République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université M'hamed Bougara – Boumerdès



Faculté des Sciences

Département Informatique

Domaine : Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes Informatiques

Mémoire de fin d'études

Conception et développement d'une plateforme intégrée de gestion des formations

Cas : Stellantis El Djazaïr

Présentés par :

Ettouil Said Mohamed Riad

Mestoui Yacine

Rahil Sid Ahmed Hichem

Zerdazi Wassim

Encadrants :

M. KESSOURI Kheir Eddine

Mme. SISMAIL Ouarda

*Stage pratique réalisé chez **Stellantis El Djazaïr***

Année universitaire 2025 – 2026

Remerciements

Avant tout, nous remercions Allah le Tout-Puissant de nous avoir donné la force, la patience et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail.
Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadrante, Mme SISMAIL Ouarda, pour son accompagnement, ses conseils précieux et son soutien tout au long de la réalisation de ce projet.
Nous exprimons également notre profonde gratitude à tous nos enseignants du Département Informatique de l'Université M'Hamed Bougara de Boumerdès pour les connaissances et les compétences qu'ils nous ont transmises durant notre parcours universitaire.
Enfin, nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Dédicace

الحمد لله والشكر كله لله وحده على توفيقه وفضله، فذلك فضل الله يؤتيه من يشاء، لقوله تعالى:
(يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ آمَنُوا مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ)

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents, pour leur amour infini, leurs sacrifices, leur patience et leur soutien durant tout mon parcours. Aucun mot ne pourra exprimer ma profonde gratitude envers vous.

À mes frères et sœurs, pour leurs encouragements, leur présence et leur confiance en moi.

À toute ma famille, qui m'a toujours soutenu de près ou de loin.

À mes amis et camarades, avec qui j'ai partagé les meilleurs moments universitaires.

À mes encadrants et enseignants, pour leurs précieux conseils, leur patience et leur accompagnement tout au long de ce projet.

À toutes les personnes qui ont contribué à ma réussite et qui occupent une place spéciale dans mon cœur.

Enfin, je dédie ce travail à moi-même, pour tous les efforts fournis, la patience et la persévérance afin d'arriver jusque-là.

Mestoui Yacine

I dedicate this work to my dear parents, who have always been my first source of support, with their endless love, sacrifices, and constant encouragement throughout my journey.

To my sisters, who have always been a source of strength and motivation, standing by my side in moments of both success and struggle ; and to my brothers-in-law and their children : Islam, Aboud', and Hiba, who bring warmth and happiness to our family.

To my friend Moh Bakiri and my friend Aymen Djabri, for their support and companionship during this academic path.

To my cousin and friend Romaissa, for her special presence in my life, her sincere support, kindness, and the positive energy she always brings, which has been a true source of comfort and encouragement.

To my neighbor Djabri Abderahman, who was always present in difficult moments, even late at night, offering help, support, and encouragement whenever I needed it.

To my project group, who shared this journey with me through effort, teamwork, and unforgettable moments, and who were a real support throughout this project.

Finally, I dedicate this achievement to myself, as a recognition of every moment of patience, every challenge faced, and every time I believed in my abilities until reaching this stage.

Ettouil Said Mohamed Riad

Je dédie ce travail avant tout à mes chers parents, mon père Rabah Rahil et ma mère, pour leur amour infini, leurs sacrifices, leur patience et leur soutien inconditionnel tout au long de mon parcours. Leurs encouragements et leurs précieux conseils ont toujours été pour moi une source de motivation et de persévérance.

À mes enseignants et encadrants, pour la qualité de leur enseignement, leur disponibilité et l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail. Leurs orientations et leurs remarques ont été d'une grande aide dans la réalisation de ce projet.

À mon frère Fares, à mes sœurs, ainsi qu'à mes chers amis Reda, Yassine et Aymen, et à mes camarades avec qui j'ai réalisé ce projet, pour leur présence constante, leur soutien moral, leur aide précieuse et leur esprit de camaraderie. Merci pour tous ces moments de partage, de motivation et de solidarité qui ont rendu cette expérience inoubliable.

Enfin, je dédie ce travail comme le reflet de mes efforts, de ma détermination et de ma persévérance, qui m'ont permis d'atteindre cette étape importante de mon parcours.

Rahil Sid Ahmed Hichem

Je dédie ce travail avant tout à mes parents, Monsieur Zerdazi Malik et Mme Kermadi Souad, pour leur soutien inconditionnel, leurs sacrifices, leur patience et leurs encouragements tout au long de mon parcours universitaire. Leur confiance et leurs conseils ont toujours été une source de motivation et de persévérance.

À ma famille, pour sa présence, son soutien moral et sa confiance durant toutes ces années d'études.

À mes enseignants et encadrants, qui m'ont transmis leurs connaissances, leur expérience. Leurs conseils et leur accompagnement ont grandement contribué à l'aboutissement de ce projet.

J'adresse également mes sincères remerciements à l'ensemble du personnel du département IT de Stellantis El Djazaïr et notamment Mr Kheir Eddine Kessouri pour leur accueil, leur disponibilité ainsi que l'opportunité qui m'a été offerte d'évoluer dans un environnement professionnel enrichissant et formateur.

Je tiens particulièrement à remercier mes amis ainsi que toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire et qui m'ont soutenu durant cette étape importante de mon parcours.

Enfin, je dédie ce travail à tous ceux qui poursuivent leurs ambitions avec détermination, persévérance et volonté d'apprentissage.

Zerdazi Wassim

Table des figures

1.1 Organigramme de Stellantis El Djazaïr – focus département IT 3

3.1 Diagramme de cas d'utilisation – Gestion de la Formation 14
3.2 Diagramme de classes 15
3.3 Diagramme d'activité – Planification d'une session de formation 17
3.4 Modèle relationnel de la base de données `traincore_db` 19
3.5 Page de connexion 25
3.6 Dashboard administrateur 26
3.7 Interface de gestion des participants 27
3.8 Page de gestion des présences (formateur) 27
3.9 Génération automatique d'une facture 28
3.10 Calendrier mensuel des sessions 29
3.11 Interface de planification d'une session 30
3.12 Changement de mot de passe 31
3.13 Portail Formateur – planning et gestion des sessions 32
3.14 Interface de gestion des formateurs 33
3.15 Email automatique envoyé lors de la création d'un compte 34

Liste des tableaux

2.1 Comparatif des solutions de gestion de formation 8

3.1 Résultats des tests fonctionnels 25

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
API	Application Programming Interface
BCrypt	Algorithme de hachage des mots de passe
CSS	Cascading Style Sheets
CRUD	Create, Read, Update, Delete
ERP	Enterprise Resource Planning
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
IDE	Integrated Development Environment
IT	Information Technology
JSON	JavaScript Object Notation
JWT	JSON Web Token
KPI	Key Performance Indicator
ORM	Object-Relational Mapping
PDF	Portable Document Format
PFE	Projet de Fin d'Études
REST	Representational State Transfer
SGBD	Système de Gestion de Base de Données
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
SPA	Single-Page Application
SQL	Structured Query Language
UML	Unified Modeling Language
URL	Uniform Resource Locator

Table des matières

Remerciements i

Dédicace ii

Liste des figures vi

Liste des tableaux vii

Liste des abréviations viii

Introduction Générale xi

1 Présentation de l'organisme d'accueil 1

1.1 Introduction . . . 1
1.2 Présentation du groupe STELLANTIS . . . 1
1.3 Présentation de STELLANTIS El Djazaïr . . . 1
1.3.1 Historique et création du groupe . . . 2
1.3.2 Secteur d'activité et activités principales . . . 2
1.3.3 Missions et objectifs . . . 2
1.4 Présentation du département IT . . . 2
1.4.1 Rôle et missions . . . 2
1.4.2 Sécurité et infrastructure IT . . . 3
1.4.3 Organisation interne . . . 3
1.5 Rôle stratégique dans l'entreprise . . . 3

2 Étude du contexte actuel et identification des besoins 5

2.1 Introduction . . . 5
2.2 Contexte du projet . . . 5
2.3 Problématique . . . 6
2.4 Objectifs du projet . . . 6
2.4.1 Objectif principal . . . 6
2.4.2 Objectifs spécifiques . . . 6
2.5 Étude de l'existant . . . 7
2.5.1 Analyse de l'absence de système . . . 7
2.5.2 Étude comparative des différents systèmes web existants . . . 7
2.5.3 Limites et contraintes . . . 8
2.6 Analyse des besoins . . . 9
2.6.1 Identification des acteurs . . . 9

2.6.2 Analyse des flux d'information . . . 9
2.6.3 Besoins fonctionnels . . . 10
2.6.4 Besoins non fonctionnels . . . 10
2.7 Cahier des charges . . . 10
2.7.1 Contraintes techniques . . . 10
2.7.2 Contraintes organisationnelles . . . 11

3 Conception et Réalisation 12
3.1 Introduction . . . 12
3.2 Architecture générale de l'application . . . 12
3.2.1 Architecture client-serveur . . . 12
3.2.2 Description des composants . . . 12
3.3 Modélisation UML . . . 14
3.3.1 Diagramme de cas d'utilisation . . . 14
3.3.2 Diagramme de classes . . . 15
3.3.3 Diagramme d'activité . . . 16
3.4 Modèle relationnel . . . 18
3.5 Réalisation de l'application . . . 20
3.5.1 Justification du choix architectural . . . 20
3.5.2 Organisation technique . . . 20
3.5.3 Environnement de développement . . . 20
3.5.4 Technologies utilisées . . . 21
3.5.5 Implémentation du système . . . 22
3.5.6 Sécurité de l'application . . . 23
3.6 Tests et validation . . . 23
3.6.1 Stratégie de test . . . 23
3.6.2 Tests fonctionnels . . . 24
Présentation visuelle de l'application . . . 25
3.6.3 Validation du système . . . 35

Conclusion Générale xii

Bibliographie xiii

Introduction Générale

Contexte général

L'industrie automobile mondiale traverse une période de transformation profonde, portée par les exigences croissantes de performance, de qualité et de conformité aux standards internationaux. Dans ce contexte hautement concurrentiel, la montée en compétence des équipes constitue un levier stratégique incontournable. Les entreprises qui investissent dans la formation continue de leurs collaborateurs améliorent non seulement leur productivité, mais renforcent également leur capacité d'adaptation face aux évolutions technologiques et réglementaires.

Stellantis El Djazaïr, filiale du groupe automobile Stellantis implantée en Algérie depuis 2023, s'inscrit pleinement dans cette dynamique. En tant qu'acteur majeur de la relance de l'industrie automobile nationale, l'entreprise s'engage dans une politique ambitieuse de développement des compétences internes, visant à former et à qualifier ses équipes selon les standards du groupe.

Présentation du projet

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent projet de fin d'études, réalisé au sein du département IT de Stellantis El Djazaïr. L'objectif principal est de concevoir et de développer une application web dédiée à la gestion intégrée des formations internes. Cette solution vise à digitaliser et à centraliser l'ensemble du cycle de formation, depuis la création des programmes jusqu'à la génération automatique des attestations de participation, en passant par la planification des sessions, la gestion des inscriptions et le suivi rigoureux des présences.

L'application a été développée selon une architecture moderne de type SPA (Single-Page Application), reposant sur Spring Boot 4.0.3 côté backend, JavaScript Vanilla côté frontend et une base de données MySQL 8.0.44 assurant la persistance des données.

Problématique

Avant la réalisation de ce projet, Stellantis El Djazaïr ne disposait d'aucun système d'information dédié à la gestion de ses formations internes. La planification des sessions, le suivi des participants, la gestion des présences et la traçabilité des informations reposaient sur des pratiques informelles,

sources d'erreurs, de pertes de temps et de manque de visibilité. Cette absence d'outil numérique adapté constituait un frein majeur à l'organisation efficace des programmes de formation.

La problématique centrale de ce projet peut ainsi être formulée comme suit :

« Comment concevoir et développer une application web permettant de structurer, gérer et optimiser l'ensemble du processus de formation au sein de Stellantis El Djazaïr ? »

Objectifs du mémoire

Ce travail vise à atteindre plusieurs objectifs complémentaires : analyser les besoins fonctionnels et non fonctionnels du système, concevoir une architecture logicielle adaptée aux contraintes de l'entreprise, développer une application web sécurisée et ergonomique, valider le système par des tests appropriés, et proposer une base évolutive pour les extensions futures.

