

## Mémoire du 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)*

---

XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX  
XXXXXXXXXXXXx

---

*Réalisé par :*

Mme. TAOUIQ Fatima

*Soutenu le 19 Septembre 2024, devant les membres de jury :*

M. MARGHOUBI Rabia	INPT - Encadrante interne
Pr. HAFIDDI Hatim	INPT - Examinateur
Pr. RADGUI Amina	INPT - Examinatrice
Mme. ELJABARI Sara	SQLI - Encadrante externe
M. JIRARI Adil	SQLI - Encadrant externe



AGENCE NATIONAL DE RÉGLEMENTATION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

INSTITUT NATIONAL DES POSTES ET TÉLÉCOMMUNICATIONS

Année universitaire : 2023/2024



# Dédicace

٦٦

إلى الفالية على قلبي، إلى التي اختارها المولى فغابت عنا وبات رضاها يلازمنا،  
إلى التي حلتنا في قلبها قبل حضنها،  
إلى التي تكبدت عناء تربيتنا وسررت على راحتنا،  
إلى التي احبتنا هبلاً شرططاً وأمنت بنا دائماً حتى في الاحظات التي لم نؤمن فيها بأنفسنا،  
إلى التي تعبر اللغة بكل مفرداتها على أن توفيقها حقها،  
إلى أعظم امرأة في حياتي،  
إلى روحك الطاهرة أمي أهدي ثمرة نجاهي اليوم .

إلى قدوتي في الحياة، رمز الأصل والصودoric أبي،  
إلى من شق الطريق أماننا لسلكه بأمان،  
إلى الذي ضحى بكل شيء من أجلنا ،  
إلى من وضع سعادتنا أولوية حياته أسعدك الله وحفظك من كل شر.

إلى من قال فيهم المولى عز وجل "سند عضدك بأخيك"،  
شكراً لأنتم نعم السندي،  
شكراً لأنتم جسدتم كلمة الأخوة بكل ما تحمله من معنى،  
شكراً لأنتم انترتم دربي وعززتم ثقتي بنفسي،  
شكراً على نصائحكم وارشاداتكم،  
شكراً لأنتم جزءاً لا يتجزأ من نجاهي.

إلى الأصدقاء الذين تقاسينا معهم لحظات كثيرة،  
إلى من جعلوا الحياة أسهل بوجودهم،  
إلى الذين دعمنا في الفرج قبل الفرج، شكراللوجودكم.

إلى كل الأساتذة الفاضلين،  
إلى كل من عانني حرف لكم مني فائق التقدير والاحترام،  
كل الشكر لجهوداتكم، دعيمكم وعطاءكم.

وفي إطار من لم يشكر الناس لم يشكر الله، شكراللكل من ساهم في هذا العمل المتواضع من قريب أو بعيد سواء بعلومة، نصيحة،  
توجيه، دعم، نصيحة أو كلمة طيبة، جزاكم الله عن هذا ألف خير.

٩٩

# Remerciements

Avant tout, je remercie Allah, le Tout-Puissant, de m'avoir accordé le courage et la patience nécessaires pour mener ce travail à terme dans des très bonnes conditions.

Je souhaite exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui, par leur soutien ou par leur simple présence, ont contribué à rendre mon travail à la fois instructif, bénéfique et agréable.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude à mon encadrante, **Pr. Rabiaa MARGOUBI**, dont les connaissances, le savoir-faire et les précieuses orientations ont grandement facilité mon travail. Je lui suis reconnaissante pour ses conseils avisés, son suivi attentif, ainsi que pour la fierté et l'ambition que j'ai pu développer grâce à son soutien intensif et son aide précieuse.

Je souhaite également remercier chaleureusement mes encadrants externes, **M. JIRARI Adil** et **Mme ELJABARI Sara**, pour leur confiance, leur collaboration et leur soutien tout au long de mon stage. Leur supervision, leurs recommandations éclairées, leurs orientations précieuses et leur rigueur m'ont été d'une aide précieuse et ont facilité mon intégration. Je tiens aussi à adresser mes sincères remerciements aux membres de l'entreprise SQLI Maroc pour l'expérience enrichissante et captivante qu'ils m'ont offerte pendant ces mois de stage parmi eux.

Je tiens à exprimer ma sincère gratitude à mes examinateurs, **Pr. HAFIDDI Hatim** et **Mme RADGUI Amina**, pour leur évaluation et leurs précieux retours. Je remercie également l'ensemble du corps enseignant de l'Institut National des Postes et Télécommunications pour leur soutien, leur expertise et leur engagement, qui ont grandement contribué à l'enrichissement de mon parcours académique.

## ملخص :

شكل انتشار جائحة كوفيد-19 حاجة كبيرة إلى التحول الرقمي ، وتمر مركز أغلبها في المنصات الرقمية التي تلعب دوراً أساسياً في رقمنة العديد من القطاعات وإضافة قيمة كبيرة لها . وفي هذا السياق ، يقدم هذا التقرير ملخصاً للعمل الذي تم إنجازه كجزء من مشروع تخرجي في شركة 4D Logiciels للحصول على شهادة مهندس دولة في تطوير الخدمات الرقمية .

كُلفنا من قبل الشركة بتطوير منصة تعليمية عبر الإنترن特 لشركة 4D ، بهدف توفير مساحة مشتركة للموظفين والعملاء لمراجعة الدورات التدريبية المختلفة ، سواء كانت عن 4D وخدماتها أو عن مواضيع أخرى .

ولضمان نجاح هذا المشروع ، بدأنا بتحليل شامل لتحديد الاحتياجات الوظيفية والتقنية التي يجب أن تتحققها الحلول المقترحة . وفي الخطوة الثانية ، قمنا بدراسة مفاهيمية ترجمت إلى مخططات بيانية . وأخيراً ، بدأنا في تطوير وتنفيذ الحل .

تم إنجاز المشروع باستخدام إطار العمل React في جانب الواجهة الأمامية ولغة 4D في جانب الخادم .

### الكلمات المفتاحية:

التعليم الإلكتروني ، الواجهة الأمامية ، الخادم ، Tailwind ، TypeScript ، React

# Résumé

De nos jours, la demande pour la transformation digitale ne cesse de croître, surtout après la pandémie de COVID-19. Dans ce contexte, les plateformes numériques jouent un rôle primordial en numérisant de nombreux secteurs d'activité et en créant de la valeur.

Ce document présente la 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.

Nous avons été chargés 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 qu'aux clients un espace partagé où ils peuvent consulter les différentes formations, qu'elles portent sur 4D ou sur 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 Frontend et le langage 4D pour le Backend.

---

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

---

# Abstract

Nowadays, the demand for digital transformation is continuously increasing, especially after the COVID-19 pandemic. In this context, digital platforms play a crucial role in digitizing various sectors and creating value.

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 National Institute of Posts and Telecommunications.

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 the implementation of the solution.

The project was implemented using React framework for frontend and 4D for backend.

---

**Key Words :** E-learning, Frontend, Backend, React, typescript, 4D, Tailwind.

---

# Liste des sigles et acronymes

<b>AES</b>	Advanced Encryption Standard
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>CSS</b>	Cascading Style Sheets
<b>HTML</b>	HyperText Markup Language
<b>HTTP</b>	Hypertext Transfer Protocol
<b>INPT</b>	L’Institut National des Postes et Télécommunications.
<b>IOS</b>	IPhone Operating System
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>ORDA</b>	Object Relational Data Access
<b>PAO</b>	Publication Assistée par Ordinateur
<b>REST</b>	Representational State Transfer
<b>SGBDR</b>	Système de Gestion de Bases de Données
<b>SGBDR</b>	Système de Gestion de Bases de Données Relationnelles
<b>SOA</b>	Service Oriented Architecture
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>SVN</b>	Subversion
<b>UML</b>	Unified Modeling Language

# Table des figures

1.1	Logo de SQLI [1] . . . . .	3
1.2	Chiffre Clés de SQLI . . . . .	4
1.3	Clients du SQLI [1] . . . . .	5
1.4	Départements de SQLI . . . . .	6
1.5	Structure de l'équipe Seasonal Event . . . . .	9
1.6	Structure de l'équipe Cart Checkout & Payment . . . . .	9
1.7	Page d'accueil de Confluence . . . . .	12
1.8	Backlog du projet sur Azure DevOps . . . . .	12
1.9	Clendrier des formations . . . . .	14
2.1	Diagramme de cas d'utilisation d'apprenant . . . . .	20
2.2	Diagramme De Séquence De l'Authentification . . . . .	23
2.3	Diagramme De Séquence d'Ajouter Une Formation . . . . .	24
2.4	Diagramme De Séquence D'ajouter Formateur . . . . .	25
3.1	Logo Figma . . . . .	28
3.2	Figma : Page Login . . . . .	29
3.3	Figma : Page Home . . . . .	29
3.4	Figma : Page des Formations . . . . .	29
3.5	Figma : Page Suivre Formation . . . . .	29
3.6	Figma : Page Overview . . . . .	30
3.7	Figma : Page des Chapitres . . . . .	30
3.8	Figma : Page Détails d'un Formateur . . . . .	31
3.9	Figma : Page des Chapitres . . . . .	31
3.10	Figma : Page Tableau De Board . . . . .	31
3.11	Figma : Page D'ajout De Formation . . . . .	31

3.12 Architecture physique de système . . . . .	32
3.13 Architecture logique de système . . . . .	33
3.14 Orda Data Model Class . . . . .	34
3.15 Diagramme de Classe . . . . .	35
3.16 Diagramme de séquence détaillé de l'authentification . . . . .	36
3.17 Diagramme de séquence détaillé d'ajouter une formation . . . . .	37
3.18 Diagramme de séquence détaillé d'ajouter un formateur . . . . .	38
4.1 Logo UML . . . . .	41
4.2 Logo HTML . . . . .	41
4.3 Logo CSS . . . . .	42
4.4 Logo TypeScript . . . . .	42
4.5 Logo React . . . . .	43
4.6 Logo Tailwind . . . . .	43
4.7 Logo Visual Studio Code . . . . .	44
4.8 Logo Postman . . . . .	45
4.9 Logo GitLab . . . . .	45
4.10 Logo Git . . . . .	46
4.11 Logo StarUML . . . . .	46
4.12 Création de la base de données en 4D . . . . .	47
4.13 Exemple de relation N vers N . . . . .	48
4.14 Attribut Alias . . . . .	48
4.15 Schéma des sessions extensibles . . . . .	49
4.16 Schéma des priviléges en 4D . . . . .	50
4.17 La page d'authentification . . . . .	51
4.18 Liste des formations . . . . .	52
4.19 Détails d'une formation . . . . .	53
4.20 Regarder Formation . . . . .	54
4.21 la liste Des Formateurs . . . . .	55
4.22 Page D'Historique . . . . .	56
4.23 Page de Favoris . . . . .	57
4.24 Page de Profil . . . . .	58
4.25 Page de profil d'un formateur . . . . .	59

4.26	Page de tableau de bord . . . . .	60
4.27	Page de Liste des formations et ajout formation . . . . .	61
4.28	Page de liste des formateurs et ajout formateur . . . . .	62
4.29	Page de liste des apprenants et ajout apprenant . . . . .	63

# Liste des tableaux

1.1	Fiche technique de SQLI Maroc . . . . .	5
2.1	Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Payer l'abonnement d'une formation" . . . . .	21
2.2	Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter une formation" . . . . .	22

# Table des matières

Dédicaces	i
Remerciements	ii
Moulakhass	ii
Résumé	iv
Abstract	v
Liste des sigles et acronymes	vi
Table des figures	ix
Liste des tableaux	x
Table des matières	xiii
Introduction	1
1 Contexte général du projet	2
1.1 Présentation de l'entreprise d'accueil SQLI . . . . .	3
1.1.1 Groupe SQLI . . . . .	3
1.1.2 SQLI Maroc . . . . .	5
1.2 Présentation du projet . . . . .	7
1.2.1 Cadre du projet et problématique . . . . .	7
1.2.2 Objectifs du projet . . . . .	7
1.3 Conduite de projet . . . . .	8
1.3.1 Présentation des Équipes du Projet . . . . .	8

1.3.2	Méthodologie de travail : Scrum . . . . .	10
1.3.3	Capitalisation et suivi . . . . .	11
1.3.4	Planification du projet . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Analyse et spécification des besoins</b>	<b>16</b>
2.1	Étude de l'existant . . . . .	17
2.1.1	Méthodes de paiement actuelles . . . . .	17
2.1.2	Particularités du marché belge . . . . .	17
2.1.3	Justification de l'intégration de Bancontact by Payconiq . . . . .	18
2.1.4	Architecture du processus de paiement actuel . . . . .	18
2.2	Etude fonctionnelle et non fonctionnelle . . . . .	19
2.2.1	Exigences fonctionnelles . . . . .	19
2.2.2	Exigences non-fonctionnelles . . . . .	26
<b>3</b>	<b>Conception de la solution</b>	<b>27</b>
3.1	Prototypage . . . . .	28
3.1.1	Choix de l'outil . . . . .	28
3.1.2	Interface . . . . .	29
3.2	Architecture de l'application . . . . .	32
3.2.1	Architecture physique . . . . .	32
3.2.2	Architecture logique . . . . .	33
3.3	Conception Détailée . . . . .	35
3.3.1	Diagramme de Classe . . . . .	35
3.3.2	Diagramme de séquence détaillé . . . . .	35
<b>4</b>	<b>Réalisation</b>	<b>40</b>
4.1	Langages et technologies utilisés . . . . .	41
4.1.1	Modélisation : Langage UML . . . . .	41
4.1.2	Couche présentation . . . . .	41
4.1.3	Couche traitement : 4D . . . . .	43
4.2	Librairies et frameworks utilisés . . . . .	43
4.2.1	Couche présentation . . . . .	43
4.3	Environnements et outils de développement utilisés . . . . .	44
4.3.1	Visual Studio Code . . . . .	44

4.3.2	4D Client . . . . .	44
4.3.3	4D Serveur . . . . .	44
4.3.4	Postman . . . . .	45
4.3.5	GitLab . . . . .	45
4.3.6	Git . . . . .	46
4.3.7	StarUML . . . . .	46
4.4	Base de données . . . . .	46
4.5	Sécurité . . . . .	48
4.5.1	Implémentation des sessions . . . . .	48
4.5.2	Roles et privilèges . . . . .	49
4.6	Captures d'écran . . . . .	50
4.6.1	Authentification . . . . .	50
4.6.2	Espace Apprenant . . . . .	51
4.6.3	Espace Administrateur . . . . .	59
4.7	Validation des exigences . . . . .	63
4.7.1	Exigences Fonctionnelles . . . . .	63
4.7.2	Exigences Non Fonctionnelles . . . . .	65
<b>Conclusion</b>		<b>67</b>
<b>Références</b>		<b>67</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 certains 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 employés et des 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 le processus de développement de notre plateforme de formation continue, composé de quatre chapitres. Dans le premier chapitre, nous exposons le contexte général du projet, à savoir, la présentation de l'organisme d'accueil 4D Logiciels, le contexte général et la conduite du projet. Le deuxième chapitre est dédié à l'analyse et à la spécification des besoins pour développer cette plateforme. Le troisième chapitre porte sur la définition des architectures utilisées, ainsi que la modélisation des diagrammes de classes et de séquence. Enfin, dans le quatrième chapitre, nous abordons l'implémentation et la validation de la solution, suivies par une conclusion générale où nous discutons des perspectives d'évolution.

# Chapitre 1

## Contexte général du projet

Ce chapitre situe mon projet de fin d'études dans son environnement organisationnel et contextuel. Il commence par une présentation de l'organisme d'accueil, SQLI Maroc. Ensuite, il détaille la problématique ayant conduit à la réalisation de ce projet ainsi que les objectifs visés. Enfin, la méthodologie adoptée pour mener à bien le projet est abordée.

## 1.1 Présentation de l'entreprise d'accueil SQLI

Cette section initiale met en lumière le Groupe SQLI en mettant l'accent sur ses activités clés, son chiffre d'affaires ainsi que ses clients. EEnsuite, l'accent sera mis sur SQLI Maroc, en mettant en avant ses valeurs fondamentales.

### 1.1.1 Groupe SQLI



FIGURE 1.1 – Logo de SQLI [1]

SQLI est une entreprise européenne de services numériques fondée en 1990 par Jean Rouveyrol et Alain Lefebvre. Elle se spécialise dans la conception, le développement et le déploiement de solutions digitales visant à créer des expériences unifiées [1]. Avec un effectif de 2400 collaborateurs répartis dans 13 pays, SQLI bénéficie d'une présence internationale solide.

Le succès de SQLI Digital Experience repose sur des valeurs fondamentales telles que la créativité, l'engagement et l'audace visionnaire. Ces valeurs imprègnent chaque aspect de l'entreprise, permettant de repousser les frontières de l'innovation et de concevoir des expériences digitales uniques et captivantes. [2]

#### 1.1.1.1 Activités du groupe

Le groupe SQLI propose une gamme étendue de services pour accompagner les entreprises dans leur transformation numérique. Il inclut l'e-commerce, créant et optimisant des plateformes de vente en ligne performantes. Il offre également des plateformes d'expérience, conçues pour offrir des interactions utilisateur exceptionnelles. En matière de technologie et de transformation, il aide les entreprises à moderniser leurs infrastructures et leurs processus. Ses services de data et insights permettent d'exploiter les données de manière stratégique, tandis que son expertise en marketing digital et design améliore la visibilité et l'attrait des marques. Enfin, son conseil digital guide les entreprises dans l'élaboration et la mise en œuvre de leur stratégie numérique globale, assurant ainsi une transformation digitale réussie. [1]

#### 1.1.1.2 Chiffres Clés du groupe

Les chiffres clés suivants présentent la situation actuelle de SQLI :

- Fort de 33 ans d'expérience et d'innovation, SQLI fonde son développement sur une expertise technologique de pointe et une politique de veille intensive.
- SQLI emploie plus de 2400 collaborateurs répartis dans 13 pays, notamment la France, l'Angleterre, la Suède, les Pays-Bas, l'Espagne, l'Allemagne, la Belgique, le Luxembourg, la Suisse et le Maroc.
- En 2022, le groupe SQLI a atteint un chiffre d'affaires de 251,2 millions de dollars. Ce succès est le résultat d'une offre bien alignée sur les attentes du marché et d'une reprise progressive de la demande de services informatiques.

