

## Projet de fin d'études

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGÉNIEUR D'ÉTAT EN  
TÉLÉCOMMUNICATIONS ET TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION.

*FILIERE* : Advanced Software Engineering for Digital Services (A.S.E.D.S)

# Développement d'une plateforme de formation en ligne pour 4D



*Réalisé par :*

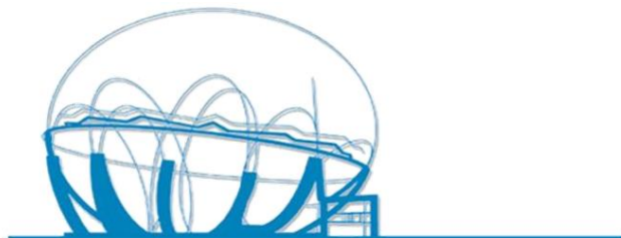
HSAINI Abir

*Soutenu le 9 Juillet 2024, devant les membres de jury :*

Pr. HAFIDDI HATIM : INPT - Encadrant

Pr. X X : INPT - Examineur

Pr. Y Y : INPT - Examineur



AGENCE NATIONAL DE RÉGLEMENTATION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

INSTITUT NATIONAL DES POSTES ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

Class of : 2023/2024



# Dédicaces

“

*Je rends grâce à Dieu et dédie ce modeste travail :*

*À mes chers parents, Quoi je fasse ou que je dise, je ne pourrai pas vous remercier comme il se doit. Votre affection me couvre, votre bienveillance me guide et votre présence à mes côtés a été toujours une source de force pour affronter les différents obstacles*

*À mon frère Mohammed Amine, qui était comme un père pour moi, et aussi un endroit de sécurité et de soutien. Ce travail est le fruit de ton abnégation tout au long de mes années d'études.*

*À toute ma famille et mes amis, qui m'ont toujours motivé et à qui je souhaite un succès encore plus grand.*

*Et à tous ceux qui ont cru en moi*

*Je dédie ce travail...*

”

- Abir

# Remerciements

Tout d’abord, je remercie Allah le tout-puissant de m’avoir donné le courage et la patience nécessaires à mener ce travail à son terme.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui par leur support ou par leur simple présence, m’ont permis de rendre mon travail aussi instructif et bénéfique que plaisant.

Je transmets mes sincères remerciements à mon encadrant **Mr. HAFIDDI Hatim** qui nous a allégés par ses connaissances, son savoir et ses précieuses orientations, et pour les conseils qu’il a prodigués, et le suivi pertinent, mais aussi pour la fierté et l’ambition qu’on a acquises suite à l’encouragement et le support intensif, ainsi que l’assistance précieuse.

Je tiens également à remercier, chaleureusement, mon encadrant externe, **Mr. ELHOUR Abdelhafid** pour sa confiance, sa collaboration et son soutien, et de m’avoir supervisé tout au long de mon stage par ses conseils, ses orientations et son sens de rigueur qui m’a guidé durant ce travail et de m’avoir permis de m’intégrer. Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance aux membres de l’entreprise 4D, pour l’expérience enrichissante et pleine d’intérêt qu’ils m’ont fait vivre durant ces mois de stage parmi eux.

Je tiens à remercier également les membres de jury, **Mr. METWALLI Ayoub** et Monsieur **Mr. METWALLI Ayoub**, pour l’évaluation du travail réalisé. Mes remerciements s’adressent aussi à l’ensemble du corps enseignant de l’institut national des postes et télécommunications (INPT), pour le temps qu’ils ont consacré pour nous offrir une formation d’excellence et de polyvalence et à toutes les personnes qui nous ont été d’une aide précieuse.

# Résumé

Le présent document constitue une synthèse du travail réalisé dans le cadre de mon projet de fin d'études au sein de la société 4D Logiciels pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en développement des services numériques.

J'ai été chargé par l'entreprise de développer une plateforme de formation en ligne pour 4D. Ce projet interne de l'entreprise vise à fournir aux employés de la société ainsi que les clients un espace partagé où ils peuvent consulter les différentes formations, qu'elles portent sur 4D ou d'autres sujets.

Pour réussir ce projet, nous avons commencé par une analyse approfondie du projet dans le but d'identifier les besoins fonctionnels et techniques, auxquels la solution doit répondre. Dans une seconde étape, nous avons mené une étude conceptuelle traduite en diagrammes. Finalement, nous avons initié le développement et la mise en œuvre de la solution.

Le projet a été mis en œuvre en utilisant le Framework React coté Front End et 4D pour le backend.

---

**Mots clés :** React , typescript , 4D, E-learning ,Tailwind

---

# Summary

This work is part of my end-of-studies project carried out within the company 4D in order to obtain the title of State Engineer in Digital Services Development at the Institut National des Postes et Télécommunications.

My mission was to develop an online training platform for 4D. This internal project of the company aims to provide employees of the company as well as clients with a shared space where they can access various training sessions, whether they are related to 4D or other subjects.

To succeed in this project, we started with a thorough analysis of the project in order to identify the functional and technical requirements that the solution must meet. In a second step, we conducted a conceptual study translated into diagrams. Finally, we initiated the development and implementation of the solution.

The project was implemented using the React Framework on the Front End and 4D for the backend.

---

**Key Words :** React, TypeScript, 4D, E-learning, Tailwind

---

# ملخص

متشكل هذه الوثيقة ملخصاً للعمل المنجز كجزء من مشروع نهاية دراستي ضمن شركة ءض صفتور للحصول على دبلوم مهندس الدولة في تطوير الخدمات الرقمية.

لقد كلفتني الشركة بتطوير منصة تدريب عبر الإنترنت للتقنية رباعية الأبعاد. يهدف هذا المشروع الداخلي للشركة إلى تزويد موظفي الشركة وكذلك العملاء بمساحة مشتركة حيث يمكنهم الاطلاع على الدورات التدريبية المختلفة، سواء كانت تتعلق بالتقنية رباعية الأبعاد أو بمواضيع أخرى.

لتحقيق النجاح في هذا المشروع، بدأنا بتحليل متعمق للمشروع بهدف تحديد الاحتياجات الوظيفية والفنية التي يجب أن يليها الحل. وفي الخطوة الثانية، أجرينا دراسة مفاهيمية مترجمة إلى رسوم بيانية. وأخيراً، بدأنا في تطوير الحل وتنفيذه.

تم تنفيذ المشروع باستخدام غاكت ذرمورك على الجانب الأمامي وءض للواجهة الخلفية.

---

## الكلمات المفتاحية

React, TypeScript, 4D, E-learning, Tailwind

---

# Table des figures

1.1	Logo 4D . . . . .	3
1.2	Les années 80 . . . . .	3
1.3	Les années 90 . . . . .	4
1.4	Les années 2000 . . . . .	4
1.5	Anciennes versions de 4D . . . . .	5
1.6	les deux nouvelles versions de 4D . . . . .	6
1.7	Le groupe 4D dans le monde . . . . .	7
1.8	Les points de présence des partenaires et des distributeurs de 4D . . . . .	8
1.9	La Direction Générale de 4D . . . . .	8
1.10	Les domaines métiers de 4D en pourcentage . . . . .	9
1.11	Diagramme de Gantt. . . . .	11
2.1	Diagramme de cas d'utilisation d'apprenant . . . . .	16
2.2	Diagramme de cas d'utilisation d'administrateur . . . . .	17
3.1	Architecture physique de système. . . . .	24
3.2	Architecture logique de système. . . . .	26
3.3	Orda Data model classe. . . . .	27
3.4	Architecture technique de système. . . . .	28



# Liste des tableaux

2.1	Rôles dans l'application . . . . .	14
2.2	Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Payer l'abonnement d'une formation" . . . . .	18
2.3	Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter une formation" . . . . .	19
2.4	Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter un chapitre" . . . . .	20
2.5	Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter un apprenant" . . . . .	21

