

Projet de fin d'études

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

FILIÈRE : 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 - Examinateur

Pr. Y Y : INPT - Examinateur



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 Abdel-hafid** 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 employées 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 côté 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 ئض صفتور للحصول على دبلوم مهندس الدولة في تطوير الخدمات الرقمية.

لقد كلفتني الشركة بتطوير منصة تدريب عبر الإنترن特 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 غافت ذرمورك على الجانب الأمامي وءض لواجهة 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	7
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	Logo Figma	24
3.2	Figma : Page Login	25
3.3	Figma : Page Home	25
3.4	Figma : Page des Formations	25
3.5	Figma : Page regarder une vidéo	25
3.6	Figma : Page Overview	26
3.7	Figma : Page des Chapitres	26
3.8	Figma : Page detail d'un formateur	27
3.9	Figma : Page des ChapitresPage	27
3.10	Architecture physique de système.	28
3.11	Architecture logique de système.	29

3.12	Orda Data model classe	30
3.13	Architecture technique de système.	31
3.14	Diagramme de Classe	32
3.15	Diagramme de séquence de l'authentification	33
3.16	Diagramme de séquence d'ajouter une formation	34
3.17	Diagramme de séquence de commencer une formation	35
3.18	Diagramme de séquence d'ajouter formateur	36
4.1	Logo UML	39
4.2	Logo HTML	39
4.3	Logo CSS	40
4.4	Logo TypeScript	40
4.5	Logo 4D	41
4.6	Logo React	41
4.7	Logo Tailwind	42
4.8	Logo Axios	42
4.9	Logo Visual Studio Code	43
4.10	Logo 4D client	43
4.11	Logo 4D Serveur	44
4.12	Logo Postman	44
4.13	Logo GitLab	45
4.14	Logo Git	45
4.15	Logo StarUML	45
4.16	Schéma des sessions extensibles	47
4.17	Schéma des priviléges en 4D	48
4.18	La page d'authentification	49
4.19	Liste des formations	50
4.20	Détails d'une formation	51
4.21	regarder formation	52
4.22	la liste des formateurs	53
4.23	Page d'historique	54
4.24	Page de favoris	55
4.25	Page de profil	56

4.26 Page de profil d'un formateur	57
4.27 Page de tableau de bord	58
4.28 Page de Liste des formations + ajout formation	59
4.29 Page de liste des formateurs et ajout formateur	60
4.30 Page de liste des apprenants et ajout apprenant	61

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	viii
Liste des tableaux	ix
Listings	x
Table des matières	xiv
Introduction	1
1 Contexte général	2
1.1 Pésentation 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	6
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
2	Analyse et spécification des besoins	13
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
3	Conception de la solution	23
3.1	Prototypage	24
3.1.1	Choix de l'outil	24
3.1.2	Interface	25
3.2	Architecture de l'application	27
3.2.1	Architecture physique	27
3.2.2	Architecture logique	28
3.2.3	architecture techniques	31
3.3	Conception Détailée	31
3.3.1	Diagramme de séquence	32
3.3.1.1	Diagramme de séquence de l'authentification	32
3.3.1.2	Diagramme de séquence d'ajouter une formation	33
3.3.1.3	Diagramme de séquence de commencer une formation	34
3.3.1.4	Diagramme de séquence d'ajouter un formateur	35
4	Réalisation	38
4.1	Langages et technologies de développement utilisés	39
4.1.1	Modélisation : Langage UML	39
4.1.2	Couche présentation	39
4.1.2.1	HTML	39

4.1.2.2	CSS	40
4.1.2.3	TypeScript	40
4.1.3	Couche traitement : 4D	41
4.2	Librairies et frameworks utilisés	41
4.2.1	Couche présentation	41
4.2.1.1	React	41
4.2.1.2	Tailwind	42
4.2.1.3	Axios	42
4.3	Environnements et outils de développement utilisés	43
4.3.1	Visual Studio Code	43
4.3.2	4D Client	43
4.3.3	4D Serveur	44
4.3.4	Postman	44
4.3.5	GitLab	45
4.3.6	Git	45
4.3.7	StarUML	45
4.4	Sécurité	46
4.4.1	Implémentation des sessions	46
4.4.2	Roles et privilèges	47
4.5	Travail Réalisé	48
4.5.1	Authentification	48
4.5.2	Espace Apprenant	49
4.5.2.1	Liste des formations	49
4.5.2.2	Détails de la formation	50
4.5.2.3	Regarder formation	51
4.5.2.4	Liste des formateurs	52
4.5.2.5	Historique	53
4.5.2.6	Favoris	54
4.5.2.7	Page de profil	55
4.5.2.8	Page de profile d'un formateur	56
4.5.3	Espace Administrateur	57
4.5.3.1	tableau de bord	57
4.5.3.2	Liste des formations et ajout formation	58

4.5.3.3	Liste des formateurs et ajout formateur	59
4.5.3.4	Liste des apprenants et ajout apprenant	60
Conclusion		63
Bibliography		64

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 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 Pésentation de l'organisme d'accueil



FIGURE 1.1 – Logo 4D

Fondée en 1984 par Laurent Ribardiére, 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 Ribardiére 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

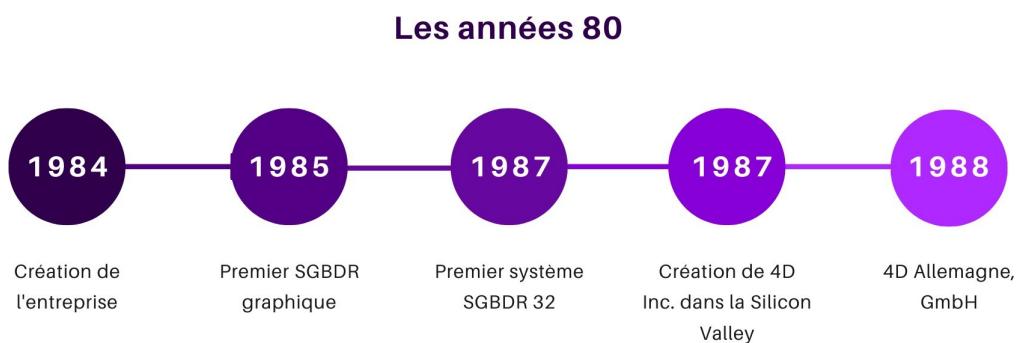


FIGURE 1.2 – Les années 80

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.

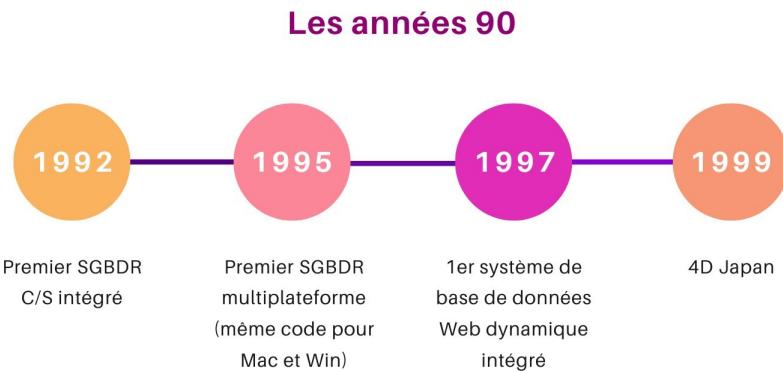


FIGURE 1.3 – Les années 90

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.

Les années 2000



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 Hotfix¹			28 AVR 21	31 AOU 20	21 MAI 19	29 JAN 18
Fin des mises à jour²				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.

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



FIGURE 1.6 – les deux nouvelles versions de 4D

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).

4D Group - Structure

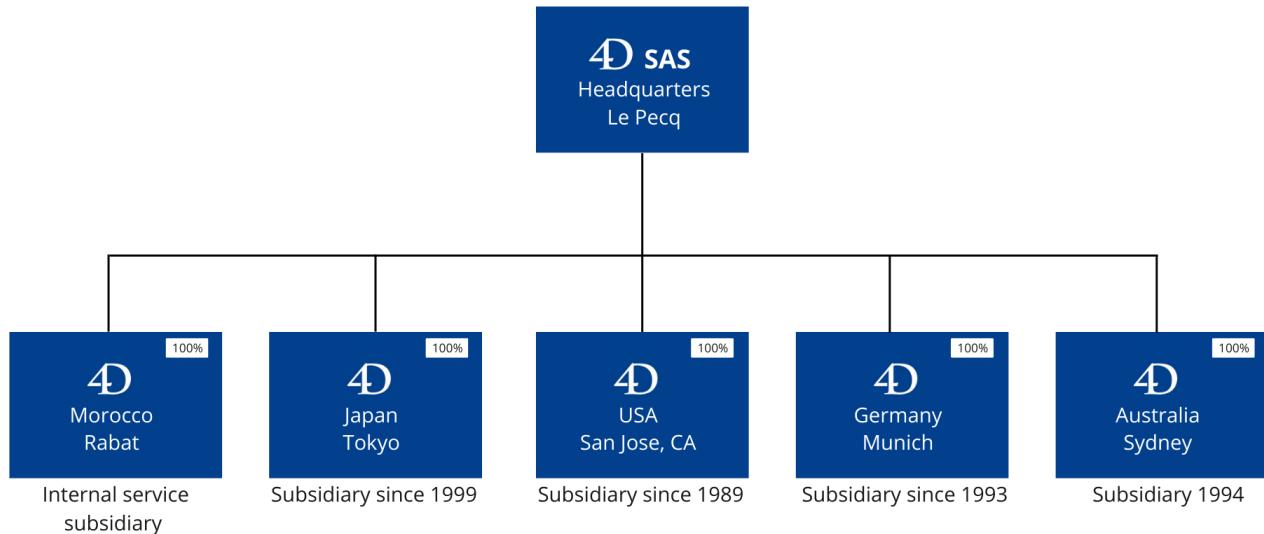


FIGURE 1.7 – Le groupe 4D dans le monde

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 :

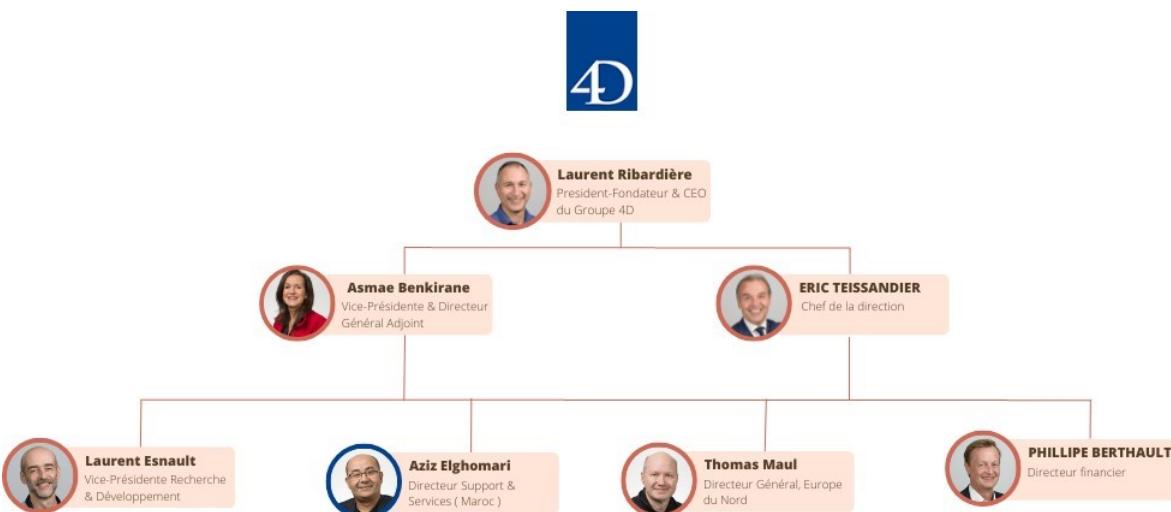


FIGURE 1.9 – La Direction Génrale de 4D

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.