Méthodologie adoptée

La réalisation de ce projet a suivi une démarche structurée en plusieurs phases successives : analyse des besoins, conception du système à l'aide de diagrammes UML [6], développement itératif des modules fonctionnels, et validation par des tests conduits tout au long du développement. Les échanges entre le frontend et le backend ont été validés via Swagger UI, et la gestion des versions a été assurée par Git.

Structure du mémoire

Ce mémoire est organisé en trois chapitres. **Le Chapitre I** présente l'organisme d'accueil, le groupe Stellantis et sa filiale algérienne. **Le Chapitre II** est consacré à l'étude du contexte actuel, à l'analyse des besoins et à la spécification du système. **Le Chapitre III** regroupe la conception, la réalisation, les tests et la validation du système. Ce mémoire se conclut par une synthèse des apports du projet et des perspectives d'évolution envisagées.

Chapitre 1

Présentation de l'organisme d'accueil

1.1 Introduction

Ce premier chapitre a pour objectif de présenter le cadre général dans lequel s'inscrit ce projet de fin d'études. Il offre une vue d'ensemble du groupe Stellantis au niveau mondial, puis de sa filiale algérienne Stellantis El Djazaïr, avant de décrire en détail le département IT au sein duquel le projet a été réalisé. Cette présentation constitue une base essentielle pour comprendre le contexte organisationnel et stratégique dans lequel s'inscrit la solution développée.

1.2 Présentation du groupe STELLANTIS

Stellantis est un groupe automobile multinational créé en 2021, né de la fusion entre PSA (Peugeot-Citroën) et Fiat Chrysler Automobiles (FCA). C'est aujourd'hui l'un des plus grands constructeurs automobiles au monde.

Le groupe exerce ses activités autour de trois axes principaux : la conception et la fabrication de véhicules, leur commercialisation sous des marques telles que FIAT, Peugeot, Citroën et Opel, ainsi que les services après-vente et de mobilité. Fort d'une présence dans plus de 130 pays, Stellantis occupe une position de premier plan en Europe, en Amérique et en Afrique.

1.3 Présentation de STELLANTIS El Djazaïr

STELLANTIS EL DJAZAÏR est la filiale algérienne du groupe Stellantis. Elle joue un rôle central dans la relance de l'industrie automobile en Algérie.

1.3.1 Historique et création du groupe

En 2023, la marque FIAT est lancée officiellement en Algérie. Plus tard dans la même année, en décembre, l'usine FIAT à TAFRAOUI, à ORAN, ouvre ses portes. Une réelle montée en puissance industrielle et une intégration locale ont été observées durant la période 2024–2026, ce qui fait de Stellantis El Djazaïr une implantation récente mais stratégique.

1.3.2 Secteur d'activité et activités principales

Stellantis El Djazaïr intervient dans la fabrication et la commercialisation de véhicules automobiles sur le marché algérien. L'entreprise assure également les activités de service après-vente, de maintenance et de formation des équipes techniques, conformément aux standards du groupe Stellantis.

1.3.3 Missions et objectifs

La mission principale de Stellantis Algérie s'inscrit dans une stratégie de développement industriel et économique à l'échelle nationale. Elle vise à renforcer la présence du groupe sur le marché algérien tout en contribuant à la modernisation du secteur automobile. Dans ce cadre, les principales missions consistent à développer une industrie automobile locale, réduire la dépendance aux importations, créer des opportunités d'emploi, assurer le transfert de compétences et de technologies, et mettre en place un écosystème industriel durable. Ainsi, Stellantis Algérie joue un rôle clé dans la relance du secteur automobile national.

1.4 Présentation du département IT

Le département IT est responsable de la gestion du système d'information de l'entreprise.

1.4.1 Rôle et missions

Il assume plusieurs rôles essentiels pour assurer le bon fonctionnement de l'entreprise : il garantit la disponibilité des systèmes, supporte les utilisateurs, déploie des solutions digitales et sécurise les données. Le département IT est également transversal, c'est-à-dire qu'il collabore avec l'ensemble des autres départements de l'entreprise. À ce titre, il intervient aussi bien dans la gestion des infrastructures réseau que dans le déploiement d'applications métiers, la formation des utilisateurs et la mise en conformité des systèmes avec les standards de sécurité du groupe.

1.4.2 Sécurité et infrastructure IT

Un accent particulier est mis sur la cybersécurité et la protection des données au sein de Stellantis El Djazaïr. Le département IT s'appuie sur une infrastructure moderne et des pratiques avancées de cybersécurité afin d'assurer la protection et la fiabilité de son système d'information. L'entreprise adopte une approche dite *security by design*, intégrant la sécurité dès la conception des systèmes et tout au long de leur cycle de vie. Cette stratégie est renforcée par des mécanismes de surveillance continue, des centres de cyberdéfense, ainsi que des solutions de détection et de réponse aux incidents. Par ailleurs, Stellantis utilise des infrastructures hybrides combinant data centers sécurisés et technologies cloud, avec une architecture basée sur des systèmes distribués et des API sécurisées.

1.4.3 Organisation interne

La figure suivante présente l'organisation hiérarchique de Stellantis El Djazaïr, avec un focus particulier sur le département IT, au sein duquel s'inscrit le projet réalisé durant ce stage.

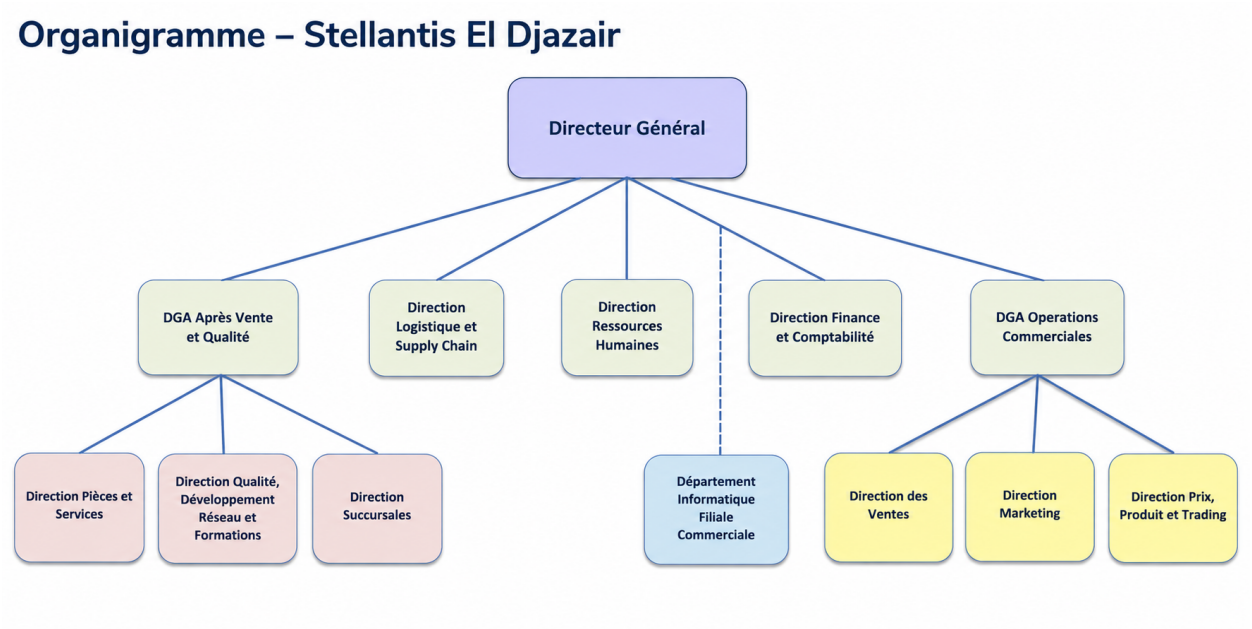


Fig. 1.1 : Organigramme de Stellantis El Djazaïr – focus département IT

1.5 Rôle stratégique dans l'entreprise

Au-delà de son rôle opérationnel de support technique, le département IT occupe une position stratégique au sein de Stellantis El Djazaïr. Il contribue activement à la transformation numérique de l'entreprise à travers plusieurs axes majeurs. Il pilote ainsi la digitalisation des processus internes, contribue à l'amélioration de la productivité, automatise les tâches administratives répétitives et développe des solutions applicatives sur mesure répondant aux besoins spécifiques de chaque département. C'est dans ce contexte que le projet de gestion des formations développé durant ce stage

s'inscrit directement.

Conclusion

En conclusion, ce chapitre a permis de présenter le cadre général dans lequel s'inscrit ce travail. Il a mis en évidence l'importance stratégique de Stellantis El Djazaïr dans le développement du secteur automobile national, ainsi que la diversité de ses activités et son organisation interne. Une attention particulière a été portée au département IT, qui joue un rôle central dans la gestion, la sécurisation et l'évolution du système d'information de l'entreprise. Cette présentation constitue une base essentielle pour comprendre le contexte dans lequel s'inscrit le projet réalisé, et introduit naturellement l'analyse des besoins qui sera développée dans le chapitre suivant.

Chapitre 2

Étude du contexte actuel et identification des besoins

2.1 Introduction

Dans la continuité du chapitre précédent consacré à la présentation de l'environnement de stage, il est essentiel d'analyser le besoin ayant conduit à la réalisation de ce projet. En effet, la mise en place d'un système d'information efficace repose avant tout sur une compréhension approfondie du contexte, des objectifs et des contraintes de l'entreprise.

Dans ce cadre, Stellantis El Djazaïr, dans sa démarche de développement des compétences internes, a exprimé le besoin de mettre en place un système permettant de structurer et de gérer les formations destinées à ses employés. L'absence d'un outil dédié à cette gestion constitue un enjeu organisationnel important, notamment en termes de planification, de suivi et de traçabilité des formations.

Ainsi, ce chapitre a pour objectif de définir avec précision les besoins du système à développer. Il s'articule autour de l'étude du contexte du projet, de la formulation de la problématique, de l'identification des objectifs ainsi que de l'analyse des besoins fonctionnels et non fonctionnels. Cette étape constitue une phase clé garantissant la cohérence et la pertinence de la solution proposée.

2.2 Contexte du projet

L'industrie automobile est un secteur en constante évolution, et la gestion efficace des compétences et des formations représente un levier stratégique majeur pour toutes les entreprises, dont Stellantis. La formation des employés occupe une place centrale au sein du groupe afin d'assurer la montée en compétence continue des équipes, l'adaptation aux nouvelles technologies et le respect des standards qualité du groupe (ISO/HSE).

Dans ce contexte, la mise en place d'un système d'information dédié à la gestion des formations

représente une nécessité organisationnelle. Elle permettrait de centraliser les données, d'automatiser les processus administratifs et d'offrir une visibilité complète sur les activités de formation au sein de l'entreprise.

2.3 Problématique

Dans le cadre de sa stratégie de développement des compétences internes, Stellantis El Djazaïr envisage la mise en place de programmes de formation destinés à ses employés. Cependant, l'absence d'un système d'information dédié à la gestion de ces formations constitue un obstacle majeur à leur organisation efficace.

En effet, sans outil numérique adapté, la planification des formations, la gestion des participants, le suivi des sessions ainsi que la traçabilité des informations deviennent des tâches complexes, sujettes à des erreurs et difficiles à centraliser. Cette situation peut entraîner une perte de temps, un manque de visibilité sur les activités de formation et une difficulté à évaluer les compétences acquises.

Dès lors, la problématique principale de ce projet peut être formulée comme suit :

« Comment concevoir et mettre en place une application web permettant de structurer, gérer et optimiser le processus de formation au sein de l'entreprise ? »

2.4 Objectifs du projet

2.4.1 Objectif principal

L'objectif principal de ce projet est de développer une application web permettant de gérer efficacement l'ensemble du système de formation interne du groupe.