# Listings

# Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Résumé	iii
Abstract	iv
Arabic Abstract	v
Table des figures	vi
Liste des tableaux	vii
Listings	viii
Table des matières	x
Introdction	1
<b>1 Contexte général</b>	<b>2</b>
1.1 Présentation de l'organisme d'accueil . . . . .	3
1.1.1 Histoire de 4D . . . . .	3
1.1.2 Le Langage 4D . . . . .	5
1.1.3 La structure du groupe 4D . . . . .	7
1.1.4 Les domaines Métiers et les clients 4D . . . . .	8
1.2 Contexte générale du projet : . . . . .	9
1.2.1 Cadre du projet : . . . . .	9
1.2.2 Problématique : . . . . .	10

1.2.3	Objectifs du Projet . . . . .	10
1.3	Conduite de projet : . . . . .	11
1.3.1	Méthodologie de développement : . . . . .	11
1.3.2	Diagramme de Gantt : . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Analyse et spécification des besoins</b>	<b>13</b>
2.1	Spécification des exigences . . . . .	14
2.1.1	Identification des acteurs . . . . .	14
2.1.2	Exigences fonctionnelles . . . . .	14
2.1.3	Exigences non-fonctionnelles . . . . .	15
2.2	Identification de cas d'utilisation . . . . .	16
2.2.1	Diagramme de cas d'utilisation . . . . .	16
2.2.2	Description textuelle de cas d'utilisation . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Conception de la solution</b>	<b>23</b>
3.1	Prototypage . . . . .	24
3.2	Architecture de l'application . . . . .	24
3.2.1	Architecture physique . . . . .	24
3.2.2	Architecture logique . . . . .	25
3.2.3	architecture techniques . . . . .	28
	<b>Bibliography</b>	<b>29</b>

# Introduction générale

Dans un monde avec une grande évolution, où les technologies changent rapidement la nécessité d'une formation continue efficace, simple et accessible est devenue primordiale pour rester présent sur le marché du travail. Les entreprises et les individus reconnaissent de plus en plus l'importance d'une formation continue en certaines domaines pour améliorer leurs compétences, acquérir de nouvelles connaissances et s'adapter aux changements rapides de l'environnement professionnel.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'études (PFE), qui vise à créer une plateforme de formation continue adaptée aux besoins actuels des apprenants et les clients de 4D. L'objectif principal de notre projet est de fournir une solution technologique robuste et conviviale qui facilite l'accès aux différentes formations du langage 4D ainsi que les autres langages, tout en offrant des fonctionnalités avancées pour suivre, évaluer et personnaliser le processus d'apprentissage.

Ce rapport présente une vue d'ensemble détaillée du processus de développement de notre plateforme de formation continue, il comporte 4 chapitres. Dans le premier chapitre, nous définissons le contexte général du projet, à savoir, la présentation de l'organisme d'accueil 4D logiciel. Par la suite nous présentons la conduite du projet suivie durant la réalisation de notre projet ainsi que la planification de son déroulement. Le deuxième chapitre sera consacré à l'analyse et la spécification des besoins pour développer cette plateforme. Le troisième chapitre sera consacré à la définition des architectures utilisées, ainsi que la modélisation des diagrammes de classes. Finalement, dans le quatrième chapitre, nous parlerons de l'implémentation et la validation de la solution suivie par la conclusion générale où nous abordons des perspectives d'évolution

En fin de compte, notre objectif est de créer une plateforme qui favorise l'échange de connaissances et le développement professionnel, contribuant ainsi à renforcer les compétences des employés de 4D et à soutenir la croissance et l'innovation au sein des organisations.

# Chapitre 1

## Contexte général

### Introduction

Dans ce chapitre, nous situons notre stage de fin d'études dans son environnement organisationnel et contextuel. Nous présentons l'organisme d'accueil 4D logiciel. Ensuite nous expliquons la méthodologie adoptée durant la réalisation de notre projet ainsi que sa planification.

## 1.1 Présentation de l'organisme d'accueil



FIGURE 1.1 – Logo 4D

Fondée en 1984 par Laurent Ribardière, 4D logiciel est une entreprise de conseil et de développement de logiciels dans le domaine des systèmes d'informations, de l'organisation et de l'informatique dont le siège social se situe à Clichy (Île-de-France).

Laurent Ribardière a créé 4D avec une seule ambition : simplifier la création des applications professionnelles pour les entreprises grâce à une base de données relationnelles entièrement graphique.

4D est devenue ainsi l'un des premiers éditeurs de logiciels français avec un rayonnement international grâce à sa présence sur les cinq continents et des filiales dans plus de dix pays dont le Maroc (4D Logiciels Maroc).

Le succès de 4D vient de sa capacité à répondre aux enjeux de son époque, grâce à une plateforme évolutive, simplifiant la création d'expériences clients réussies sur mobile, web, desktop.

### 1.1.1 Histoire de 4D

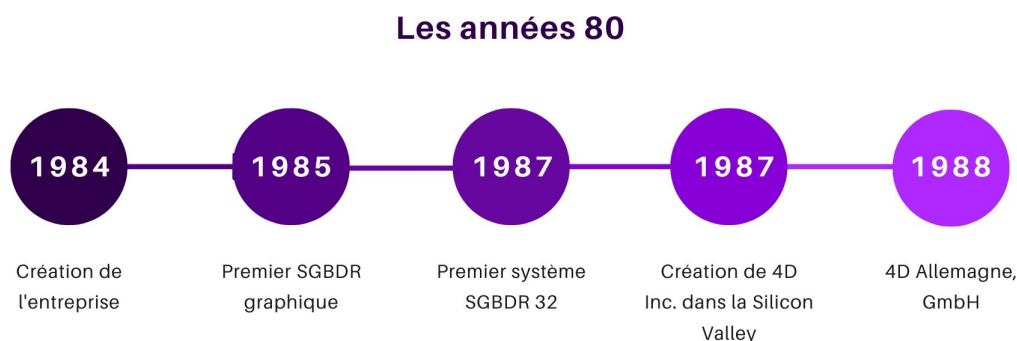


FIGURE 1.2 – Les années 80

L'entreprise 4D Logiciels, une entreprise faisant partie du marché de l'édition logicielle dont le siège est situé en France.

Crée en 1984, 4D Logiciels est reconnu par ses outils de développement innovants permettant de créer des solutions professionnelles performantes et fiables au service des entreprises. En 1987, 4D Logiciels propose le premier système de gestion de base de données relationnel fonctionnant sur un système 32-bits, puis conserve sa place de leader en offrant le premier :

- • Client-serveur intégré.
- • Serveur web intégré.
- • Système de partage d'applications dynamique intégré.

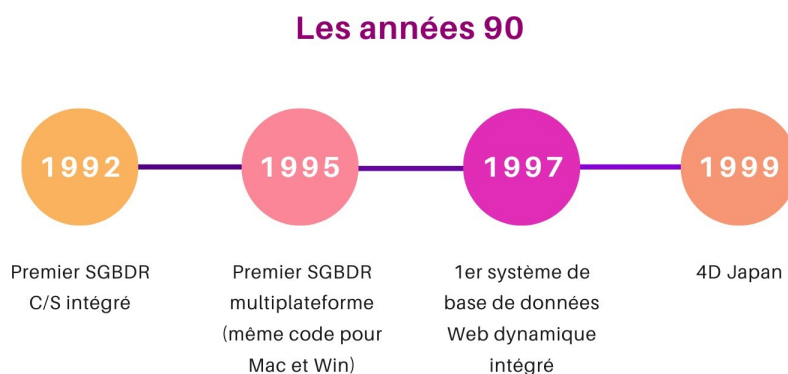


FIGURE 1.3 – Les années 90

En 1997, 4D décide de s'investir dans le Web en donnant lieu à un serveur Web dynamique. Ce qui aide les développeurs à servir à la fois des applications client-serveur et des applications Web sans modifier le code. 4D conserve par la suite ce produit en lançant à chaque fois des nouvelles versions.