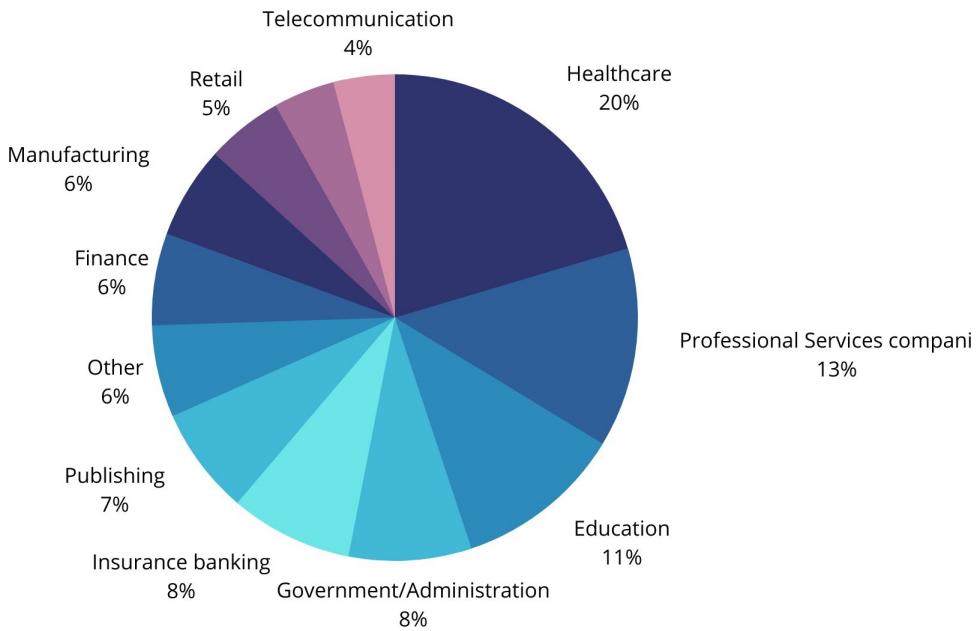


FIGURE 1.10 – Les domaines métiers de 4D en pourcentage

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 :

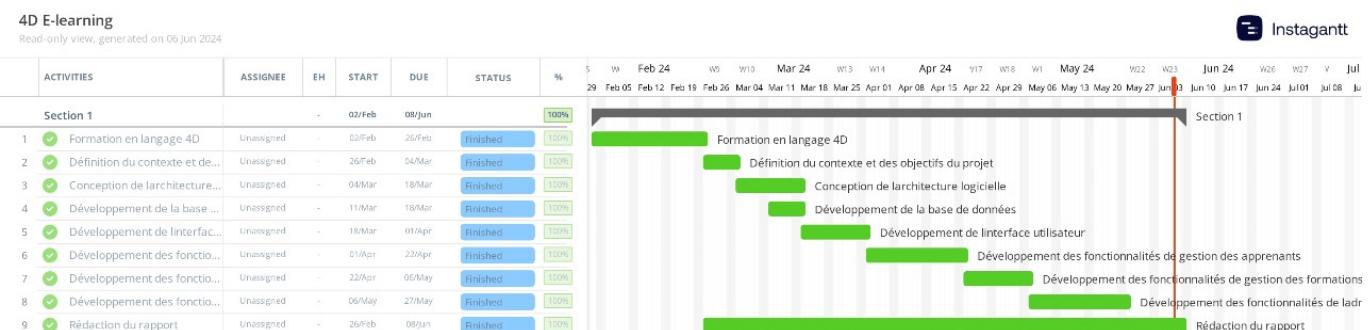


FIGURE 1.11 – Diagramme de Gantt.

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 profondeurs 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.

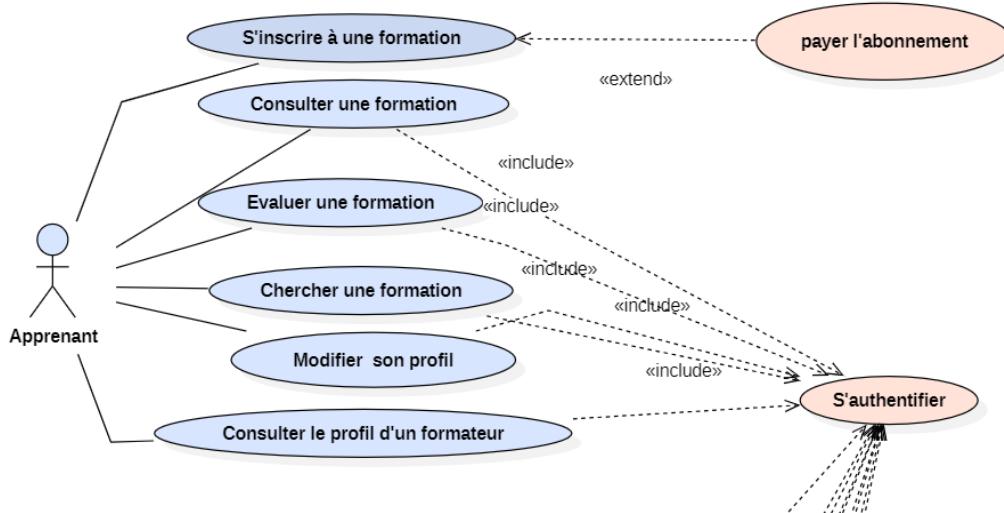


FIGURE 2.1 – Diagramme de cas d'utilisation d'apprenant

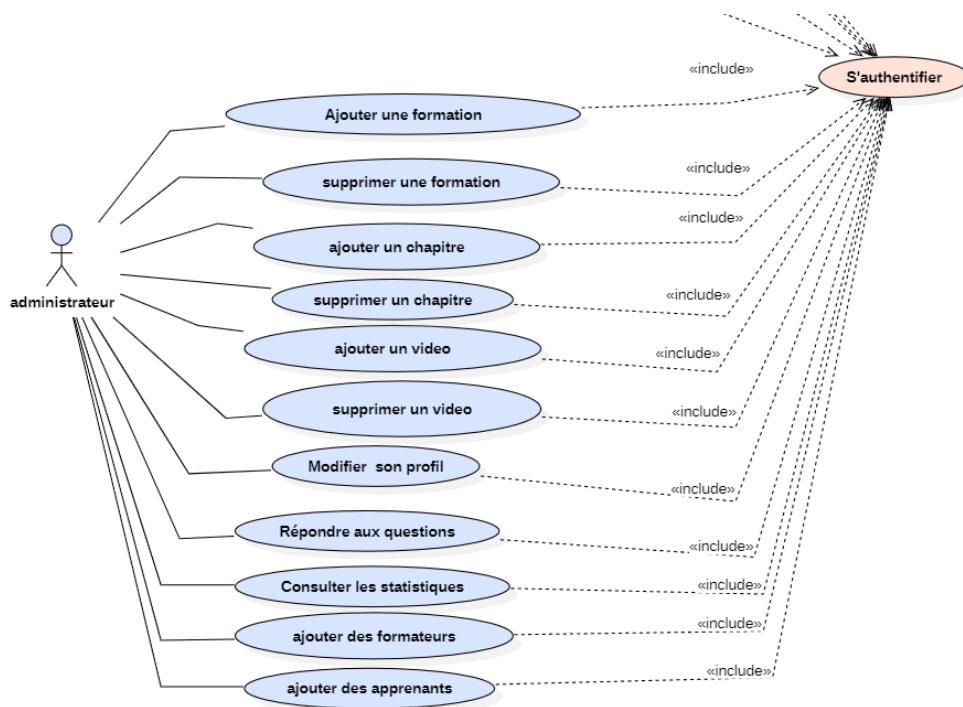


FIGURE 2.2 – Diagramme de cas d'utilisation d'administrateur

2.2.2 Description textuelle de cas d'utilisation

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

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

UC 2 : Ajouter une formation	
Acteurs	Administrateur
But	Permettre à un administrateur d'ajouter une formation à la plateforme avec ses chapitres et ses vidéos
Préconditions	Postconditions
- S'authentifier.	-
Scénario Principal	Scénario Alternatif
1. S'authentifier. 2. Naviguer vers la page d'ajout de formation. 3. Remplir les informations nécessaires pour la formation. 4. Ajouter les chapitres. 5. Ajouter les vidéos. 6. Cliquer sur le bouton "Enregistrer". 7. Un message de confirmation est affiché.	1. S'authentifier. 2. Naviguer vers la page d'ajout de formation. 3. Remplir les informations nécessaires pour la formation. 4. Ajouter les chapitres. 5. Ajouter les vidéos. 6. Cliquer sur le bouton "Enregistrer". 7. Un message d'erreur spécifiant les champs incorrects ou manquants est affiché.

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

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

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

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

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

3.1.1 Choix de l'outil

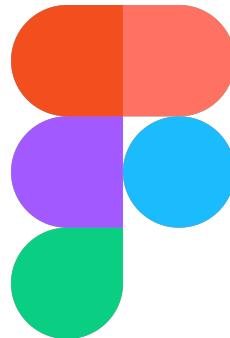


FIGURE 3.1 – Logo Figma

Figma est une plateforme collaborative pour éditer des graphiques vectoriels et faire du prototypage. Elle permet de concevoir des design systems pour faciliter la création de sites web et d'applications mobiles. C'est une solution à destination des UI et UX designers et des développeurs. L'interface propose de nombreuses fonctionnalités :

- **Design** : avec des outils de conception pour le web, des fonctions de mise en page automatique, des plugins pour réduire les tâches répétitives.
- **Prototypage** : pour tester les concepts très tôt en cours de design.
- **Design system** : pour concevoir des design cohérents avec des bibliothèques mises à jour en permanence.
- **Collaboratives** : pour travailler à plusieurs et en même temps sur un projet, revenir sur une version antérieure si nécessaire ou encore afficher le travail d'un seul collaborateur par exemple.

3.1.2 Interface



FIGURE 3.2 – Figma : Page Login

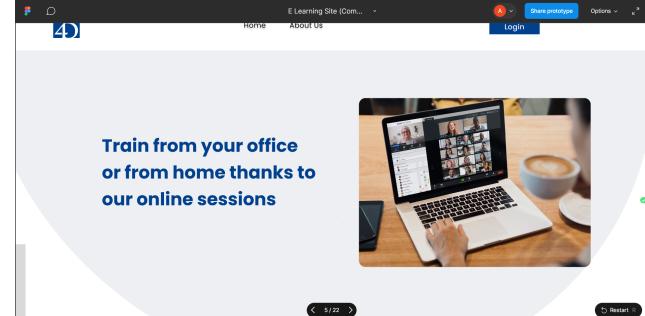


FIGURE 3.3 – Figma : Page Home

FIGURE 3.4 – Figma : Page des Formations

FIGURE 3.5 – Figma : Page regarder une vidéo

The wireframe shows a course page for 'Big Data: Executive Briefing'. At the top, there's a header with the D-LEARN logo and navigation links: Home, Courses, Careers, Blog, About Us, and a user icon. Below the header is a large image of a group of people working together. A small video thumbnail is overlaid on the main image. To the right of the image, the price '\$49.65' and a 'Buy Now' button are displayed. Below the image, there's a 'Course Info' section with a summary table and a 'About the author' section featuring a profile picture of Xavier Morera.

Course Info

Level	Beginner
Status	Published
Length	14 hours
Author	Xavier Morera
Rating	4.5 stars

About the author

Xavier Morera

Author bio: Xavier Morera is a marketing specialist with over 10 years of experience in digital marketing. He has worked with various companies in the tech industry, including Google, Microsoft, and Amazon. Xavier is known for his expertise in data analysis, SEO, and content marketing. He has spoken at several industry conferences and has written numerous articles on marketing and technology. Xavier currently works as a marketing manager for a global technology company.

Big Data: Executive Briefing

By Uncle

\$49.65

Buy Now

This version of the wireframe shows the same course page but with some visual updates. The 'Buy Now' button is now blue with white text. The 'Course Info' table has a different layout. The 'About the author' section includes a larger profile picture of Xavier Morera.

Course Info

Level	Beginner
Status	Published
Length	14 hours
Author	Xavier Morera
Rating	4.5 stars

About the author

Xavier Morera

Author bio: Xavier Morera is a marketing specialist with over 10 years of experience in digital marketing. He has worked with various companies in the tech industry, including Google, Microsoft, and Amazon. Xavier is known for his expertise in data analysis, SEO, and content marketing. He has spoken at several industry conferences and has written numerous articles on marketing and technology. Xavier currently works as a marketing manager for a global technology company.

Big Data: Executive Briefing

By Xavier Morera

\$49.65

Buy Now

The wireframe shows a grid of four marketing articles. Each article card includes a thumbnail image, the title, a brief description, and a 'View Details' button.

Marketing Articles

- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect
- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect
- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect
- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect

Searc

This version of the wireframe shows the same marketing articles grid but with a few visual changes. The 'View Details' button is now blue with white text. The article cards have a slightly different layout.

