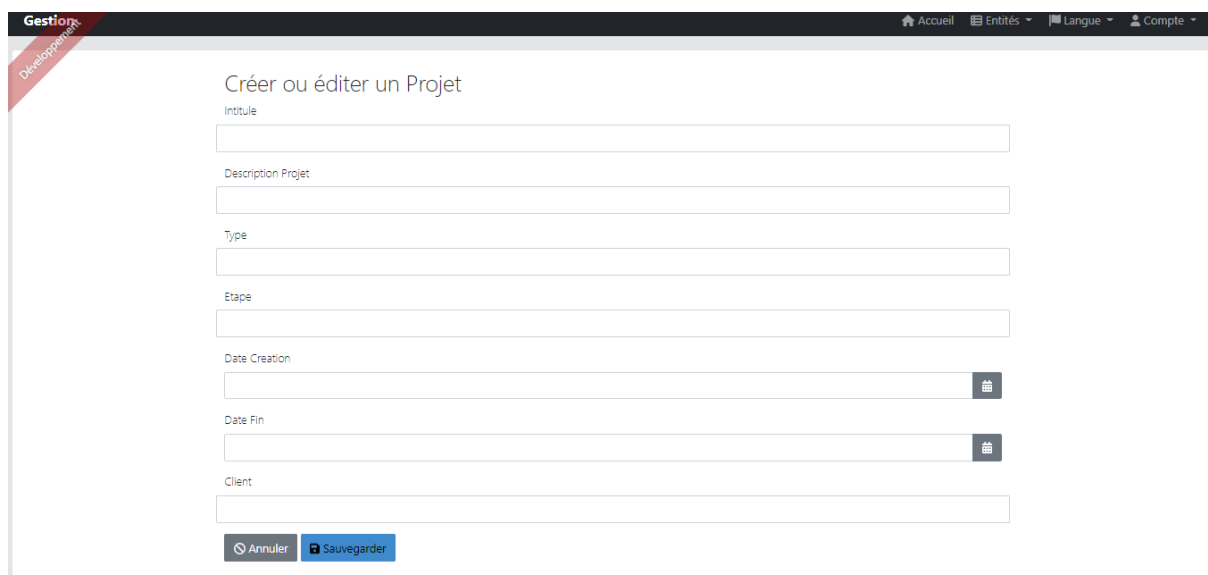
La Figure 17 montre l'écran qui permet à l'utilisateur de modifier ses informations sur la plateforme.



ID	Intitule	Description Projet	Type	Etape	Date Creation	Date Fin	Client	
1	22248FDGTTM	développement d'application de gestion du personnel	DEVELOPPEMENT	RETENU	23 août 2022	16 déc. 2022		Voir Editer Supprimer Ouvrir créer dossier
2	2205NG_CNSS	dev d'application de gestion comptable	DEVELOPPEMENT	CONCEPTION	24 août 2022	1 janv. 2023		Voir Editer Supprimer Ouvrir créer dossier

Figure 18: Ecran liste des projets

La Figure 18 montre la page qui liste l'ensemble des projets disponibles et les différentes opérations possibles sur les projets.



Créer ou éditer un Projet

Intitule

Description Projet

Type

Etape

Date Creation

Date Fin

Client

[Annuler](#)
[Sauvegarder](#)

Figure 19: Ecran d'ajout ou de modification d'un projet

La Figure 19 représente la page d'ajout et de modification d'un projet. Elle permet à l'utilisateur de créer un projet mais également d'apporter une modification à un projet existant.

CHAPITRE 3: BILAN DU STAGE

Après avoir présenté les activités menées dans le cadre de la mise en place d'un système de suivi des projets de développement d'applications informatiques, nous faisons dans ce dernier chapitre le bilan de notre stage. Pour ce faire, nous présentons le déroulement du stage ainsi que les activités menées au cours de son déroulement. Ensuite, nous apporterons nos critiques et nos suggestions.

I. DÉROULEMENT DU STAGE ET ACTIVITÉS MÉNÉES

Notre stage s'est déroulé du 18 juillet 2022 au 18 Octobre 2022, soit une durée de trois (3) mois. Durant cette période, nous avons travaillé sur un thème d'étude suivant un planning convenu avec le maître de stage.

1. Activités menées

Le stage s'est bien déroulé selon le chronogramme défini plus haut. Ce stage fût donc une occasion pour nous, de confronter nos acquis sur le terrain, sans oublier que c'est un passage qui facilitera notre insertion professionnelle. En effet ce stage est un pont entre le monde universitaire et la vie active.