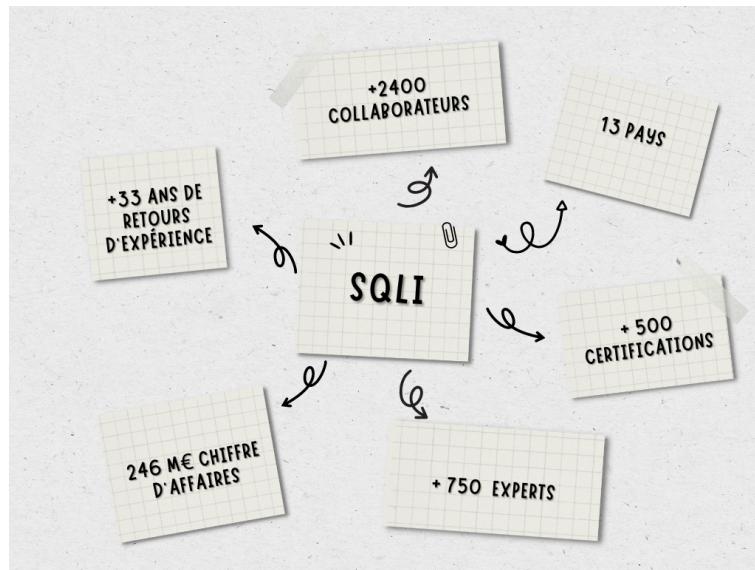


FIGURE 1.2 – Chiffre Clés de SQLI

### 1.1.1.3 Clients du groupe

SQLI collabore avec une vaste gamme de clients provenant de divers secteurs, y compris l'automobile, la distribution, la banque et l'assurance, le luxe et la mode, la santé, l'industrie et l'énergie, ainsi que les télécommunications. Les grandes entreprises internationales et les organisations locales font appel à SQLI pour ses solutions digitales innovantes, allant de l'optimisation des plateformes d'e-commerce à la transformation numérique des services financiers, en passant par la création d'expériences utilisateur uniques pour les marques de luxe et la digitalisation des processus industriels. Grâce à sa capacité à répondre aux besoins spécifiques de chaque secteur, SQLI bâtit des partenariats solides et durables avec ses clients (voir *Figure 1.3*)

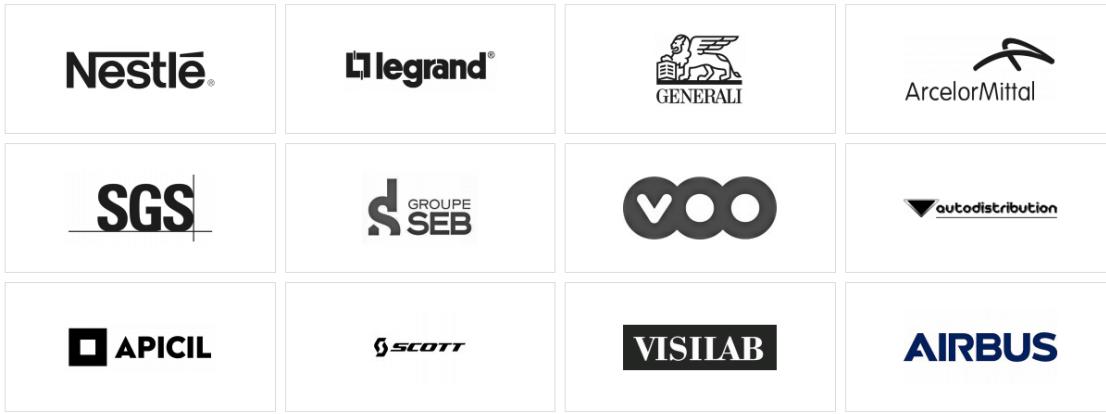


FIGURE 1.3 – Clients du SQLI [1]

### 1.1.2 SQLI Maroc

SQLI Maroc, créée en 2003 à Rabat par Eric Chanal, représente le centre de Delivery et d’Innovation du Groupe SQLI. Bénéficiant d’une solide expertise et d’une grande expérience, l’entreprise est présente sur trois sites stratégiques : Rabat, où j’ai eu l’opportunité d’effectuer notre stage PFE, Oujda et Casablanca. Le tableau suivant (*Tableau 1.1*) représente sa fiche technique :

Dénomination sociale	SQLI Digital Experience
Année de fondation	2003
Fondateur	Eric Chanal
Siège social	Rabat, Maroc
Activité	Conseil en systèmes et logiciels informatiques.
Effectif des employés	Plus de 900 collaborateurs.
Sites d’implantation	Rabat, Oujda et Casablanca.

TABLE 1.1 – Fiche technique de SQLI Maroc

SQLI Maroc comprend principalement deux structures essentielles, présentées dans la *Figure 1.4*, à savoir :

1. **SQLI WAX INTERRACTIVE** : accompagne les clients dans leur transition vers la digitalisation afin de renforcer leur positionnement sur le marché. Cette entité intervient principalement sur le plan stratégique en collaborant étroitement avec les clients.
2. **SQLI ENTREPRISE** : Cette entité est chargée de la mise en œuvre des systèmes d’information pour les clients. Elle se compose de plusieurs Business Units spécialisées dans différents domaines :

- **E-commerce / JAVA EE** : Se focalise sur la création et la mise en place de sites de e-commerce ainsi que sur le développement d'applications utilisant la technologie Java EE.
- **Mobile/Front** : Se spécialise dans le développement d'applications mobiles et l'interface utilisateur (front-end) pour les clients.
- **Microsoft** : S'occupe de la réalisation d'applications basées sur les technologies Microsoft.
- **Agency** : Joue un rôle transversal en assurant la conception de l'interface utilisateur (front-end) pour toutes les autres Business Units.
- **Delivery** : Se charge de la gestion des livraisons et des recettes auprès des clients.

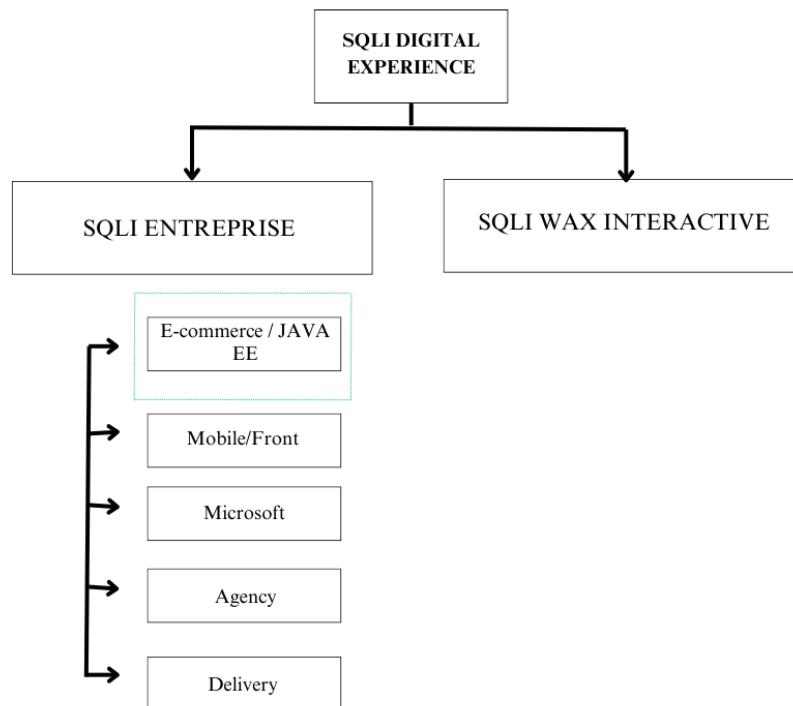


FIGURE 1.4 – Départements de SQLI

Mon stage de fin d'études s'est déroulé dans le département Java JEE, qui regroupe plusieurs projets destinés à de grandes entreprises clientes.

## 1.2 Présentation du projet

### 1.2.1 Cadre du projet et problématique

Dans le cadre d'un projet e-commerce pour un client, l'objectif est d'améliorer et d'optimiser sa plateforme actuelle. Il est indispensable de mettre à jour régulièrement cette plateforme, qui joue un rôle crucial dans les activités commerciales en ligne du client, afin de maintenir sa compétitivité et de répondre aux exigences du marché.

Pour cette amélioration, le travail inclut la correction de divers bugs qui affectent la performance et la fiabilité du système. La résolution de ces bugs est cruciale pour garantir une expérience utilisateur fluide et sans interruptions.

En parallèle, l'intégration de nouvelles fonctionnalités est nécessaire pour enrichir l'offre de la plateforme. L'un des changements majeurs est l'intégration de la méthode de paiement Payconiq, destinée spécifiquement au marché belge. Différents défis se posent lors de cette intégration, tels que la compatibilité avec l'architecture existante, la gestion des dépendances et l'assurance que cette nouvelle fonctionnalité ne provoque pas de régressions ou de nouveaux bugs.

L'enjeu majeur consiste donc à corriger les bugs existants tout en intégrant Payconiq de manière efficace, en maintenant la stabilité et la performance globale de la plateforme.

### 1.2.2 Objectifs du projet

Dans le cadre de ce projet, je participerai activement aux diverses activités de l'équipe, contribuant à la fois au développement des fonctionnalités demandées par le client et à l'amélioration continue du système. Les objectifs spécifiques de mon intervention sont les suivants :

- **Intégrer un nouveau mode de paiement, Payconiq, pour le marché belge**

Analyser et comprendre l'architecture existante pour intégrer Payconiq, tout en gérant les dépendances et en garantissant la compatibilité avec les autres modules de la plateforme, conformément aux spécificités techniques du marché belge. Cela inclut la configuration, le développement, et des tests rigoureux pour garantir une intégration fluide dans les différents flux de paiement existants.

- **Assurer les livraisons dans différents environnements (DEV, INTx, UAT, PRD)**

Garantir le bon fonctionnement du code dans chacun de ces environnements, conformément aux exigences de stabilité et de performance. Cela comprend des tests approfondis pour s'assurer que les nouvelles fonctionnalités et intégrations sont stables et opérationnelles avant la mise en production.

- **Respecter les meilleures pratiques, les normes, et l'architecture du projet**

Assurer la cohérence du code et la stabilité du projet en adhérant aux normes et pratiques de développement établies. Cela inclut le respect des principes d'architecture définis, l'application des bonnes pratiques de codage, et la proposition de solutions conformes aux standards en vigueur au sein de l'équipe.

- **Analyser et corriger les bugs détectés**

Assurer la maintenance corrective du système en identifiant, analysant, et résolvant les bugs remontés par les équipes ou découverts lors des tests, afin de minimiser leur impact sur le fonctionnement global de la plateforme.

## 1.3 Conduite de projet

### 1.3.1 Présentation des Équipes du Projet

Après ma période de formation, j'ai intégré une première équipe en tant que stagiaire backend. Cette équipe était responsable des aspects liés à la recherche, aux lunettes et à la mode pour le projet Chanel. À mon arrivée, l'équipe se concentrat sur le Plan 99.5, visant à analyser les bugs, nettoyer les logs, corriger les erreurs et refactoriser le code. La structure de cette équipe est illustrée dans la *Figure 1.5*.

Souhaitant approfondir mes compétences dans des domaines complémentaires, j'ai ensuite rejoint une autre équipe, chargée de l'intégration des nouvelles méthodes de paiement pour les différents marchés du client. La structure de cette équipe est illustrée dans la *Figure 1.9*.

Ces deux équipes font partie d'un projet plus vaste comprenant 15 équipes fonctionnelles différentes. Chaque équipe est composée d'un Scrum Master, d'un expert technique, d'un Product Owner, d'un développeur frontend et de deux responsables qualité, favorisant ainsi le développement d'une solution robuste et performante.

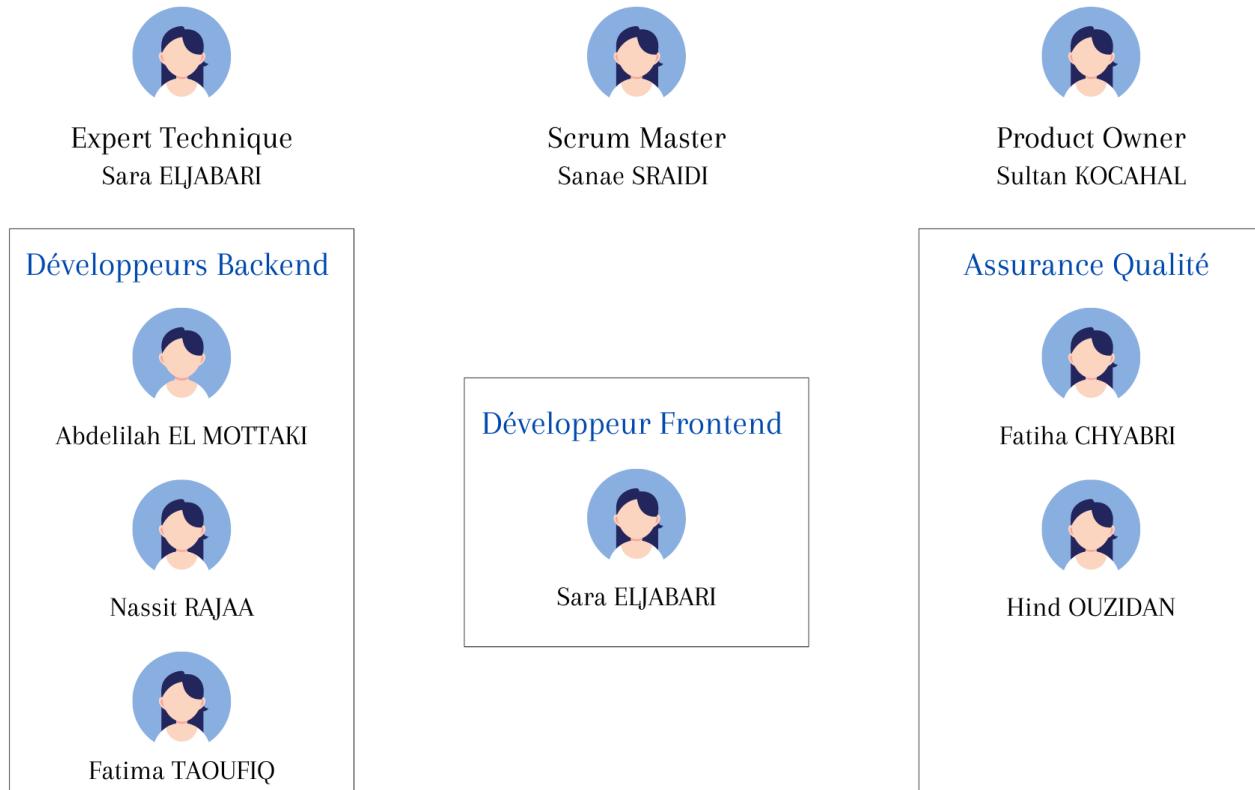


FIGURE 1.5 – Structure de l'équipe Seasonal Event

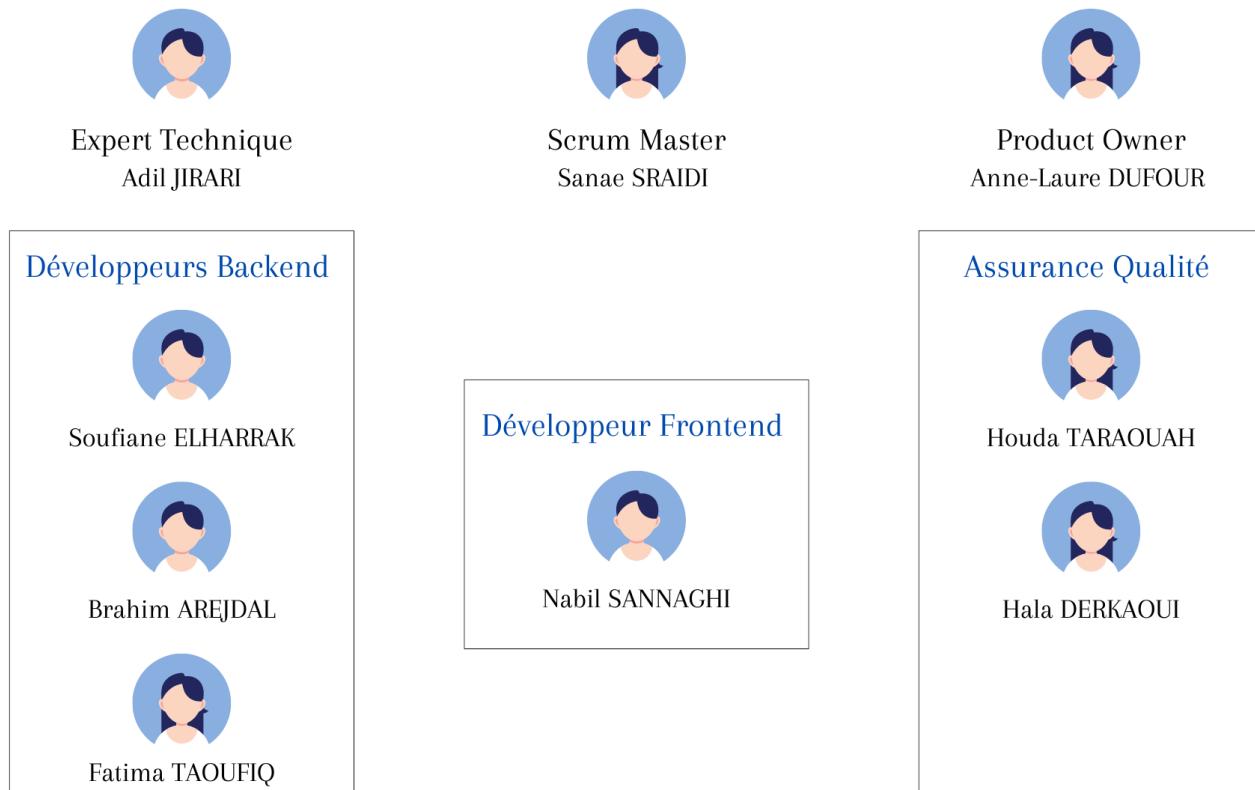


FIGURE 1.6 – Structure de l'équipe Cart Checkout &amp; Payment

### 1.3.2 Méthodologie de travail : Scrum

Pour assurer une collaboration efficace au sein de l'équipe, nous avons opté pour la méthodologie Scrum, qui se caractérise par une approche itérative et incrémentale. Scrum nous permet de diviser le travail en sprints, des cycles de développement courts et cadencés, généralement de deux à quatre semaines. À la fin de chaque sprint, une version potentiellement livrable du produit est présentée, ce qui favorise la flexibilité et l'adaptation aux changements. Grâce à cette méthode, nous pouvons rester réactifs et ajuster rapidement notre travail en fonction des évolutions des besoins métiers. En intégrant les retours d'expérience du client à chaque itération, nous assurons une satisfaction optimale de ses attentes. Les rôles bien définis, tels que le Scrum Master, le Product Owner, et l'équipe de développement, garantissent une communication claire et une responsabilité partagée. Cette approche nous permet d'être efficaces tout en maintenant un rythme de travail soutenu et structuré.