Marketing Articles

- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect
- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect
- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect
- AWS Certified solutions Architect**
AWS Certified solutions Architect

Searc

FIGURE 3.6 – Figma : Page Overview

FIGURE 3.7 – Figma : Page des Chapitres

The screenshot shows a user profile for John Anderson. At the top, there's a circular profile picture of a woman with headphones. Below it, his name and title are displayed: "John Anderson" and "Associate Professor at McMaster University". A bio follows: "Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed do eiusmod tempor incididunt ut labore et dolore magna aliqua. Ut enim ad minim veniam, quis nostrud exercitation ullamco laboris nisi ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis aute irure dolor in reprehenderit in voluptate velit esse cillum dolore eu fugiat nulla pariatur. Excepteur sint occaecat cupidatat non proident, sunt in culpa qui officia deserunt mollit anim id est laborum.". Below the bio are tabs for "About", "Course", "Notes", "Project", "Podcast", "Book" (which is highlighted in blue), and "Review". Below these tabs is a section titled "literature course" featuring five book covers:

- build your dream network** by J. Kelly Frey
- VISIBLE LEARNING FOR LITERACY** by Michael K. Chee, Jennifer E. Dierck, and Jennifer S. Dierck
- THE NEW RULES OF WORK** by Michael H. Chester and Michael C. Chester
- PIVOT** by Jenny Blake
- Learning & Development** by Michael K. Chee, Jennifer E. Dierck, and Jennifer S. Dierck

Each book cover includes a "All Benefits of PLUS" button and a "\$24" price tag. At the bottom of the grid is a navigation bar with numbers 1 through 5.

FIGURE 3.8 – Figma : Page detail d'un formateur

This screenshot shows a chapter page from a learning platform. At the top right is a header with "4 LEARN" and navigation links for "Home", "Courses", "Courses", "Blog", "About Us", and "User". Below the header is a large image of three people working together. To the right of the image is a price of "\$49.65" and a "Buy Now" button. Below the image are sections for "Course Info" and "About the author". Under "Course Info", there's a list of features: "read", "watch", "listen", "download", "share", and "helping". Below "About the author" is a profile for "Xavier Morera". At the bottom is a section titled "Marketing Articles" featuring four cards:

- AWS Certified solutions Architect** by "Uma" (1 week ago) with 3 views and \$80.
- AWS Certified solutions Architect** by "Uma" (1 week ago) with 1 view and \$80.
- AWS Certified solutions Architect** by "Uma" (1 week ago) with 3 views and \$80.
- AWS Certified solutions Architect** by "Uma" (1 week ago) with 3 views and \$80.

FIGURE 3.9 – Figma : Page des ChapitresPage

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 pourrons garantir une grande souplesse, des bonnes performances et un temps de réponse réduit. La figure suivante illustre l'architecture physique que nous avons :

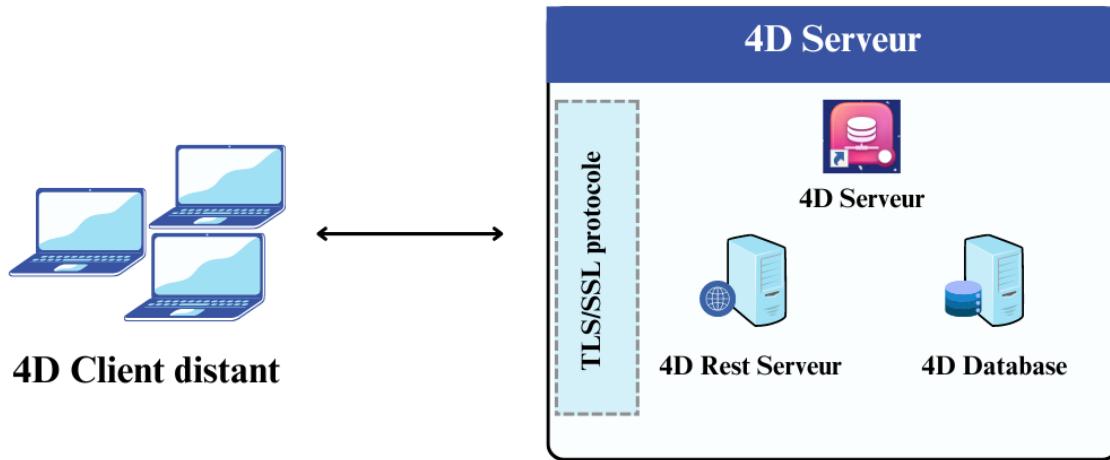


FIGURE 3.10 – Architecture physique de système.

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.

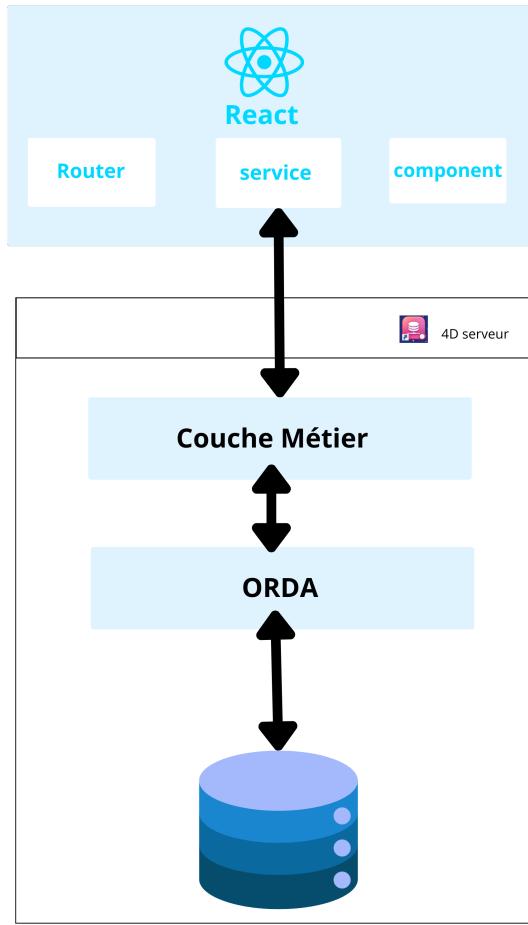


FIGURE 3.11 – Architecture logique de système.

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.

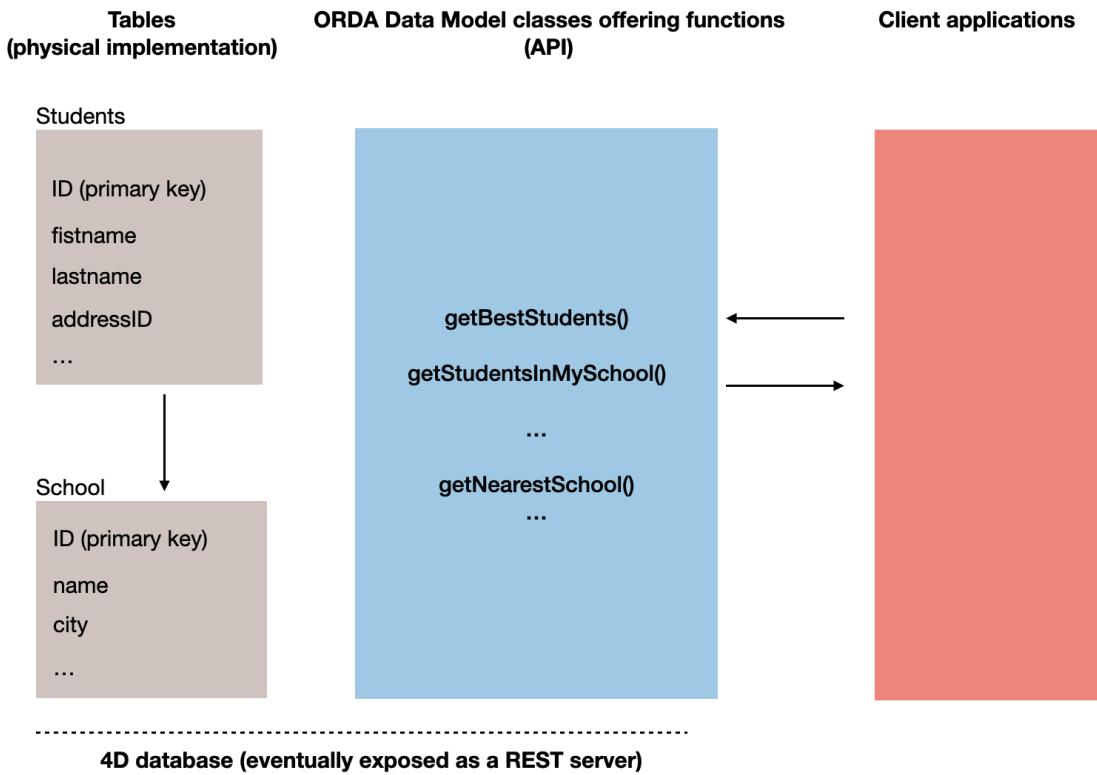


FIGURE 3.12 – Orda Data model classe.

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

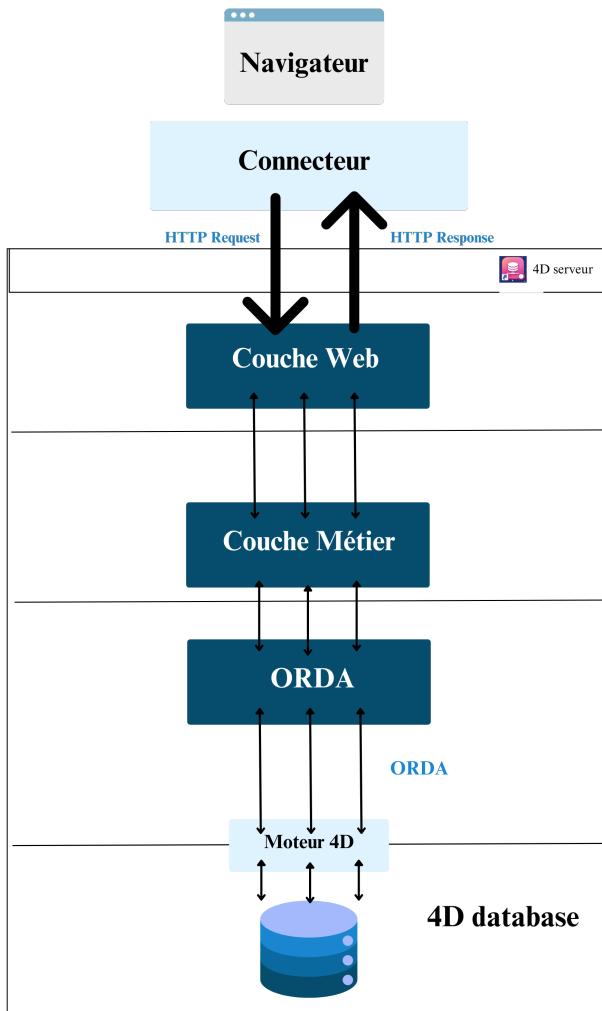


FIGURE 3.13 – Architecture technique de système.

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.

3.3 Conception Détailée

Le diagramme de classe est l'un des diagrammes statiques d'UML. Il permet de décrire la structure d'un système informatique tout en montrant les différentes classes, leurs attributs, leurs méthodes ainsi que les relations entre eux.