- nous avons développé une plateforme pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques ;
- nous avons été initiés à l'outil Jhipster ;
- nous avons également reçu une formation à l'outil Jasper Report ;

2. Connaissances acquises

Ce stage effectué au sein de l'entreprise **A2SYS CONSULTING** nous a été bénéfique à plusieurs niveaux. Il nous a permis :

➤ **Sur le plan technique**

Durant notre stage, nous avons travaillé avec un large panel d'outils allant de la conception au déploiement en passant par les outils de programmation, ce qui nous a permis d'accroître nos connaissances techniques sur ces différents outils et d'appréhender les bonnes pratiques dans le développement d'application. On peut citer entre autres :

- Le renforcement de nos compétences en développement d'application web ;
- Le renforcement de nos compétences en sécurisation de données des API ;
- Le renforcement de nos connaissances à l'utilisation du logiciel de développement Visual Studio Code.

➤ **Sur le plan Personnel**

Ce stage nous permis de développer des attitudes personnelles bénéfiques à notre future vie professionnelle on peut citer :

- L'esprit d'équipe,
- La qualité de communication et la capacité de travailler sous pression,
- Le sens de l'organisation et des priorités,
- La flexibilité et la capacité d'adaptation,
- La résolution des problèmes, la motivation et la gestion du temps,

➤ Sur le plan Professionnel

Il nous a été permis également de nous frotter au monde professionnel et d'en tirer quelques leçons telles que :

- l'acquisition des responsabilités
- le développement d'un réseau professionnel
- l'obligation de nous adapter aux exigences du monde de l'entreprise

Après avoir présenté les connaissances acquises durant notre stage, nous présentons dans la suite quelques observations et suggestions qui peuvent permettre aux structures d'accueil et de formation d'accroître leur efficacité.

II. OBSERVATIONS ET SUGGESTIONS

1. Observations

Nous adressons nos remerciements à toute l'équipe de A2SYS CONSULTING pour le stage qu'il nous a accordé et qui a été vraiment bénéfique pour nous. Nous avons une pensée pour son accueil chaleureux dont nous avons bénéficié de la part du personnel qui par ailleurs, a mis à notre disposition des locaux agréables et conviviaux pour le travail.

Lors de notre stage nous avons également pu constater que le cours de base de donnée reçu à l'IBAM a été d'une grande compréhension et nous a vraiment aidé dans l'administration de notre base de donnée.

2. Suggestions

La principale suggestion que nous pouvons soumettre à A2SYS CONSULTING est l'organisation de sessions de formations ouvertes et de hackathons afin de détecter des talents qu'elle pourra récupérer pour booster son équipe de développement. Nous encourageons A2SYS CONSULTING à toujours garder ses valeurs, ses principes et sa cohésion au sein de son équipe.

Nous sommes conscients également que si nous avons pu effectuer notre stage sans difficultés majeures, c'est parce que nous avons bénéficié d'une formation de qualité au sein de l'IBAM. Nous avons quelques suggestions à l'endroit de l'IBAM :

- augmenter le nombre de modules de cours concernant le développement d'applications et l'initiation aux nouvelles technologies, le processus de développement a nécessité beaucoup de recherches pour maîtriser des fonctionnalités ;
- instaurer des cours avec pour objectif des connaissances poussées en matériels informatiques et logiciels ;
- augmenter le nombre d'heure sur l'administration des serveurs.

III. LES PERSPECTIVES DE LA PLATEFORME

Notre plateforme pour le suivi des projets de développement d'applications informatiques peut être amélioré en élargissant la plateforme au suivi d'autres types de projet gérés par A2SYS CONSULTING. En effet la société offre plusieurs services autres que le développement d'applications informatiques (voir les [_](#) Nous avons par exemple le Chef de projet qui commande le pool d'ingénieurs et qui est rattaché au département des opérations relevant de la direction générale.) qui peuvent être pris en compte dans notre plateforme.

De plus pour une meilleure sécurisation de notre plateforme on compte utiliser un serveur de fichier pour le stockage et la sauvegarde des différents projets.

CONCLUSION GÉNÉRALE

En définitive, nous avons effectué trois (03) mois de stage dans la société A2SYS CONSULTING au cours desquels nous avons conçu et réalisé une plateforme de suivi des projets de développement d'application informatique. Cette expérience nous a réellement été bénéfique sur plusieurs aspects.