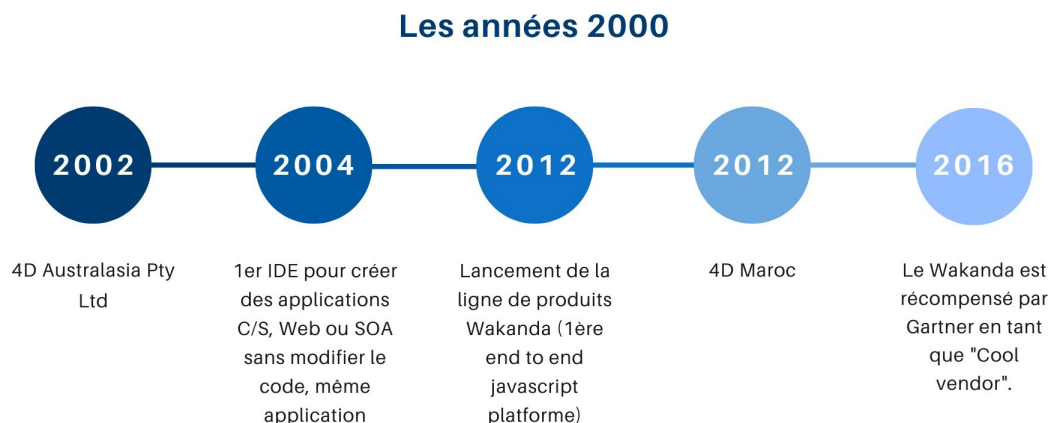


FIGURE 1.4 – Les années 2000

La version 4D 2004 se lance en tant qu'un produit permettant aux développeurs de créer à la fois



des applications autonomes, client-serveur, Web, ainsi que des applications orientées Services (SOA) sans rajouter aucun changement au niveau du code. Plus récemment, 4D dispose d'une plateforme de développement en JavaScript qui facilite la création des applications professionnelles en utilisant la gamme de produits Wakanda.

### 1.1.2 Le Langage 4D

4D est une plateforme de développement productive qui permet aux clients de se concentrer sur leur modèle de données et les règles et spécificités de leur métier [1]. Le langage 4D prend en charge l'exécution native de leur code applicatif sous macOS et Windows. 4D Serveur exécute leurs applications simultanément sur les postes de travail / clients mobiles et sur le Web. Ils peuvent déployer des applications entièrement personnalisées sous leur propre marque. 4D est un système de gestion de base de données relationnelle disposant d'un langage de programmation de la quatrième génération.

Environnement de développement intégré, 4D intègre :

- un compilateur
- un débogueur
- un système de sauvegarde et de réplication
- un serveur Web
- un serveur et client de services web

Gamme	Feature Release	4D v19 LTS	4D v18 LTS	4D v17	4D v16	4D v15
Statut	Courante	N/A	Courante	Fin d'évolution	Obsolète	Obsolète
Version majeure initiale	N/A	Q3 21	16 JAN 20	10 JUIL 18	10 JAN 17	16 JUIL 15
Version la plus récente	18 R6 (19 AVR 21)		18.5 (16 JUIN 21)	17.5 (3 DEC 20)	16.6 (24 JUIL 19)	15.6 (25 AVR 18)
Fin des ventes		DEC 23	17 JUIN 22	13 DEC 20	26 JUIL 19	30 AVR 18
Fin de support		DEC 23	17 JUIN 22	13 DEC 20	26 JUIL 19	30 AVR 18
Plus récent Hotfix <sup>1</sup>			28 AVR 21	31 AOU 20	21 MAI 19	29 JAN 18
Fin des mises à jour <sup>2</sup>				14 JUIN 22	18 DEC 20	14 JUIN 19

FIGURE 1.5 – Anciennes versions de 4D

4D v18 marque un véritable tournant dans l'histoire de 4D. Cette version propose non seulement de multiples nouvelles fonctionnalités, mais aussi l'amélioration de fonctions existantes. Elle introduit la gestion de version pour changer la façon dont les équipes collaborent. Le format texte des bases projets permet désormais de tirer pleinement parti des systèmes de gestion de version (par exemple, Git,

SVN, etc.). Autre fonctionnalité qui fait ses débuts dans cette nouvelle version : une solution intégrée de chiffrement des données, offrant en un seul clic une sécurité maximum aux données des clients. Ces outils de chiffrement sont basés sur l'un des algorithmes les plus sûrs : Advanced Encryption Standard (AES). ORDA (Object Relational Data Access), la technologie révolutionnaire d'accès et de présentation des données, apporte également son lot de nouvelles fonctionnalités, telles que le Datastore distant, ouvrant de nouvelles perspectives et optimisant les performances du client/serveur. Les applications métiers peuvent facilement être déployées sur des appareils mobiles avec 4D for iOS, une solution entièrement intégrée à 4D. De plus, 4D Write Pro, outil de PAO intégré à 4D, poursuit sa montée en puissance, le langage de programmation 4D s'enrichit et apporte de nouvelles commandes destinées à améliorer l'expérience de développement.

La dernière version du produit 4D, 4D 20 R5, est une version encore plus améliorée qui offre de nouvelles fonctionnalités. Cette version est particulièrement intéressante pour les développeurs et les utilisateurs de 4D, car elle leur permet de bénéficier de performances accrues et d'une expérience utilisateur améliorée. En effet, les améliorations apportées à cette version ont été conçues pour répondre aux besoins des utilisateurs de manière plus efficace.

La version 4D v20 est actuellement en version beta, ce qui signifie qu'elle est encore en phase de test. Cette version n'est pas encore disponible pour une utilisation générale, mais elle est plutôt réservée à un groupe restreint de testeurs qui vont l'évaluer et signaler les éventuels problèmes ou bugs. Cette phase de test permet à l'équipe de développement de recueillir des commentaires et des suggestions de la part des testeurs afin d'améliorer la qualité du logiciel avant sa sortie officielle. En bref, la version 4D v20 est en mode testing pour s'assurer qu'elle est stable et fiable avant d'être rendue disponible pour le grand public.

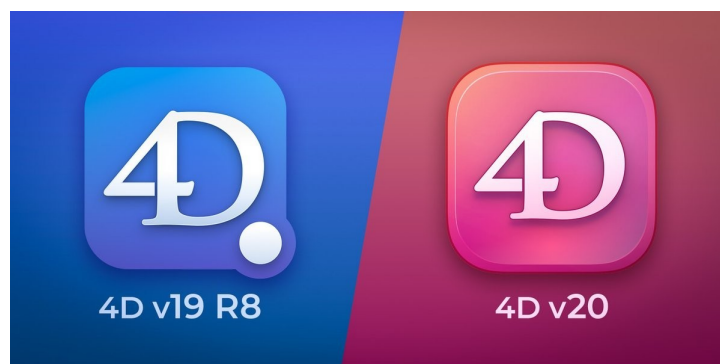


FIGURE 1.6 – les deux nouvelles versions de 4D

### 1.1.3 La structure du groupe 4D

Acteur dans le métier de l'édition de logiciel, la société 4D développe et commercialise depuis plus de trente ans à travers le monde, une plateforme logicielle intégrée qui accélère et simplifie le développement et le déploiement des applications métiers des clients finaux. Le groupe 4D est composé d'un siège social situé en France, et de cinq filiales situées aux États-Unis, en Allemagne, en Australie, au Japon, et au Maroc. À l'écoute permanente de leurs besoins et des évolutions technologiques, la société propose une aventure passionnante dans un contexte multiculturel à travers ses différentes implantations à l'international (Sydney, Tokyo, San José, Munich, Rabat).