- ***Planification du sprint (sprint planning)***

Avant de débuter chaque sprint, nous tenons une réunion de Sprint Planning. Cette réunion a pour objectif de définir les tâches prioritaires à accomplir au cours du sprint à venir. L'équipe, en collaboration avec le Product Owner, examine le backlog du produit pour identifier les éléments les plus critiques à traiter. Durant cette session, nous discutons des exigences, des objectifs du sprint, et nous évaluons la charge de travail nécessaire pour chaque tâche. Cette planification permet à l'équipe de se concentrer sur un ensemble de fonctionnalités claires et réalisables, tout en s'assurant que les ressources sont allouées de manière optimale. Ainsi, chacun sait précisément sur quoi se concentrer, ce qui contribue à une exécution efficace et coordonnée du sprint.

- ***Mêlée quotidienne (Daily Meeting)***

Chaque jour, nous tenons une réunion appelée Daily Meeting, d'une durée de 15 minutes chaque matin. Lors de cette réunion, chaque membre de l'équipe partage ce qu'il a accompli la veille, ce qu'il prévoit de faire aujourd'hui, et signale s'il rencontre des problèmes ou des blocages. Cette réunion permet à l'équipe de rester synchronisée et d'identifier rapidement les obstacles éventuels, favorisant ainsi une meilleure collaboration et une résolution rapide des problèmes.

- ***Revue de sprint (Sprint Review)***

La revue de sprint se tient à la fin de chaque sprint pour présenter et évaluer les fonctionnalités développées. L'équipe démontre le travail accompli aux parties prenantes, recueille leurs retours et discute des ajustements nécessaires. Ce moment est crucial pour valider les résultats, s'assurer qu'ils répondent aux attentes et planifier les prochaines étapes en fonction des feedbacks reçus.

- ***Rétrospective de sprint***

À la fin de chaque sprint, nous tenons une rétrospective de sprint, un moment privilégié pour discuter des succès et des aspects à améliorer dans notre travail. Pour détendre l'atmosphère et réduire le stress, nous intégrons également de petits jeux qui permettent de sortir de la routine, de mieux connaître les membres de l'équipe, et de renforcer notre cohésion. Ces activités, combinées à des discussions constructives, nous aident à identifier les points à optimiser et à faire évoluer nos pratiques de manière continue.

- ***Préparation du backlog (Backlog Refinement)***

Nous tenons régulièrement des réunions de préparation du backlog, également appelées sessions d'affinement du backlog. Lors de ces réunions, l'équipe Scrum se réunit pour examiner et ajuster les éléments du backlog du produit. Nous clarifions les exigences, estimons les efforts nécessaires pour chaque tâche, et réorganisons les priorités en fonction des retours des parties prenantes et des évolutions du projet. Cette réunion est essentielle pour maintenir le backlog bien structuré et aligné avec les objectifs du projet, ce qui facilite une planification plus efficace des sprints et assure une gestion optimale des priorités.

### 1.3.3 Capitalisation et suivi

Pour assurer un suivi efficace du projet, l'équipe utilise des outils de gestion de projet tels que Azure DevOps et Confluence.

- ***Confluence***

Confluence est utilisé pour la documentation et l'archivage des informations du projet, offrant une base de connaissances centralisée accessible à tous les membres de l'équipe. Cette plateforme permet de créer, organiser et maintenir des documents essentiels tels que les spécifications techniques, les guides de processus et les comptes rendus de réunions. En centralisant ces informations dans Confluence, nous facilitons la réutilisation des connaissances et assurons leur préservation au-delà de la durée du projet. Cette approche améliore la transparence, soutient la collaboration et garantit que les informations cruciales sont facilement accessibles pour toute l'équipe.

This section is dedicated to the Global Digital Services team organization. In this section, you'll be able to find information such as:

- Methodologies
- Tools information
- Backlog Management guidelines
- Organization Chart
- Design toolkit
- Onboarding Kit
- GDS Must Read
- GDS Calendars...

FIGURE 1.7 – Page d'accueil de Confluence

### • Azure DevOps

Azure DevOps nous permet de gérer efficacement les tâches à réaliser et de suivre en temps réel l'avancement de chaque membre de l'équipe. En plus de ces fonctionnalités de gestion de projet, Azure DevOps sert également de dépôt centralisé pour le code et les artefacts du projet, facilitant ainsi la collaboration et l'intégration continue.

New	Need info	Spec to do	Dev to do	Dev in progress	Blocked
<a href="#">New item</a>	<p>1267416 INT1&gt;AMER&gt; 3D view Page &gt; X icon is not visible correctly on 3D view Page when High Contrast Mode is enabled.</p> <p>Sara ELJABARI</p> <p>State: Need info... Severity: Minor</p>	<p>1269389 QAT1&gt;KR&gt;Search Suggestions in search is not working as expected</p> <p>Sara ELJABARI</p> <p>State: Dev to do Severity: Major</p>	<p>1057436 [Seasonal event] [Sonar] [Critical bugs][Part 3] Cleaning</p> <p>Fatima TAOUFIQ</p> <p>State: Dev in progress Severity: Minor</p>	<p>1264581 POC- Restrictions requests optimization initiative</p> <p>Abdelilah EL MOTT...</p> <p>State: Dev in progress</p>	
	<p>1253922 Attackers can forge malicious links in order to compromise user's browser</p> <p>Nassit RAJAA</p> <p>State: Need info... Severity: Critical</p>				<p>1058243 [99.5][Cleaning] - Null Poi exception on YAPI pr availability</p> <p>Abdelilah EL M...</p> <p>State: Blocked Severity: Major</p>

FIGURE 1.8 – Backlog du projet sur Azure DevOps

- ***Microsoft Teams***

Microsoft Teams est un outil essentiel pour la communication et la collaboration au sein du projet. Il nous permet de maintenir une communication fluide entre les managers, les chefs de projet, et les membres de l'équipe. Lorsqu'il est nécessaire de contacter quelqu'un pour obtenir des informations, poser des questions ou résoudre des problèmes, j'utilise Teams pour envoyer des messages instantanés, organiser des réunions virtuelles ou partager des documents. Cet outil facilite également la coordination des tâches et le suivi des progrès en centralisant les échanges et les informations pertinentes, ce qui contribue à une gestion de projet efficace et une meilleure intégration des membres de l'équipe.

## 1.3.4 Planification du projet

### 1.3.4.1 Intégration

Notre expérience a débuté par une journée d'intégration organisée par l'équipe RH, en collaboration avec les managers de chaque département. Cette journée a été l'occasion pour nous de découvrir en profondeur la structure de l'organisation, de comprendre les rôles et responsabilités de chacun, et de faire connaissance avec les collègues avec qui nous allions collaborer. Cette intégration nous a permis de nous familiariser rapidement avec notre environnement de travail et de tisser des liens avec les membres de l'équipe, facilitant ainsi notre adaptation et notre engagement au sein de l'entreprise.

### 1.3.4.2 Formation

La phase de formation, cruciale dans le cadre de notre stage, nous a permis d'acquérir les bases nécessaires pour réussir dans notre domaine. Cette formation, d'une durée de deux mois, a été animée par des professionnels expérimentés qui ont partagé avec nous leur savoir-faire et leur expertise. Grâce à ces sessions, nous avons pu renforcer nos compétences techniques et notre compréhension des bonnes pratiques du métier. Voici les principales formations qui ont constitué notre parcours :

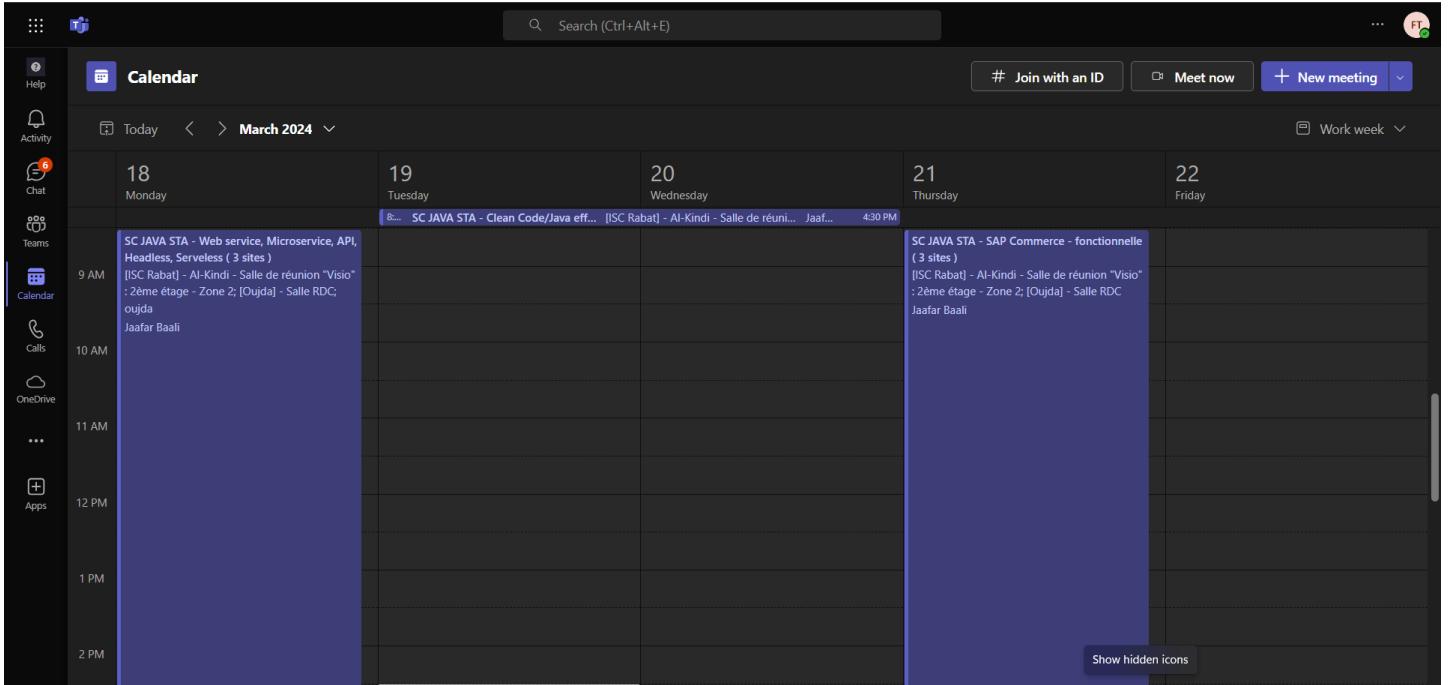


FIGURE 1.9 – Clendrier des formations

- **Formations Spring :** Durant cette formation, nous avons exploré les concepts fondamentaux du framework Spring, tels que l'inversion de contrôle (IoC) et Spring MVC. Ces notions clés ont été renforcées par des exercices pratiques pour mieux comprendre leur utilisation dans le développement d'applications Java.
- **Formations SAP Commerce (Hybris) :** Pendant cette formation, nous avons commencé par installer la plateforme SAP Commerce. Nous avons ensuite exploré les aspects fonctionnels, comme l'utilisation des outils d'administration HAC, HMC, et des différents Cockpits. En parallèle, nous avons approfondi des sujets techniques, tels que la configuration de CronJobs et la gestion des workflows.
- **Formations Clean Code :** Cette formation, inspirée des principes de Robert C. Martin, nous a appris les bonnes pratiques pour écrire du code propre, lisible et maintenable. Nous avons appliqué ces concepts à travers des exercices pratiques, axés sur la structuration du code et les techniques de refactoring.
- **Formations Software Craftsmanship :** La formation en Software Craftsmanship s'est concentrée sur l'excellence technique et la qualité du code. Nous avons étudié des pratiques comme le pair programming, la revue de code, et l'écriture de tests automatisés, renforçant ainsi notre capacité à produire du code robuste et maintenable.
- **Formations ICD Skills & Agilité :** Cette formation nous a initiés aux compétences interpersonnelles essentielles et aux méthodes agiles. Nous avons étudié des méthodologies comme Scrum

et Kanban, et nous avons mis en pratique des techniques de gestion de projet agile pour améliorer notre efficacité et notre adaptabilité en équipe.

#### 1.3.4.3 Intégration du projet

J'ai été affecté au projet Chanel ONE en tant qu'ingénieur backend, avec pour mission principale l'intégration de la méthode de paiement Payconiq pour le marché belge. En plus de cette tâche, j'ai également travaillé sur la correction de bugs, en particulier ceux liés à Sonar, en mettant à profit ma solide connaissance de cet outil pour améliorer la qualité du code et réaliser les refactorings nécessaires. Mon intégration dans le projet a débuté par une phase de onboarding de 15 jours, au cours de laquelle j'ai installé l'environnement de développement et configuré le projet. Par la suite, j'ai participé à plusieurs réunions avec le manager et le Scrum Master pour clarifier le processus de travail et les spécificités du projet Chanel ONE, ce qui m'a permis de garantir une bonne compréhension du projet et une intégration fluide au sein de l'équipe.

## 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

Ce chapitre présente l'analyse de l'existant et la spécification des besoins pour l'intégration de Ban-contact by Payconiq. Nous examinerons les méthodes de paiement actuelles, les spécificités du marché belge, l'architecture existante, ainsi que les besoins fonctionnels et non fonctionnels.

## 2.1 Étude de l'existant

### 2.1.1 Méthodes de paiement actuelles

Le site e-commerce de la marque propose actuellement une gamme diversifiée de méthodes de paiement reconnues mondialement, comprenant :

- Visa
- MasterCard
- PayPal
- Klarna Pay Now
- Klarna Pay Later
- Chanel Gift Card

Bien que ces options répondent efficacement aux besoins d'une clientèle internationale, elles ne tiennent pas compte des spécificités locales de certains marchés clés, en particulier celui de la Belgique.

### 2.1.2 Particularités du marché belge

En Belgique, Bancontact s'est imposé comme l'une des méthodes de paiement privilégiées. Initialement conçu comme un système de paiement par carte de débit national, Bancontact est devenu un élément incontournable du paysage financier belge. Cette solution offre aux consommateurs belges la possibilité d'effectuer des paiements directs depuis leur compte bancaire, que ce soit en magasin, en ligne ou via une application mobile. Face à l'évolution rapide des technologies et des attentes des consommateurs, Bancontact a réalisé une fusion stratégique avec Payconiq, une solution de paiement mobile innovante. Cette alliance a donné naissance à Bancontact by Payconiq, offrant aux utilisateurs belges une solution de paiement intégrée couvrant à la fois les transactions par carte et les paiements mobiles via une application dédiée. L'adoption massive de cette solution en Belgique en fait un élément incontournable pour tout e-commerce aspirant à s'implanter solidement sur ce marché. Les chiffres parlent d'eux-mêmes : en 2023, près de 2 millions de Belges ont utilisé Payconiq pour leurs paiements mobiles, soulignant l'importance cruciale de cette méthode dans l'écosystème des paiements locaux.

### 2.1.3 Justification de l'intégration de Bancontact by Payconiq

L'intégration de Bancontact by Payconiq sur notre plateforme e-commerce présente plusieurs avantages stratégiques majeurs, particulièrement pour conquérir et fidéliser la clientèle belge :

- **Adoption généralisée** : Avec une base d'environ 2 millions d'utilisateurs Payconiq et une forte pénétration de Bancontact dans les habitudes de paiement quotidiennes, cette solution est profondément ancrée dans le comportement des consommateurs belges.
- **Simplicité et ergonomie** : L'application "Payconiq by Bancontact" offre une expérience de paiement fluide et intuitive, reposant sur un simple scan de QR code, ce qui optimise considérablement le parcours client.
- **Sécurité renforcée** : La synergie entre les systèmes Bancontact et Payconiq garantit un niveau de sécurité optimal pour les transactions, s'appuyant sur des protocoles de sécurité robustes et éprouvés.
- **Interopérabilité bancaire** : Le support étendu de Payconiq par les principales institutions bancaires belges facilite son adoption et renforce la commodité pour les clients, en centralisant leurs opérations financières.
- **ESSOR DES PAIEMENTS MOBILES** : Face à la croissance exponentielle des paiements mobiles en Belgique, l'intégration de solutions comme Payconiq s'avère cruciale pour capter et fidéliser une clientèle, particulièrement auprès des jeunes générations habituées aux transactions via smartphone.

### 2.1.4 Architecture du processus de paiement actuel

Le processus de paiement en place repose sur l'interaction harmonieuse de plusieurs systèmes interdépendants, chacun jouant un rôle déterminant dans la sécurisation des transactions et l'optimisation du traitement des commandes. Les composants clés du système sont les suivants :

- **Hybris** : Plateforme e-commerce centrale, Hybris est responsable de la création des commandes une fois le paiement validé. Après la soumission d'une commande par l'utilisateur, Hybris communique avec Adyen pour le traitement du paiement. Une fois la confirmation reçue, Hybris crée officiellement la commande et notifie Fluent pour la gestion de l'expédition et du suivi.
- **Adyen** : En tant que fournisseur de services de paiement, Adyen gère la transaction financière. Il traite les détails du paiement transmis par Hybris, réalisant des actions telles que l'autorisation,

la capture des fonds, ou la gestion des abonnements. Adyen joue un rôle clé dans la sécurisation et la validation des paiements avant la finalisation de la commande.

- **Fluent** : Système de gestion logistique, Fluent est responsable du cycle de vie de la commande après sa création dans Hybris. Il assure le suivi du processus de traitement, y compris la préparation de l'expédition, et met à jour les statuts de la commande (par exemple, "CREATED", "PENDING PAYMENT", "CANCELLED"). Fluent communique également avec Hybris pour informer les utilisateurs de l'état de leur commande.

Pour mieux comprendre le fonctionnement de ces composants, examinons le flux du processus de paiement étape par étape :

1. **Initiation** : Le client valide son panier et soumet sa commande.
2. **Transmission** : Hybris communique les informations de paiement à Adyen.
3. **Traitement** : Adyen exécute la transaction et renvoie une confirmation à Hybris.
4. **Création** : Hybris enregistre la commande et notifie Fluent pour la gestion logistique.
5. **Suivi** : Fluent assure la gestion des statuts de commande et informe Hybris pour la mise à jour du client.