De prime abord, le stage a été pour nous un cadre de préparation pour la vie professionnelle active à travers le travail collaboratif, la responsabilisation et la planification.

En outre, ce travail fut l'occasion pour nous d'approfondir nos connaissances en matière de développement d'applications avec des technologies telles que Angular, Spring Boot et de mettre en pratique nos connaissances théoriques et méthodologiques acquises au cours de notre formation à l'IBAM.

BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE

1. Bibliographie

- [1] **OUEDRAOGO David** 2021, « Mise en place d'un système de communication basé sur les sms pour les professionnels et les particuliers » , Rapport de fin de cycle de Licence, option MIAGE, Ouagadougou, Institut Burkinabè des Arts et Métiers (IBAM), 64p.
- [2] **DERA Amédée Wend-Bénédo**, 2021, « Digitalisation de l'insertion socio-professionnelle des étudiants de JOSEPH KI-ZERBO » , Rapport de fin de cycle de Licence, option MIAGE, Ouagadougou, Institut Burkinabè des Arts et Métiers (IBAM), 143 p.
- **COGOLURGNES Arnaud**, « Spring par la pratique » , Ce livre traite de Spring dans le monde de Java 5 et de Java EE 5, dont les modèles de programmation s'appuient fortement sur les annotations, 686 p.
- [3] **SERE Ahmed**, 2021, « Mise en place d'une plateforme de gestion des plaintes en ligne pour le compte de l'inspection du travail du ministère de la fonction publique, du travail et de la protection sociale », Rapport de fin de cycle de Licence, option MIAGE, Ouagadougou, Institut Burkinabè des Arts et Métiers (IBAM), 70 p.

2. Webographie

- Angular. One framework Mobile & desktop [en ligne] (page consultée plusieurs fois pendant le développement de la plateforme). <https://angular.io/>
- Developpez. Le club des développeurs informatique [en ligne] (page consultée plusieurs fois pendant le développement de la plateforme). <https://developpez.com/>

- Aide et formation Microsoft Office [en ligne] (page consultée plusieurs fois pendant la rédaction du rapport). <https://support.microsoft.com/fr-fr/office/>
- Stackoverflow. [en ligne] (page consultée plusieurs fois pendant le développement de la plateforme). <https://stackoverflow.com/>
- Wikipédia. L'encyclopédie libre [en ligne] (page consultée plusieurs fois pendant le développement de la plateforme et dans la rédaction du rapport). <https://fr.wikipedia.org/>
- Les méthodes de développement des logiciels. https://fr.wikipedia.org/wiki/Processus_unifi%C3%A9/

TABLE DE MATIERES

DEDICACE.....	II
REMERCIEMENTS	III
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	IV
LISTES DES FIGURES GRAPHIQUES.....	V
LISTES DES TABLEAUX.....	VI
INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
CHAPITRE 1: PRÉSENTATION DES STRUCTURES DE FORMATION ET D'ACCUEIL.....	2
I. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE DE FORMATION.....	2
1. <i>Histoire</i>	2
2. <i>Objectif</i>	2
3. <i>Organisation</i>	3
4. <i>Organigramme de la structure de formation</i>	5
5. <i>Filières de formation</i>	5
II. PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE DE D'ACCUEIL	7
1. <i>Histoire</i>	7
2. <i>Vision</i>	9
3. <i>Organigramme de la structure d'accueil</i>	9
CHAPITRE 2: ANALYSES ET CONCEPTION	12
I. ETUDE PREALABLE	12
1. <i>Présentation du Thème</i>	12
a. <i>Problématique</i>	12
b. <i>Objectif</i>	13
c. <i>Résultats attendus</i>	14
2. <i>Méthode d'analyse et Conception</i>	14
a. <i>Cycle de développement</i>	14
b. <i>Langage de Modélisation</i>	17
3. <i>Groupe de Travail</i>	20
a. <i>Groupe de Pilotage</i>	20
b. <i>Groupe des utilisateurs</i>	20
c. <i>Groupe de projet</i>	21
d. <i>Planning de Réalisation</i>	21
II. EXPRESSIONS DES BESOINS	22
1. <i>Système existant</i>	23
2. <i>Description du système amélioré</i>	23
3. <i>Spécification fonctionnel</i>	24
a. <i>Identification des acteurs</i>	24