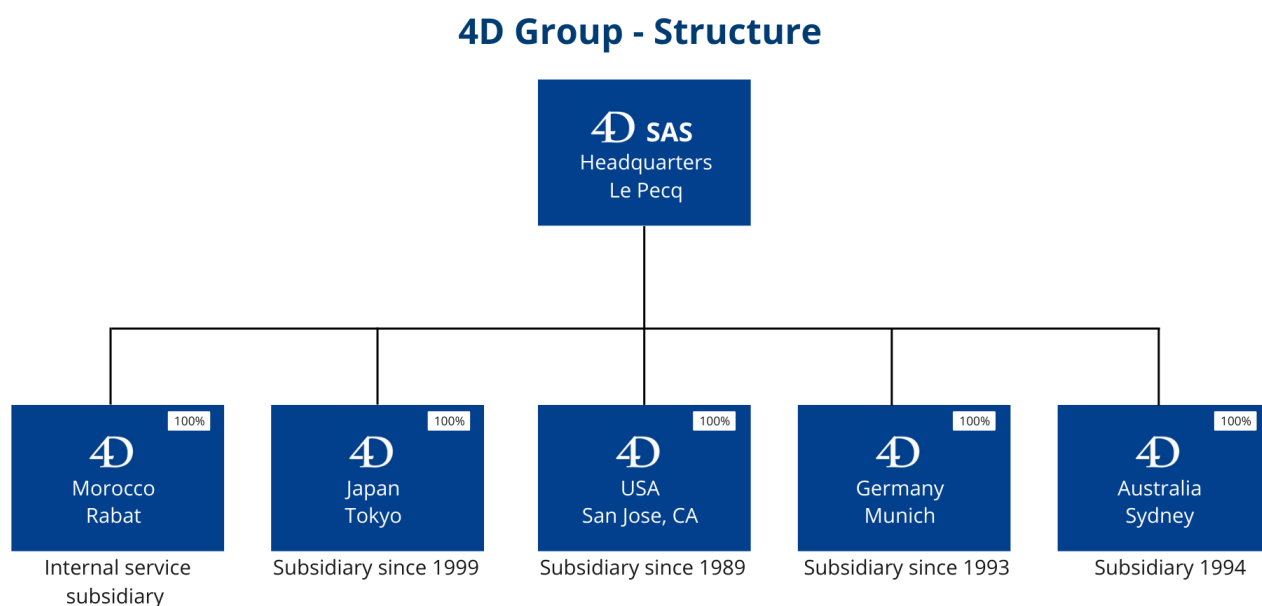


FIGURE 1.7 – Le groupe 4D dans le monde

Comme toute société renommée, 4D recourt à ses différents partenaires pour un rendu meilleur et un niveau d'expertise plus crédible. 4D connaît aussi une présence internationale grâce à ses partenaires et ses distributeurs éparpillés dans le monde, comme montre la figure suivante :



FIGURE 1.8 – Les points de présence des partenaires et des distributeurs de 4D

La figure ci-dessous montre la direction générale de l'entreprise 4D logiciels :

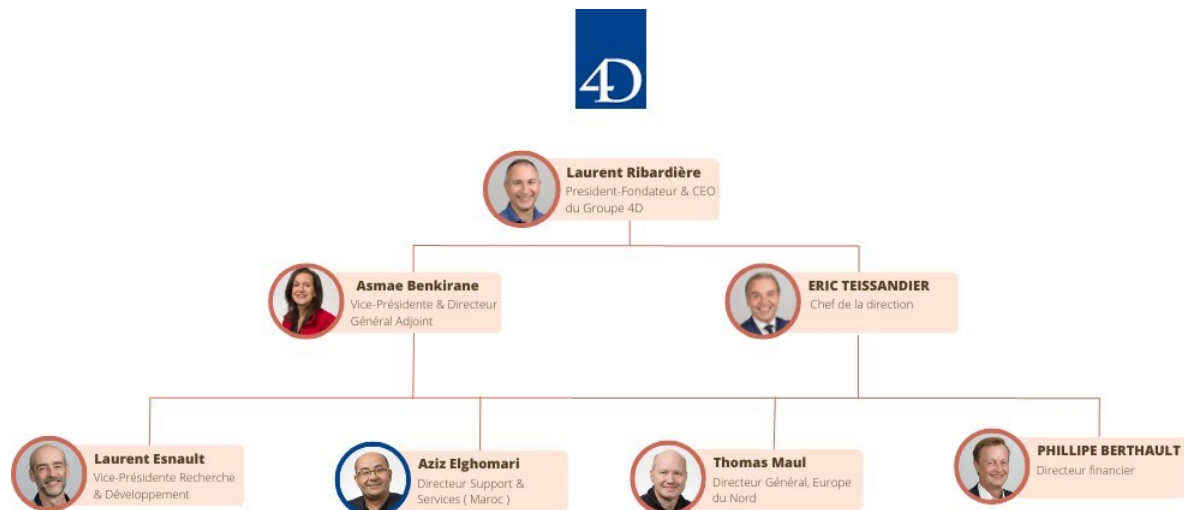


FIGURE 1.9 – La Direction Générale de 4D

#### 1.1.4 Les domaines Métiers et les clients 4D

4D intervient dans une diversité de domaines, comme la santé, l'éducation, l'administration, la gouvernance, et les télécommunications. La figure 1.6 montre le pourcentage qu'occupe chaque domaine dans son activité.

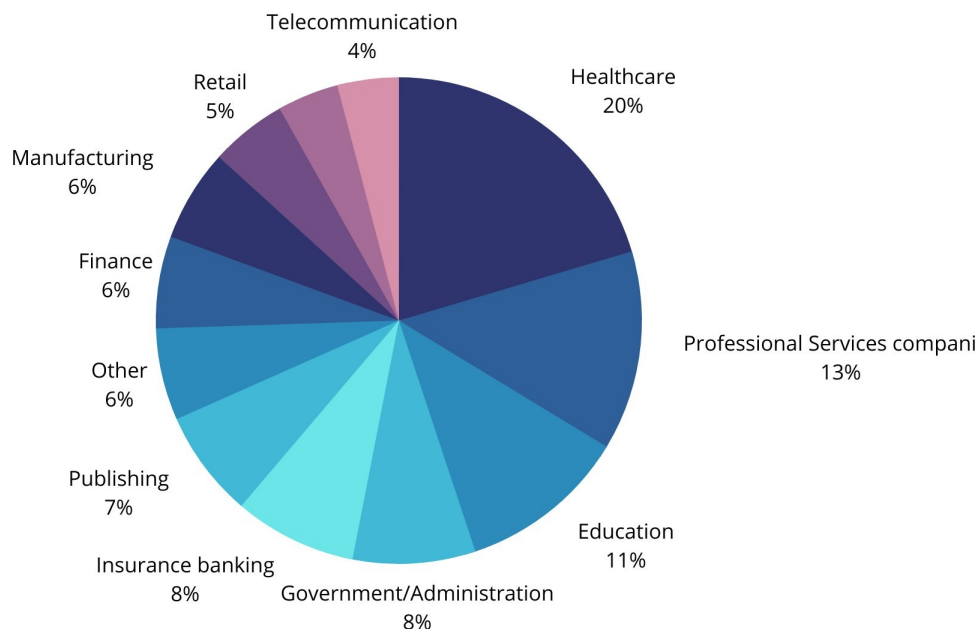


FIGURE 1.10 – Les domaines métiers de 4D en pourcentage

## 1.2 Contexte générale du projet :

### 1.2.1 Cadre du projet :

Dans un monde de plus en plus digitalisé et orienté vers l'apprentissage à distance, la formation en ligne est devenue une priorité majeure pour les entreprises et les institutions. Qu'il s'agisse de cours professionnels, de certifications ou de formations continues, la nécessité de concevoir, développer et administrer des plateformes de formation en ligne est cruciale pour atteindre les objectifs pédagogiques et offrir une expérience enrichissante aux apprenants.

Dans ce contexte, notre projet de développement d'une application vise à offrir une solution technologique performante pour la formation en ligne. En s'appuyant sur les compétences en ingénierie logicielle et en collaboration avec l'expertise de 4D Logiciel, cette plateforme sera conçue pour répondre aux besoins des employés de 4D dans un premier temps, puis aux clients de 4D, aux entreprises et aux institutions en matière de formation continue et de développement professionnel. Notre objectif est de créer un environnement d'apprentissage interactif et efficace, capable de surmonter les défis actuels de la formation en ligne, tels que la gestion des contenus, l'interactivité, l'engagement des apprenants et le suivi des performances.