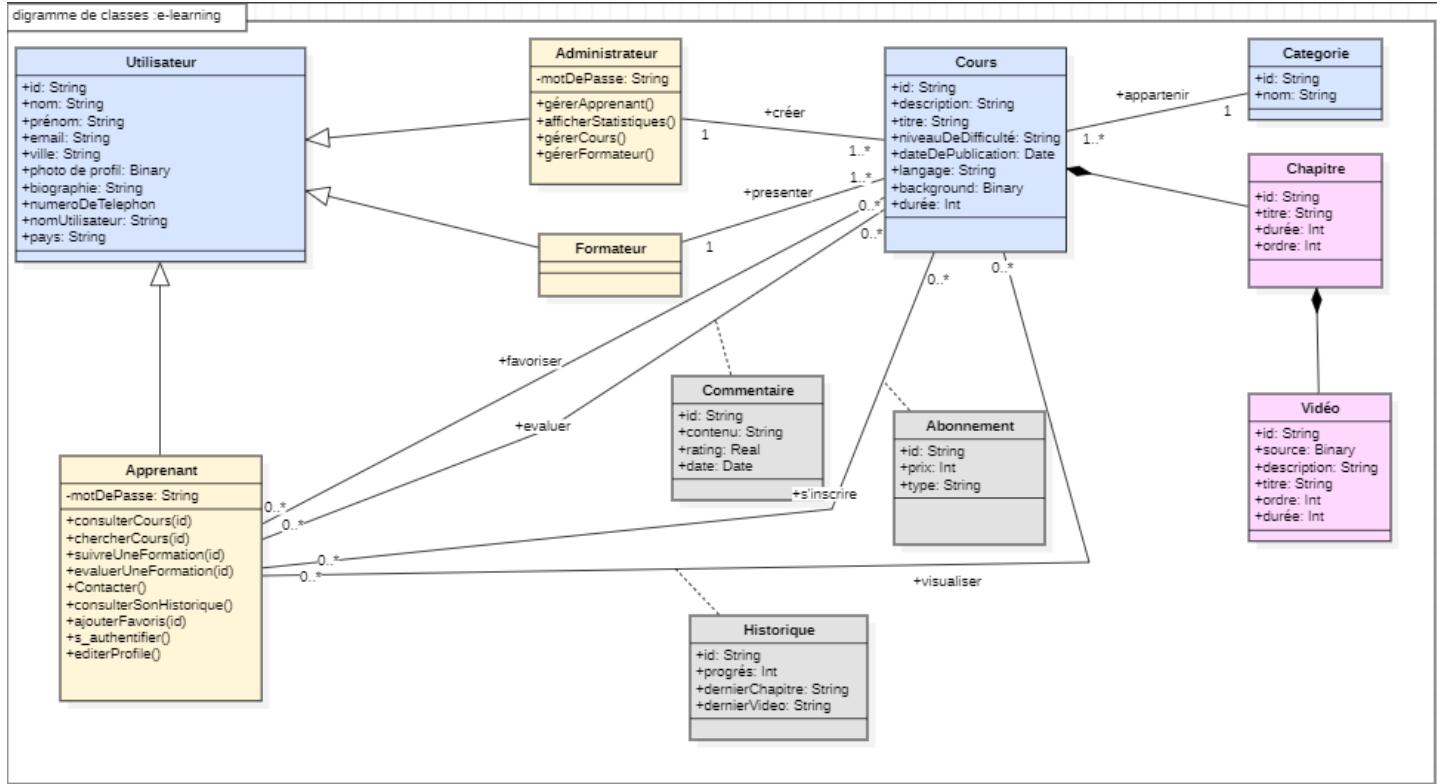


FIGURE 3.14 – Diagramme de Classe

3.3.1 Diagramme de séquence

Un diagramme de séquence est un diagramme UML (Unified Modeling Language) qui représente la séquence de messages entre les objets au cours d'une interaction.

3.3.1.1 Diagramme de séquence de l'authentification

L'authentification est l'étape primordiale pour toutes les fonctionnalités. L'interaction débute par l'utilisateur qui saisit ses informations d'authentification (username et mot de passe) et les envoie au système. Dans le premier cas, le système transmet ces informations à la base de données pour vérification. Si les informations sont correctes, le système redirige l'utilisateur vers la page d'accueil. Dans le deuxième cas, si les informations d'authentification sont incorrectes, la base de données envoie une réponse négative au système. Le système informe alors l'utilisateur que les informations saisies sont incorrectes, et il est redirigé vers la page d'authentification pour qu'il puisse réessayer.

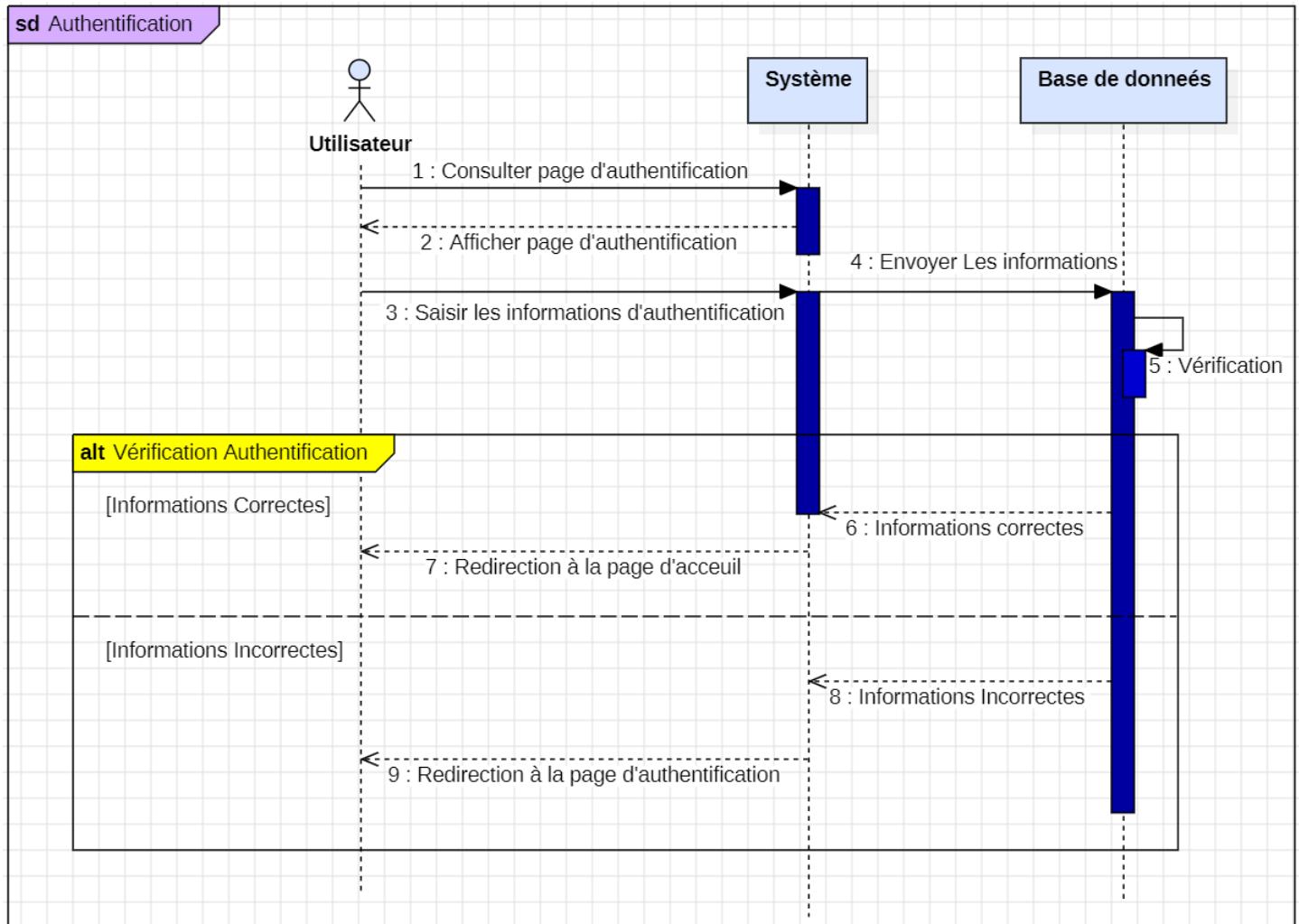


FIGURE 3.15 – Diagramme de séquence de l'authentification

3.3.1.2 Diagramme de séquence d'ajouter une formation

Ce diagramme montre comment un administrateur ajoute une formation. L'administrateur clique sur "ajouter formation", un formulaire s'affiche, et les informations sont saisies. Le processus se poursuit avec l'ajout de chapitres et de vidéos, l'importation des vidéos et l'envoi des données pour la création de la formation. Une notification est affichée pour indiquer si la création a réussi ou échoué.

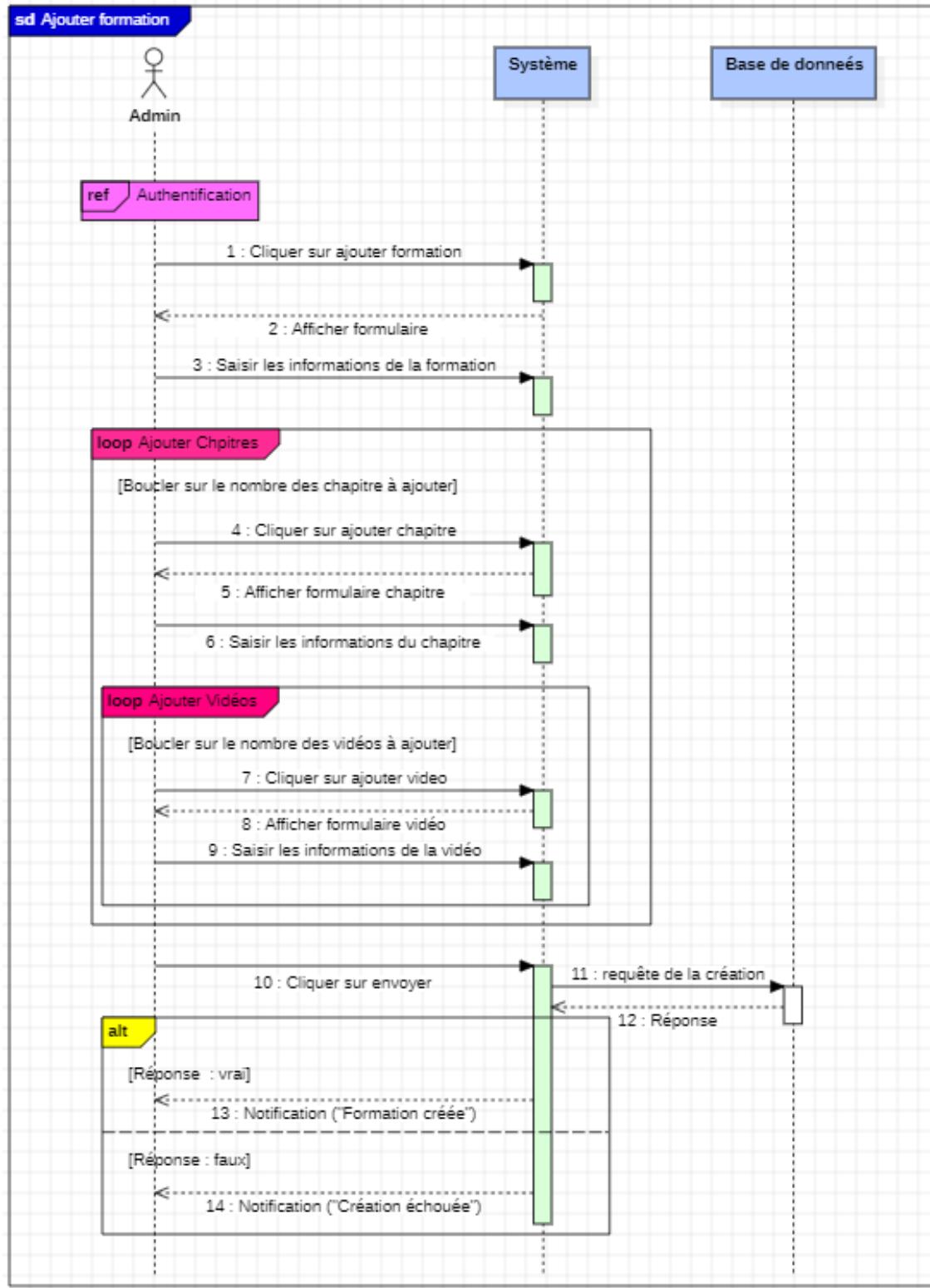


FIGURE 3.16 – Diagramme de séquence d'ajouter une formation

3.3.1.3 Diagramme de séquence de commencer une formation

Ce diagramme illustre le processus d'un apprenant qui commence un cours. L'apprenant clique sur "commencer un cours", une requête est envoyée pour récupérer les chapitres et les vidéos du cours, et

les vidéos sont ensuite lues.