b.	Identifications des cas d'utilisation	24
a.	Diagramme de cas d'utilisation	27
b.	Description textuelle de certains cas d'utilisation.....	28
c.	Diagramme de séquence	32
4.	<i>Spécification technique</i>	36
a.	Mise à disposition des conditions de travail	36
b.	Architecture de développement	36
III.	CONCEPTION GLOBALE.....	38
1.	<i>Diagramme des classes</i>	39
a.	Dictionnaire de données.....	39
b.	Les règles de gestion.....	41
c.	Diagramme des classes.....	42
2.	<i>Diagramme de séquence</i>	43
3.	<i>Diagramme d'état-transition</i>	46
4.	<i>Diagramme d'activité</i>	47
5.	<i>Diagramme de déploiement</i>	50
IV.	RÉALISATION	51
1.	<i>Présentation des outils de développement</i>	51
a.	Choix du Système de Gestion De Base de Données(SGBD)	51
b.	Langages de programmation	55
c.	Serveur d'application.....	55
d.	Plateforme de développement.....	57
e.	Outils de conception.....	60
2.	<i>Politique de sécurité</i>	61
3.	<i>Estimation du coût de développement</i>	63
4.	<i>Présentation de quelques écrans de l'application</i>	66
CHAPITRE 3: BILAN DU STAGE		69
I.	DÉROULEMENT DU STAGE ET ACTIVITÉS MÉNÉES	69
1.	<i>Activités menées</i>	69
2.	<i>Connaissances acquises</i>	70
II.	OBSERVATIONS ET SUGGESTIONS	71
1.	<i>Observations</i>	71
2.	<i>Suggestions</i>	71
III.	LES PERSPECTIVES DE LA PLATEFORME	72
CONCLUSION GÉNÉRALE.....		73
BIBLIOGRAPHIE ET WEBOGRAPHIE.....		I
1.	<i>Bibliographie</i>	<i>I</i>
2.	<i>Webographie</i>	<i>I</i>
TABLE DE MATIERES		III
ANNEXES.....		V

ANNEXES

ANNEXE 1 : Le processus 2TUP

Le processus 2TUP propose un cycle de développement en Y, qui dissocie les aspects techniques des aspects fonctionnels. Il commence par une étude préliminaire qui consiste essentiellement à identifier les acteurs qui vont interagir avec le système à construire, les messages qu'échangent les acteurs et le système, à produire le cahier des charges et à modéliser le contexte.

Le processus s'articule ensuite autour de trois phases essentielles :

- UNE BRANCHE TECHNIQUE qui capitalise un savoir-faire technique et/ou des contraintes techniques :

La capture des besoins techniques, qui recense toutes les contraintes et les choix dimensionnant la conception du système. Les outils et les matériels sélectionnés ainsi que la prise en compte de contraintes d'intégration avec l'existant conditionnent généralement des prérequis d'architecture technique ;

La conception générique, qui définit ensuite les composants nécessaires à la construction de l'architecture technique. Cette conception est complètement indépendante des aspects fonctionnels. Elle a pour objectif d'uniformiser et de réutiliser les mêmes mécanismes pour tout un système. L'architecture technique construit le squelette du système informatique et écarte la plupart des risques de niveau technique. L'importance de sa réussite est telle qu'il est conseillé de réaliser un prototype pour assurer sa validité.

- UNE BRANCHE FONCTIONNELLE qui capitalise la connaissance du métier de l'entreprise. Cette branche capture des besoins fonctionnels, ce qui produit un modèle focalisé sur le métier des utilisateurs finaux. Elle comprend :

La capture des besoins fonctionnels, qui produit un modèle des besoins focalisés sur le métier des utilisateurs. Elle qualifie au plus tôt le risque de produire un système inadapté aux utilisateurs. De son côté, la maîtrise d'œuvre consolide les spécifications et en vérifie la cohérence et l'exhaustivité ;

L'analyse qui consiste à étudier précisément la spécification fonctionnelle de manière à obtenir une idée de ce que va réaliser le système en termes de métier.

- UNE BRANCHE DE REALISATION qui consiste à réunir les deux branches, permettant de mener une conception applicative et enfin la livraison d'une solution adaptée aux besoins. Elle comprend :

La conception préliminaire, qui représente une étape délicate, car elle intègre le modèle d'analyse dans l'architecture technique de manière à tracer la cartographie des composants du système à développer ;

La conception détaillée, qui étudie ensuite comment réaliser chaque composant

L'étape de codage, qui produit ces composants et teste au fur et à mesure les unités de code réalisées

L'étape de recette, qui consiste enfin à valider les fonctions du système développé.