## 2.2 Etude fonctionnelle et non fonctionnelle

Dans le cadre de l'intégration de Payconiq à la plateforme e-commerce du client, il est essentiel de définir clairement les besoins fonctionnels et non fonctionnels du projet. Cette étude permettra d'identifier les exigences spécifiques liées à cette intégration, assurant ainsi une mise en œuvre réussie et une expérience utilisateur optimale.

### 2.2.1 Exigences fonctionnelles

#### 2.2.1.1 Identification des fonctionnalités

#### 2.2.1.2 Diagramme de cas d'utilisation

Les diagrammes des 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 la composent.

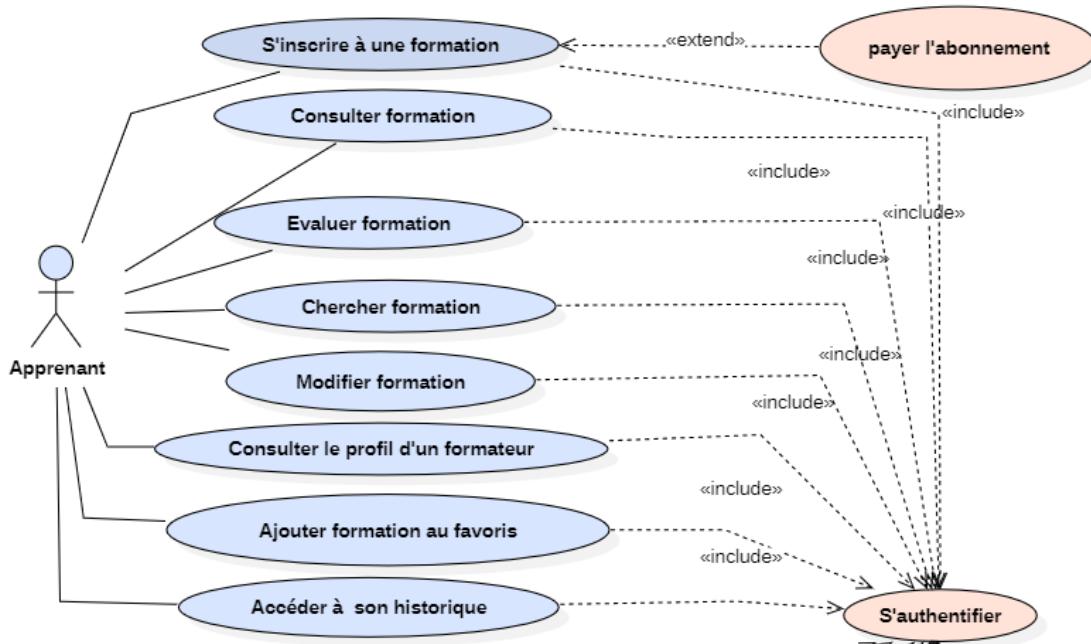


FIGURE 2.1 – Diagramme de cas d'utilisation d'apprenant

### 2.2.1.3 Description textuelle de cas d'utilisation

<b>UC 1 : Payer l'abonnement d'une formation</b>	
<b>Acteurs</b>	Apprenant
<b>But</b>	Permettre à un apprenant 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>
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. vérifier si le paiement est autorisé. 7. Redirection vers la page de confirmation de paiement.	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. vérifier si le paiement est autorisé. 7. Redirection vers la page d'erreur.

TABLE 2.1 – Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Payer l'abonnement d'une formation"

<b>UC 2 : Ajouter une formation</b>	
<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.	Formation ajoutée
<b>Scénario Principal</b>	<b>Scénario Alternatif</b>
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 2.2 – Description Textuelle du Cas d'Utilisation "Ajouter une formation"

#### 2.2.1.4 Diagramme de séquence de système

##### 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 sa 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.

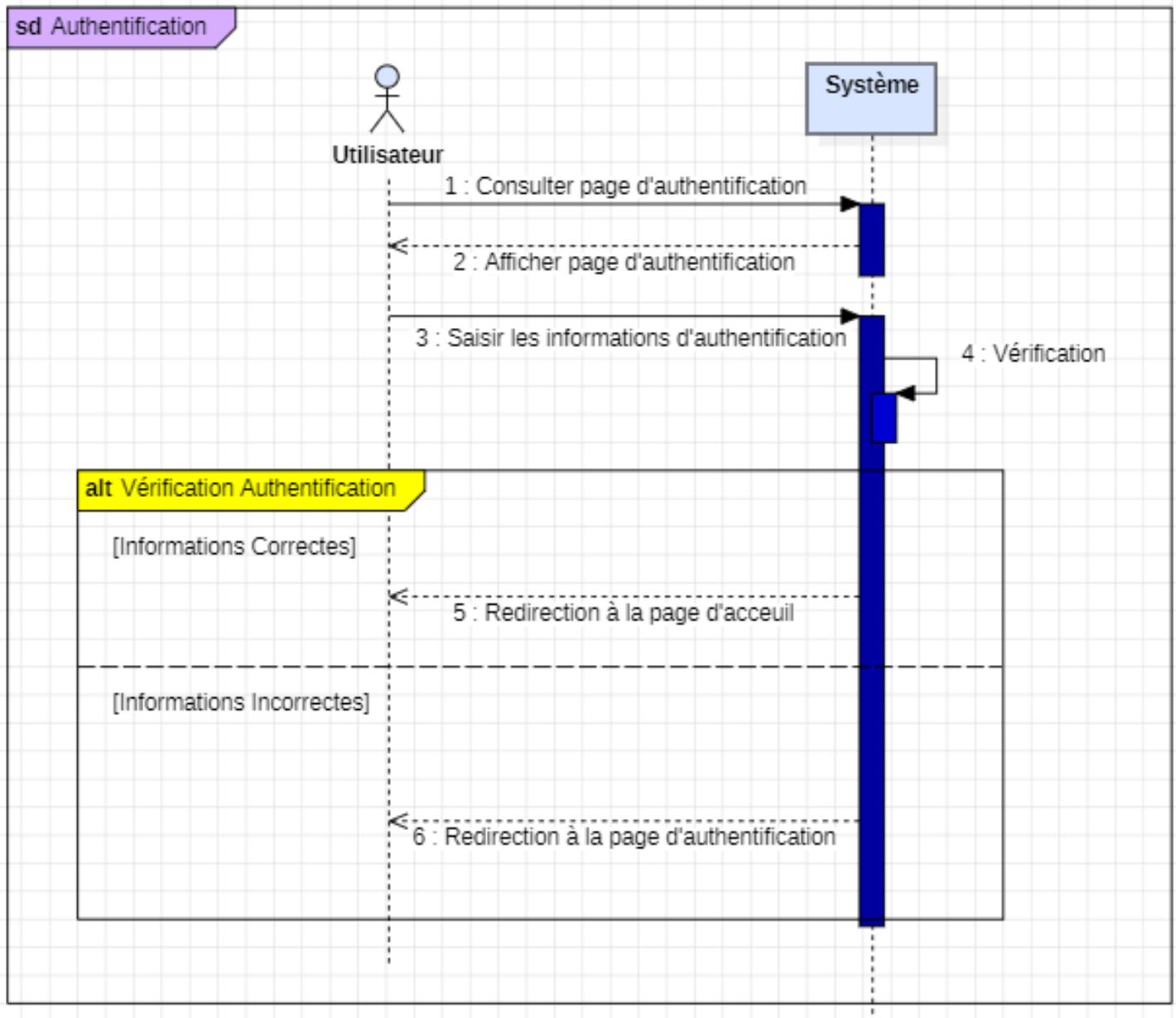


FIGURE 2.2 – Diagramme De Séquence De l'Authentification

### 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.

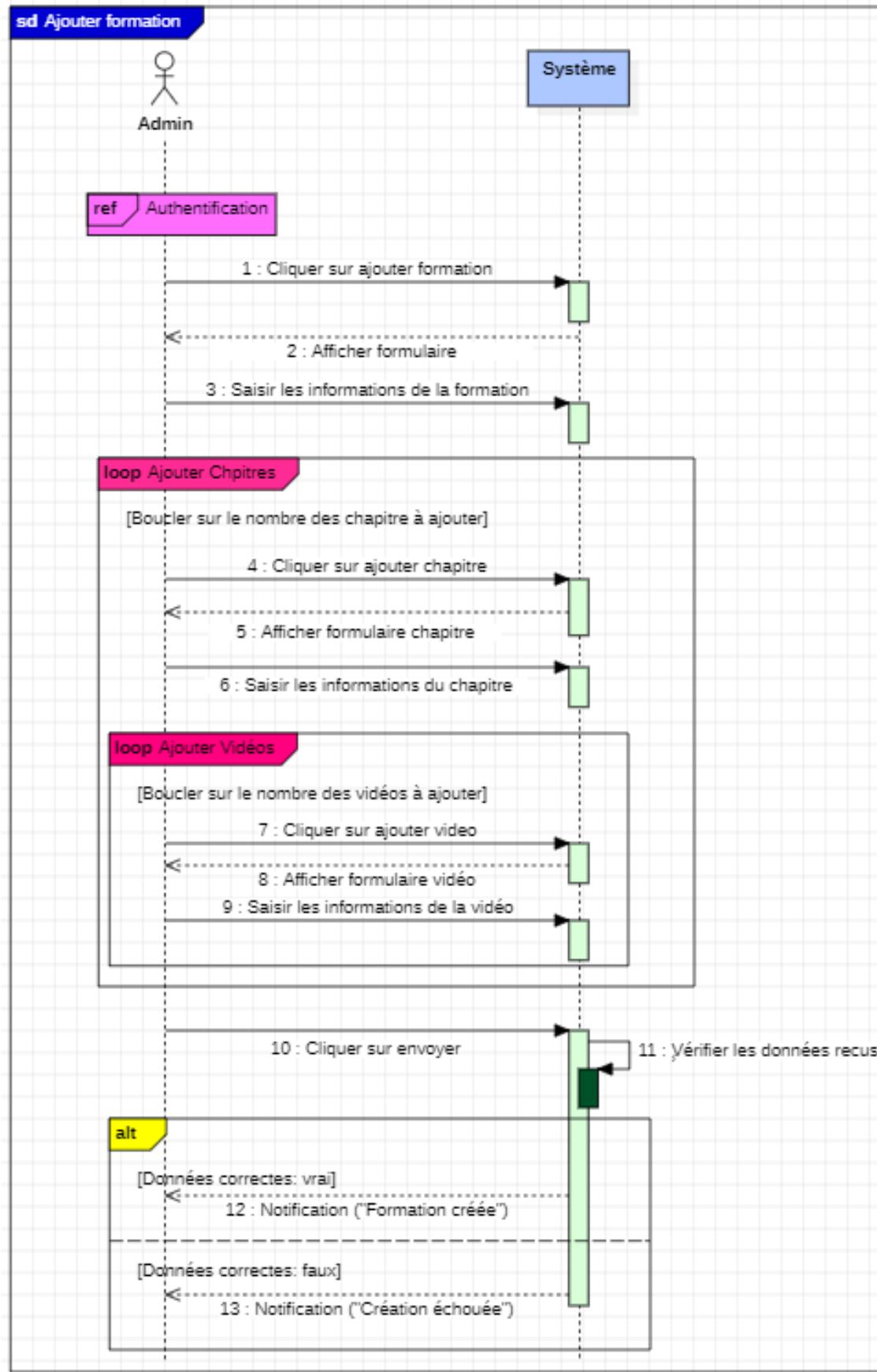


FIGURE 2.3 – Diagramme De Séquence d’Ajouter Une Formation

### 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.

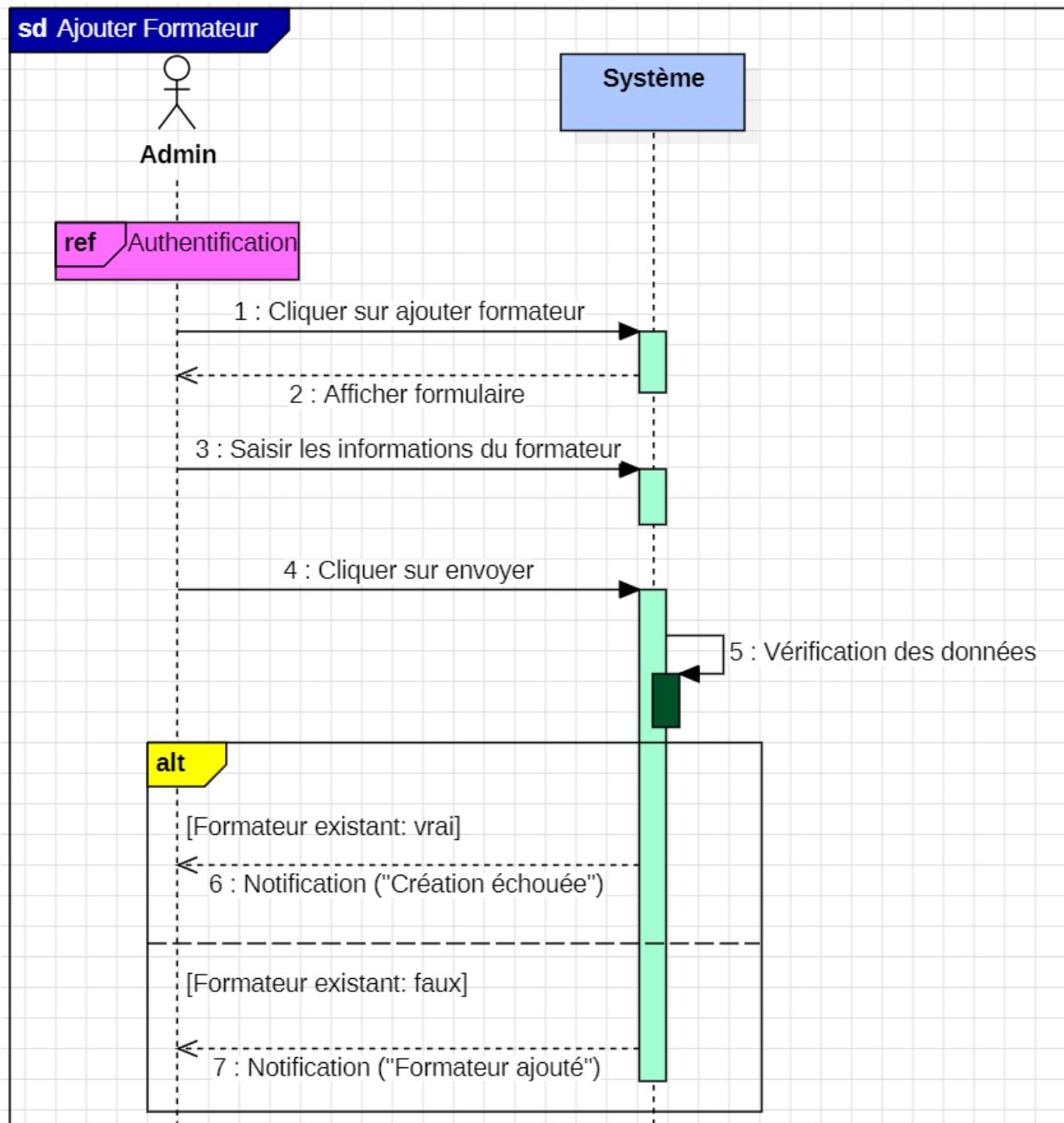


FIGURE 2.4 – Diagramme De Séquence D'ajouter Formateur

## 2.2.2 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 :

- **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.
- **Maintenabilité** : 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.
- **Performance** : Le temps de réponse doit être le plus court possible.
- **Disponibilité** : Lorsque n'importe quel utilisateur désire consulter la plateforme, elle doit être disponible.
- **Sécurité** : La plateforme doit protéger les données personnelles des utilisateurs, garantir l'intégrité des cours et du contenu.

## Conclusion

La phase d'analyse de l'existant et de spécification des besoins est cruciale pour le succès de notre projet. Nous avons abordé cette phase en examinant l'architecture actuelle, en identifiant les acteurs clés et les cas d'utilisation spécifiques au marché belge. Ensuite nous avons entamé l'analyse des besoins fonctionnels et non fonctionnels. Dans les chapitres suivants, nous aborderons la conception détaillée du projet d'intégration.