### 1.2.2 Problématique :

La gestion des formations est devenue de plus en plus complexe au sein de 4D Logiciel. En effet, le nombre de formations augmente face à la diversité technologique, ce qui impose la nécessité d'une plateforme capable de gérer les différents types de cours dispensés aux employés et aux clients. Jusqu'à présent, le processus consistait à acheter des abonnements sur des sites externes offrant un espace aux formateurs pour déposer leurs formations. Cependant, les charges associées à cette méthode sont devenues de plus en plus lourdes et insoutenables pour l'entreprise. Ainsi, la mise en place d'une plateforme interne de gestion des formations devient une priorité pour répondre aux besoins croissants et améliorer l'efficacité globale du processus de formation au sein de l'organisation.

### 1.2.3 Objectifs du Projet

Dans le contexte de la croissance rapide de l'entreprise 4D Logiciel et de l'évolution constante du paysage technologique, la gestion efficace des formations est devenue une priorité stratégique. Pour répondre à cette demande croissante et garantir le développement continu des compétences de son personnel et de ses clients, 4D Logiciel entreprend le développement d'une plateforme interne de gestion des formations. Les objectifs de ce projet sont les suivants :

- **Développer une plateforme interne de gestion des formations :** Créer une plateforme dédiée qui permettra à 4D Logiciel de gérer efficacement tous les aspects de ses programmes de formation, depuis la planification jusqu'à la diffusion des cours.
- **Centraliser les formations :** Réunir toutes les formations dispensées aux employés et aux clients au sein d'une seule plateforme pour une gestion plus cohérente et simplifiée.
- **Personnaliser l'expérience de formation :** Offrir une expérience de formation personnalisée en proposant des cours adaptés aux besoins spécifiques des employés et des clients de 4D Logiciel.
- **Réduire les coûts associés aux formations :** Diminuer les dépenses liées à l'achat d'abonnements sur des plateformes externes en développant une solution interne plus rentable sur le long terme.
- **Fournir des outils d'analyse et de suivi :** Intégrer des fonctionnalités d'analyse et de suivi des progrès des apprenants pour évaluer l'efficacité des programmes de formation et identifier les domaines nécessitant des améliorations.
- **Assurer la sécurité des données :** Garantir la sécurité des données des utilisateurs et des contenus de formation en mettant en place des mesures de protection appropriées.

## 1.3 Conduite de projet :

Le choix de la conduite du projet est une phase déterminante pour accomplir le projet dans les bonnes conditions. Il faut donc bien définir une méthodologie du travail, le processus de développement et en déduire le planning du projet à suivre.

### 1.3.1 Méthodologie de développement :

Nous avons adopté une approche agile pour conduire notre projet, car nous avons constaté que nous ne disposions pas d'un cahier des charges bien défini. Nous avons donc choisi de livrer notre produit sous forme de fonctionnalités itératives. À cet effet, nous organisons régulièrement des réunions avec le Product Owner pour discuter des besoins du projet et de ses priorités. En fonction de ces échanges, nous déterminons quelle fonctionnalité développer ensuite. Une fois que nous avons sélectionné une fonctionnalité à travailler, nous collaborons étroitement avec le Product Owner pour valider les spécifications et les attentes. Une fois la fonctionnalité développée, nous la présentons au Product Owner pour validation, avant de passer à la prochaine fonctionnalité, en tenant compte de sa priorité.

### 1.3.2 Diagramme de Gantt :

Le déroulement de mon stage est planifié selon le tableau de Gant suivant :

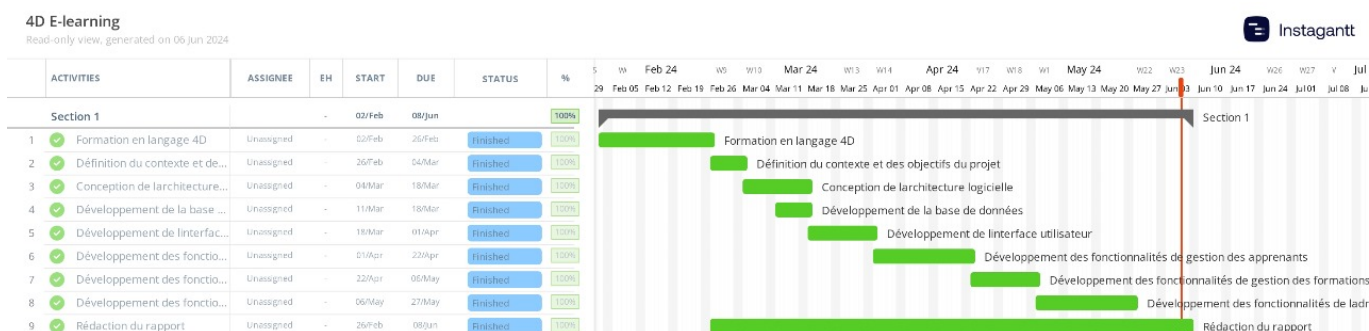


FIGURE 1.11 – Diagramme de Gantt.

## Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons mis l'accent sur le périmètre de notre projet. Nous avons éclairé la méthodologie et le planning suivis pour mener ce projet. Nous entamerons dans le chapitre suivant la phase d'analyse et spécification du système à développer au cours de laquelle nous comprenons en profondeur les besoins utilisateurs et construisons ainsi un système qui y répond.



# Chapitre 2

## Analyse et spécification des besoins

### Introduction

Dans ce chapitre, nous abordons l'étape d'analyse et spécification des besoins pour notre projet. Ainsi nous présentons en premier temps les acteurs ainsi que les exigences fonctionnelles et non-fonctionnelles du projet. Puis, nous utilisons les diagrammes de cas d'utilisations avec leurs descriptions textuelles pour décrire les scénarios possibles. Cela nous permettra de guider le développement du système de manière efficace et d'assurer sa conformité aux exigences.

## 2.1 Spécification des exigences

Cette phase de l'application vise à définir la frontière fonctionnelle entre le système et son environnement. Pour affiner les objectifs définis dans le contexte général du projet, il est essentiel de répondre à deux questions principales : Quels sont les utilisateurs du système ? Qu'attendent-ils de ce système ?

Pour trouver la réponse, nous avons opté pour la démarche suivante :

- Définir les acteurs du système.
- Lister ce que doit offrir le système à son utilisateur.

### 2.1.1 Identification des acteurs

Un acteur représente l'abstraction d'un rôle joué par des entités externes qui interagissent directement avec le système étudié. Un acteur peut consulter et/ou modifier directement l'état du système, en émettant et/ou en recevant des messages susceptibles d'être porteur de données.

Acteur	Rôle dans l'application
Administrateur	Responsable de la gestion technique et opérationnelle de l'application, de la gestion des comptes des utilisateurs (Formateurs et Apprenants), de la sécurité des données et du support technique. Ainsi la création, gestion et mise à jour des cours.
Apprenant	Utilisateur principal de la plateforme, pouvant accéder aux cours, suivre les chapitres de formation, évaluer les contenus.

TABLE 2.1 – Rôles dans l'application

### 2.1.2 Exigences fonctionnelles

- **Authentification** : C'est l'étape primordiale pour toutes les fonctionnalités. Il s'agit de saisir un identifiant (email ou nom d'utilisateur) et un mot de passe puis de valider pour pouvoir exploiter les autres services.
- **Gestion des Abonnements** : Permettre aux apprenants de payer un abonnement pour accéder aux formations.
- **Gestion des Formations pour les Apprenants** :
  - S'inscrire à une formation : Permettre aux apprenants de s'inscrire à une formation après s'être authentifiés et avoir payé l'abonnement si nécessaire.