Le processus 2TUP s'appuie sur UML tout au long du cycle de développement, car les différents diagrammes de ce dernier permettent en plus de leur facilité et de leur clarté, de bien modéliser le système à chaque étape.

ANNEXE 2 : Le langage UML

UML est l'acronyme anglais pour « Unified Modeling Language ». Il se traduit par « Langage de modélisation unifié ». C'est un langage de modélisation graphique à base de pictogrammes conçu pour fournir une méthode normalisée permettant de visualiser la conception d'un système. Ce langage est utilisé pour la spécification, la visualisation, la modification et la construction des documents nécessaires au bon développement d'un logiciel orienté objet. Il offre un standard de modélisation, pour représenter l'architecture logiciel. Grâce à UML, il est possible de générer tout ou une partie du code d'un logiciel à partir des divers documents réalisés.

Ce langage de modélisation nous offre principalement 13 diagrammes (depuis sa deuxième version) pour modéliser un système. Ces diagrammes peuvent être utilisés selon la phase du développement d'un logiciel.

En analyse, nous pouvons utiliser des :

- Diagrammes de cas d'utilisation : modélisent les besoins des utilisateurs ;
- Diagrammes de séquences vues de l'extérieur : présentent les scénarios entre les utilisateurs ;
- Diagrammes d'activités : c'est un enchaînement d'actions représentant un comportement du logiciel.

En phase de conception, le développeur peut utiliser des :

- Diagrammes de classes : pour représenter la structure interne du logiciel ;
- Diagrammes d'objets : pour présenter l'état interne du logiciel à un instant donné ;
- Diagrammes d'états-transitions : pour présenter l'évolution de l'état d'un objet ;
- Diagrammes de séquence vue de l'intérieur : pour montrer les scénarios d'interactions avec les utilisateurs au sein du logiciel ;
- Diagrammes de composants : pour présenter les composants physiques du logiciel ;

- Diagrammes de déploiement : pour l'organisation matérielle du logiciel.

Ces diagrammes sont rarement tous implémentés dans le cadre du même projet. Le choix des diagrammes à mettre en œuvre dans la modélisation est généralement fonction de la nature du projet et de sa taille.

ANNEXE 3 : TOKEN JWT

Les JSON Web Token sont particulièrement appréciés pour les opérations d'identification. Les messages courts peuvent être chiffrés et fournissent alors des informations sûres sur l'identité de l'expéditeur et si celui-ci dispose des droits d'accès requis. Il permet l'échange sécurisé de jetons (tokens) entre plusieurs parties. Cette sécurité de l'échange se traduit par la vérification de l'intégrité et de l'authenticité des données. Elle s'effectue par l'algorithme Hash-based Message Authentication Code (**HMAC**) qui est un protocole utilisé pour les messages d'authentification cryptographiquement.

➤ **Structure**

Un jeton se compose de trois parties :

- **Un en-tête (header)**, utilisé pour décrire le jeton. Il s'agit d'un objet JSON. Il est en général composé de deux parties et fournit des informations essentielles sur le token. Il contient le type de token et l'algorithme de signature et/ou de chiffrement utilisé
- **Une charge utile (payload)** qui représente les informations embarquées dans le jeton. Il s'agit également d'un objet JSON. La charge utile du JSON Web Token est la partie qui contient les informations qui doivent être transmises à l'application. C'est là que sont définis certains standards qui déterminent quelles données doivent être transmises. Les informations sont fournies en paire clé/valeur, les clés sont appelées « claims » dans les JWT.

- **Une signature numérique.** La signature d'un JSON Web Token est créée grâce au codage base64 de l'en-tête et de la charge utile et la méthode de signature/cryptage spécifiée. Pour que la signature fonctionne, il est nécessaire d'utiliser une clé secrète connue uniquement de l'application source. Cette signature vérifie d'une part que le message ne sera pas modifié pendant le transfert. D'autre part, dans le cas d'un jeton signé avec une clé privée, il authentifie également l'expéditeur du JWT.

➤ Fonctionnement

Les « JSON Web Token » ou JWT sont des jetons générés par un serveur lors de l'authentification d'un utilisateur sur une application Web, et qui sont ensuite transmis au client.