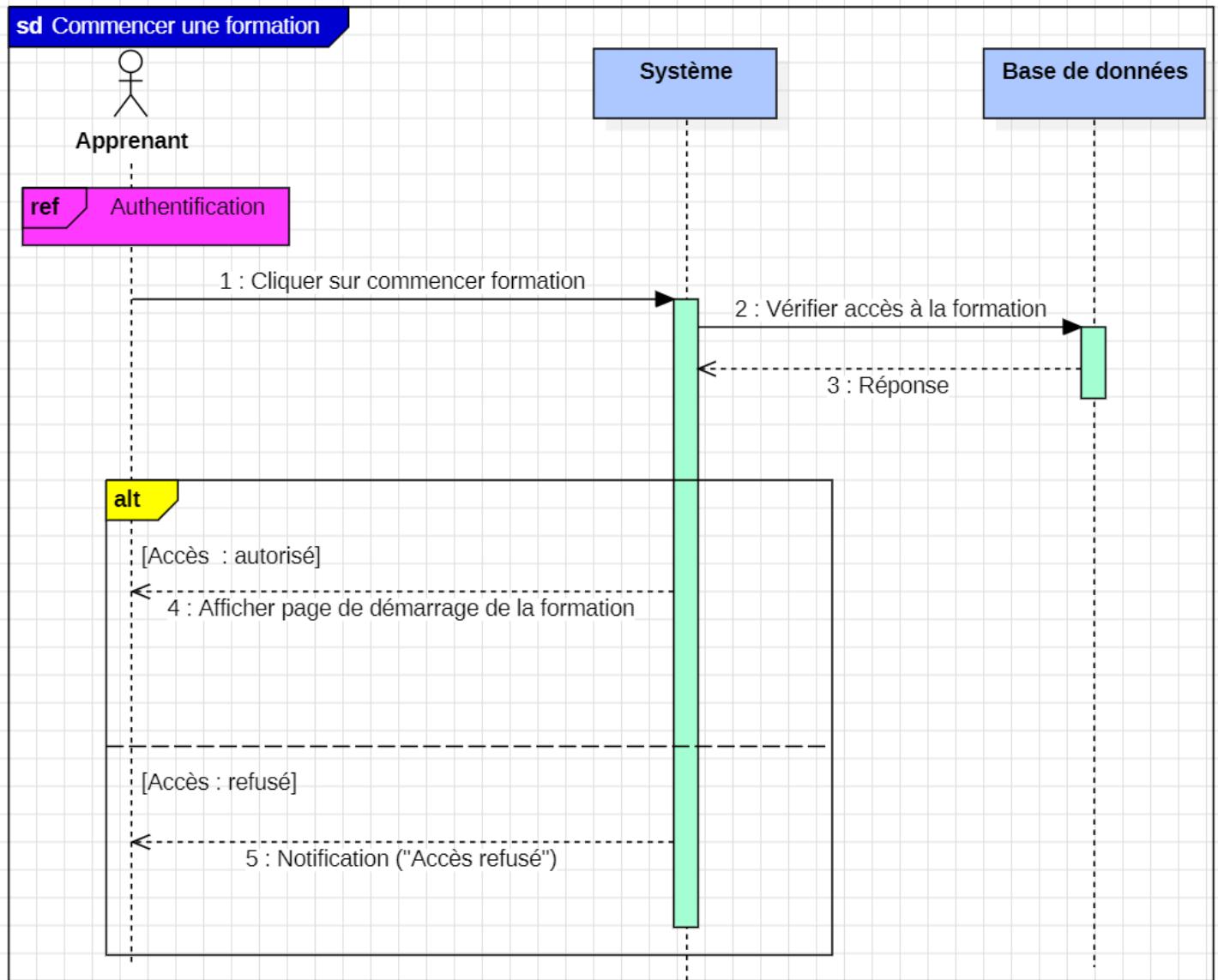


FIGURE 3.17 – Diagramme de séquence de commencer une formation

3.3.1.4 Diagramme de séquence d'ajouter un formateur

Le diagramme de séquence montre le processus par lequel un administrateur ajoute un formateur. L'administrateur clique sur "ajouter formateur" et le système affiche un formulaire à remplir. Après la soumission du formulaire, le système envoie une requête à la base de données pour créer le formateur. Si la création réussit, le système notifie l'administrateur que le formateur a été ajouté avec succès. En cas d'échec, une notification d'échec est envoyée.

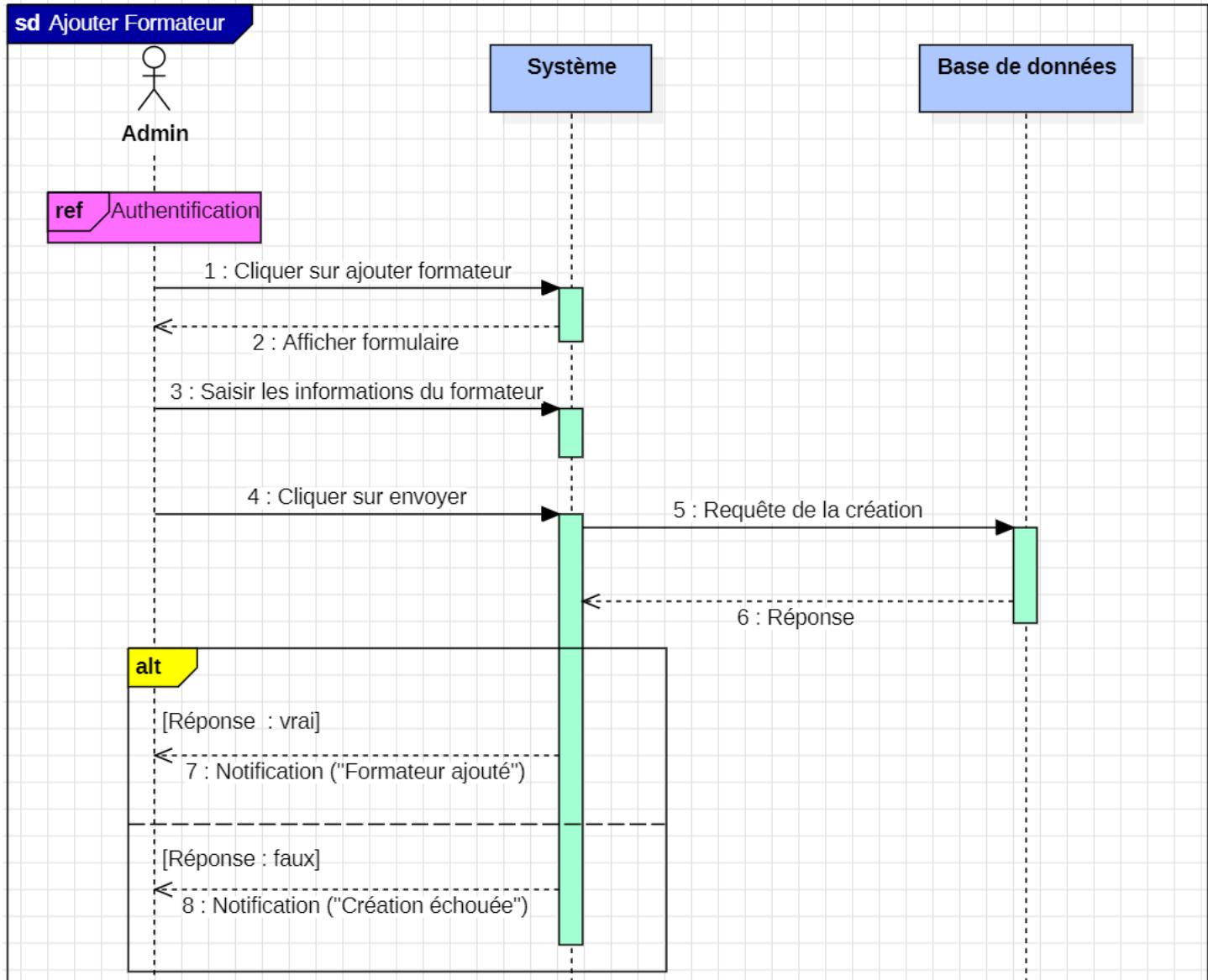


FIGURE 3.18 – Diagramme de séquence d'ajouter formateur

Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons présenté tout d'abord le prototype de notre application, après nous avons vu les architectures utilisées et des diagrammes de classes et de séquences pour mieux comprendre notre projet. Nous pouvons alors passer à l'implémentations et à la validation de notre solution.

Chapitre 4

Réalisation

Introduction

L'implémentation est la phase la plus importante après celle de la conception. Le choix des outils de développement influence énormément sur le coût en temps de programmation, ainsi que sur la flexibilité du produit à réaliser. Cette phase consiste à transformer le modèle conceptuel établi précédemment en des composants logiciels formant notre système. Dans ce chapitre, nous allons présenter d'une façon succincte les différents outils dont on s'est servi tout au long de la réalisation de notre application.

4.1 Langages et technologies de développement utilisés

4.1.1 Modélisation : Langage UML



FIGURE 4.1 – Logo UML

Pour concevoir notre système, nous avons choisi UML comme un langage de modélisation, notre choix s'est basé sur les points forts de ce langage comme la standardisation et les divers diagrammes qu'il propose. En effet, Le langage UML (Unified Modeling Language, ou langage de modélisation uni-fié) a été pensé pour être un langage de modélisation visuelle commun, et riche sémantiquement et syntaxiquement. Il est destiné à l'architecture, la conception et la mise en œuvre de systèmes logiciels complexes par leur structure aussi bien que leur comportement. L'UML a des applications qui vont au-delà du développement logiciel, notamment pour les flux de processus dans l'industrie [2].

4.1.2 Couche présentation

4.1.2.1 HTML



FIGURE 4.2 – Logo HTML

HTML est un langage de balisage conçu pour représenter les pages web. C'est un langage permettant d'écrire de l'hypertexte, d'où son nom. HTML permet également de structurer sémantiquement et logiquement et de mettre en forme le contenu des pages, d'inclure des ressources multimédias dont des images, des formulaires de saisie et des programmes informatiques.

4.1.2.2 CSS



FIGURE 4.3 – Logo CSS

CSS (pour Cascading Style Sheets en anglais), soit feuilles de style en cascade, est un langage de feuille de style utilisé pour décrire la présentation d'un document écrit en HTML ou XML (y compris les dialects XML que sont SVG, MathML, ou XHTML). CSS décrit la façon dont les éléments doivent être affichés à l'écran, sur papier, à l'oral ou sur d'autres médias.

4.1.2.3 TypeScript



FIGURE 4.4 – Logo TypeScript

TypeScript 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. Il s'agit d'un sur-ensemble syntaxique strict de JavaScript.

TypeScript a une relation inhabituelle avec JavaScript. TypeScript offre toutes les fonctionnalités de JavaScript, avec une couche supplémentaire de fonctionnalités : le système de typage.

JavaScript fournit des primitives, comme string et number, mais aucune vérification n'est faite pour s'assurer que les assignations que vous faites sont correctes. TypeScript le fait.

Cela signifie que votre code JavaScript existant est également du code TypeScript. L'avantage principal de TypeScript est sa capacité à exposer les comportements imprévus dans votre code, diminuant les risques de bugs. [3]

4.1.3 Couche traitement : 4D



FIGURE 4.5 – Logo 4D

Le langage 4D est un langage de programmation spécifique à la plateforme utilisé dans l'environnement de développement 4D pour créer des applications professionnelles et des bases de données. Il est conçu pour simplifier le développement d'applications en fournissant des fonctionnalités spécifiques à la gestion des données et des interfaces utilisateur.

4.2 Librairies et frameworks utilisés

4.2.1 Couche présentation

4.2.1.1 React

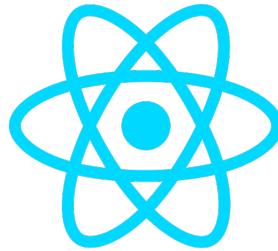


FIGURE 4.6 – Logo React

React est une bibliothèque JavaScript frontale open source permettant de créer des interfaces utilisateur ou des composants d'interface utilisateur. Il est maintenu par Facebook et une communauté de développeurs individuels et d'entreprises. React peut être utilisé comme base dans le développement d'applications monopages ou mobiles.

4.2.1.2 Tailwind



FIGURE 4.7 – Logo Tailwind

Tailwind CSS est un framework CSS open source. La fonctionnalité principale de cette bibliothèque est, contrairement à d'autres frameworks CSS comme Bootstrap, qu'elle ne procure pas une série de classes prédéfinies pour des éléments tels que des boutons ou des tables. À la place, Tailwind crée une liste de classes CSS « utilitaires » pouvant être utilisées pour ajouter un style à chaque élément en les mélangeant et en les agençant.

4.2.1.3 Axios



FIGURE 4.8 – Logo Axios

Lors de la création d'une application Web, il est fréquent de vouloir utiliser et afficher les données provenant d'une API. Il existe plusieurs manières de le faire, à savoir :

- API Axios : Il s'agit d'un client HTTP basé sur les promesses pour le navigateur et Node.js. Il facilite l'envoi de requêtes HTTP asynchrones aux points de terminaison REST et la réalisation de plusieurs opérations. Il peut être utilisé en JavaScript simple ou avec une bibliothèque telle que React.

- API Fetch : Elle fournit une interface JavaScript pour l'accès et la manipulation des parties du pipeline HTTP, comme les requêtes et les réponses. Cela fournit aussi une méthode globale qui procure un moyen facile et logique de récupérer des ressources à travers le réseau de manière asynchrone.