2.4.2 Objectifs spécifiques

Afin d'atteindre cet objectif principal, le projet a été décliné en plusieurs objectifs spécifiques complémentaires. Il s'agit notamment de mettre en place un système centralisé de gestion des formations, de faciliter leur création, modification et suppression, et de permettre la planification et l'organisation des sessions. Le système doit également assurer la gestion des inscriptions des participants, le suivi des sessions et des présences, tout en offrant une interface simple et intuitive. Enfin, la sécurité des données et la production de statistiques constituent des exigences fondamentales du projet.

2.5 Étude de l'existant

2.5.1 Analyse de l'absence de système

Dans le cadre du lancement des programmes de formation au sein de Stellantis El Djazaïr, il a été constaté qu'aucun système d'information dédié à la gestion des formations n'était en place. L'entreprise ne disposait pas d'un outil structuré permettant d'assurer la planification, le suivi et la gestion des différentes activités liées aux formations.

Cette absence de solution numérique implique que l'ensemble des processus associés à la gestion des formations n'est pas encore formalisé ni automatisé. La mise en œuvre des formations repose sur des pratiques informelles ou des solutions ponctuelles, ce qui limite la capacité de l'entreprise à organiser efficacement ses programmes.

Par conséquent, l'étude de l'existant ne porte pas sur l'analyse d'un système déjà opérationnel, mais plutôt sur l'identification d'un besoin non couvert. Cette situation constitue à la fois une contrainte et une opportunité, puisqu'elle nécessite la conception d'une solution complète tout en offrant la possibilité de mettre en place un système adapté dès sa phase initiale.

2.5.2 Étude comparative des différents systèmes web existants

Avant la conception de l'application, une étude comparative des solutions web existantes de gestion des formations a été réalisée afin d'identifier les principales fonctionnalités proposées ainsi que les limites des systèmes disponibles [5]. Plusieurs plateformes existantes offrent des fonctionnalités telles que la gestion des utilisateurs, la planification des formations et le suivi des participants. Toutefois, ces solutions sont souvent conçues pour des environnements génériques et peuvent présenter certaines limites dans un contexte interne d'entreprise, notamment en termes de personnalisation et d'adaptation aux besoins spécifiques de l'organisation.

Dans ce cadre, l'application développée pour Stellantis El Djazaïr vise à proposer une solution adaptée au contexte de l'entreprise, en mettant l'accent sur la centralisation des informations, la simplicité de gestion des formations et l'optimisation du suivi des utilisateurs. Le tableau 2.1 ci-dessous synthétise les résultats de cette étude comparative.

Tab. 2.1 : Comparatif des solutions de gestion de formation

Critère	Moodle	Google Classroom	Plateforme proposée
Gestion des utilisateurs	Oui	Oui	Oui
Planification des sessions	Partielle	Non	Oui
Suivi des présences	Non	Non	Oui
Gestion des inscriptions	Oui	Partielle	Oui
Tableau de bord statistique	Partielle	Non	Oui
Blocage automatique des absences	Non	Non	Oui
Génération d'attestations PDF	Non	Non	Oui
Gestion de la facturation	Non	Non	Oui
Gestion des salles et ressources	Non	Non	Oui
Adapté au contexte entreprise	Non	Non	Oui
Personnalisation complète	Limitée	Non	Oui
Envoi automatique d'emails	Oui	Partielle	Oui
Accès multi-rôles différenciés	Oui	Partielle	Oui

Ce comparatif met en évidence que les solutions existantes, bien que fonctionnelles dans des contextes génériques, ne répondent pas aux besoins spécifiques de Stellantis El Djazaïr. La plateforme proposée se distingue par sa capacité à couvrir l'ensemble du processus de formation, de la planification jusqu'à la génération automatique des attestations, tout en intégrant des fonctionnalités métier absentes des solutions du marché.

2.5.3 Limites et contraintes

L'absence d'un système de gestion des formations engendre plusieurs limites organisationnelles et techniques :

- **Absence de centralisation des données :** les informations relatives aux formations ne sont pas regroupées dans un système unique.
- **Difficulté de planification :** l'organisation des sessions peut devenir complexe sans outil dédié.
- **Manque de traçabilité :** il est difficile de suivre l'historique des formations et des participants.
- **Risque d'erreurs :** la gestion manuelle ou informelle peut entraîner des incohérences.
- **Absence de visibilité globale :** impossibilité d'avoir une vue d'ensemble sur les activités de formation.

En outre, cette situation impose certaines contraintes pour le développement de la solution, notamment la nécessité de concevoir un système flexible, évolutif et capable de s'adapter aux besoins

futurs de l'entreprise.

2.6 Analyse des besoins

2.6.1 Identification des acteurs

Le système de gestion de formation implique plusieurs types d'utilisateurs, appelés acteurs, qui interagissent avec l'application :

- **Administrateur :** responsable de la gestion globale du système.
- **Participant :** utilisateur qui s'inscrit aux formations et les suit.
- **Formateur :** responsable de l'animation et du suivi des sessions de formation.

2.6.2 Analyse des flux d'information

L'analyse des flux d'information permet d'identifier les échanges de données entre les acteurs du système et les traitements automatisés.

Flux entrants

Ce sont les données envoyées par les acteurs vers le système : l'administrateur crée les programmes, planifie les sessions et inscrit les participants ; le formateur marque les présences et saisit les notes ; le participant soumet ses justifications d'absence.

Flux sortants

Ce sont les informations que le système renvoie aux acteurs : le participant reçoit des notifications de session, des alertes d'absence et son attestation PDF ; le formateur reçoit son planning et la liste de ses participants ; l'administrateur consulte les tableaux de bord KPI et les statistiques.

Flux automatiques

Certaines actions sont déclenchées automatiquement sans intervention humaine : après 2 absences, un avertissement est envoyé au participant ; après 3 absences injustifiées, le compte est bloqué automatiquement ; après validation des notes, l'attestation PDF est générée ; à la création d'un compte, le mot de passe temporaire est envoyé par email.

2.6.3 Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels décrivent l'ensemble des fonctionnalités que le système doit offrir pour répondre aux attentes des différents acteurs. Ils ont été identifiés à partir des entretiens menés avec les responsables de Stellantis El Djazaïr et couvrent cinq domaines principaux.

La **gestion des utilisateurs** englobe l'authentification sécurisée, la création, la modification et la suppression des comptes, ainsi que l'attribution des rôles selon le profil de chaque utilisateur.

La **gestion des formations** couvre la création, la consultation, la modification et la suppression des programmes de formation, ainsi que leur organisation et leur mise à disposition pour les participants.

La **gestion des sessions** inclut la planification des sessions avec définition des dates, horaires, lieux et formateurs responsables, ainsi que leur association aux formations correspondantes.

La **gestion des inscriptions** permet l'enregistrement des participants aux formations, la consultation des listes d'inscrits et le suivi des présences et des absences.

Enfin, le **tableau de bord** offre une visualisation synthétique des statistiques, du nombre de formations actives, des sessions programmées et de l'évolution des inscriptions.

2.6.4 Besoins non fonctionnels

Les besoins non fonctionnels définissent les contraintes techniques et les exigences de qualité auxquelles le système doit répondre, indépendamment des fonctionnalités métier.

Sur le plan de la **performance**, le système doit garantir des temps de réponse rapides et une gestion efficace des données, même en cas de charge importante. En matière de **sécurité** [4], l'application doit intégrer une authentification robuste, une gestion stricte des accès selon les rôles et une protection efficace des données personnelles et sensibles. Du point de vue de l'**ergonomie**, l'interface doit être intuitive et accessible à tous les utilisateurs, quel que soit leur niveau de compétence informatique. Concernant la **fiabilité**, le système doit être disponible en permanence et minimiser les risques d'erreurs. Enfin, sur le plan de la **maintenabilité**, le code doit être structuré, documenté et évolutif afin de faciliter les mises à jour et les extensions futures.

2.7 Cahier des charges

2.7.1 Contraintes techniques

La conception et le développement de l'application doivent respecter un ensemble de contraintes techniques garantissant le bon fonctionnement et la performance du système. L'application doit être développée sous forme d'une solution web accessible via un navigateur, reposant sur une ar-

chitecture client-serveur permettant de séparer l'interface utilisateur, la logique métier et la gestion des données. Par ailleurs, l'utilisation d'une base de données relationnelle est nécessaire afin d'assurer la structuration et la cohérence des données. Enfin, l'application doit être conçue de manière évolutive et maintenable.

2.7.2 Contraintes organisationnelles

En plus des contraintes techniques, le projet doit répondre à des contraintes organisationnelles liées au contexte de l'entreprise et à l'environnement de stage. L'application doit être adaptée aux besoins spécifiques de Stellantis El Djazaïr et simple d'utilisation. Le projet doit être réalisé dans un délai limité correspondant à la période de stage, ce qui impose de définir un périmètre fonctionnel clair et réalisable. Enfin, l'application doit respecter les règles internes de l'entreprise en matière de sécurité des données.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons procédé à une analyse détaillée des besoins du système de gestion des formations à mettre en place au sein de Stellantis El Djazaïr. Cette analyse a permis d'identifier la problématique principale, de définir les objectifs du projet ainsi que de préciser les besoins fonctionnels et non fonctionnels. L'étude de l'existant a mis en évidence l'absence d'un système dédié, soulignant ainsi la nécessité de concevoir une solution adaptée. Le chapitre suivant sera consacré à la conception et à la réalisation du système.

Chapitre 3

Conception et Réalisation

3.1 Introduction

Après avoir défini les besoins du système et établi les spécifications fonctionnelles et non fonctionnelles dans le chapitre précédent, il est essentiel de passer à la phase de conception et de réalisation. Ce chapitre présente successivement l'architecture générale de l'application, la modélisation UML du système, le modèle relationnel de la base de données, puis détaille la phase de réalisation à travers les technologies utilisées, les modules implémentés, les mécanismes de sécurité intégrés, et enfin les tests et la validation du système.

3.2 Architecture générale de l'application

3.2.1 Architecture client-serveur

L'application repose sur une architecture client-serveur à trois niveaux. Le client, représenté par le navigateur web de l'utilisateur, communique avec le serveur backend via des requêtes HTTP au format JSON. Le serveur backend, développé avec Spring Boot [1], traite les requêtes, applique la logique métier et interagit avec la base de données MySQL [3] pour assurer la persistance des données. Cette séparation claire entre les couches garantit une meilleure maintenabilité du système, une évolutivité facilitée et une indépendance entre les différents composants de l'application.

3.2.2 Description des composants

L'architecture du système s'articule autour de trois composants principaux qui interagissent de manière cohérente.

Le composant **Frontend** regroupe l'ensemble des interfaces utilisateur accessibles via le navigateur. Il communique avec le backend exclusivement via des appels API REST, ce qui garantit une

séparation totale entre la présentation et la logique métier.

Le composant **Backend** constitue le cœur du système. Il expose une API REST consommée par le frontend, applique les règles métier, gère la sécurité et orchestre les interactions avec la base de données via le framework Hibernate [2].

Le composant **Base de données** assure la persistance et l'intégrité de l'ensemble des données du système, structurées autour d'un schéma relationnel reflétant fidèlement les entités métier de l'application.