- Consulter une formation : Permettre aux apprenants de consulter les détails d'une formation à laquelle ils sont inscrits.
- Évaluer une formation : Permettre aux apprenants d'évaluer une formation après l'avoir suivie.
- Chercher une formation : Permettre aux apprenants de rechercher des formations disponibles sur la plateforme.
- Consulter le profil d'un formateur : Permettre aux apprenants de consulter les profils des formateurs sur la plateforme.
- **Gestion des Profils Apprenants :**
  - Modifier son profil : Permettre aux apprenants de modifier leurs informations personnelles sur leur profil.
- **Gestion des Formations pour les Administrateurs :**
  - Ajouter une formation : Permettre aux administrateurs d'ajouter une nouvelle formation sur la plateforme.
  - Supprimer une formation : Permettre aux administrateurs de supprimer une formation existante.
- **Gestion des Profils Administrateurs :**
  - Modifier son profil : Permettre aux administrateurs de modifier leurs informations personnelles sur leur profil.
- **Gestion des Questions et Réponses :**
  - Répondre aux questions : Permettre aux administrateurs de répondre aux questions posées par les apprenants.
- **Gestion des Statistiques :**
  - Consulter les statistiques : Permettre aux administrateurs de consulter les statistiques de la plateforme.

### 2.1.3 Exigences non-fonctionnelles

Ce sont les besoins qui permettent d'améliorer la qualité des services de la plateforme comme la convivialité et l'ergonomie des interfaces et l'amélioration du temps de réponse. Parmi ces besoins, on cite :

- **La convivialité :** La future application doit être facile à utiliser. En effet, les interfaces utilisateur doivent être conviviales c'est-à-dire simples, ergonomiques et adaptées à l'utilisateur.
- **L'évolutivité :** Toute architecture est exposée à des évolutions au niveau de la technologie

d'implémentation. La solution doit avoir un grand niveau d'abstraction pour faciliter les nouvelles implémentations.

- **Temps de réponse** : Le temps de réponse doit être le plus court possible.
- **La disponibilité** : Lorsque n'importe quel utilisateur désire consulter la plateforme, elle doit être disponible.

## 2.2 Identification de cas d'utilisation

### 2.2.1 Diagramme de cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation décrivent les fonctions générales et la portée d'un système. Ces diagrammes identifient également les interactions entre le système et ses acteurs.

Nous synthétisons dans ce paragraphe tout ce qui a été dit dans la phase d'analyse. Nous présentons le diagramme de cas d'utilisation de notre application et introduisons les cas d'utilisation qui le composent.

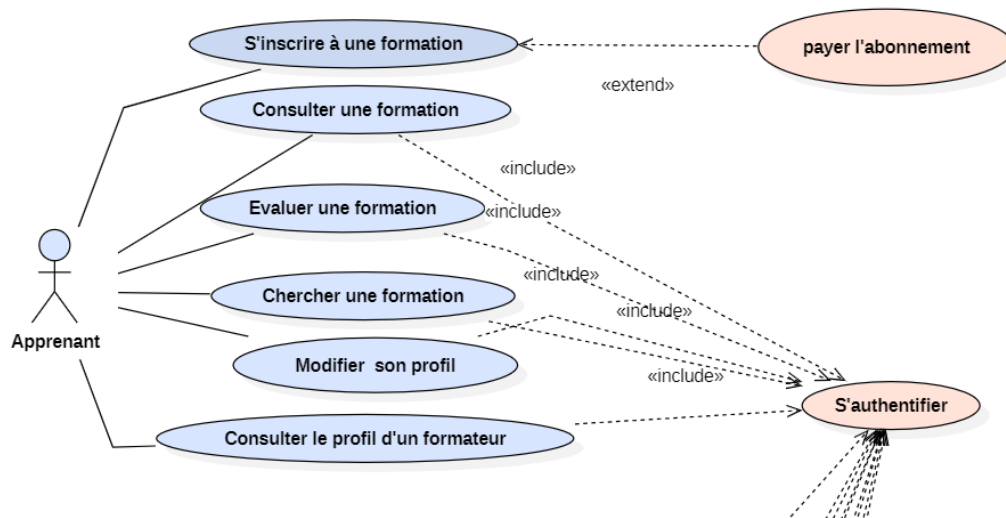


FIGURE 2.1 – Diagramme de cas d'utilisation d'apprenant

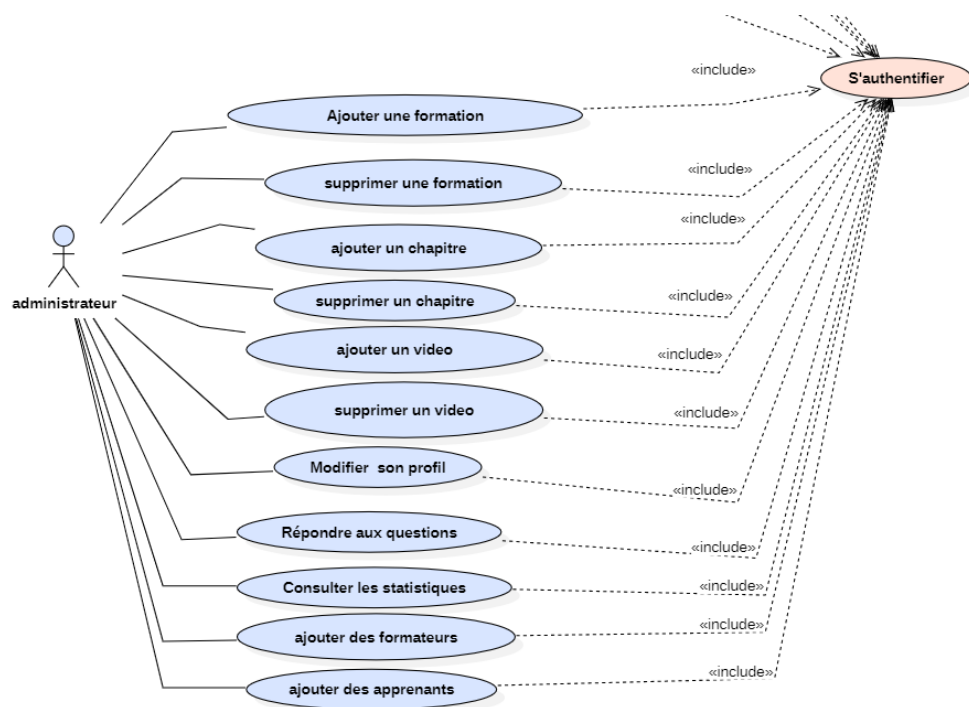


FIGURE 2.2 – Diagramme de cas d'utilisation d'administrateur

### 2.2.2 Description textuelle de cas d'utilisation

UC 1 : Payer l'abonnement d'une formation	
<b>Acteurs</b>	Utilisateur
<b>But</b>	Permettre à un utilisateur d'accéder à une formation disponible sur la plateforme et voir les vidéos
<b>Préconditions</b>	<b>Postconditions</b>
- S'authentifier.	- Voir les vidéos
<b>Scénario Principal</b>	<b>Scénario Alternatif</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page de la formation.</li> <li>3. Choisir la formation.</li> <li>4. Cliquer sur "S'inscrire".</li> <li>5. Effectuer le paiement.</li> <li>6. Si le paiement est autorisé.</li> <li>7. Le client est redirigé vers la page de confirmation de paiement.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page de la formation.</li> <li>3. Choisir la formation.</li> <li>4. Cliquer sur "S'inscrire".</li> <li>5. Effectuer le paiement.</li> <li>6. Si le paiement n'est pas autorisé.</li> <li>7. Le client est redirigé vers la page d'erreur.</li> </ol>

TABLE 2.2 – Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Payer l'abonnement d'une formation"