Nous avons choisi de travailler avec Axios puisqu'il fournit une API facile à utiliser dans un package compact pour la plupart des besoins de communication http

4.3 Environnements et outils de développement utilisés

4.3.1 Visual Studio Code



FIGURE 4.9 – Logo Visual Studio Code

Visual Studio Code est éditeur de texte open source, gratuit et multiplateforme (Windows, Mac et Linux), développé par Microsoft. Principalement conçu pour le développement d'application avec JavaScript, Type script et Node.js, l'éditeur peut s'adapter à d'autres types de langages grâce à un Système d'extension bien fourni. [4]

4.3.2 4D Client



FIGURE 4.10 – Logo 4D client

4D vous permet de construire des applications clientserveur personnalisées qui sont homogènes, multiplateformes et avec une option de mise à jour automatique. Les applications client et serveur sont configurées dans la page Client/Serveur de la boîte de dialogue Construire une application.

4.3.3 4D Serveur



FIGURE 4.11 – Logo 4D Serveur

4D Server est un composant logiciel de la plateforme de développement 4D qui permet le déploiement et la gestion d'applications client-serveur. Il offre un environnement robuste et évolutif pour héberger des applications 4D, permettant à plusieurs utilisateurs d'y accéder et d'interagir avec l'application simultanément. 4D Server agit comme un hub centralisé, gérant le stockage des données, le traitement et la communication entre le serveur et les applications clientes connectées. Il prend en charge des fonctionnalités telles que l'accès simultané aux données partagées, la gestion des transactions, les contrôles de sécurité et la collaboration multi-utilisateur.

4.3.4 Postman



FIGURE 4.12 – Logo Postman

Postman est la solution la plus populaire pour tester / appeler une API Web. Postman offre un environnement graphique complet qui permet de gérer toutes les interactions avec les API Web. Les requêtes construites et exécutées sont stockées dans une histoire facilitant ainsi leur ré-exécution. [5]

4.3.5 GitLab



FIGURE 4.13 – Logo GitLab

GitLab est une plateforme DevOps complète proposée sous la forme d'une application unique. Elle révolutionne le développement, la sécurité, l'exploitation et la collaboration entre les équipes. Créez, testez et déployez des logiciels plus rapidement en n'utilisant qu'une seule solution. [6]

4.3.6 Git



FIGURE 4.14 – Logo Git

Git est un logiciel qui permet d'effectuer un contrôle de version. Ce grand projet nécessitait un logiciel pour suivre toutes les modifications apportées à une base de code afin de suivre des choses comme : Qui a édité un certain fichier, ce qu'on a changé et comment revenir au code d'origine si nécessaire.

4.3.7 StarUML



FIGURE 4.15 – Logo StarUML

StarUML est un logiciel de modélisation UML (Unified Modeling Language) open source qui peut remplacer dans bien des situations des logiciels commerciaux et coûteux comme Rational Rose¹ ou Together². Étant simple d'utilisation, nécessitant peu de ressources système, supportant UML 2, ce logiciel constitue une excellente option pour une familiarisation à la modélisation. Cependant, seule une version Windows est disponible. [7]

4.4 Sécurité

4.4.1 Implémentation des sessions

Lorsque les sessions sont activées, des mécanismes automatiques sont mis en œuvre, basés sur un cookie privé défini par 4D lui-même : « 4DSID_AppName », où AppName est le nom du projet d'application. Ce cookie fait référence à la session Web en cours pour l'application.

Le nom du cookie peut être obtenu à l'aide de la propriété `.sessionCookieName`.

- ✓ Dans chaque requête du client web, le serveur Web vérifie la présence et la valeur du cookie privé "4DSID_AppName".
- ✓ Si le cookie a une valeur, 4D recherche la session qui a créé ce cookie parmi les sessions existantes ; si cette session est trouvée, elle est réutilisée pour l'appel.
- ✓ Si la demande du client ne correspond pas à une session déjà ouverte :
 - Une nouvelle session avec un cookie privé "4DSID_AppName" est créée sur le serveur web.
 - Un nouvel objet Session Invité est créé et est dédié à la session web évolutive.

L'objet Session courant est alors accessible via la commande Session dans le code de n'importe quel processus Web.

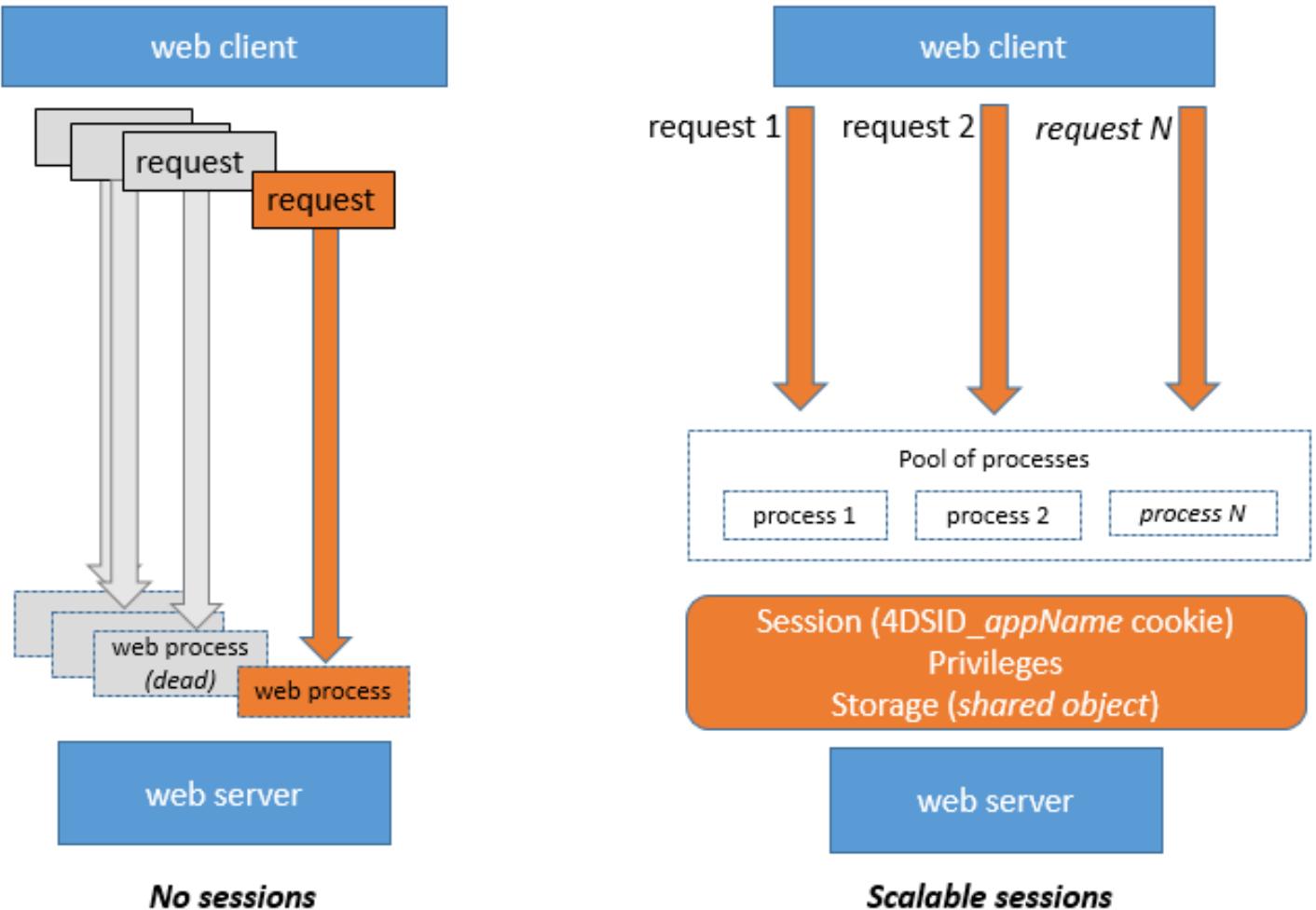


FIGURE 4.16 – Schéma des sessions extensibles

4.4.2 Roles et privilèges

L'architecture de sécurité ORDA est basée sur les concepts de privilèges, d'actions d'autorisation (lecture, création, etc.) et de ressources.

Lorsque les utilisateurs sont connectés, leur session est automatiquement chargée avec les privilèges associés. Les privilèges sont attribués à la session à l'aide de la `session.setPrivileges()` fonction.

En `roles.json` : Chaque demande d'utilisateur envoyée au cours de la session est évaluée par rapport aux privilèges définis dans le fichier du projet .

Si un utilisateur tente d'exécuter une action et ne dispose pas des droits d'accès appropriés, une erreur de privilège est générée ou, en cas d'autorisation de lecture manquante sur les attributs, ceux-ci ne sont pas envoyés.

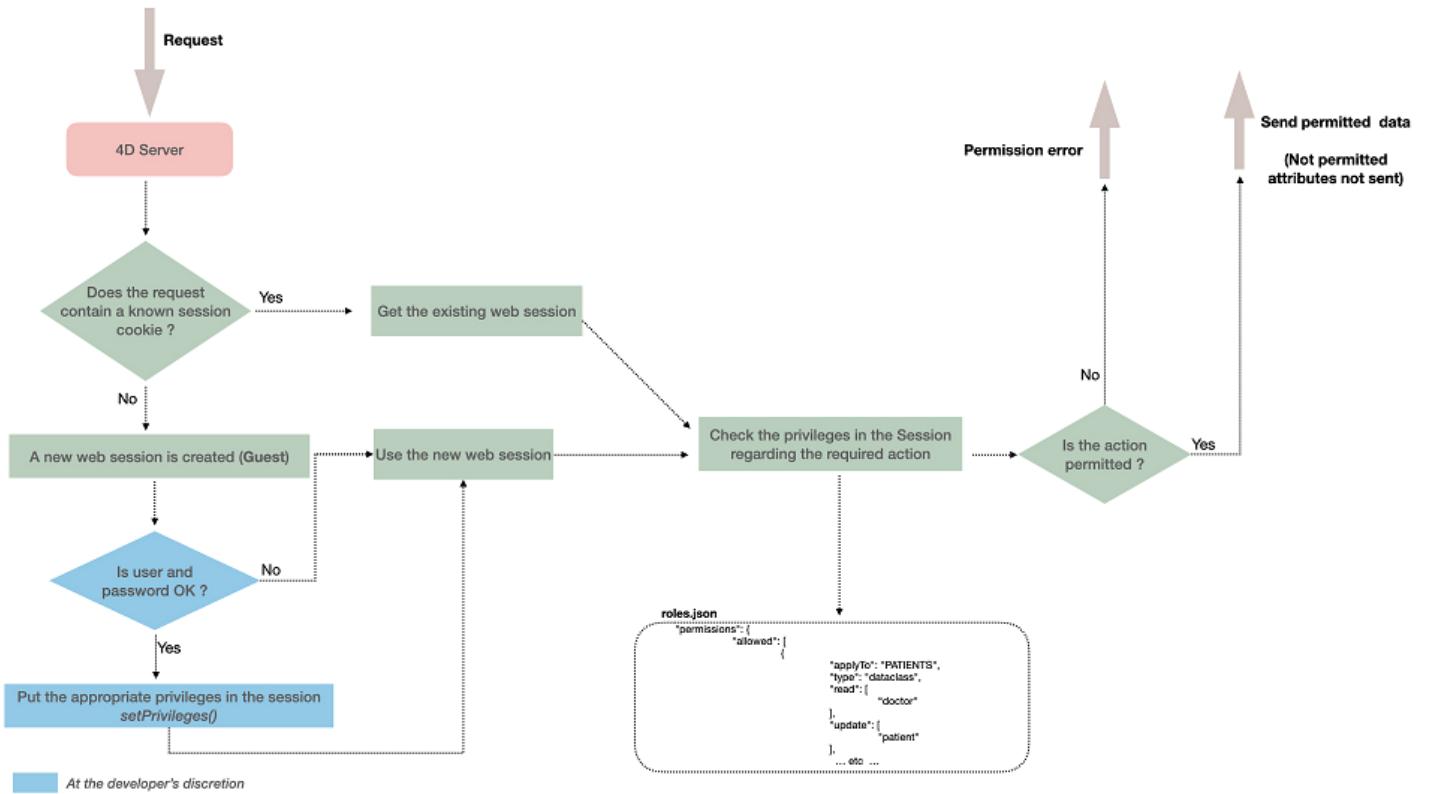


FIGURE 4.17 – Schéma des priviléges en 4D

4.5 Travail Réalisé

La réalisation de l'application constitue une étape cruciale du processus de développement, où l'ensemble des concepts et solutions préalablement étudiés sont intégrés et mis en œuvre. Ce chapitre se focalise sur les deux principaux espaces implémentés : l'Espace Apprenant et l'Espace Administrateur.