3.3 Modélisation UML

3.3.1 Diagramme de cas d'utilisation

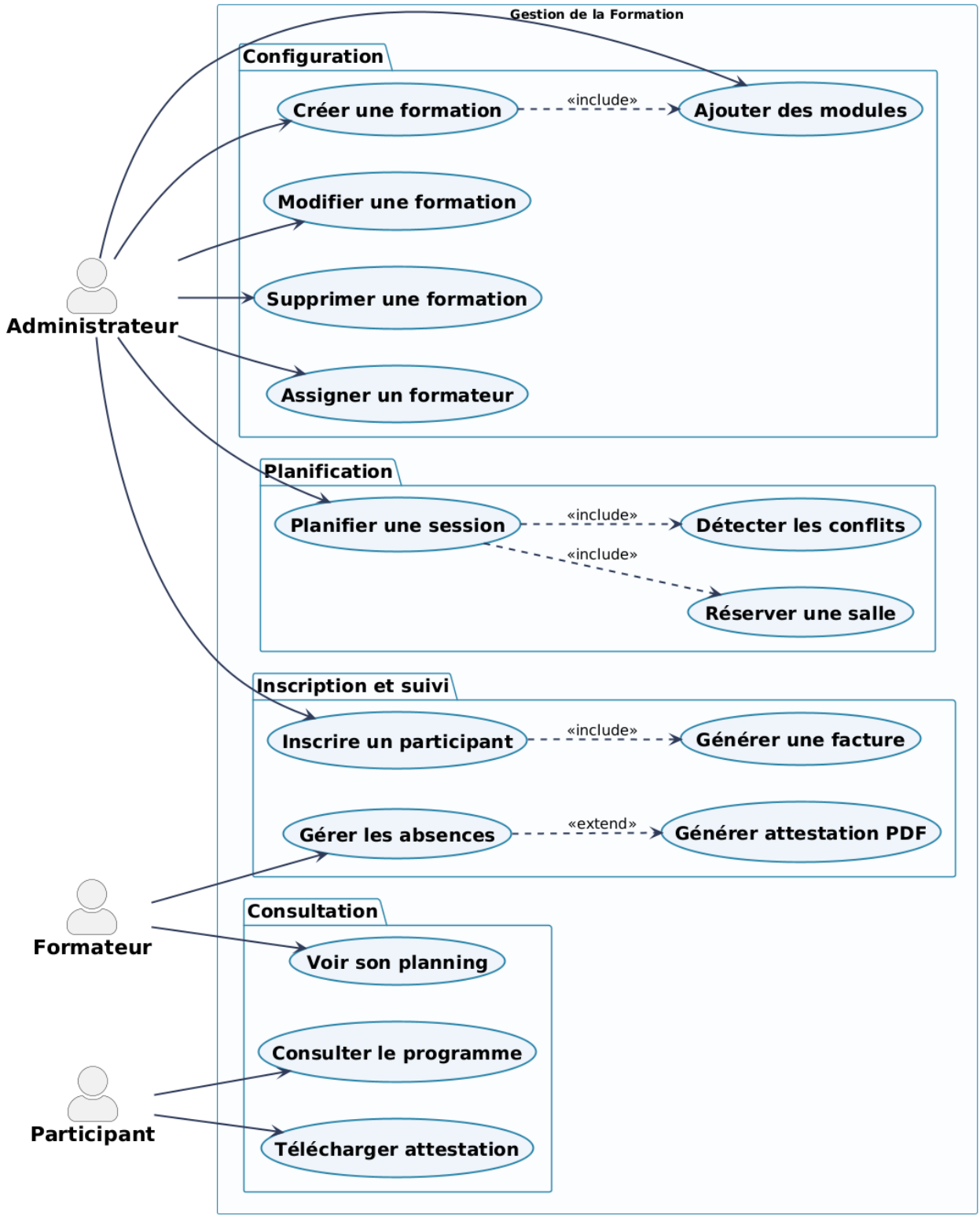


Fig. 3.1 : Diagramme de cas d'utilisation – Gestion de la Formation

Le diagramme de cas d'utilisation ci-dessus identifie trois acteurs principaux interagissant avec le système : l'Administrateur, le Formateur et le Participant.

L'Administrateur dispose des droits les plus étendus. Il crée et configure les formations et les modules, assigne les formateurs, planifie les sessions et supervise les inscriptions des participants.

Le Formateur interagit avec le système pour consulter son planning de sessions, enregistrer les présences des participants et gérer les absences.

Le Participant accède à la plateforme pour consulter le programme de formation, et télécharger son attestation PDF.

3.3.2 Diagramme de classes

Après avoir identifié les différents acteurs du système ainsi que les principales fonctionnalités offertes par l'application, il est nécessaire de passer à une représentation plus structurée du système. Le diagramme de classes permet de modéliser les différentes entités de l'application, leurs attributs ainsi que les relations qui les lient.

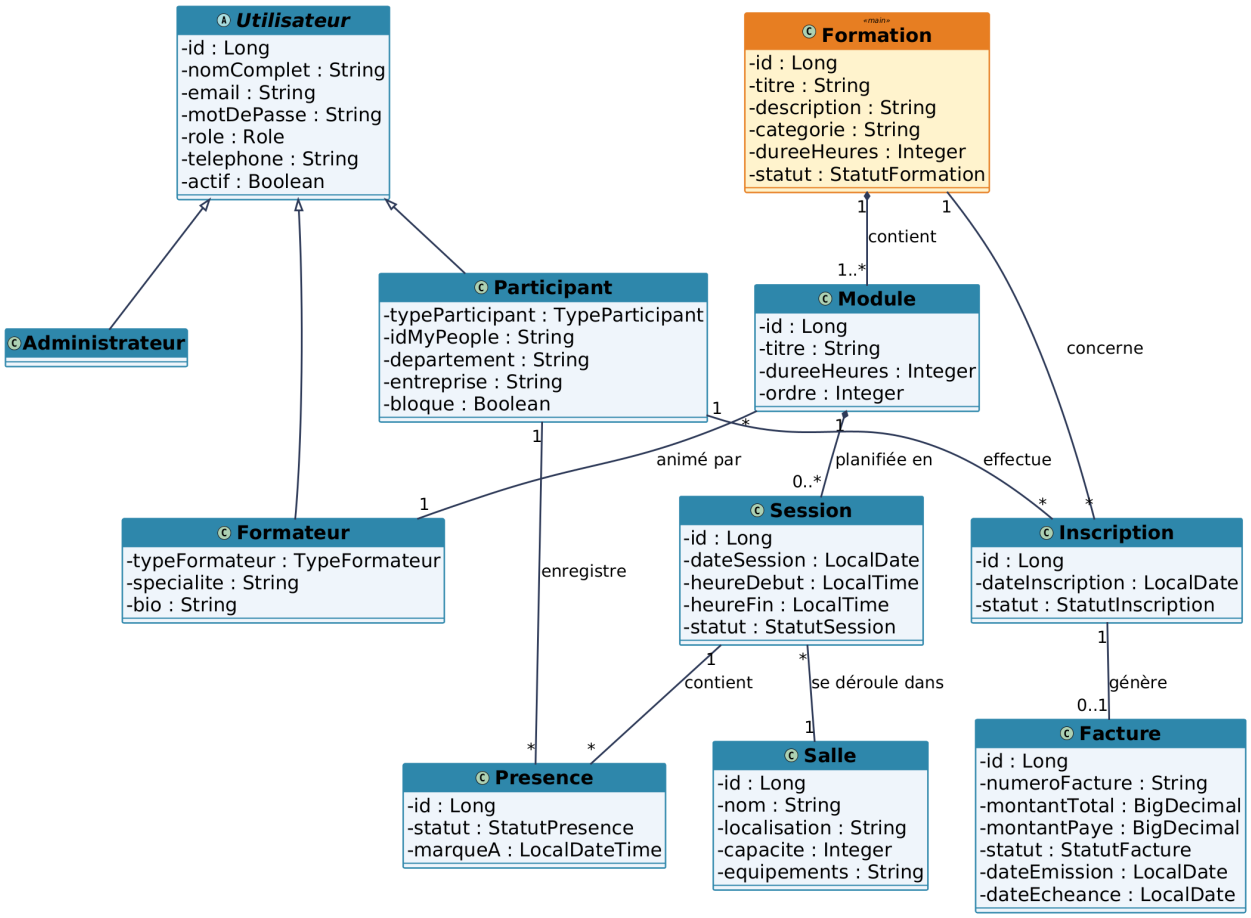


Fig. 3.2 : Diagramme de classes

Le diagramme de classes illustre la structure statique du système et les relations entre ses entités principales. L'entité centrale **Utilisateur** constitue la base du modèle, dont héritent trois profils dis-

tincts : Administrateur, Formateur et Participant, chacun portant des attributs et des comportements spécifiques à son rôle.

L'entité **Formation** représente une formation complète, composée d'un ou plusieurs objets **Module**. Chaque Module est associé à un **Formateur** responsable de son animation. Une **Session** représente une occurrence planifiée d'un Module, liée à une **Salle** et caractérisée par une date, un horaire et un statut.

L'entité **Inscription** matérialise l'inscription d'un Participant à une Formation, et génère automatiquement une **Facture** selon les règles tarifaires définies. L'entité **Présence** enregistre la présence ou l'absence d'un Participant à une Session donnée.

3.3.3 Diagramme d'activité

Après avoir présenté le diagramme de classes décrivant la structure statique du système, il est nécessaire d'étudier le déroulement des opérations réalisées au sein de l'application. Le diagramme d'activité permet de représenter les différentes étapes d'exécution d'un processus ainsi que l'enchaînement des actions effectuées par le système et les utilisateurs.

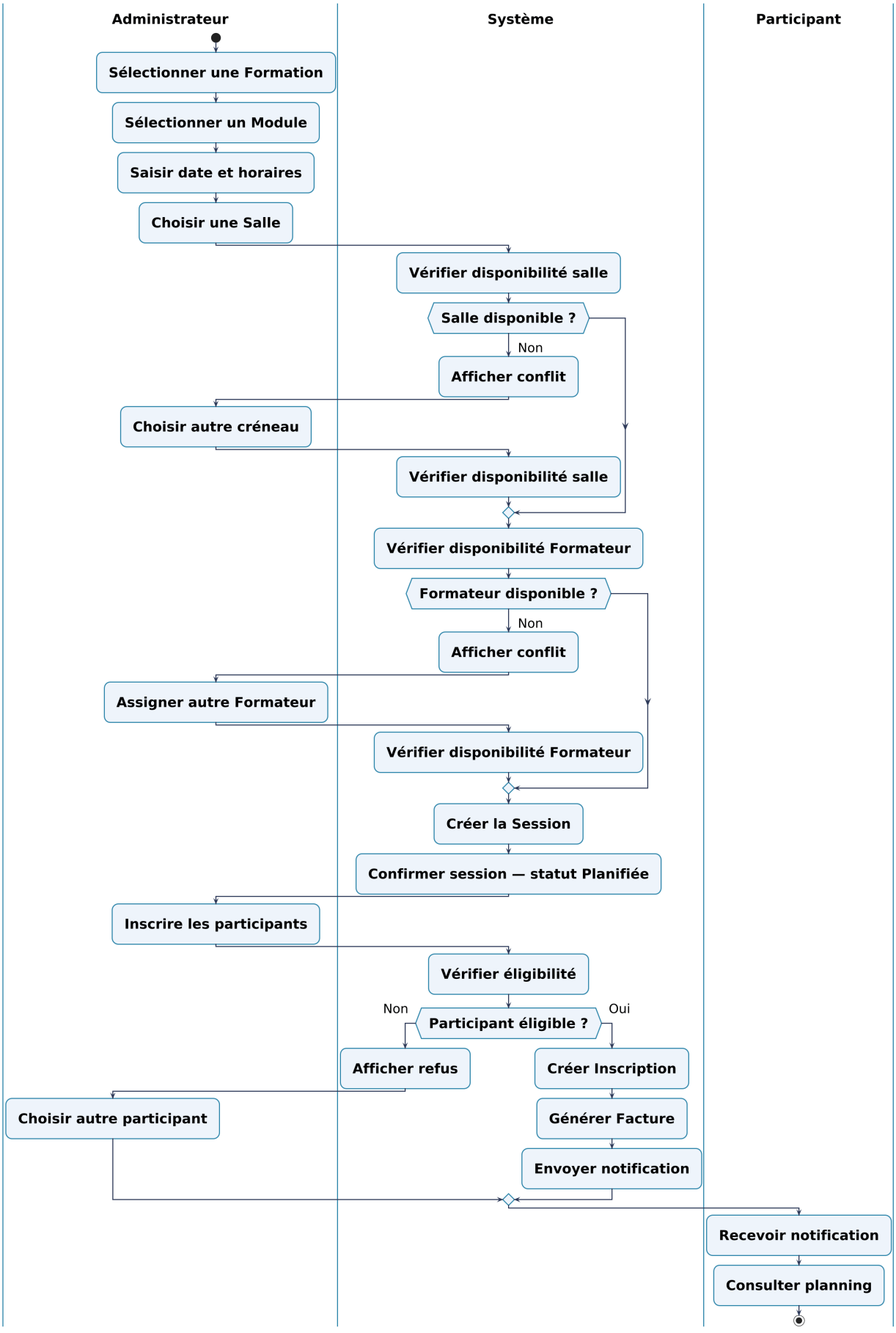


Fig. 3.3 : Diagramme d'activité – Planification d'une session de formation

Le diagramme d'activité illustre le déroulement du processus de planification d'une session de formation, depuis la sélection de la formation jusqu'à l'inscription des participants.