# Chapitre 3

## Conception de la solution

Dans cette partie, nous allons commencer d'abord par le prototype de notre application. Ensuite, nous allons se concentrer sur la vue architecturale du projet.Finalement, 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

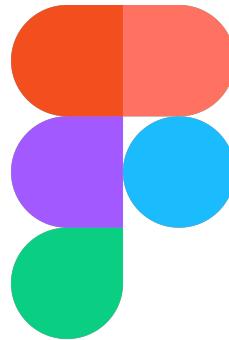


FIGURE 3.1 – Logo Figma

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.
- **Collaboration** : 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

### 3.1.2.1 Espace apprenant

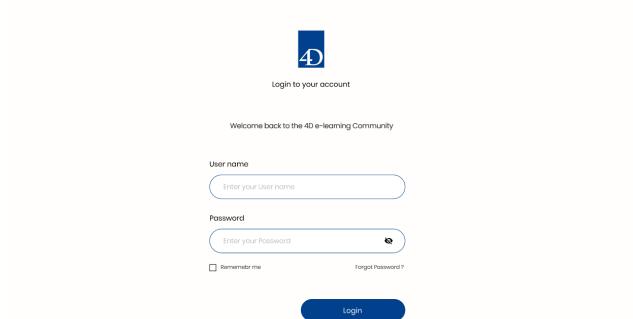


FIGURE 3.2 – Figma : Page Login

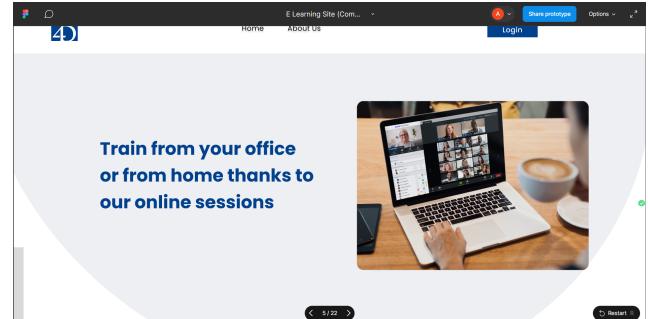


FIGURE 3.3 – Figma : Page Home

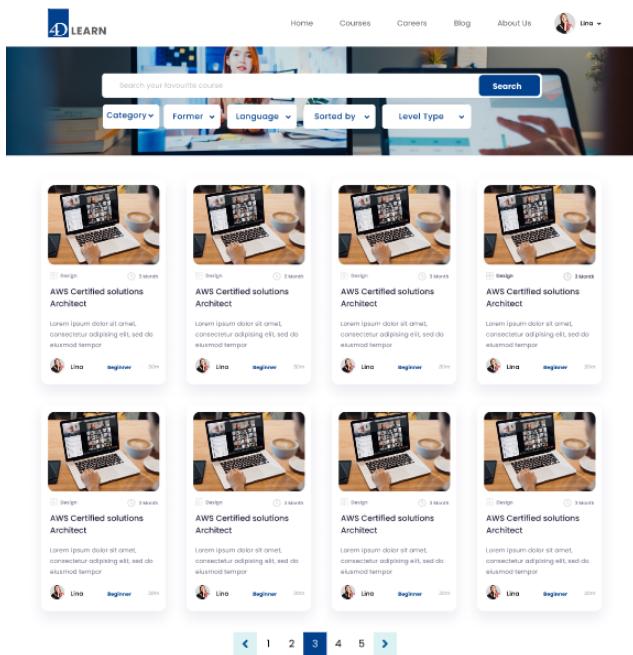


FIGURE 3.4 – Figma : Page des Formations

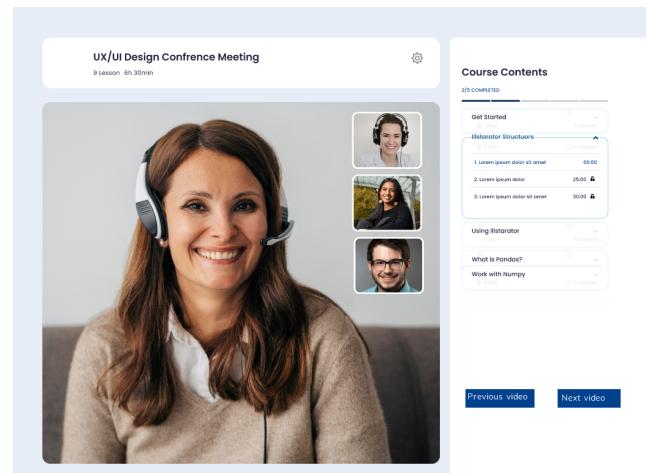


FIGURE 3.5 – Figma : Page Suivre Formation

The wireframe shows a course page for 'Big Data: Executive Briefing'. At the top, there's a navigation bar with 'Home', 'Courses', 'Careers', 'Blog', 'About Us', and a user icon. Below the navigation is a large image of a team working on a wall of sticky notes. A smaller inset image shows a person speaking. The price '\$49.65' is prominently displayed, followed by a 'Buy Now' button. Below the price, there's a 'Course Info' section with a summary: 'Learn to make informed decisions and predictions based on insights obtained from your data. In this course you will learn why big data matters, how it is changing the world, and what you can do about it.' There's also a 'About the author' section featuring a photo of Xavier Morera.

This version of the wireframe shows the same course details but with some visual updates. The 'Course Info' section includes a 'Beginner' level indicator and a '5 hours' duration. The 'About the author' section has a larger photo of Xavier Morera and includes a detailed bio: 'Xavier Morera is a marketing professional with over 10 years of experience in the field. He has worked for various companies, including Fortune 500 companies like Google and Facebook. Xavier is currently the Head of Marketing at D-Learn. He is a certified AWS Solutions Architect and has a deep understanding of big data and machine learning. He is passionate about helping businesses use data to drive growth and innovation. In his free time, he enjoys spending time with his family and exploring new hobbies like photography and cooking.' Below the bio is a 'Marketing Articles' section.

The wireframe displays a grid of four article cards under the heading 'Marketing Articles'. Each card features a thumbnail, the title 'AWS Certified solutions Architect', a brief description, and a 'Read more' button. The descriptions are placeholder text: '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.' The prices listed are \$80, \$80, \$80, and \$80 respectively.

FIGURE 3.6 – Figma : Page Overview

This version of the wireframe shows the 'Marketing Articles' section with a different layout. It includes a 'Search' bar and a 'Sort by' dropdown. The article cards are arranged in two rows of two. Each card includes a 'Read more' button and a 'Comments' section with a count of 100. The descriptions and prices are identical to the previous version.

FIGURE 3.7 – Figma : Page des Chapitres

This screenshot displays a Figma prototype of a learning platform's user interface. At the top, there's a header with the logo 'TOTC' and navigation links for Home, Courses, Careers, Blog, and About Us. Below the header is a user profile card for 'John Anderson' from 'Appleton Polytechnic at Milwaukee University'. The profile includes a photo of a person wearing headphones, a bio, and a 'Enroll Now' button. The main content area shows a 'literature course' section with four book covers: 'build your dream network', 'VISIBLE LEARNING FOR LITERACY', 'THE NEW RULES OF WORK', 'PIVOT', 'Learning & Development', and 'VISIBLE LEARNING FOR LITERACY'. Each book has a price of '\$24' and a 'All Benefits of PLUS' badge. A navigation bar below the books includes tabs for About, Course, Notes, Project, Podcast, Book (which is highlighted in blue), and Review.

FIGURE 3.8 – Figma : Page Détails d'un Formateur

This screenshot shows a Figma prototype of a chapter page from a course. The top navigation bar includes 'Home', 'Courses', 'Careers', 'Blog', 'About Us', and a user icon. The main content area features a large image of people working together. A prominent price of '\$49.65' is displayed, along with a 'Buy Now' button. To the right, there's a 'Course Info' section with a list of topics and a rating of 5 stars. Below that is a 'About the author' section featuring a profile picture of 'Xavier Monera' and a brief bio. Further down is a 'Marketing Articles' section with four cards, each showing a thumbnail, title, and a 'See all' link.

FIGURE 3.9 – Figma : Page des Chapitres

### 3.1.2.2 Espace administrateur

This screenshot shows a Figma prototype of a dashboard. On the left, there's a sidebar with a 'Dashboard' button and links for Courses, Authors, and Students. The main area contains six circular charts arranged in a 2x3 grid, each representing 'User Distribution' from 1-6 Dec, 2020. The charts show percentages for Student (40%), Administrator (32%), and Authors (28%). The sidebar also includes a 'Logout' button.

FIGURE 3.10 – Figma : Page Tableau De Board

This screenshot shows a Figma prototype of an 'Add course' page. The top navigation bar includes 'Dashboard', 'Courses' (which is selected and highlighted in blue), 'Authors', and 'Students'. The main content area features a table with columns for COURSE ID, DESCRIPTION, STATUS, and PRICE. There are three rows: 'course 1' (status: advanced, price: \$500.00 CAD), 'course 2' (status: advanced, price: \$500.00 CAD), and 'course 3' (status: advanced, price: \$500.00 CAD). Below the table are several input fields labeled 'Label' and a 'Get in touch' button.

FIGURE 3.11 – Figma : Page D'ajout De Formation

## 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 :

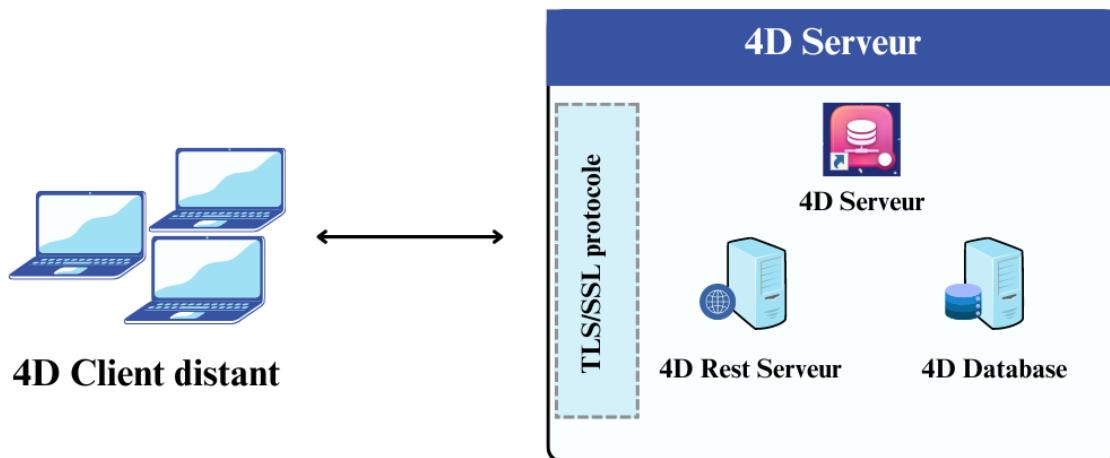


FIGURE 3.12 – Architecture physique de système.

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 notre application 4D Server.

### 3.2.2 Architecture logique

Dans notre architecture, nous avons utilisé le principe de « Couche » pour 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 multicouches qui s'intègre parfaitement. La figure suivante illustre l'architecture logicielle proposée pour le système développé, en présentant quatre couches : couche présentation, couche contrôleur, couche métier qui s'occupe des différents traitements et couche accès aux données.

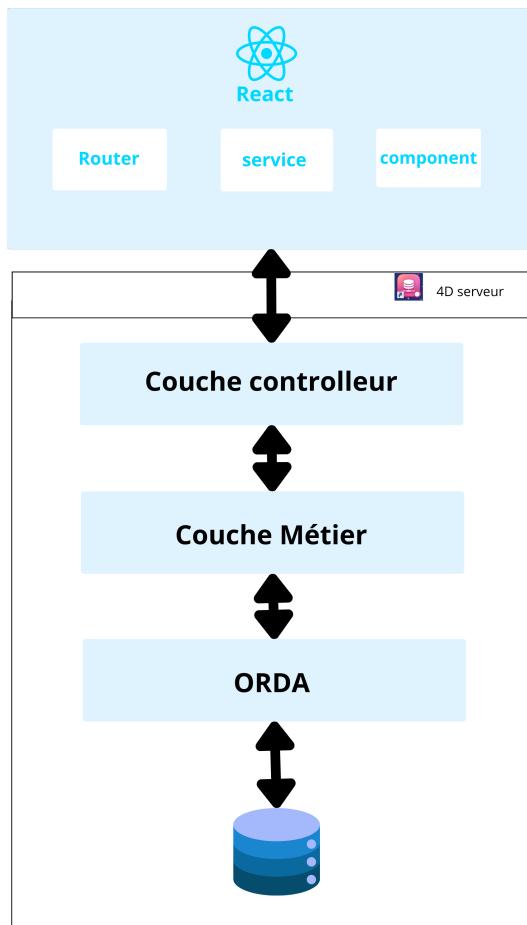


FIGURE 3.13 – Architecture logique de système.

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 contrôleur, 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 (Object Relational Data Access), qui 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.

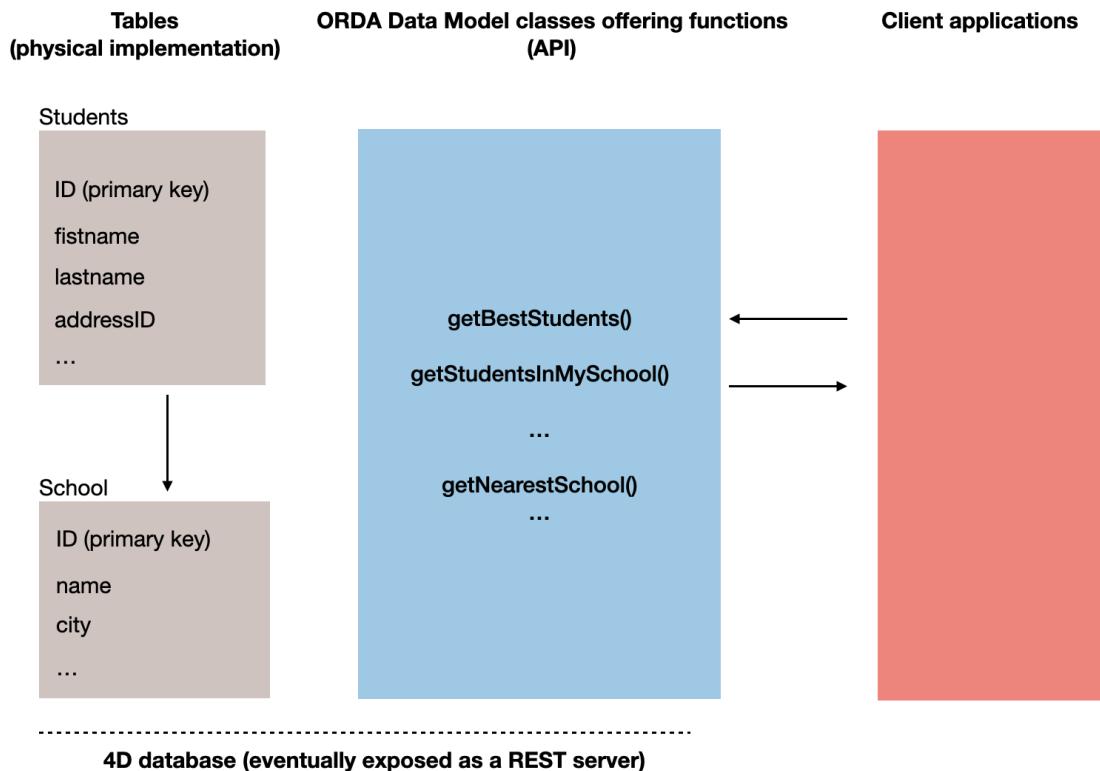


FIGURE 3.14 – Orda Data Model Class

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

## 3.3 Conception Détailée

### 3.3.1 Diagramme de Classe

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.

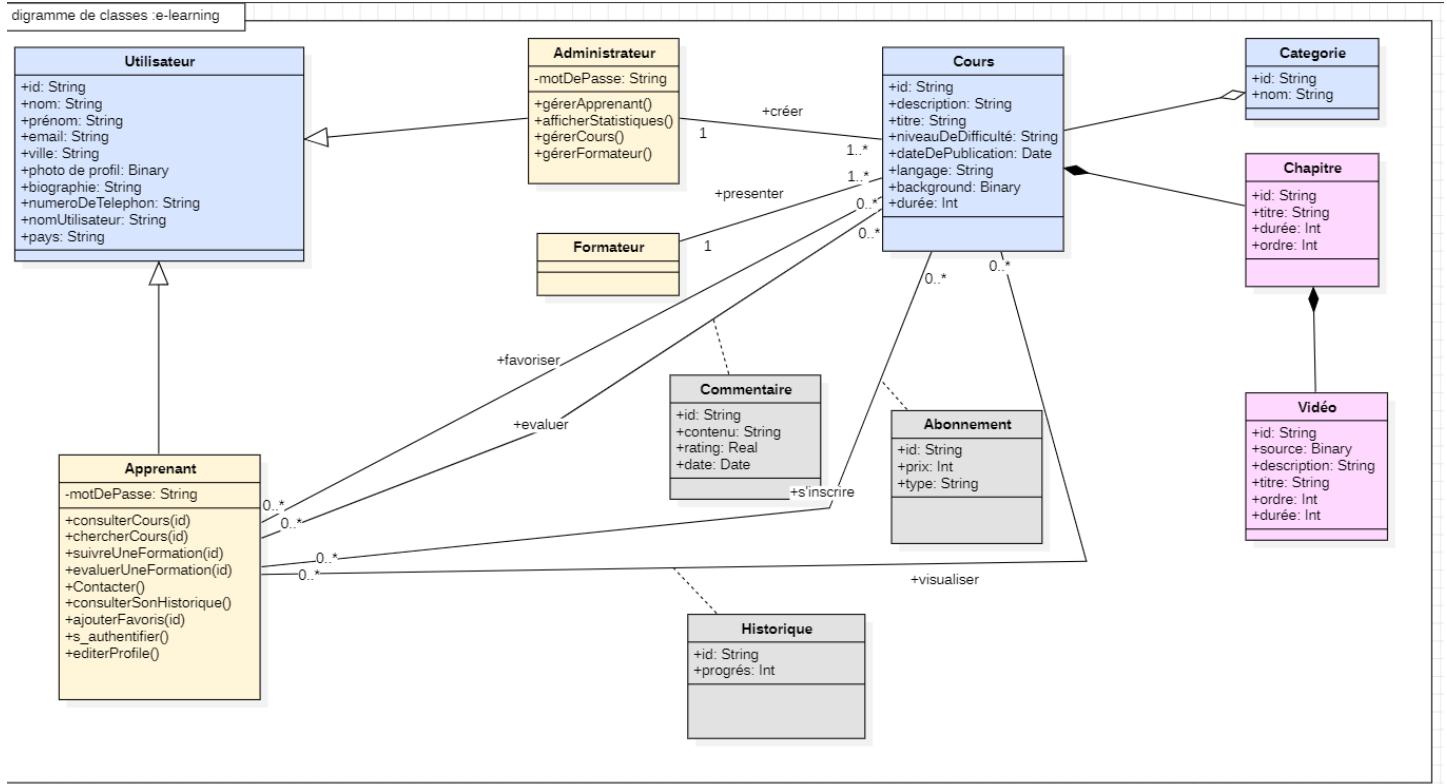


FIGURE 3.15 – Diagramme de Classe

### 3.3.2 Diagramme de séquence détaillé

#### Diagramme de séquence de l'authentification

Dans ce diagramme, nous avons essayé de montrer de manière plus détaillée comment un utilisateur peut s'identifier sur notre plateforme.