UC 2 : Ajouter une formation	
<b>Acteurs</b>	Administrateur
<b>But</b>	Permettre à un administrateur d'ajouter une formation à la plateforme avec ses chapitres et ses vidéos
<b>Préconditions</b>	<b>Postconditions</b>
- S'authentifier.	-
<b>Scénario Principal</b>	<b>Scénario Alternatif</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page d'ajout de formation.</li> <li>3. Remplir les informations nécessaires pour la formation.</li> <li>4. Ajouter les chapitres.</li> <li>5. Ajouter les vidéos.</li> <li>6. Cliquer sur le bouton "Enregistrer".</li> <li>7. Un message de confirmation est affiché.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page d'ajout de formation.</li> <li>3. Remplir les informations nécessaires pour la formation.</li> <li>4. Ajouter les chapitres.</li> <li>5. Ajouter les vidéos.</li> <li>6. Cliquer sur le bouton "Enregistrer".</li> <li>7. Un message d'erreur spécifiant les champs incorrects ou manquants est affiché.</li> </ol>

TABLE 2.3 – Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter une formation"

UC 3 : Ajouter un chapitre	
<b>Acteurs</b>	Administrateur
<b>But</b>	Permettre à un administrateur d'ajouter un chapitre à une formation existante
<b>Préconditions</b>	<b>Postconditions</b>
- S'authentifier.	-
<b>Scénario Principal</b>	<b>Scénario Alternatif</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page des formations.</li> <li>3. Remplir les informations nécessaires pour le chapitre.</li> <li>4. Ajouter les vidéos.</li> <li>5. Cliquer sur le bouton "Enregistrer".</li> <li>6. Un message de confirmation est affiché.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page des formations.</li> <li>3. Remplir les informations nécessaires pour le chapitre.</li> <li>4. Ajouter les vidéos.</li> <li>5. Cliquer sur le bouton "Enregistrer".</li> <li>6. Un message d'erreur spécifiant les champs incorrects ou manquants est affiché.</li> </ol>

TABLE 2.4 – Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter un chapitre"



UC 4 : Ajouter un apprenant	
<b>Acteurs</b>	Administrateur
<b>But</b>	Permettre à un administrateur d'ajouter un apprenant pour qu'il puisse s'authentifier à la plateforme.
<b>Préconditions</b>	<b>Postconditions</b>
- S'authentifier.	-
<b>Scénario Principal</b>	<b>Scénario Alternatif</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page des apprenants.</li> <li>3. Remplir les informations nécessaires pour l'apprenant.</li> <li>4. Cliquer sur le bouton "Enregistrer".</li> <li>5. Un message de confirmation est affiché.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. S'authentifier.</li> <li>2. Naviguer vers la page des apprenants.</li> <li>3. Remplir les informations nécessaires pour l'apprenant.</li> <li>4. Cliquer sur le bouton "Enregistrer".</li> <li>5. Un message d'erreur spécifiant les champs incorrects ou manquants est affiché.</li> </ol>

TABLE 2.5 – Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter un apprenant"

## Conclusion

La phase d'analyse est critique pour le succès d'un projet logiciel. Nous avons abordé cette phase en identifiant les acteurs et les cas d'utilisations, et nous avons représenté notre analyse en utilisant un diagramme de cas d'utilisations accompagné par des descriptions textuelles. Nous enchaînerons par la suite sur la conception du projet.

# Chapitre 3

## Conception de la solution

### Introduction

Dans cette partie, nous allons commencer d'abord par une vue architecturale de l'application, puis nous allons détailler la conception en présentant les diagrammes de séquence et les diagrammes de classe. Ces diagrammes permettent de visualiser les différentes étapes du processus et la structure du système.

## 3.1 Prototypage

Le prototypage est une étape importante dans le processus de développement de notre application. Il permet de créer une version préliminaire de l'application pour tester ces fonctionnalités, recueillir des retours utilisateurs, et identifier d'éventuelles améliorations avant de passer à la phase de développement complète.

Dans cette section, nous décrirons les étapes de création du prototype

## 3.2 Architecture de l'application

### 3.2.1 Architecture physique

Nous avons opté pour l'architecture client/serveur multi-tiers. En effet, l'accès à l'application exige le passage à travers des requêtes HTTP afin de récupérer et de déposer des versions dans le dépôt central. De plus, la gestion de la base de données du système doit être centralisée et délocalisée de l'endroit de la couche métier, ce qui aide à garder une aisance de maintenance. Et enfin, il faut que l'application soit distribuée sur plusieurs serveurs et chaque serveur s'occupe d'une tâche. En effet, grâce au partage des tâches entre les différents serveurs, nous pourrions garantir une grande souplesse, des bonnes performances et un temps de réponse réduit. La figure suivante illustre l'architecture physique que nous avons :

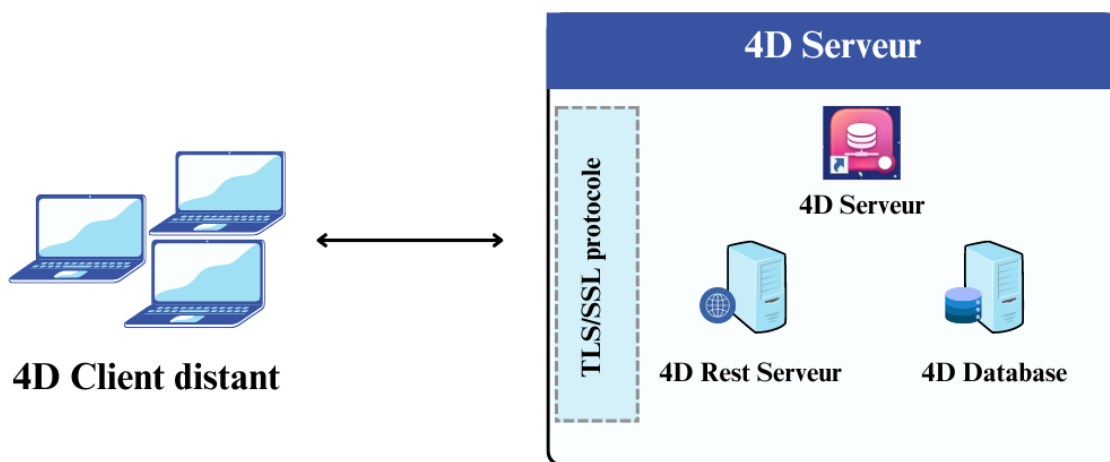


FIGURE 3.1 – Architecture physique de système.

Cette architecture se compose principalement des éléments suivants :

- **Serveur REST** : Un serveur web qui suit les principes de l'architecture REST et expose des ressources via des URI, permettant aux clients d'effectuer des opérations standardisées sur ces ressources pour accéder aux données et fonctionnalités du serveur.
- **Serveur 4D** : Ce serveur contient la couche métier de notre application.
- **Serveur de base de données** : Ce serveur se charge de la gestion du stockage des données.
- **Couche réseau** : Le protocole TLS sécurise les connexions client/serveur en cryptant les données échangées, permettant ainsi de renforcer la sécurité de votre application 4D Server.

### 3.2.2 Architecture logique

Pour avoir une architecture robuste, modulable et évolutive, il faut utiliser le principe de « Couche », et donc séparer au maximum les différents types de traitement de l'application. L'environnement de travail n'est pas dépendant à une technologie spécifique. Pour cette raison, nous avons utilisé plusieurs technologies afin de développer une solution aboutie, performante, multicouches et qui s'intègre parfaitement. La figure suivante illustre l'architecture logicielle proposée pour le système développé, en présentant trois couches : couche présentation (web), couche métier qui s'occupe des différents traitements et couche accès aux données.