Le processus débute par la sélection d'une formation et d'un module par l'Administrateur, suivi de la saisie des détails de la session (date, horaires) et du choix d'une salle. Le système vérifie automatiquement la disponibilité de la salle et du formateur ; en cas de conflit, l'Administrateur choisit un autre créneau ou un autre formateur. Une fois la session confirmée, l'Administrateur inscrit les participants. Le système vérifie l'éligibilité de chaque participant, génère automatiquement une facture et envoie une notification. Le Participant reçoit la notification et peut consulter son planning.

3.4 Modèle relationnel

Le modèle relationnel traduit les entités du diagramme de classes en tables de la base de données `traincore_db` [3]. Les principales tables et leurs clés sont les suivantes :

- **users**(id, fullName, email, password, role, phone, isActive)
- **participants**(id, *user_id*, participantType, myPeopleId, department, companyName, isBlocked)
- **trainers**(id, *user_id*, trainerType, specialty, bio)
- **programs**(id, title, description, category, durationHours, status)
- **modules**(id, *program_id*, *trainer_id*, title, durationHours, orderNum)
- **rooms**(id, name, location, capacity, equipment)
- **sessions**(id, *module_id*, *room_id*, sessionDate, startTime, endTime, status)
- **enrollments**(id, *participant_id*, *program_id*, enrollmentDate, status)
- **attendances**(id, *participant_id*, *session_id*, status, markedAt)
- **invoices**(id, *participant_id*, *program_id*, invoiceNumber, totalAmount, paidAmount, status, issueDate)

Légende : clé primaire · *clé étrangère*

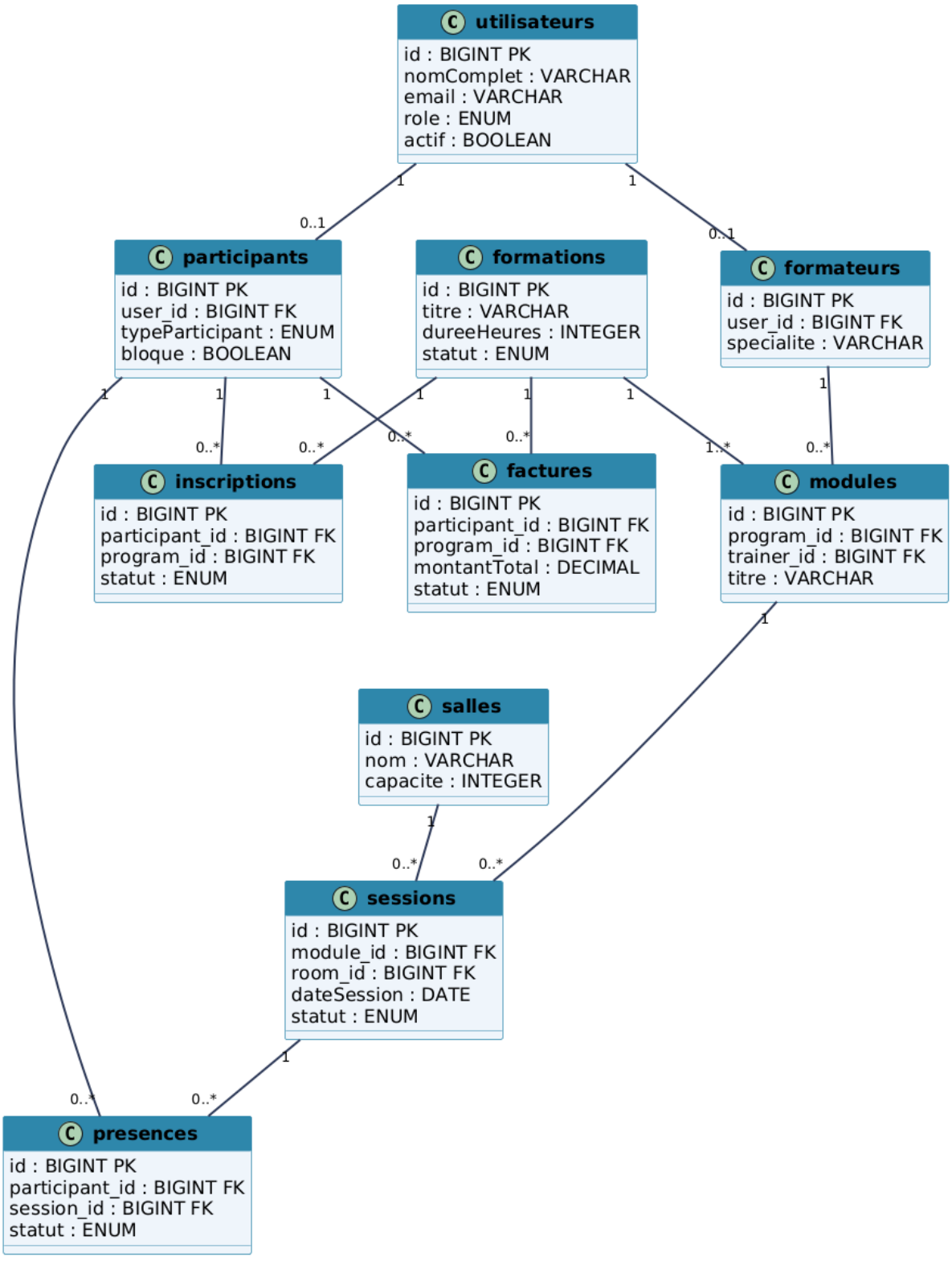


Fig. 3.4 : Modèle relationnel de la base de données `traincore_db`

3.5 Réalisation de l'application

3.5.1 Justification du choix architectural

Nous avons opté pour une architecture moderne de type SPA (Single-Page Application), qui fonctionne entièrement dans le navigateur de l'utilisateur. Contrairement aux applications web traditionnelles où chaque action provoque le rechargement complet d'une nouvelle page depuis le serveur, l'architecture SPA charge une seule fois la page HTML initiale, puis met à jour dynamiquement le contenu affiché sans aucun rechargement. Cette approche offre à l'utilisateur une expérience fluide et réactive, proche de celle d'une application de bureau.

Plusieurs raisons ont motivé ce choix. En premier lieu, la nature même de l'application – un tableau de bord de gestion comportant de nombreuses vues interconnectées telles que le Dashboard, le Planning, la gestion des Participants, des Sessions et de la Facturation – se prête particulièrement bien au modèle SPA. En second lieu, ce modèle réduit significativement la charge sur le serveur, puisque seules les données nécessaires sont échangées. Enfin, cette approche a permis de valider l'ensemble des interfaces de manière autonome, indépendamment du backend.

3.5.2 Organisation technique

Sur le plan organisationnel, l'application est structurée autour de trois portails distincts correspondant aux trois rôles du système : `index.html` constitue le portail Administrateur, `trainer.html` le portail Formateur, et `participant.html` le portail Participant.

Au sein de chaque portail, un routeur client développé en JavaScript Vanilla gère la visibilité des sections et orchestre les animations de transition entre les pages. Le token JWT [4] est systématiquement transmis dans l'en-tête `Authorization` de chaque requête adressée au backend.

L'application distingue trois couches complémentaires : la couche **Présentation** assurée par HTML5, la couche **Style** assurée par CSS3, et la couche **Logique** assurée par JavaScript ES6+ qui orchestre la navigation, les interactions utilisateur et les appels à l'API REST.

3.5.3 Environnement de développement

Outils utilisés

IntelliJ IDEA a été utilisé comme environnement de développement intégré principal pour l'écriture et la gestion du code source backend. **Swagger UI**, intégré via SpringDoc OpenAPI, a servi d'outil de test et de documentation des endpoints de l'API REST. **MySQL Workbench** a fourni une interface graphique pour gérer la base de données et vérifier la cohérence des données. **Git** a assuré la gestion des versions du code source et la collaboration entre les membres de l'équipe.

Plateformes de développement

Le développement du projet a été réparti sur quatre environnements matériels distincts. La partie frontend a été développée sur un **MacBook Pro** (macOS Monterey). La partie backend a été développée sur un **Ace Magic TX16 PRO** (Windows 11), qui a également assuré l'exécution du serveur Spring Boot. La gestion de la base de données a été assurée sur un **HP Intel Core i5** dédié à l'administration MySQL. Enfin, un second **HP Intel Core i5** a été utilisé exclusivement pour la rédaction du rapport.

3.5.4 Technologies utilisées

Technologies backend

Nous avons choisi **Java 25** comme langage principal du backend en raison de sa compatibilité avec l'écosystème Spring et de sa stabilité pour les applications d'entreprise. **Spring Boot 4.0.3** [1] nous a permis d'exposer rapidement notre API REST sur le port 8080, en servant simultanément les fichiers statiques des trois portails. **Hibernate 7.2.4** [2] a assuré le mapping de nos 12 entités métier (Utilisateur, Participant, Formateur, Formation, Module, Session, Salle, Inscription, Présence, Facture, Véhicule, MaintenanceVéhicule) vers les tables de `traincore_db`. **Spring Security** couplé à **JWT** [4] nous a permis de sécuriser l'ensemble des endpoints et de différencier les accès selon les trois rôles. **Lombok** a allégé le code de nos entités en générant automatiquement les getters, setters et builders via annotations. **JavaMail / Gmail SMTP** a été intégré pour l'envoi automatique des emails de création de compte avec mot de passe temporaire.

Base de données

Nous avons utilisé **MySQL 8.0.44** [3] pour stocker l'ensemble des données de l'application dans la base `traincore_db`. Le schéma relationnel a été conçu pour refléter fidèlement notre modèle de classes, avec des contraintes de clés étrangères garantissant l'intégrité des données entre les entités liées (ex : une Attendance référence obligatoirement un Participant et une Session existants).

Technologies frontend

Nous avons développé les trois portails en **HTML5**, **CSS3** et **JavaScript ES6+** (Vanilla) [9], sans framework frontend, afin de garder une maîtrise totale du comportement de l'interface et d'éviter les dépendances inutiles. **Chart.js 4.4.0** a été intégré pour générer les quatre graphiques interactifs du tableau de bord administrateur. **jsPDF 2.5.1** nous a permis de générer les attestations de formation directement côté client, sans solliciter le serveur backend.

3.5.5 Implémentation du système

Gestion des utilisateurs

La gestion des utilisateurs constitue le fondement sur lequel repose l'ensemble du système. Le modèle de données s'articule autour d'une entité centrale **Utilisateur** dont héritent trois profils distincts : Participant, Formateur et Administrateur. Les mots de passe sont systématiquement hashés via BCrypt avant tout stockage en base de données.

Lors de la création d'un compte par l'administrateur, un mot de passe temporaire est généré automatiquement et transmis à l'utilisateur par email via Gmail SMTP. Par ailleurs, l'administrateur dispose de la possibilité de bloquer un participant manuellement ou automatiquement lorsque ce dernier dépasse le nombre d'absences injustifiées autorisé.

Gestion des formations

Une **Formation** regroupe l'ensemble des informations pédagogiques et organisationnelles nécessaires à son déroulement. Elle est composée d'un ou plusieurs **Module**s, chacun étant rattaché à un formateur responsable de son animation.

En complément, l'administrateur peut définir des règles de tarification par formation et par type de participant (Ouvrier, Agent, Externe). Ces tarifs sont automatiquement appliqués lors de la génération des factures d'inscription.

Planification des sessions

La planification des sessions constitue l'un des modules les plus complexes de l'application, car elle implique la gestion de contraintes multiples : disponibilité des salles, cohérence des horaires et affectation des formateurs. Pour prévenir tout conflit de réservation, le système intègre un mécanisme automatique de détection des chevauchements de créneaux pour une même salle. L'administrateur dispose en outre d'un calendrier interactif offrant une visualisation mensuelle des sessions, avec un code couleur reflétant leur statut (Planifiée, Confirmée, Terminée, Annulée).