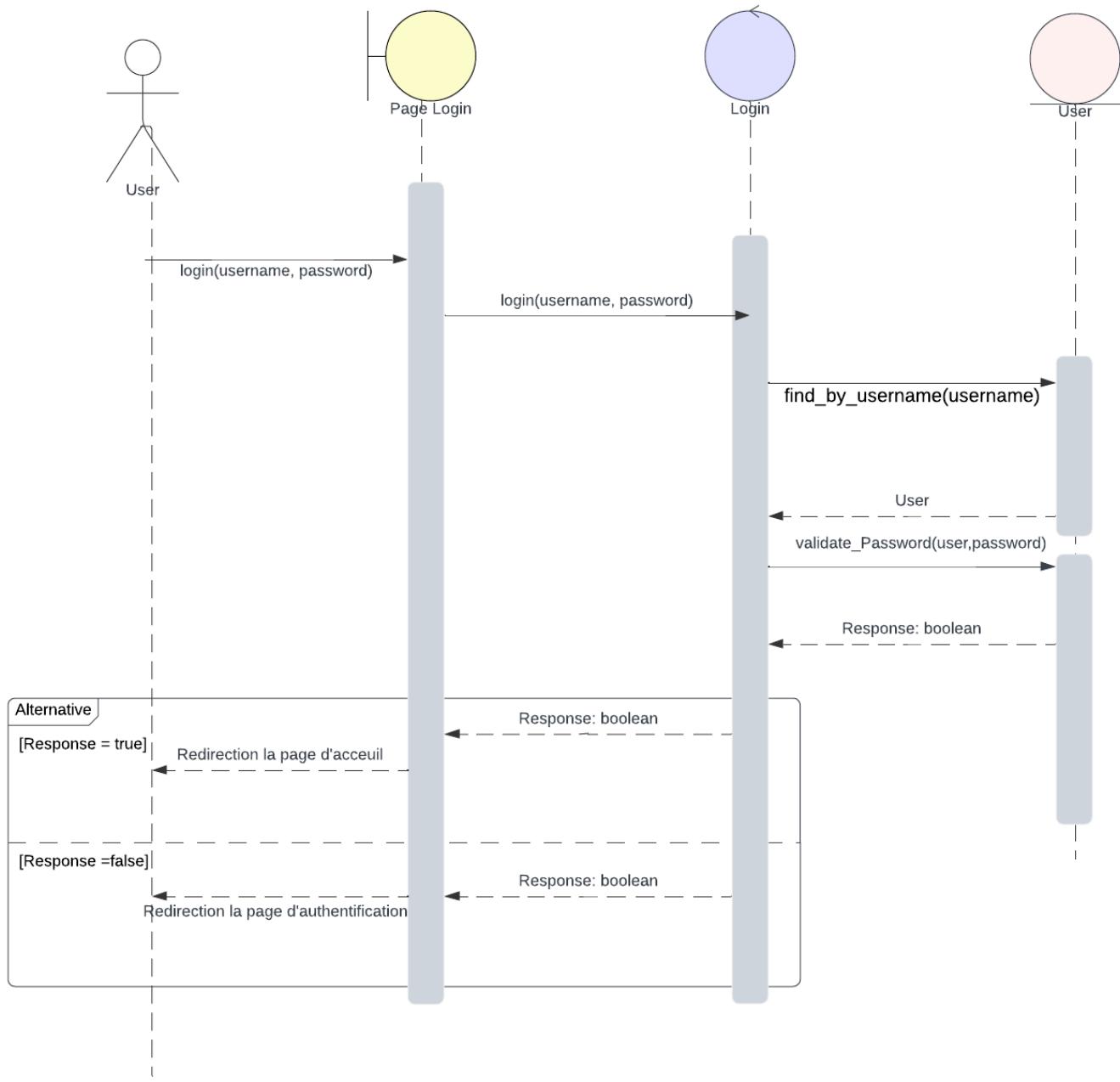


FIGURE 3.16 – Diagramme de séquence détaillé de l'authentification

### Diagramme de séquence d'ajouter une formation

Ce diagramme montre comment le système ajoute une formation. D'abord, après avoir cliqué sur le bouton "Add Course", le système essaie d'abord d'enregistrer les informations de la formation. Ensuite, grâce à l'ID de la formation, on peut ajouter les chapitres liés à cette formation, ainsi que les vidéos. Tout cela se fait de manière transactionnelle pour s'assurer que le cours est ajouté correctement.

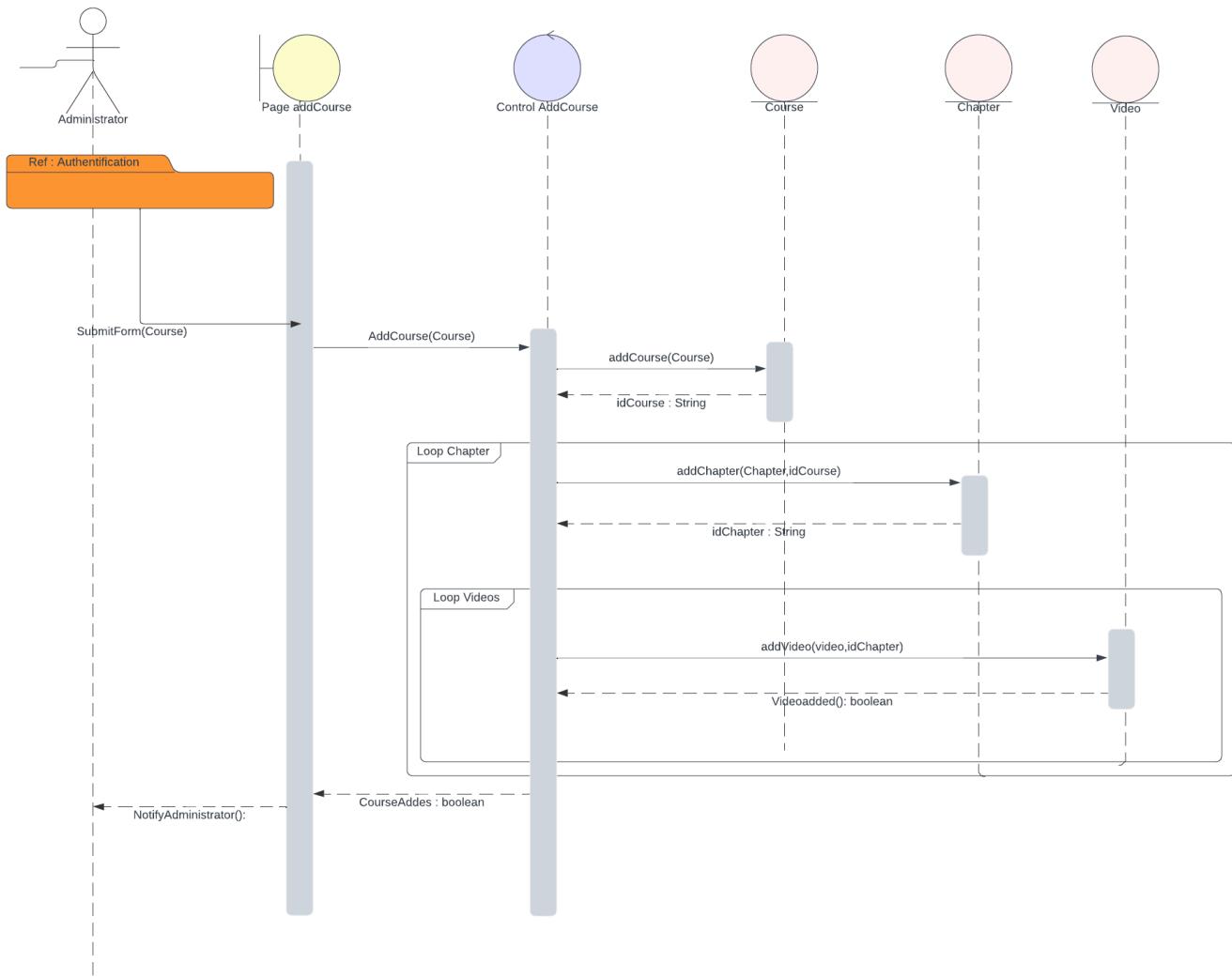


FIGURE 3.17 – Diagramme de séquence détaillé d'ajouter une formation

### Diagramme de séquence d'ajouter un formateur

Dans ce diagramme, nous essayons d'ajouter un auteur. D'abord, lorsque l'administrateur clique sur "Ajouter un auteur", le système envoie les informations écrites dans le formulaire au contrôleur, qui essaie de les traiter et de les enregistrer dans la base de données. Finalement, l'administrateur sera informé de l'état de cette requête : est-ce que l'auteur est enregistré ou bien une erreur est apparue.

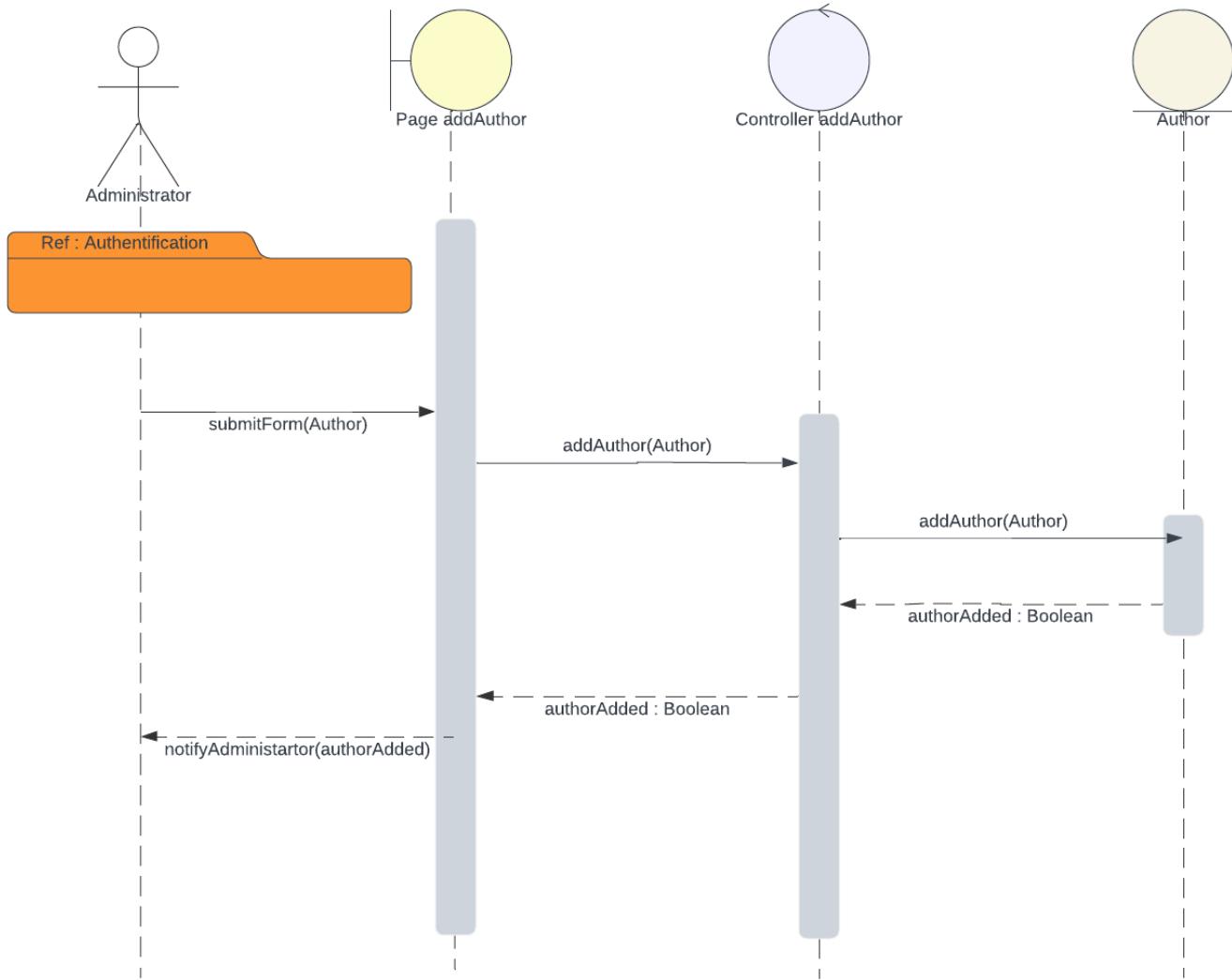


FIGURE 3.18 – Diagramme de séquence détaillé d'ajouter un formateur

## Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons d'abord présenté le prototype de notre application. Ensuite, nous avons examiné les architectures utilisées ainsi que les diagrammes de classes et de séquences. Nous allons maintenant entamer la partie de l'implémentation et la validation de notre solution.

# Chapitre 4

## Réalisation

Dans ce chapitre, nous présentons l'implémentation de notre travail. Nous décrivons brièvement en premier temps les technologies utilisées, puis nous enchaînons sur les captures d'écran des différents fonctionnalités réalisées. Par la suite, nous passons à la partie de la validation des exigences.

## 4.1 Langages et technologies 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 [5].

### 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 le code JavaScript existant est également du code TypeScript. L'avantage principal de TypeScript est sa capacité à exposer les comportements imprévus dans le code, diminuant les risques de bugs. [6]

### 4.1.3 Couche traitement : 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

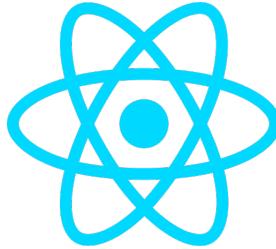


FIGURE 4.5 – Logo React

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 4.6 – 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

Axios est un client HTTP basé sur les promesses compatible avec node.js et les navigateurs. Il est isomorphique (c'est à dire qu'il peut opérer dans le navigateur et dans node.js avec le même code). Côté serveur, il utilise le module natif http de node.js, et côté client (navigateur) il utilise les XMLHttpRequests. [11]

### 4.3 Environnements et outils de développement utilisés

#### 4.3.1 Visual Studio Code



FIGURE 4.7 – Logo Visual Studio Code

Visual Studio Code est un 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. [7]

#### 4.3.2 4D Client

4D permet de construire des applications client-serveur 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

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 4.8 – 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 historique facilitant ainsi leur ré-exécution. [8]

#### 4.3.5 GitLab



FIGURE 4.9 – 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. [9]

### 4.3.6 Git



FIGURE 4.10 – 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 4.11 – 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 Rose<sup>1</sup> ou Together<sup>2</sup>. 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. [10]

## 4.4 Base de données

La plateforme 4D intègre un système de gestion de base de données (SGBD) qui permet le stockage, la gestion et la manipulation des données. Nous utilisons le composant structure pour créer graphiquement les tables de notre base de données, en suivant un ensemble de règles propres à 4D.

Nous séparons la catégorie des cours dans une table distincte. Cela permet de gérer les catégories de manière centralisée et de faciliter leur mise à jour. Si la catégorie des cours change, il suffit de modifier

la table des catégories et les modifications seront automatiquement répercutées sur tous les cours qui y sont associés.

De même, nous séparons la table des rôles pour prendre en compte l'ajout de nouveaux rôles. Cela permet de gérer les rôles de manière indépendante et de faciliter leur gestion. Si un nouveau rôle est ajouté, il suffit de créer une nouvelle entrée dans la table des rôles et de lui associer les permissions nécessaires.

Enfin, nous séparons également la table "administrateur" pour faciliter la gestion des priviléges et des rôles. Cela permet de gérer les administrateurs de manière indépendante et de leur attribuer des permissions spécifiques. De plus, en séparant cette table, nous garantissons que ses données ne peuvent pas être accessibles par un autre utilisateur.

La figure suivante représente notre base de données :

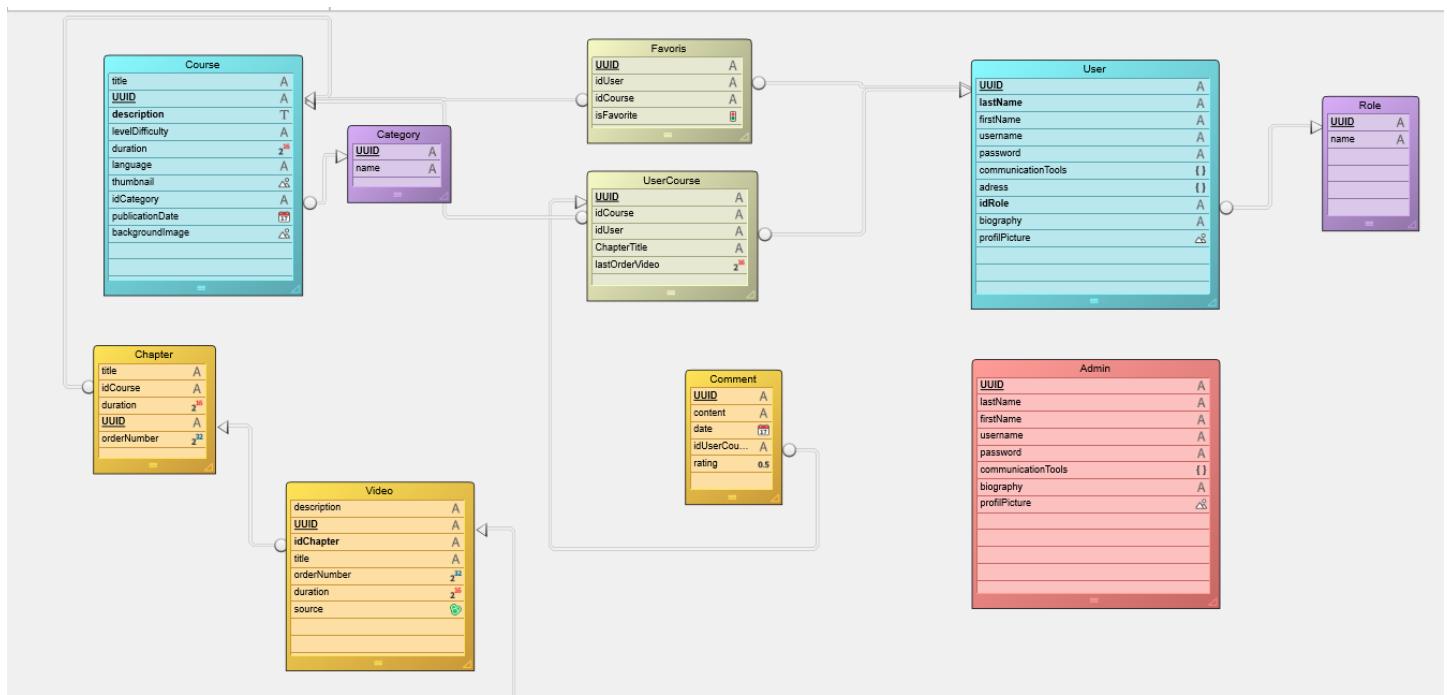


FIGURE 4.12 – Création de la base de données en 4D

La gestion des relations entre les tables est un peu différente dans le SGBD 4D. Elle ne se fait pas seulement à travers les clés mais aussi via la création de liens avec des règles spécifiques à 4D. D'ailleurs, on peut seulement utiliser les liens N vers 1.

Lorsqu'on trace un lien entre deux tables, la table contenant le champ clé primaire de la relation est appelée la Table 1, et la table contenant le champ clé d'appel de la relation est appelée la Table N. Ces tables sont appelées Table 1 et Table N car un enregistrement de la Table 1 est relié à N enregistrements de la Table N et inversement. Ce type de relation est appelé une relation de N vers 1.