Ils seront renvoyés avec chaque requête HTTP au serveur, ce qui lui permettra d'identifier l'utilisateur. Pour ce faire, les informations contenues dans le jeton sont signées à l'aide d'une clé privée détenue par le serveur. Quand il recevra à nouveau le jeton, le serveur n'aura qu'à comparer la signature envoyée par le client et celle qu'il aura générée avec sa propre clé privée et à comparer les résultats. Si les signatures sont identiques, le jeton est valide.

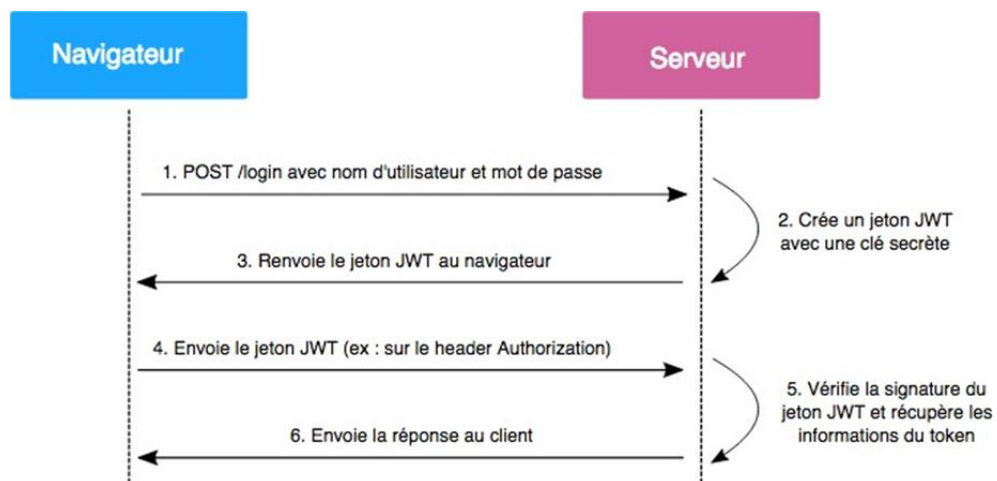


Tableau 16: Illustration du Token JWT

ANNEXE 4: LA METHODE COCOMO

Un grand nombre de méthodes est mis à la disposition des développeurs pour estimer le coût de leurs plateformes. Notre choix se porte sur la méthode Constructive Cost Model (COCOMO) pour l'estimation du coût total du développement (CTDEV) de notre application, du fait de sa fiabilité. De plus, cette méthode permet également d'estimer le temps de développement (TDEV) du système correspondant au temps requis pour terminer le projet avec toutes les ressources disponibles. La méthode COCOMO se base principalement sur la complexité de l'application à développer qui correspond à l'un des trois (03) types suivants :

- S : Ce sont des applications simples, n'ayant que peu de cas particuliers et de contraintes. Elles sont parfaitement déterministes.
- P : Ce sont des applications intermédiaires, plus complexes que les applications de type S. Elles restent tout de même déterministes bien que le nombre de leurs cas particuliers et de tests soit plus important que pour les applications de type S.
- E : Ce sont des applications très complexes, que ce soit au niveau de leurs contraintes, comme un système temps réel, où au niveau des données saisies, comme certaines interfaces graphiques ou l'on ne peut envisager toutes les possibilités utilisateur pourrait effectuer. Elles ne sont pas déterministes.

Complexité	Effort(en Homme mois)	Temps de développement(TDEV en mois)
S	$\text{Effort} = 2,4 * KLS1,05$	$TDev = 2,5 * \text{Effort}^{0,38}$
P	$\text{Effort} = 3 * KLS1,12$	$TDev = 2,5 * \text{Effort}^{0,35}$
E	$\text{Effort} = 3,6 * KLS1,2$	$TDev = 2,5 * \text{Effort}^{0,32}$

Tableau 17:Formule de calcul COCOMO

NB : HM est le nombre d' « homme mois » nécessaire à la réalisation du projet, et KLS est le nombre de Kilo Lignes Sources. Un homme mois correspond à 152 heures de travail effectif. Le nombre de personnes requis pour réaliser le projet dans cet intervalle de temps est donc : $N = HM/TDEV$. Étant donné que le salaire moyen d'un informaticien est de X FCFA, le coût total de développement pour ce projet est : $CTDEV = HM * X$.