Gestion des inscriptions

Lorsqu'un participant est inscrit à une formation, le système génère immédiatement une facture en appliquant le tarif correspondant à son profil. En parallèle, le module intègre un système rigoureux de suivi des présences et des absences. Un avertissement est automatiquement émis dès la deuxième absence non justifiée, et un blocage automatique du compte est déclenché à la troisième.

Tableau de bord

Le tableau de bord offre une vue synthétique et immédiate sur l'ensemble des activités du système à travers quatre indicateurs clés : nombre total de participants, de formations, de sessions et de formateurs. Cette vue est enrichie par quatre graphiques interactifs générés via Chart.js : une courbe des inscriptions par mois, un graphique de la répartition des types de participants, un histogramme des sessions par formation et un aperçu financier global.

3.5.6 Sécurité de l'application

Authentification

L'accès à l'application est protégé par un système d'authentification basé sur JWT [4]. Lors de la connexion, le backend vérifie les identifiants soumis et, en cas de succès, génère un token signé contenant l'identifiant et le rôle de l'utilisateur. Ce token est systématiquement joint à chaque requête dans l'en-tête `Authorization`. Toute tentative d'accès sans token valide est automatiquement rejetée (HTTP 401).

Gestion des rôles

Trois profils ont été définis – Administrateur, Formateur et Participant – chacun disposant d'un portail dédié et d'un ensemble de permissions strictement délimitées. Le backend applique ce contrôle à chaque endpoint de l'API, garantissant qu'une tentative d'accès non autorisée est rejetée (HTTP 403).

Protection des données

Les mots de passe ne sont jamais stockés en clair : ils sont systématiquement hashés via BCrypt avant tout enregistrement en base de données. L'ensemble des échanges entre le frontend et le backend est sécurisé par JWT. La structure de la base de données garantit l'intégrité et la cohérence des informations à travers des contraintes relationnelles explicites.

3.6 Tests et validation

3.6.1 Stratégie de test

La stratégie de test adoptée repose sur une approche progressive permettant de vérifier individuellement chaque fonctionnalité avant de valider l'ensemble du système. Les tests ont été réalisés tout au long du développement afin d'assurer la stabilité de l'application.

Types de tests

Tests fonctionnels : ils ont permis de vérifier que les différentes fonctionnalités répondent correctement aux besoins définis lors de l'analyse.

Tests d'intégration : ils ont permis de vérifier la communication entre les différentes couches du système, notamment entre le frontend, le backend Spring Boot et la base de données MySQL.

Tests des API REST : les endpoints REST ont été testés à l'aide de Swagger UI afin de vérifier les requêtes HTTP, les réponses JSON et les mécanismes d'authentification JWT.

Tests de sécurité : des tests ont été réalisés afin de contrôler l'authentification, la gestion des rôles, les restrictions d'accès et la protection des données sensibles.

Méthodologie adoptée

Les tests ont été conduits selon une approche itérative intégrée directement au processus de développement. Chaque fonctionnalité a été testée individuellement dès sa mise en place. Les tests des API REST ont été effectués via Swagger UI, et les tests d'intégration ont permis de vérifier la cohérence du système dans son ensemble.

3.6.2 Tests fonctionnels

Scénarios de test

Scénario 1 – Authentification : l'administrateur saisit ses identifiants. Le système vérifie les informations, génère un token JWT et redirige l'utilisateur vers le portail correspondant à son rôle. En cas d'identifiants incorrects, un message d'erreur est affiché.

Scénario 2 – Création d'un participant : l'administrateur crée un nouveau compte en renseignant le nom, l'email et le type de participant. Le système enregistre le compte, génère un mot de passe temporaire et l'envoie automatiquement par email via Gmail SMTP.

Scénario 3 – Création d'une formation et planification d'une session : l'administrateur crée une formation avec ses modules associés, puis planifie une session en définissant la date, l'horaire, la salle et le formateur. Le système vérifie l'absence de conflit de réservation avant de valider la session.

Scénario 4 – Inscription d'un participant : l'administrateur inscrit un participant à une formation. Le système enregistre l'inscription et génère automatiquement une facture en appliquant le tarif correspondant au profil du participant.

Scénario 5 – Gestion des présences : le formateur accède à la liste des participants d'une session et enregistre les présences. L'administrateur consulte les statuts de présence depuis son portail.

Scénario 6 – Tableau de bord : l'administrateur consulte le tableau de bord et visualise les indicateurs clés ainsi que les graphiques statistiques générés via Chart.js.

Résultats obtenus

Tab. 3.1 : Résultats des tests fonctionnels

Scénario	Fonctionnalité testée	Résultat
1	Authentification JWT	Réussi
2	Création de compte + email automatique	Réussi
3	Création formation + détection conflits	Réussi
4	Inscription + génération facture	Réussi
5	Gestion des présences	Réussi
6	Tableau de bord statistique	Réussi

Présentation visuelle de l'application

Cette section présente les principales interfaces de l'application **StellaLearn**, développée pour Stellantis El Djazaïr, à travers les captures d'écran des fonctionnalités clés. Ces captures illustrent les principales fonctionnalités de l'application, conformément aux besoins définis dans le cahier des charges.

Page de connexion

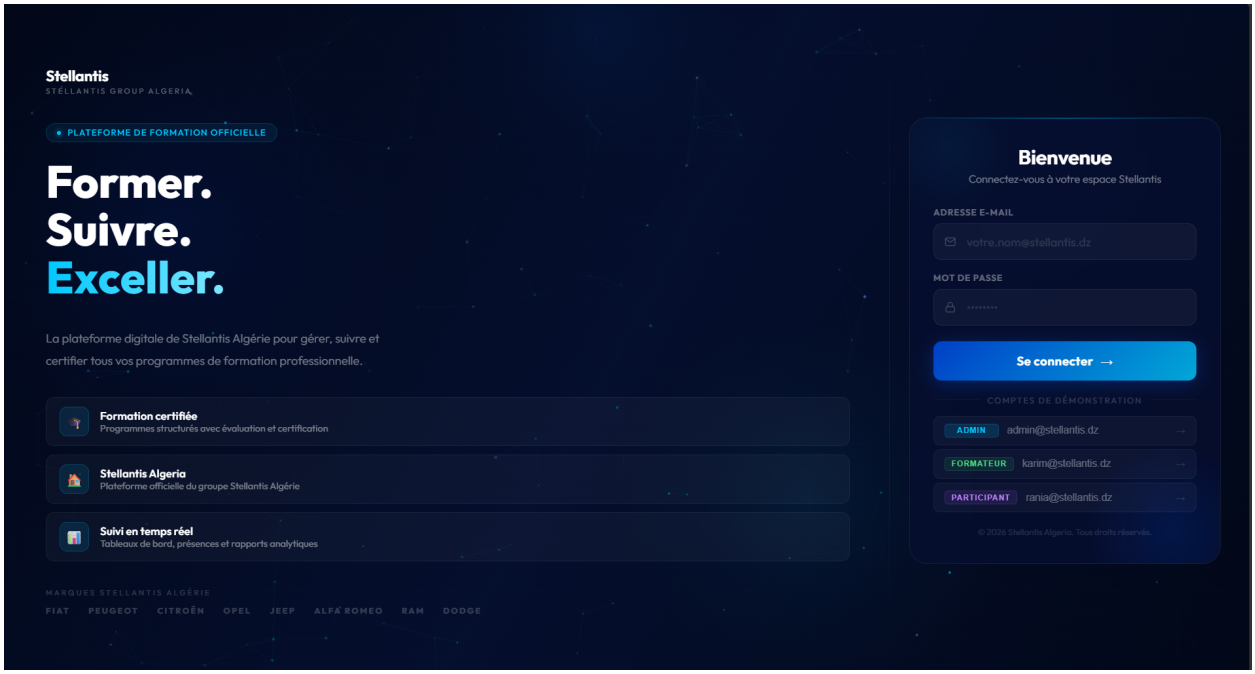


Fig. 3.5 : Page de connexion

La page de connexion est le point d'entrée de l'application. L'utilisateur saisit son email et son mot de passe ; le système génère un token JWT et le redirige vers son portail selon son rôle.

Dashboard administrateur

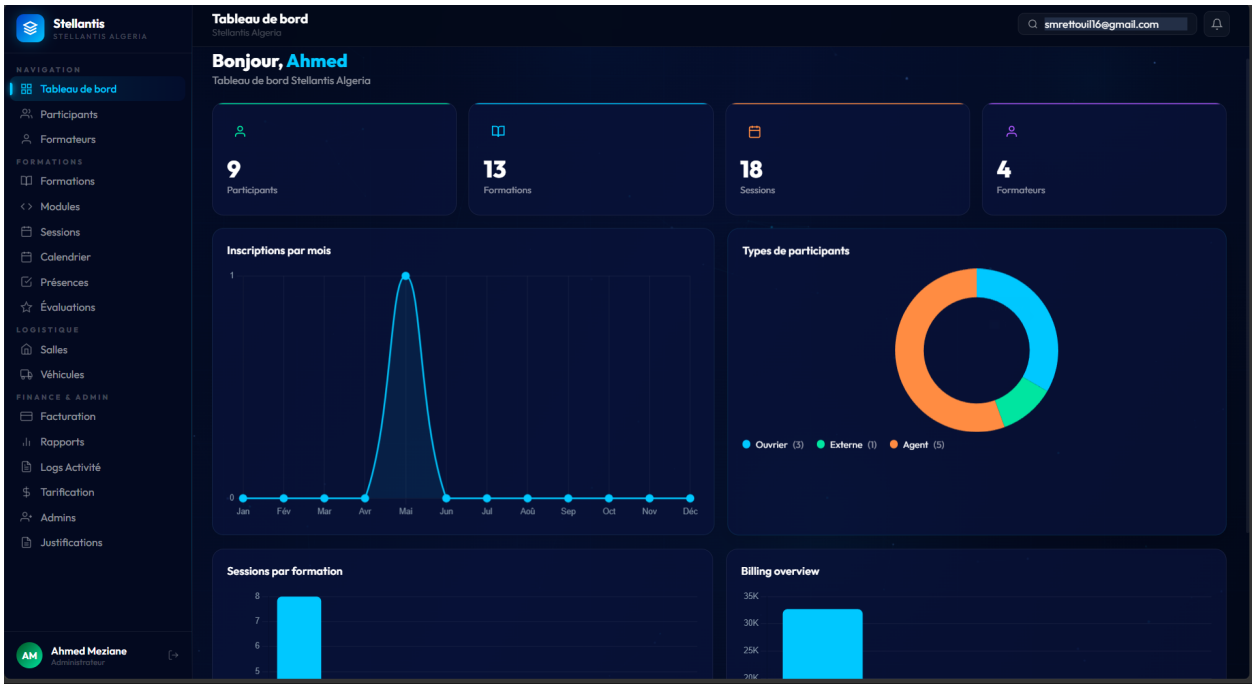


Fig. 3.6 : Dashboard administrateur

Le tableau de bord offre une vue synthétique à travers quatre indicateurs clés (participants, formations, sessions, formateurs) et quatre graphiques interactifs générés via Chart.js : courbe des inscriptions, répartition des types de participants, sessions par formation et aperçu financier.