4.5.1 Authentification

Pour accéder à leur espace personnel, les utilisateurs doivent s'authentifier en utilisant leur adresse électronique ou nom d'utilisateur et un mot de passe. Cette étape d'authentification permet de sécuriser l'accès à la plateforme et de diriger les utilisateurs vers leur interface spécifique selon leur rôle : apprenant ou administrateur.

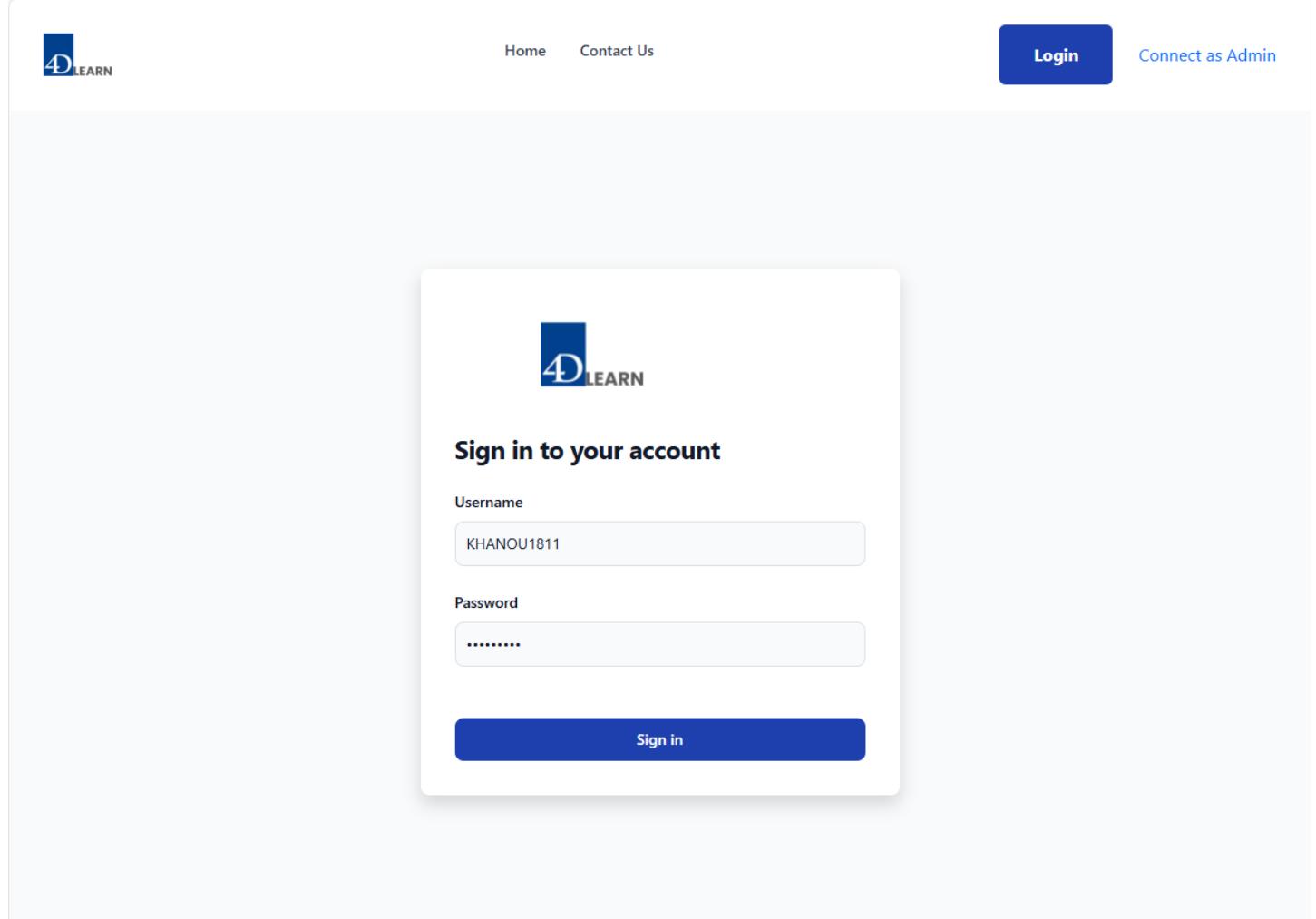


FIGURE 4.18 – La page d’authentification

4.5.2 Espace Apprenant

L’Espace Apprenant est conçu pour offrir aux apprenants une interface intuitive et fonctionnelle, leur permettant d'accéder aux différentes ressources et fonctionnalités de la plateforme.

4.5.2.1 Liste des formations

Cette page présente une liste des formations disponibles. Les utilisateurs peuvent rechercher et filtrer les formations en fonction de divers critères tels que la catégorie, la langue, le niveau de difficulté et l'ordre.

The screenshot shows a user interface for a learning platform. At the top, there is a search bar with two input fields: 'Search Section' and 'Search your favorite course', followed by a magnifying glass icon. Below the search bar are four filter dropdowns: 'Category', 'Language', 'Level type', and 'Sorted By'. The main content area displays six course cards arranged in a 2x3 grid.

- Course 1:** Title: 'Get started with 4D View Pro'. Level: Advanced. Description: 'By using 4D View Pro, you can greatly expand the functionality of a 4D application. Add reporting a...'. Category: Advanced Development. A 'Read more ...' button is at the bottom.
- Course 2:** Title: 'Introduction to extending data classes'. Level: Intermediate. Description: 'Data classes come with many perks to enhance the way you write code: hide complexity, reduce errors...'. Category: Basic Training. A 'Read more ...' button is at the bottom.
- Course 3:** Title: 'Objects for beginners: Everything you need to know about objects in 4D'. Level: Intermediate. Description: 'Learn the fundamental aspects of objects so you can put them to optimal use. Objects are very flexib...'. Category: Advanced Development. A 'Read more ...' button is at the bottom.
- Course 4:** Placeholder card with a blue background and a large white 'A' logo.
- Course 5:** Placeholder card with a blue background and a large white 'A' logo.
- Course 6:** Placeholder card with a blue background and a large white 'A' logo.

FIGURE 4.19 – Liste des formations

4.5.2.2 Détails de la formation

Cette page fournit des informations détaillées sur une formation spécifique, y compris le contenu du cours, infos générales et les évaluations.

PRÉSENTATION DE QODLY STUDIO

By Abdelhafid El Hour

0:00 / 1:43

course info

- level Beginner
- published June 9, 2024
- 3 chapters
- Duration 18 min
- rating 0

About the author

Abdelhafid El Hour

Après un stage de fin d'étude réalisé au sein de 4D, et suite l'obtention de son diplôme d'Ingénieur en Informatique, Abdelhafid El Hour rejoint l'équipe Professional Services en 2016. Depuis son arrivée il a été impliqué dans de nombreux projets clients.

FIGURE 4.20 – Détails d'une formation

4.5.2.3 Regarder formation

Cette page permet aux apprenants de suivre une formation qu'ils ont choisie. Elle comprend les chapitres, les vidéos et les documents à télécharger.

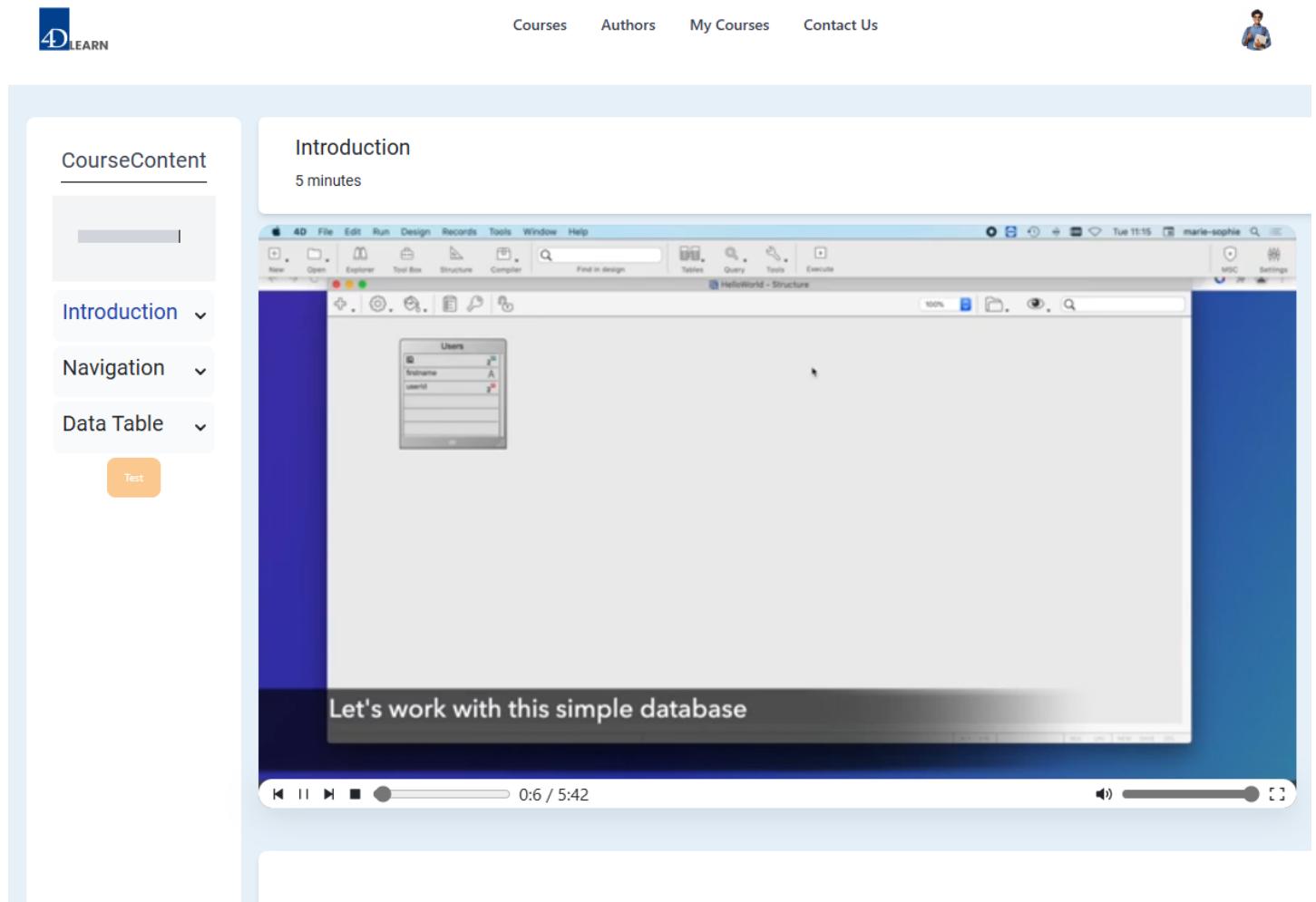


FIGURE 4.21 – regarder formation

4.5.2.4 Liste des formateurs

Cette page offre une vue d'ensemble du profil de l'apprenant, incluant ses informations personnelles et ses préférences.



4D training: Many experts share with you their expertise and experiences and knowledge

Search



Jean-Pierre Ribreau

JPR a commencé à utiliser 4D en 1985 et a depuis lors réalisé de nombreux programmes de formation dans le monde entier. Il a même été sélectionné par Apple pour former leurs propres employés à l'utilisation de bases de données et au développement de logiciels.

Email: ribreau@4d.com**Phone:** 0664693254

Olivier Deschanel

Olivier Deschanel consacre ses premières années d'expérience de développement 4D à l'écriture d'applications pour l'industrie nucléaire, aéronautique, ainsi que pour des organisations gouvernementales. En 1998, il rejoint 4D SAS et participe notamment au

Email: Deschanel@4d.com**Phone:** 0664693254

Mohamed Agouzzi

Mohamed Agouzzi est ingénieur logiciel, disposant d'une expérience autant dans la conception graphique que dans le développement web. Il a rejoint 4D dès l'obtention de son diplôme et a déjà travaillé sur de nombreux projets au sein de l'équipe 4D Profess

Email: agouzzi@4d.com**Phone:** 0664693254

< 1 2 3 >

FIGURE 4.22 – la liste des formateurs

4.5.2.5 Historique

Cette page affiche l'historique des formations suivies par l'apprenant, y compris les formations terminées et en cours.