Les liens 1 vers 1 ne sont pas utilisés car les tables liées par ce type de lien peuvent être combinées dans une table unique.

Pour manipuler les relations plusieurs-à-plusieurs, nous utilisons ce qu'on appelle "Attribut Alias". En effet, ils apportent plus de lisibilité et de simplicité dans le code et dans les recherches en permettant de s'appuyer sur des concepts métier plutôt que sur des détails d'implémentation.

Considérant le modèle suivant :

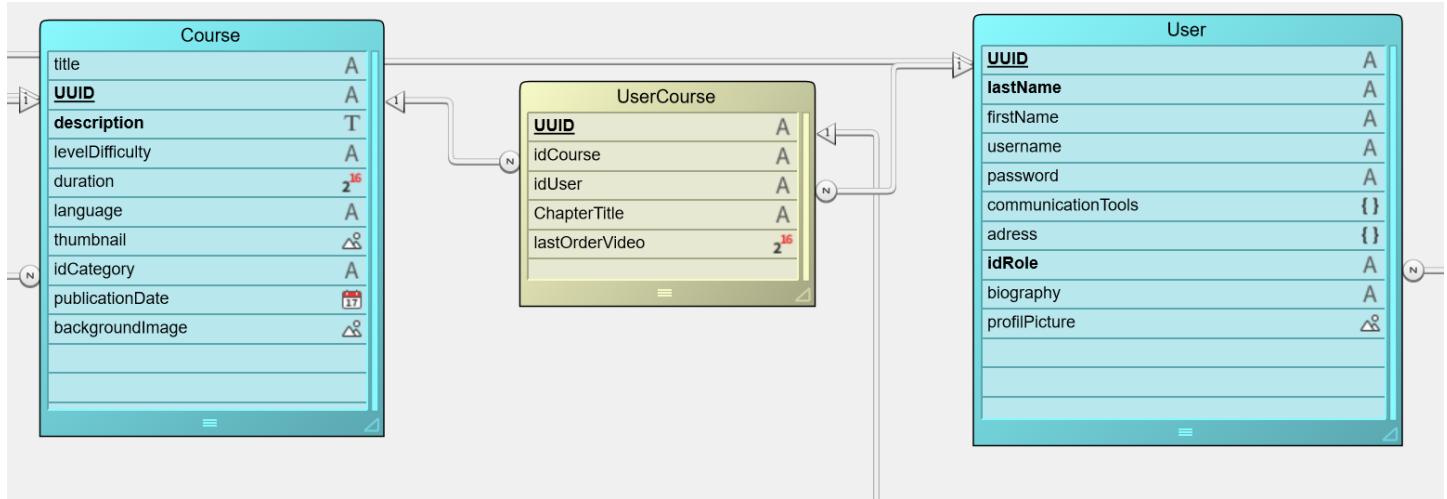


FIGURE 4.13 – Exemple de relation N vers N

Dans la dataclasse Course, l'attribut alias "client" renvoie tous les utilisateurs d'une formation

```
Class extends Entity
exposed Alias client userCourses.user
```

FIGURE 4.14 – Attribut Alias

## 4.5 Sécurité

### 4.5.1 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.

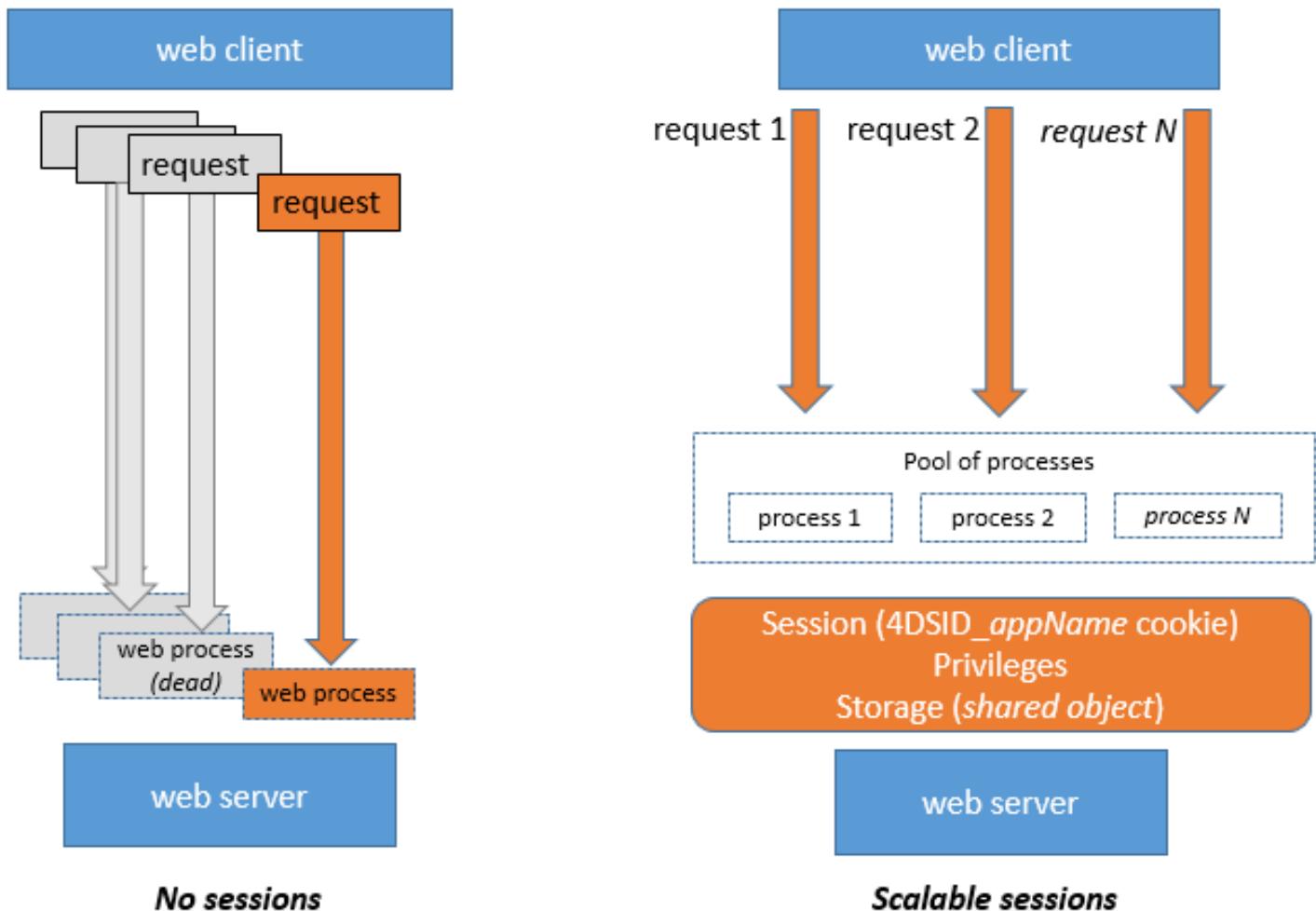


FIGURE 4.15 – Schéma des sessions extensibles

## 4.5.2 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 fonction `session.setPrivileges()`.

En roles.json : Chaque demande d'utilisateur envoyée au cours de la session est évaluée par rapport aux priviléges 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.

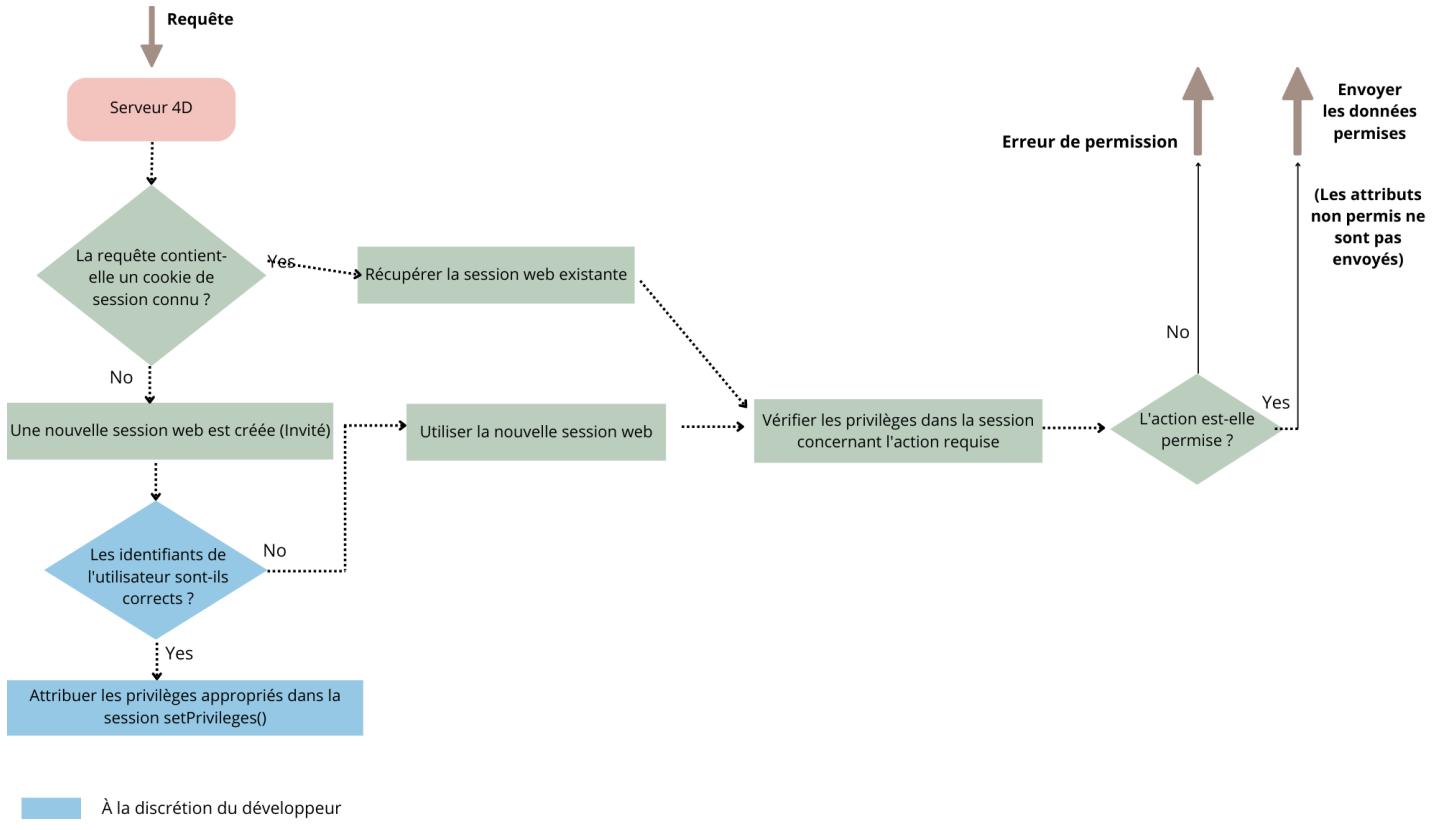


FIGURE 4.16 – Schéma des priviléges en 4D

## 4.6 Captures d'écran

### 4.6.1 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.

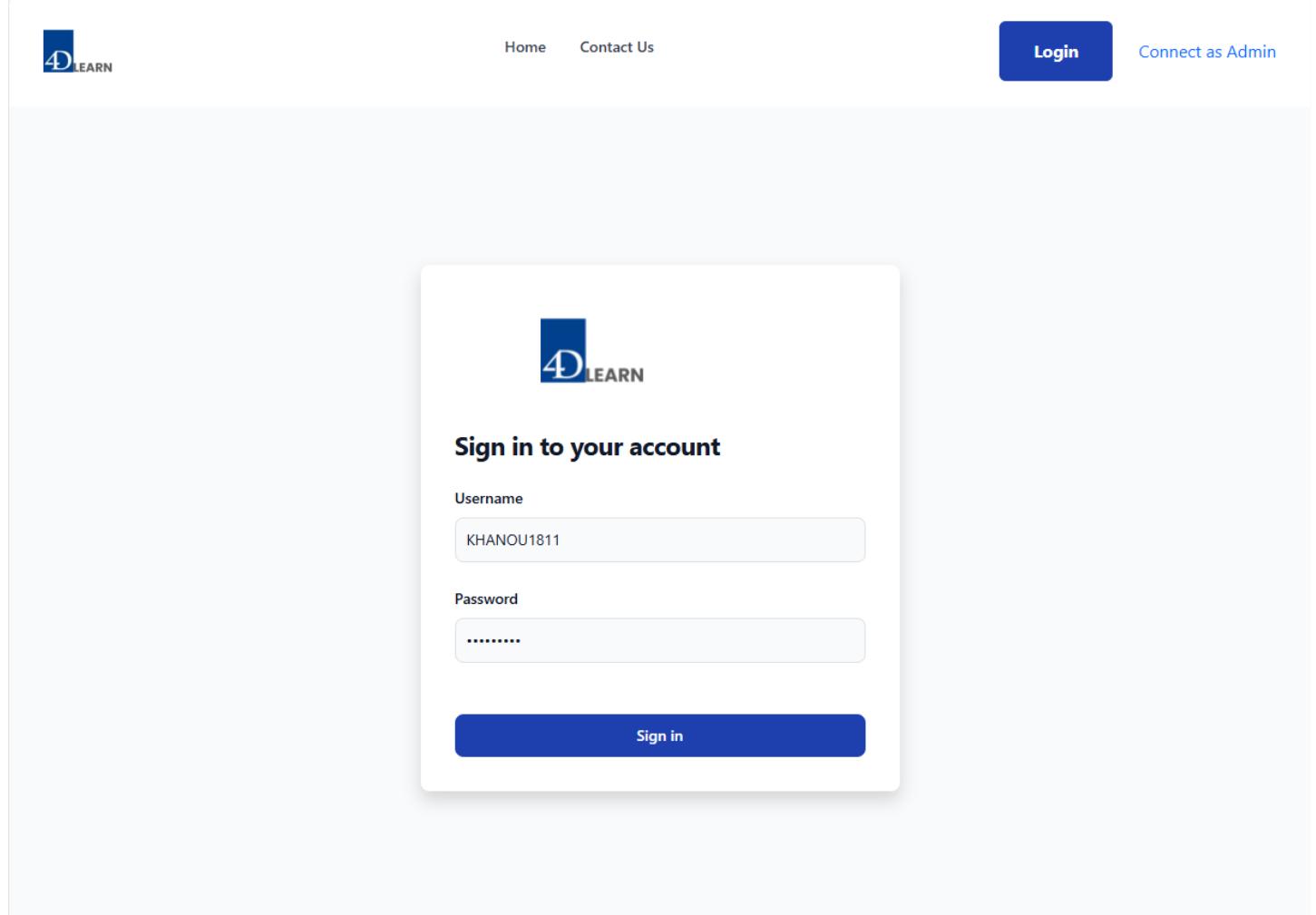


FIGURE 4.17 – La page d'authentification

## 4.6.2 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.

### 4.6.2.1 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 course catalog. At the top, there are search fields for 'Search Section' and 'Search your favorite course' with a magnifying glass icon. Below these are four filter dropdowns: 'Category', 'Language', 'Level type', and 'Sorted By'. The main area displays six course cards arranged in two rows of three.

- Top Left Card:** 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'. It includes a 'Read more ...' button and a heart icon.
- Top Middle Card:** 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'. It includes a 'Read more ...' button and a heart icon.
- Top Right Card:** 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'. It includes a 'Read more ...' button and a heart icon.
- Bottom Left Card:** Preview image showing a blue circuit board with the text '4D v19 LTS'.
- Bottom Middle Card:** Preview image showing a blue circuit board with the text '4D v19 LTS'.
- Bottom Right Card:** Preview image showing a purple and blue abstract design with the text 'Qodly Studio' and 'Developer Preview'.