Gestion des participants

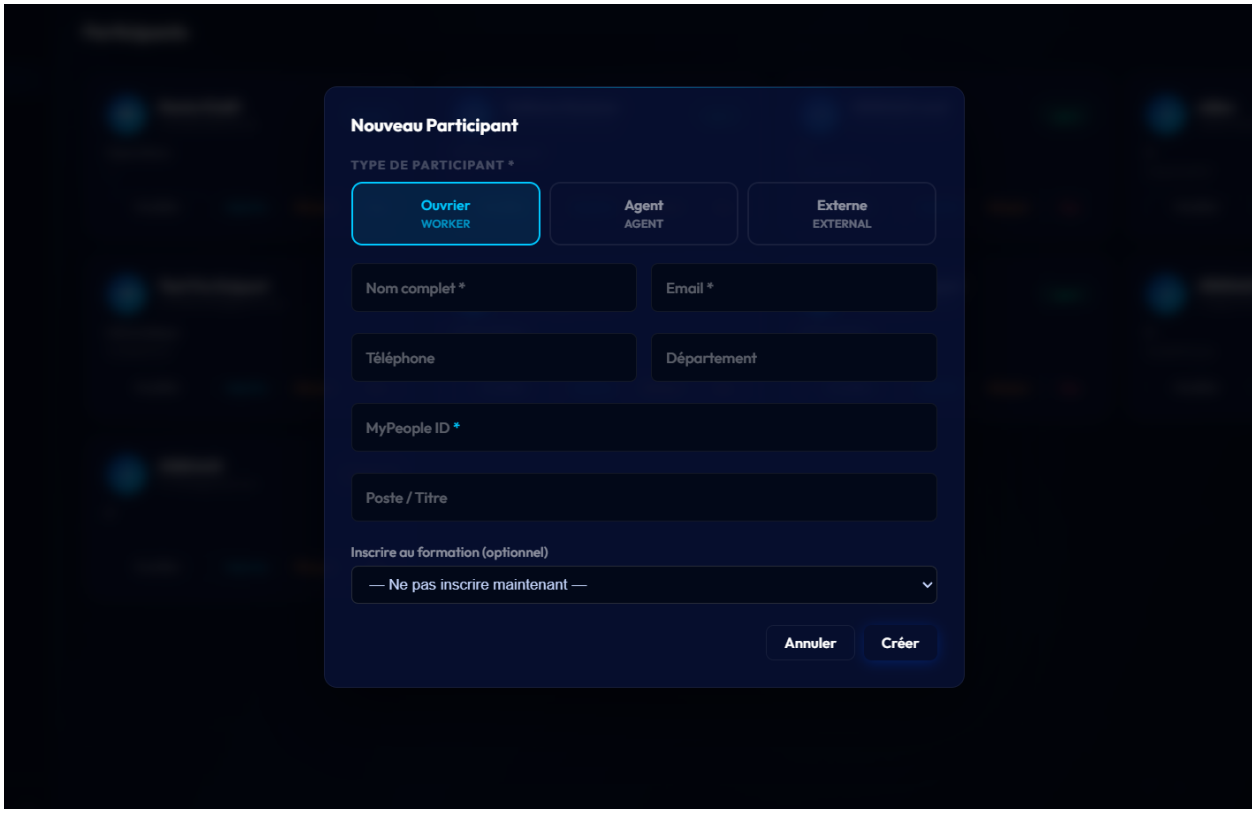


Fig. 3.7 : Interface de gestion des participants

L'interface de gestion des participants permet à l'administrateur de créer, modifier et supprimer des comptes. Lors de la création, un mot de passe temporaire est généré automatiquement et envoyé par email via Gmail SMTP. L'administrateur peut également bloquer manuellement un participant ou consulter son historique de présences.

Gestion des présences

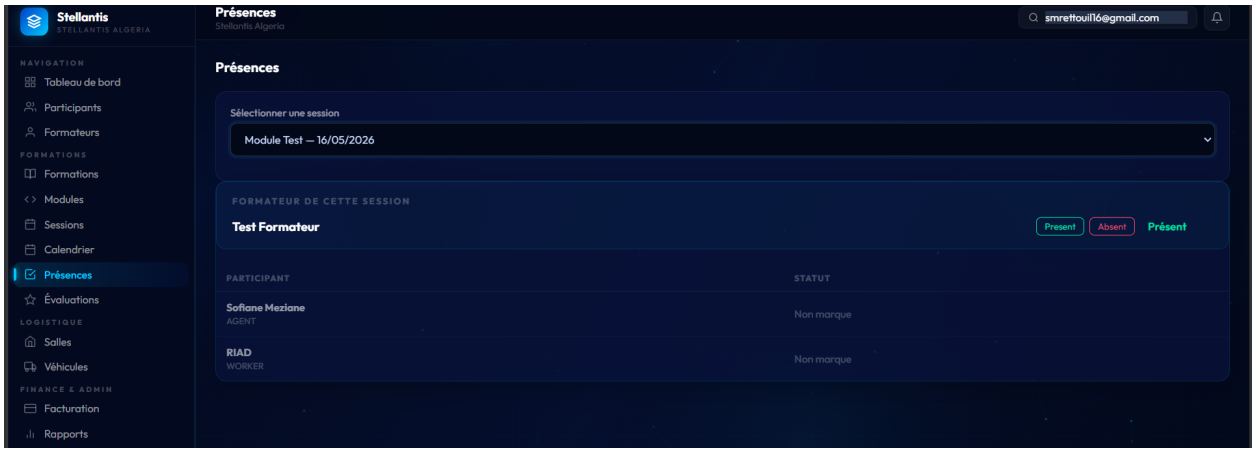


Fig. 3.8 : Page de gestion des présences (formateur)

Interface dédiée au formateur pour marquer les présences de chaque session. Pour chaque participant, il peut indiquer le statut Présent, Absent ou En retard. Le système déclenche un avertissement dès la deuxième absence injustifiée et bloque le compte à la troisième.

Facturation

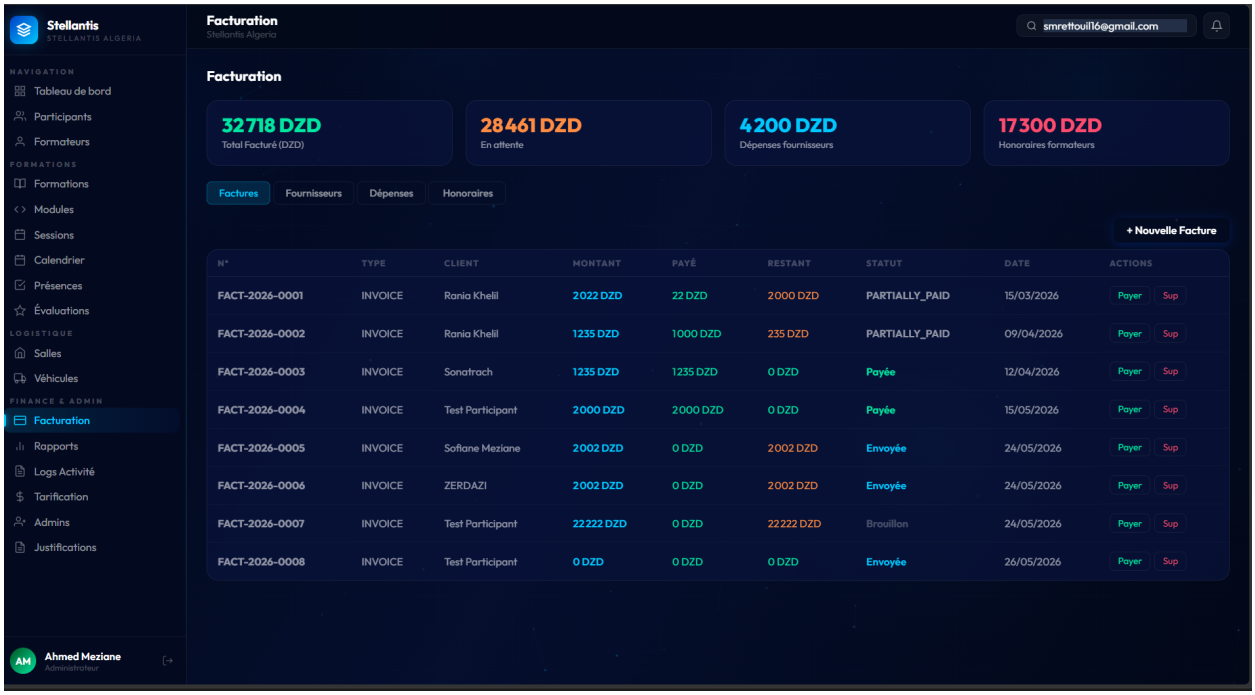


Fig. 3.9 : Génération automatique d'une facture

Lors de l'inscription d'un participant, le système génère automatiquement une facture en appliquant le tarif correspondant à son profil (Employé, Ouvrier, Agent ou Externe). L'administrateur peut consulter les factures, enregistrer les paiements et suivre le statut de facturation.

Calendrier des sessions

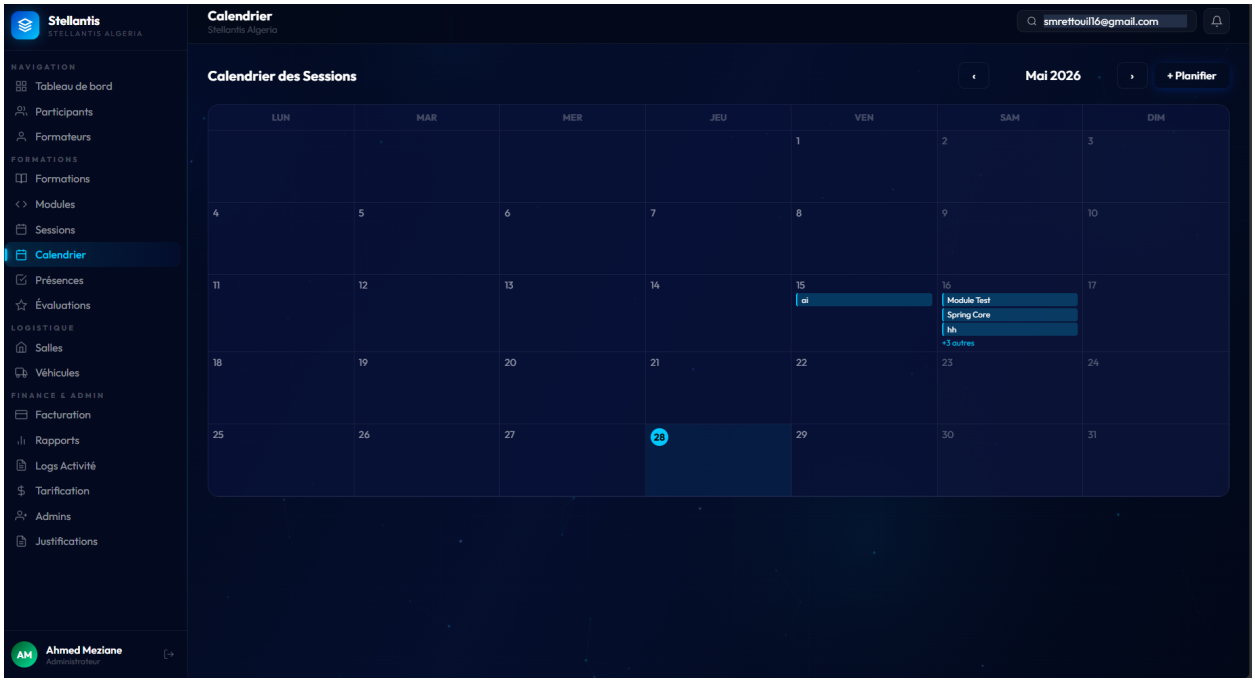


Fig. 3.10 : Calendrier mensuel des sessions

Le calendrier interactif offre une visualisation mensuelle de toutes les sessions planifiées. Un code couleur reflète le statut de chaque session : Planifiée, En cours, Terminée ou Annulée. Cet outil permet à l'administrateur de détecter rapidement les conflits de planning.