The screenshot shows the 'Progression of Your Courses' page on the 4D LEARN platform. At the top, there is a search bar labeled 'Search'. Below the search bar, three course cards are displayed:

- APPLICATION BUILDER PROJECT SYSTEM**: One More Day! Qodly Studio. Get started with 4D View Pro. Last Chapter: Introduction. Last video: Hello World. Progress: 100%.
- ORDA**: Introduction to extending data classes. Last Chapter: Introduction. Last video: Hello World. Progress: 100%.
- PRÉSENTATION DE QODLY STUDIO**: Develop Preview. Qodly Studio. Progress: 25%.

At the bottom of the page, there are navigation buttons: '<', '1' (highlighted in blue), and '>'.

FIGURE 4.23 – Page d'historique

4.5.2.6 Favoris

Cette page permet aux apprenants de sauvegarder leurs formations préférées pour un accès rapide ultérieur.

The screenshot shows the 'My Favorites' section of the 4D LEARN platform. At the top, there is a navigation bar with links for 'Courses', 'Authors', 'My Courses', and 'Contact Us'. On the far right, there is a user profile icon. The main content area is titled 'My Favorites' and displays three course cards:

- Get started with 4D View Pro**
Category: Advanced Development
Level: Advanced
Thumbnail: A colorful graphic with text like 'APPLICATION BUILDER', 'PROJECT', 'SYSTEM', and 'Code Studio'.
Description: By using 4D View Pro, you can greatly expand the functionality of a 4D application. Add reporting a...
Read more ...
- Introduction to extending data classes**
Category: Basic Training
Level: Intermediate
Thumbnail: A blue background with large white text 'ORDA' and small decorative shapes.
Description: Data classes come with many perks to enhance the way you write code: hide complexity, reduce errors,...
Read more ...
- Objects for beginners: Everything you need to know about objects in 4D**
Category: Advanced Development
Level: Intermediate
Thumbnail: A dark purple background with a large '4D' logo and text '20 R4 RELEASE WEBINAR'.
Description: Learn the fundamental aspects of objects so you can put them to optimal use. Objects are very flexib...
Read more ...

FIGURE 4.24 – Page de favoris

4.5.2.7 Page de profil

Cette page offre une vue d'ensemble du profil de l'apprenant, incluant ses informations personnelles.

The screenshot shows a user profile editing interface. On the left, a sidebar lists navigation options: Overview, Profile (selected), Edit Profile, and History. The main area is divided into two sections: 'Personal Information' and 'Your Photo'.
Personal Information: Fields include Full Name (Ali KHANOUVAS), Phone Number (0679693121), Email Address (akhanoubas@insea.ac.ma), Username (KHANOUVAS1811), and Bio (Hey there I am Ali software engineer).
Your Photo: A placeholder image of a person is shown with options to 'Edit your photo', 'Delete', or 'Update'. A large blue-bordered box allows for photo upload with instructions: 'Click to upload or drag and drop SVG, PNG, JPG or GIF (max, 800 X 800px)'. Buttons for 'Cancel' and 'Save' are at the bottom.

FIGURE 4.25 – Page de profil

4.5.2.8 Page de profile d'un formateur

Cette page offre une vue détaillée du profil d'un auteur, incluant ses informations personnelles, ses qualifications, et les formations qu'il propose sur la plateforme.

courses

Advanced

Get started with 4D View Pro

By using 4D View Pro, you can greatly expand the functionality of a 4D application. Add reporting a...
category:

[Read more ...](#)

Intermediate

Objects for beginners: Everything you need to know about objects in 4D

Learn the fundamental aspects of objects so you can put them to optimal use. Objects are very flexib...
category:

[Read more ...](#)

Beginner

PRÉSENTATION DE QODLY STUDIO

Aujourd'hui, nous sommes heureux d'annoncer la disponibilité de Qodly Studio (actuellement en versio...
category:

[Read more ...](#)

FIGURE 4.26 – Page de profil d'un formateur

4.5.3 Espace Administrateur

L'Espace Administrateur est conçu pour permettre aux administrateurs de gérer la plateforme, les utilisateurs et les contenus de manière efficace.

4.5.3.1 tableau de bord

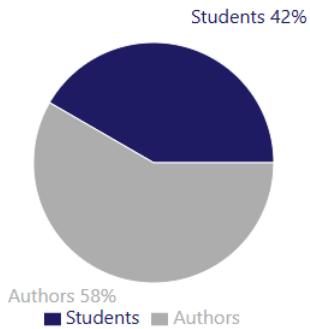
Cette page fournit une vue d'ensemble des statistiques de la plateforme, y compris le nombre de formations, d'apprenants, d'auteurs, et autres indicateurs clés de performance.

Admin Home



- [Dashboard](#)
- [Courses](#)
- [Students](#)
- [Authors](#)
- [log out](#)

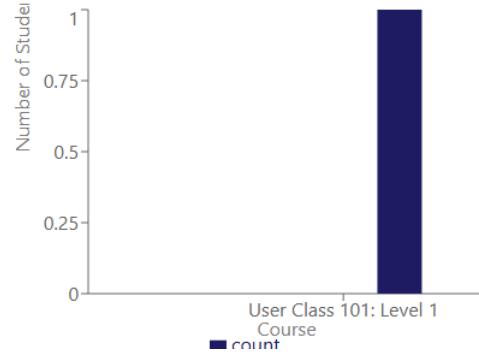
Users Distribution



Categories



Courses by Students



Level Distribution

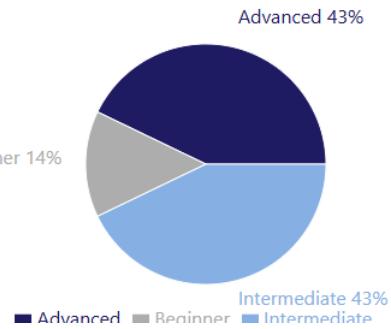


FIGURE 4.27 – Page de tableau de bord

4.5.3.2 Liste des formations et ajout formation

Cette page permet aux administrateurs de visualiser toutes les formations disponibles et d'ajouter de nouvelles formations.

The screenshot shows the 4D LEARN platform interface. On the left, a sidebar lists navigation options: Dashboard, Courses, Students, Authors, and log_out. The main area displays a table of three courses:

User Class 101: Level 1	French	Advanced Development	Advanced	June 9, 2024	you'll discover how to implement ...	
PRÉSENTATION DE QODLY STUDIO	18	French	Basic Training	Beginner	June 9, 2024	Aujourd'hui, nous sommes heureux d'annoncer la di...
The fundamentals of ORDA (Object Relational Data Access)	20	English	Advanced Development	Intermediate	June 9, 2024	In this session, you'll discover important concep...

Below the table, there is a "table" button and a navigation bar with arrows and a page number "1".

Adding courses

Information about the course

Title	Author	Level Difficulty
Language	Category	
Course Description	Choisir un fichier	Aucu...tionné
	Choisir un fichier	Aucu...tionné

FIGURE 4.28 – Page de Liste des formations + ajout formation

4.5.3.3 Liste des formateurs et ajout formateur

Cette page présente la liste des formateurs et permet l'ajout de nouveaux formateurs.

The screenshot shows a web application interface. On the left, there is a sidebar with icons and labels: a blue square with '4D LEARN', 'Dashboard' (with a bar chart icon), 'Courses' (with a document icon), 'Students' (with a person icon), 'Authors' (with a person icon), and 'log out'. Below the sidebar is a table with the following data:

	First Name	Last Name	Username	Phone	Email	Country	City	Street	Action
	Jean-Pierre	Ribreau	Ribreau01	0664693254	ribreau@4d.com				Delete Edit
	Olivier	Deschanel	Deschanel01	0664693254	Deschanel@4d.com				Delete Edit
	Mohamed	Agoulzi	Agoulzi01	0664693254	agoulzi@4d.com				Delete Edit
	Abdelhafid	El Hour	hafid01	0664693254	hafidelhour@4d.com				Delete Edit
	Ouafa	Ajarroud	Ajarroud01	0664693254	Ajarroud@4d.com				Delete Edit
	Ahlam	Benhachem	Benhachem01	0664693254	Benhachem@4d.com				Delete Edit
	Reda	Mourad	Mourad01	0664693254	mourad@4d.com				Delete Edit

Below the table is a navigation bar with arrows and the number '1'. Underneath the table is a placeholder text 'table'.

On the right side of the page, there is a modal window titled 'Add Author' containing the following input fields:

- First Name
- Last Name
- Username
- Biography
- Phone
- Communication Email
- Country
- City
- Street

FIGURE 4.29 – Page de liste des formateurs et ajout formateur

4.5.3.4 Liste des apprenants et ajout apprenant

Cette page affiche la liste des apprenants inscrits sur la plateforme et permet l'ajout de nouveaux apprenants.

The screenshot shows a user interface for managing student data. On the left, a sidebar menu includes 'Dashboard', 'Courses', 'Students', 'Authors', and a highlighted 'log out' option. The main area displays a table of student records with columns: LAST NAME, USERNAME, PHONE, EMAIL, COUNTRY, CITY, STREET, and ACTIONS (containing icons for delete and edit). The table data is as follows:

LAST NAME	USERNAME	PHONE	EMAIL	COUNTRY	CITY	STREET	ACTIONS
Johnson	bobjohnson	0123456789	bob.johnson@example.com	Canada	Toronto	456 Maple St	
Brown	emmabrown	0123456789	emma.brown@example.com	United Kingdom	London	789 Elm St	
KHANOUBAS	KHANOUBAS1811	0679693121	akhanoubas@insea.ac.ma	Morocco	Guelmim	Hay Mowahidine	
Garcia	danielgarcia	0123456789	daniel.garcia@example.com	Spain	Madrid	567 Oak St	
Lee	sophialee	0123456789	sophia.lee@example.com	South Korea	Seoul	890 Pine St	

Below the table is a navigation bar with arrows and the number '1'. The word 'table' is also visible near the bottom of the table area.

The second part of the screenshot shows an 'Add Student' form with fields for First Name, Last Name, Username, Password, Biography, Phone, Communication Email, Country, City, and Street.

FIGURE 4.30 – Page de liste des apprenants et ajout apprenant

Conclusion

Après avoir cité les différents outils et les Framework avec lesquels nous avons implémenté notre projet, ce dernier chapitre a mis en lumière la phase de réalisation de notre application. Nous avons présenté les interfaces graphiques que nous avons développées pour illustrer le fonctionnement de certaines activités clés de notre système. Ces interfaces ont été conçues avec une attention particulière pour offrir une expérience utilisateur conviviale et intuitive.

Conclusion générale

En conclusion, ce rapport a présenté le développement d'une plateforme de formation en ligne pour 4D Logiciel, dans le cadre du projet de fin d'études (PFE) en ingénierie logicielle à l'Institut National des Postes et télécommunications (INPT). Réalisé au sein de l'entreprise 4D Logiciel, spécialisée dans le développement de solutions technologiques, ce projet visait à fournir aux formateurs et aux apprenants un espace numérique adapté à leurs besoins de formation et d'échange. La plateforme développée répond aux défis de gestion flexible des cours, de suivi des progrès des apprenants et de communication entre les différents intervenants. Durant ce projet, nous avons mis l'accent sur l'accessibilité des ressources, la facilitation de l'échange et de la collaboration, l'amélioration de la qualité de l'apprentissage grâce aux technologies multimédia, l'optimisation des performances de l'application et la sécurité des informations.

Malgré les progrès accomplis, certaines fonctionnalités sont encore en cours de développement et d'autres restent à implémenter en raison de l'ampleur du projet. Des améliorations sont également envisagées pour rendre la plateforme plus performante, sécurisée et bien conçue. Ces perspectives d'évolution visent à mieux répondre aux besoins des utilisateurs, en optimisant l'expérience de formation et en assurant la pérennité de la plateforme. Les travaux futurs permettront de renforcer les capacités de la plateforme, en intégrant de nouvelles technologies et en perfectionnant les outils de communication et de collaboration, afin de favoriser un environnement d'apprentissage interactif et engageant.

En somme, nous sommes fiers du travail accompli dans le cadre de ce projet et convaincus que les perspectives envisagées permettront d'améliorer encore davantage l'application, de répondre aux attentes des utilisateurs et de renforcer la position de 4D Logiciel en tant que leader dans le développement informatique.

Bibliographie

- [1] *Site officiel 4D*, <https://fr.4d.com/>.
- [2] *Qu'est-ce que le langage UML* , <https://www.lucidchart.com/pages/fr/langage-uml>
- [3] *TypeScript pour les Programmeurs JavaScript*, <https://www.typescriptlang.org/fr/docs/handbook/in-5-minutes.html>
- [4] *Visual Studio* , <https://code.visualstudio.com/>
- [5] *Postman* , <https://www.postman.com>
- [6] *GitLab*, <https://about.gitlab.com/>
- [7] *StarUML*, [document](#)