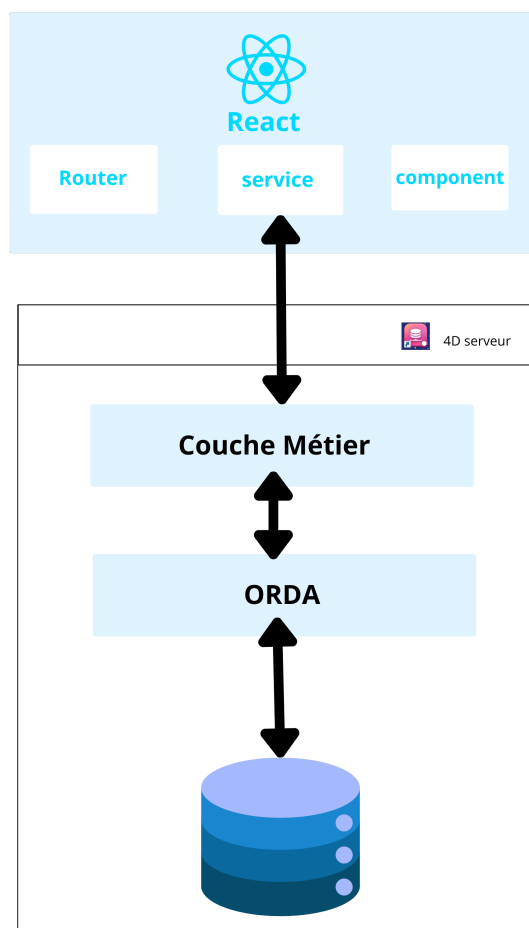


FIGURE 3.2 – Architecture logique de système.

Au niveau 4D Server, notre développement s'est concentré principalement sur la couche métier. En effet, 4D Server offre un environnement de développement qui simplifie considérablement la création d'applications. Les autres couches, telles que la couche d'accès aux données et la couche de présentation, sont déjà implémentées et intégrées dans 4D. Ainsi, les développeurs peuvent se concentrer sur la logique métier de leurs applications sans avoir à se soucier des détails techniques des autres couches. Cette approche permet un développement rapide et efficace, tout en offrant des fonctionnalités avancées pour répondre aux besoins spécifiques des projets.

Aussi, nous avons travaillé avec ORDA, est une technologie spécifique qui facilite l'accès à une base de données relationnelle en tant qu'objets. Elle permet de manipuler les données de la base de données à l'aide d'un langage de programmation orienté objet ou d'interfaces utilisateur spécifiques. ORDA simplifie l'interaction avec la base de données en fournissant des abstractions supplémentaires et en masquant certaines complexités liées aux requêtes SQL.

ORDA nous permet de créer des fonctions de classe de haut niveau au-dessus du modèle de données. Cela nous permet d'écrire du code orienté métier et de le « publier » comme une API. Le datastore, les

dataclasses, les entity selections et les entités sont tous disponibles en tant qu'objets de classe pouvant contenir des fonctions.

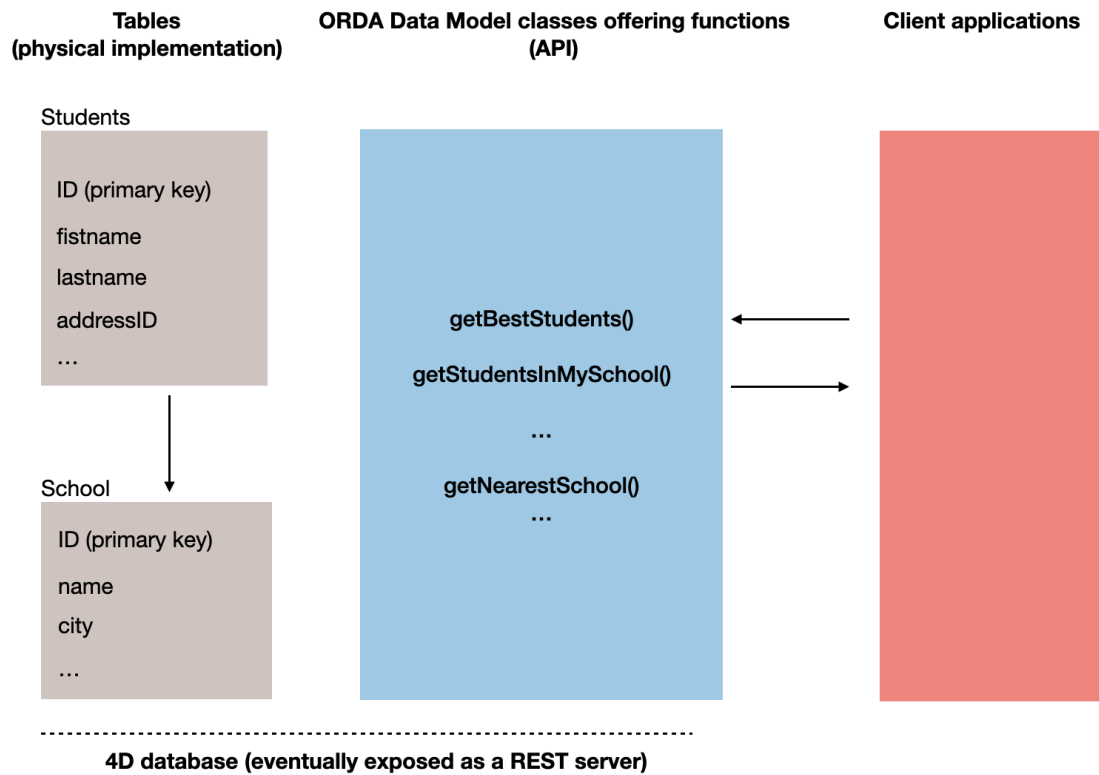


FIGURE 3.3 – Orda Data model classe.

Grâce à 4D, les développeurs peuvent se concentrer sur l'essentiel et créer des applications puissantes et performantes en toute simplicité.

### 3.2.3 architecture techniques

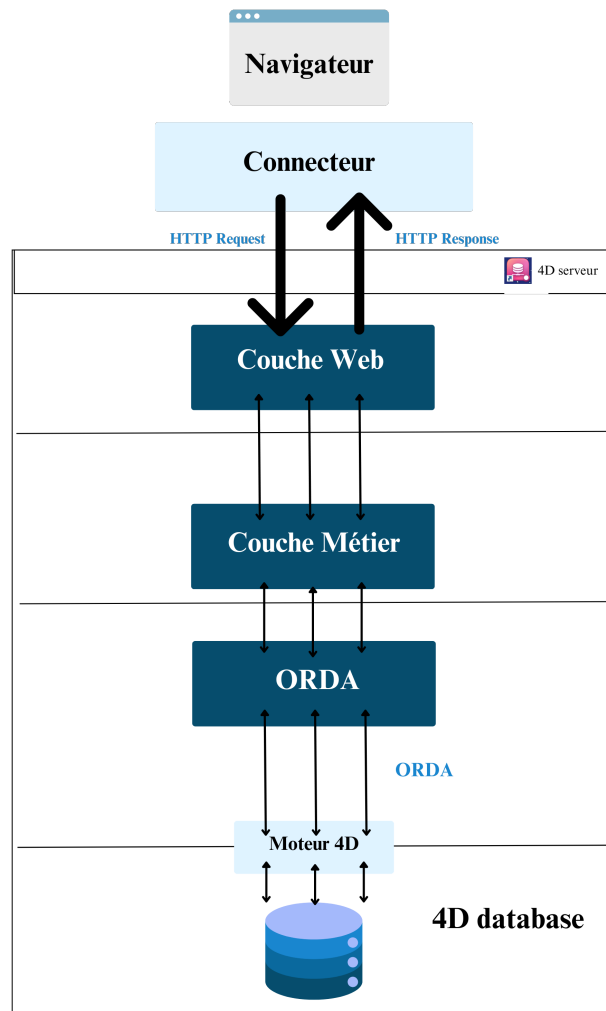


FIGURE 3.4 – Architecture technique de système.

Le connecteur s'occupe de la récolte des données saisies par l'utilisateur dans le navigateur, ces données sont envoyées au serveur 4D via des requêtes HTTP. La couche web récupère les données reçues et les transmet à la couche métier qui effectue les traitements nécessaires. La couche 4D Database s'occupe de la sérialisation et la dé-sérialisation.



# Bibliographie

[1] *Site officiel 4D*, <https://fr.4d.com/>.

[2] *Title 1*, **Title 2**