FIGURE 4.18 – Liste des formations

#### 4.6.2.2 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.

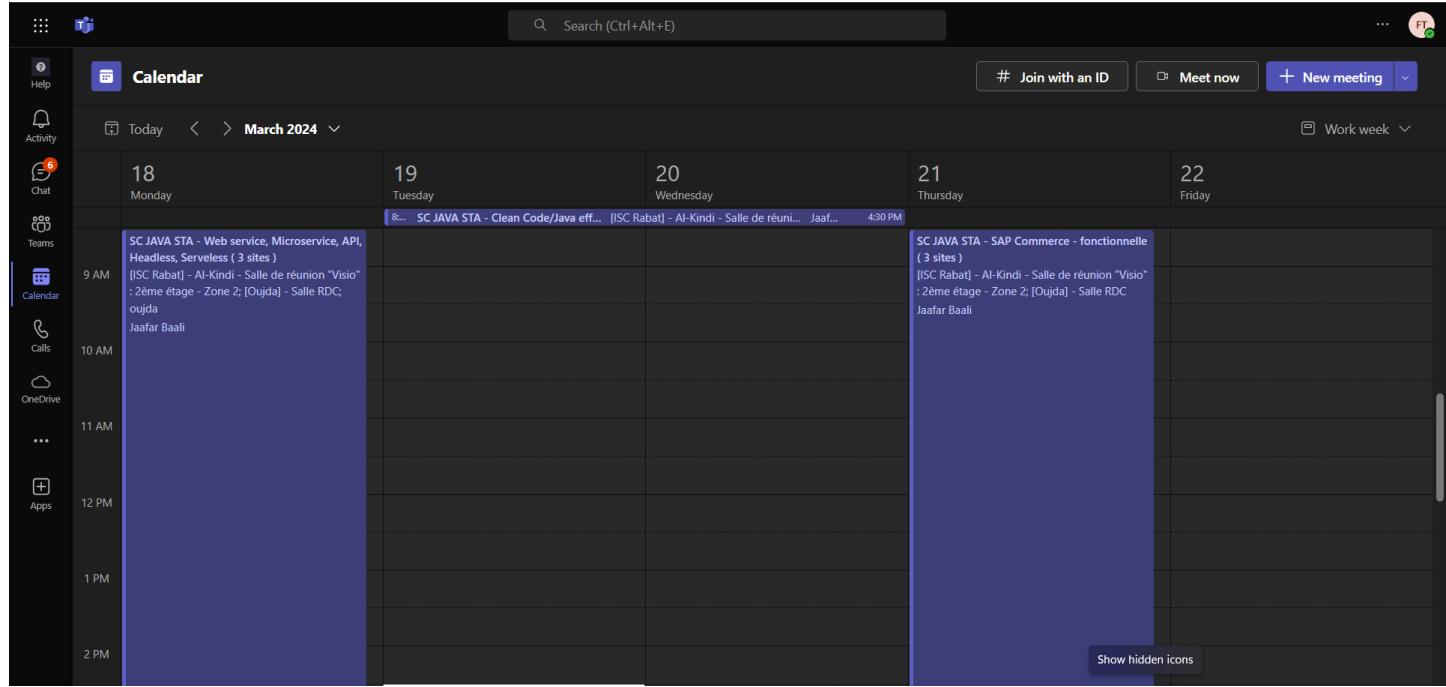


FIGURE 4.19 – Détails d'une formation

#### 4.6.2.3 Suivre une 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.

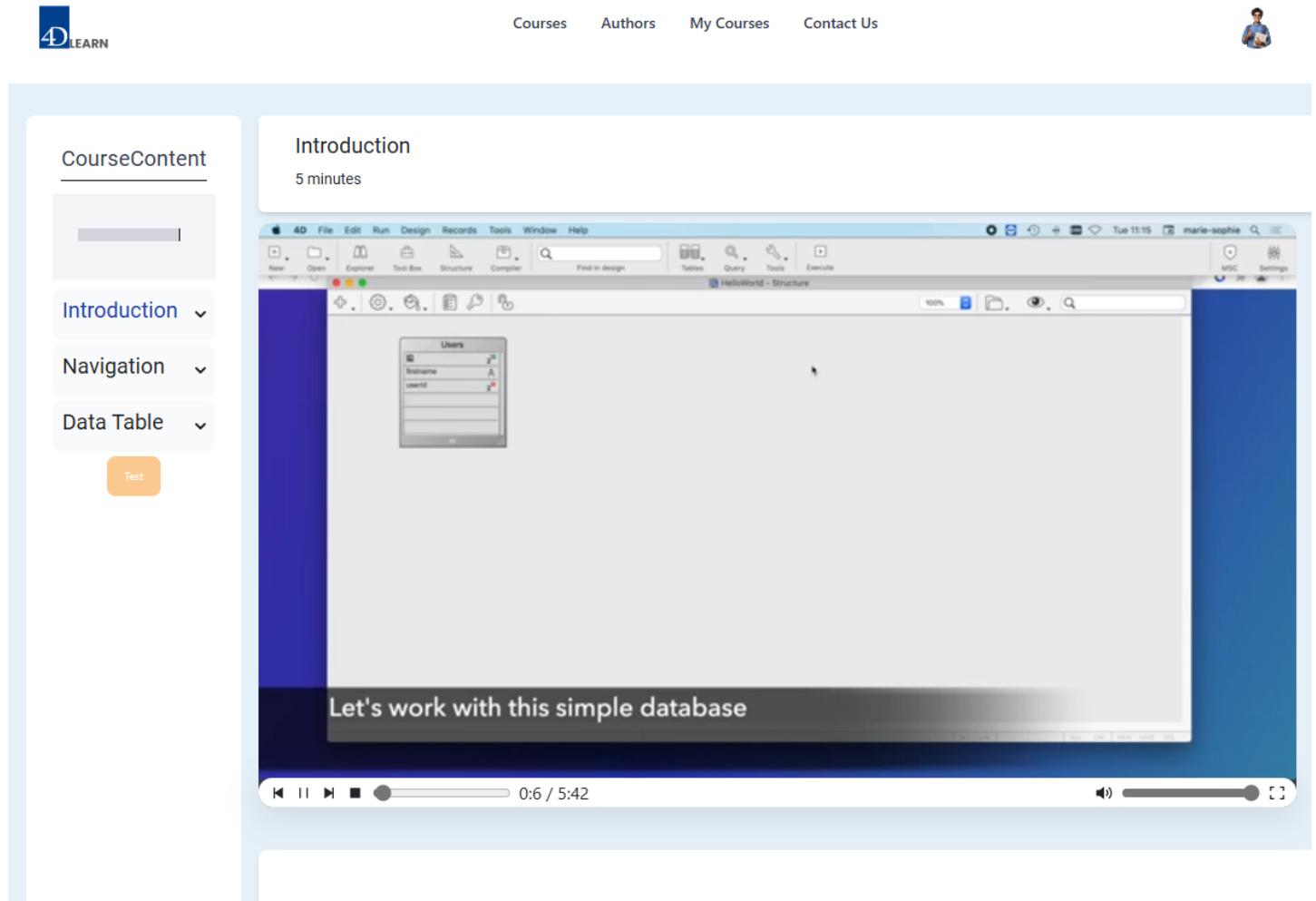


FIGURE 4.20 – Regarder Formation

#### 4.6.2.4 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

&lt; 1 2 3 &gt;

FIGURE 4.21 – la liste Des Formateurs

## 4.6.2.5 Historique

Cette page affiche l'historique des formations suivies par l'apprenant, incluant sa progression.

The screenshot displays the 'Progression of Your Courses' section on the 4D LEARN website. At the top, there is a search bar. Below it, three course cards are shown:

- 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. Last Chapter: Introduction. Last video: Hello World. Progress: 25%.

At the bottom center, there is a navigation bar with arrows and the number '1'.

FIGURE 4.22 – Page D'Historique

#### 4.6.2.6 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**: Advanced category. Description: By using 4D View Pro, you can greatly expand the functionality of a 4D application. Add reporting a... category: Advanced Development. A red heart icon indicates it is favorited. [Read more ...](#)
- Introduction to extending data classes**: Intermediate category. Description: Data classes come with many perks to enhance the way you write code: hide complexity, reduce errors,... category: Basic Training. A red heart icon indicates it is favorited. [Read more ...](#)
- Objects for beginners: Everything you need to know about objects in 4D**: Intermediate category. Description: Learn the fundamental aspects of objects so you can put them to optimal use. Objects are very flexib... category: Advanced Development. A red heart icon indicates it is favorited. [Read more ...](#)

FIGURE 4.23 – Page de Favoris

#### 4.6.2.7 Page de profil

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

The screenshot shows a user interface for editing a profile. 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 4.24 – Page de Profil

#### 4.6.2.8 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.

The screenshot shows a user profile for El Hour Abdelhafid (@hafid01). His bio states: "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". Below the bio are contact details: a phone icon followed by the number 0664693254, and an envelope icon followed by the email address hafidelhour@4d.com.

**courses**

- APPLICATION BUILDER** Advanced [Read more ...](#)
- Qodly Studio** Intermediate [Read more ...](#)
- 20 R4 RELEASE WEBINAR** Beginner [Read more ...](#)
- PRÉSENTATION DE QODLY STUDIO** Beginner [Read more ...](#)

FIGURE 4.25 – Page de profil d'un formateur

### 4.6.3 Espace Administrateur

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

#### 4.6.3.1 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.

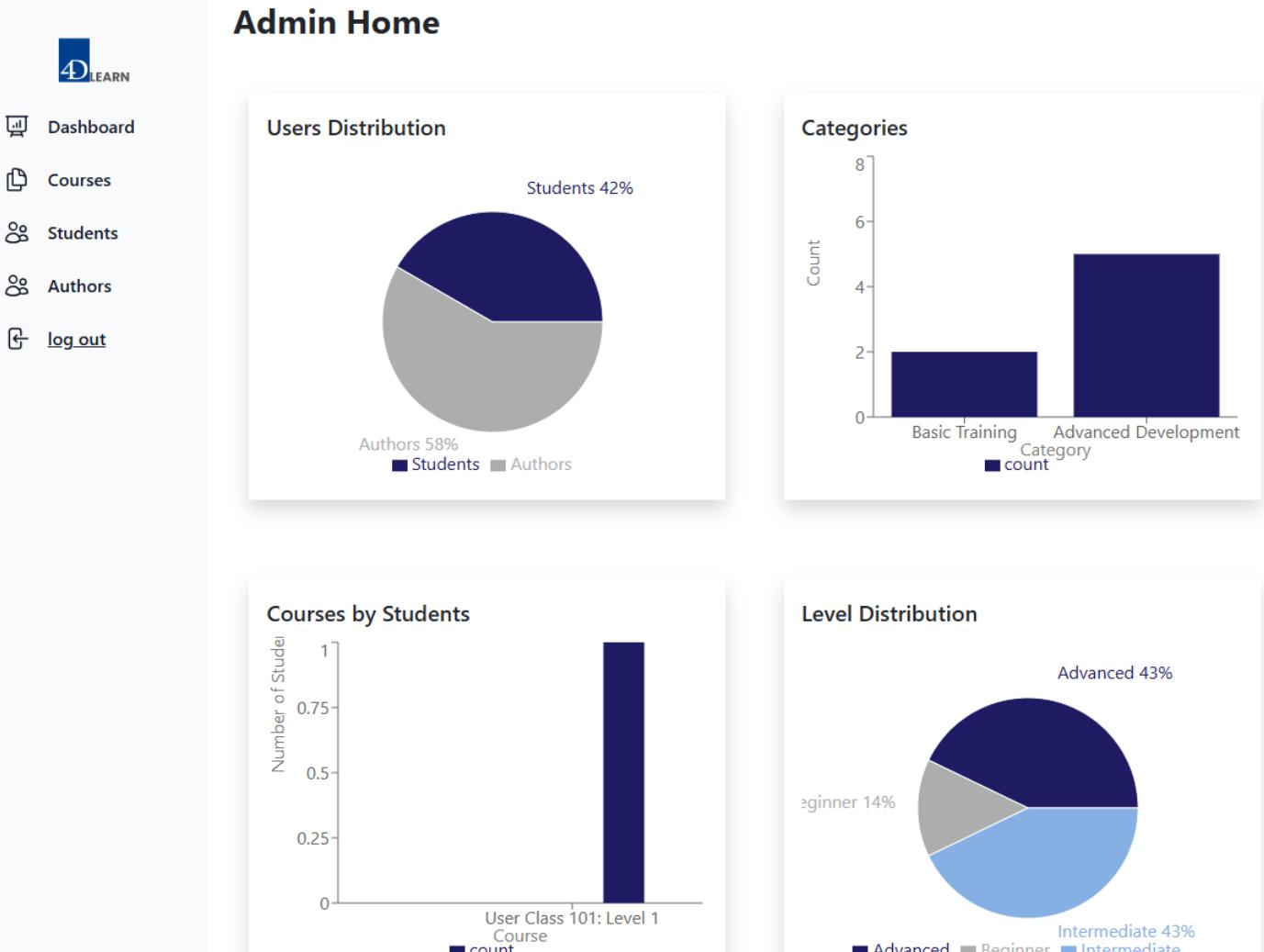


FIGURE 4.26 – Page de tableau de bord

#### 4.6.3.2 Liste des formations et ajout formation

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

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

Adding courses

Information about the course

Title	Author	Level Difficulty
Language	Category	
Course Description	<b>Choisir un fichier</b>	Aucu...tionné
	<b>Choisir un fichier</b>	Aucu...tionné

FIGURE 4.27 – Page de Liste des formations et ajout formation

#### 4.6.3.3 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				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>
	Olivier	Deschanel	Deschanel01	0664693254	Deschanel@4d.com				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>
	Mohamed	Agoulzi	Agoulzi01	0664693254	agoulzi@4d.com				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>
	Abdelhafid	El Hour	hafid01	0664693254	hafidelhour@4d.com				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>
	Ouafa	Ajarroud	Ajarroud01	0664693254	Ajarroud@4d.com				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>
	Ahlam	Benhachem	Benhachem01	0664693254	Benhachem@4d.com				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>
	Reda	Mourad	Mourad01	0664693254	mourad@4d.com				<span style="color:red;">Delete</span> <span style="color:blue;">Edit</span>

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 4.28 – Page de liste des formateurs et ajout formateur

#### 4.6.3.4 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, there is a sidebar with icons for Dashboard, Courses, Students, Authors, and a highlighted 'log out' option. The main area displays a table of student information with columns: LAST NAME, USERNAME, PHONE, EMAIL, COUNTRY, CITY, STREET, and ACTIONS (containing delete and edit icons). Below the table is a navigation bar with arrows and a page number '1'. A modal window titled 'Add Student' is open, containing fields for First Name, Last Name, Username, Password, Biography, Phone, Communication Email, Country, City, and Street.

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	

FIGURE 4.29 – Page de liste des apprenants et ajout apprenant

## 4.7 Validation des exigences

### 4.7.1 Exigences Fonctionnelles

La validation des exigences est une étape cruciale pour s'assurer que toutes les fonctionnalités et les besoins du système sont correctement mis en œuvre. Voici les exigences fonctionnelles que nous avons pu intégrer dans notre plateforme :

#### 4.7.1.1 Authentification

Pour valider l'exigence d'authentification, nous avons mis en place un système de connexion où les utilisateurs doivent saisir leur identifiant (email ou nom d'utilisateur) et leur mot de passe. Nous avons testé différentes combinaisons d'identifiants et de mots de passe pour vérifier que seuls les utilisateurs enregistrés peuvent accéder aux services.

#### 4.7.1.2 Apprenant

**4.7.1.2.1 Gestion des Abonnements** L'exigence de gestion des abonnements n'a pas encore été totalement intégrée, notamment en ce qui concerne le paiement. Actuellement, les utilisateurs peuvent s'inscrire aux formations sans payer. La validation de cette exigence a été faite en vérifiant que les utilisateurs peuvent s'inscrire à une formation après s'être authentifiés.

**4.7.1.2.2 Gestion des Formations pour les Apprenants** Pour chaque sous-fonctionnalité de la gestion des formations, nous avons effectué des tests utilisateurs :

- Inscription à une formation : Les utilisateurs ont pu s'inscrire à une formation après s'être authentifiés.
- Consultation d'une formation : Les utilisateurs inscrits ont pu accéder aux détails des formations.
- Évaluation d'une formation : Les utilisateurs ont pu laisser des évaluations après avoir suivi une formation.
- Recherche de formations : Les utilisateurs ont pu rechercher et trouver des formations spécifiques sur la plateforme.
- Consultation du profil d'un formateur : Les utilisateurs ont pu accéder aux profils des formateurs et consulter leurs informations.

**4.7.1.2.3 Gestion de Profil** Les utilisateurs ont pu modifier leurs informations personnelles, et les modifications ont été enregistrées et affichées correctement.

#### 4.7.1.3 Administrateur

**4.7.1.3.1 Gestion des Formations pour les Administrateurs** Les administrateurs ont pu ajouter et supprimer des formations. Chaque action a été testée pour s'assurer que les modifications sont correctement reflétées sur la plateforme. Cependant, la fonctionnalité de modification des formations n'a pas encore été implémentée. La validation des exigences a donc été partiellement réalisée pour cette section, en attendant l'ajout de la fonctionnalité de modification.

**4.7.1.3.2 Gestion des Apprenants pour les Administrateurs** Les administrateurs ont la capacité de gérer les apprenants en ajoutant, modifiant et supprimant leurs profils.

**4.7.1.3.3 Gestion des Formateurs pour les Administrateurs** Les administrateurs ont la capacité de gérer les formateurs en ajoutant, modifiant et supprimant leurs profils.

**4.7.1.3.4 Consultation des Statistiques** Les administrateurs ont pu accéder aux statistiques de la plateforme, y compris le nombre d'abonnés, les formations les plus populaires et les évaluations des formations.

## 4.7.2 Exigences Non Fonctionnelles

Les exigences non fonctionnelles définies pour la plateforme ont été évaluées afin de garantir leur intégrité et leur conformité. Voici les résultats de la validation pour chaque exigence :

- **Convivialité** : Pour assurer une facilité d'utilisation optimale, des tests d'utilisabilité ont été menés avec un panel d'utilisateurs représentatifs. Les interfaces utilisateur ont été évaluées selon des critères de simplicité, d'ergonomie et d'adaptabilité. Les résultats ont confirmé que les interfaces sont conviviales et répondent aux attentes des utilisateurs.
- **Maintenabilité** : L'architecture mise en œuvre a été conçue avec une forte abstraction, permettant une intégration aisée de nouvelles fonctionnalités et une évolution technologique sans perturbation majeure de l'infrastructure existante.
- **Performance** : Nous avons optimisé les requêtes envoyées au serveur afin de minimiser le temps de réponse du système en les regroupant en une seule requête.
- **Disponibilité** : Pour garantir une disponibilité maximale, nous envisageons d'utiliser plusieurs serveurs simultanément. Cette approche permettra de répartir la charge et d'assurer une continuité de service robuste même en cas de défaillance d'un serveur.
- **Sécurité** : Les requêtes ont été sécurisées en utilisant le protocole TLS (Transport Layer Security), assurant ainsi le chiffrement des données échangées entre les utilisateurs et la plateforme. Cette mesure renforce la protection des données personnelles des utilisateurs et garantit l'intégrité du contenu de la plateforme, conforme aux normes et régulations en vigueur.

## Conclusion

Ce chapitre a été consacré à l'implémentation et à la validation de notre solution. Après une présentation des outils utilisés et des captures d'écran réalisés, nous avons passé en revue l'étape de validation.

# Conclusion générale

Dans le cadre de ce projet, nous avons présenté le développement d'une plateforme de formation en ligne pour 4D Logiciel, spécialisée dans le développement de solutions technologiques. Ce projet vise à fournir aux employés et clients de 4D un espace numérique adapté à leurs besoins de formation.

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, comme le paiement des abonnements et la modification des formations. Nous visons également à ajouter différentes langues sur la plateforme, étant donné que 4D Logiciel est une entreprise multinationale, ainsi qu'à créer une version mobile pour faciliter l'accès des utilisateurs.

# Références

- [1] *SQLI*, <https://fr.4d.com/>.
- [2] *les valeurs du groupe SQLI* , <https://www.sqlis.com/ma-fr/carriere/les-valeurs-sqli>
- [3] *About 4D*, <https://www.sqlis.com/ma-fr>
- [4] *4D GROUP LEADERSHIP*, <https://uk.4d.com/leadership/>
- [5] *Qu'est-ce que le langage UML* , <https://www.lucidchart.com/pages/fr/langage-uml>
- [6] *TypeScript pour les Programmeurs JavaScript*, [document](#)
- [7] *Visual Studio* , <https://code.visualstudio.com/>
- [8] *Postman* , <https://www.postman.com>
- [9] *GitLab*, <https://about.gitlab.com/>
- [10] *StarUML*, [Document](#)
- [11] *Axios*, <https://axios-http.com/fr/docs/intro>