Planification d'une session

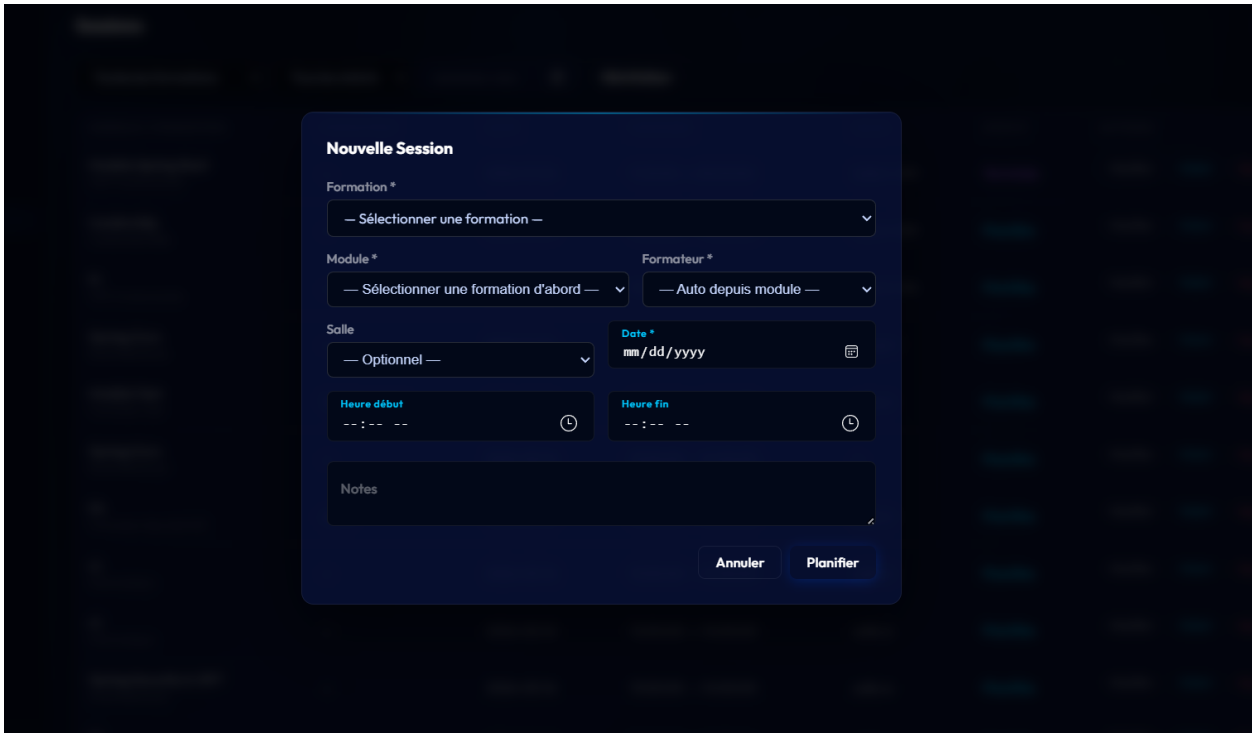


Fig. 3.11 : Interface de planification d'une session

L'administrateur crée une session en définissant le module, la date, les horaires, la salle et le formateur. Le système vérifie automatiquement la disponibilité de la salle et du formateur pour prévenir tout conflit de réservation avant de valider la session.

Changement de mot de passe

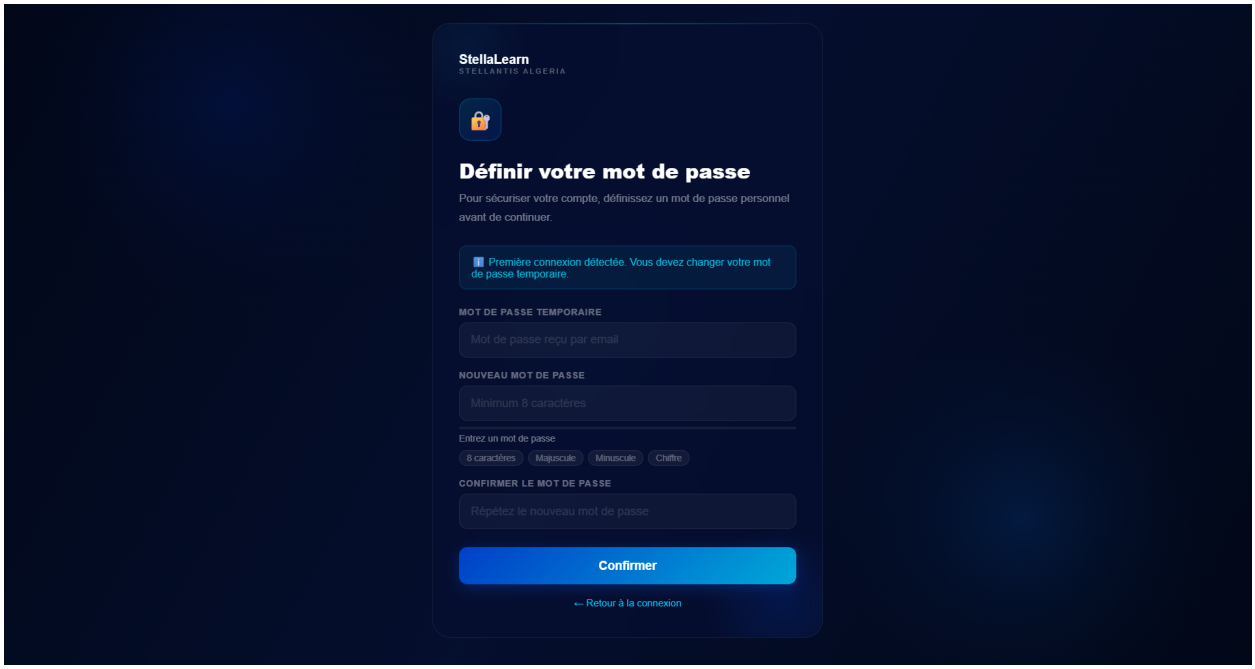


Fig. 3.12 : Changement de mot de passe

Lors de leur première connexion, les utilisateurs définissent un nouveau mot de passe en remplacement du mot de passe temporaire reçu par email. Ce mécanisme garantit la sécurité des accès dès la création du compte.

Portail Formateur

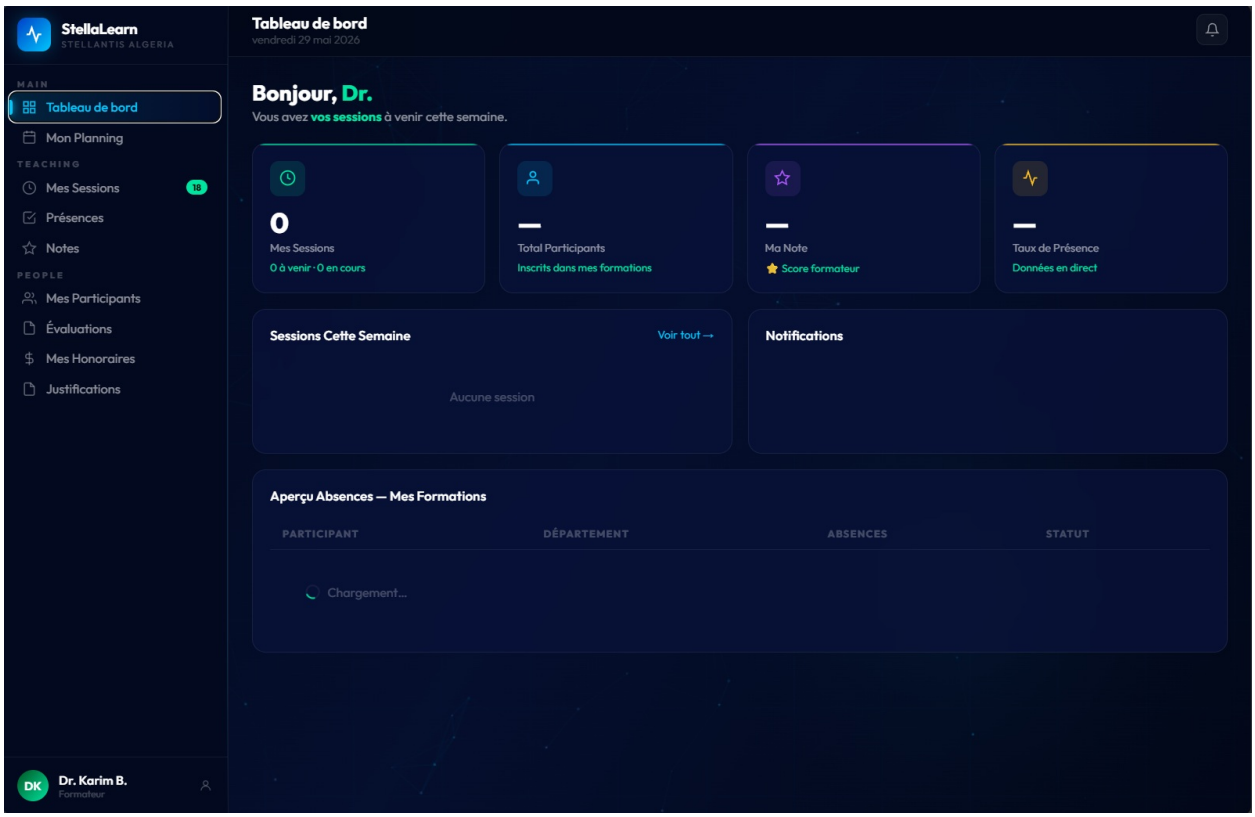


Fig. 3.13 : Portail Formateur – planning et gestion des sessions

Le portail Formateur permet au formateur de consulter son planning hebdomadaire, gérer les présences, saisir les notes des participants et traiter les justifications d'absence. Ce portail illustre la gestion des accès différenciés par rôle implémentée dans l'application.

Gestion des formateurs

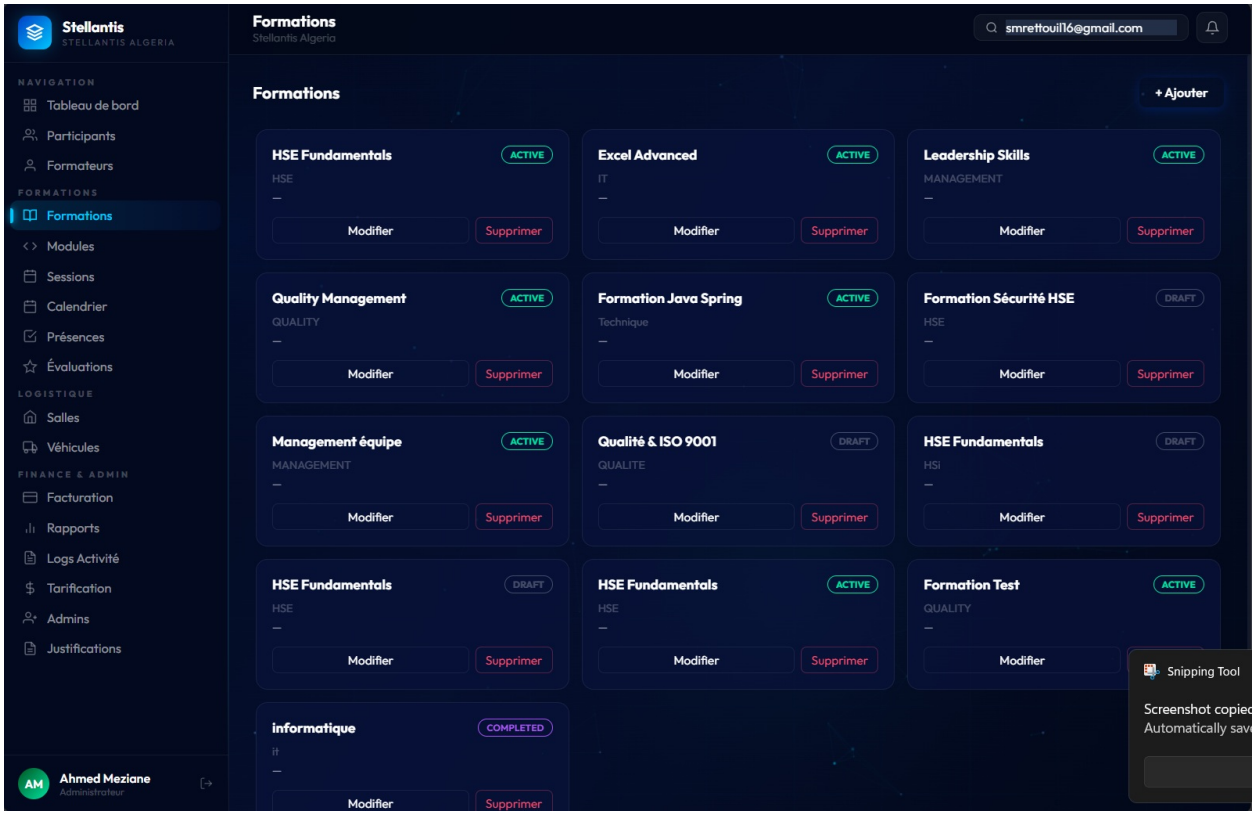


Fig. 3.14 : Interface de gestion des formateurs

L'administrateur crée et gère les comptes formateurs, définit leurs spécialités et consulte leurs évaluations. Chaque formateur se voit attribuer un score basé sur les retours des sessions animées.

Email automatique — mot de passe temporaire

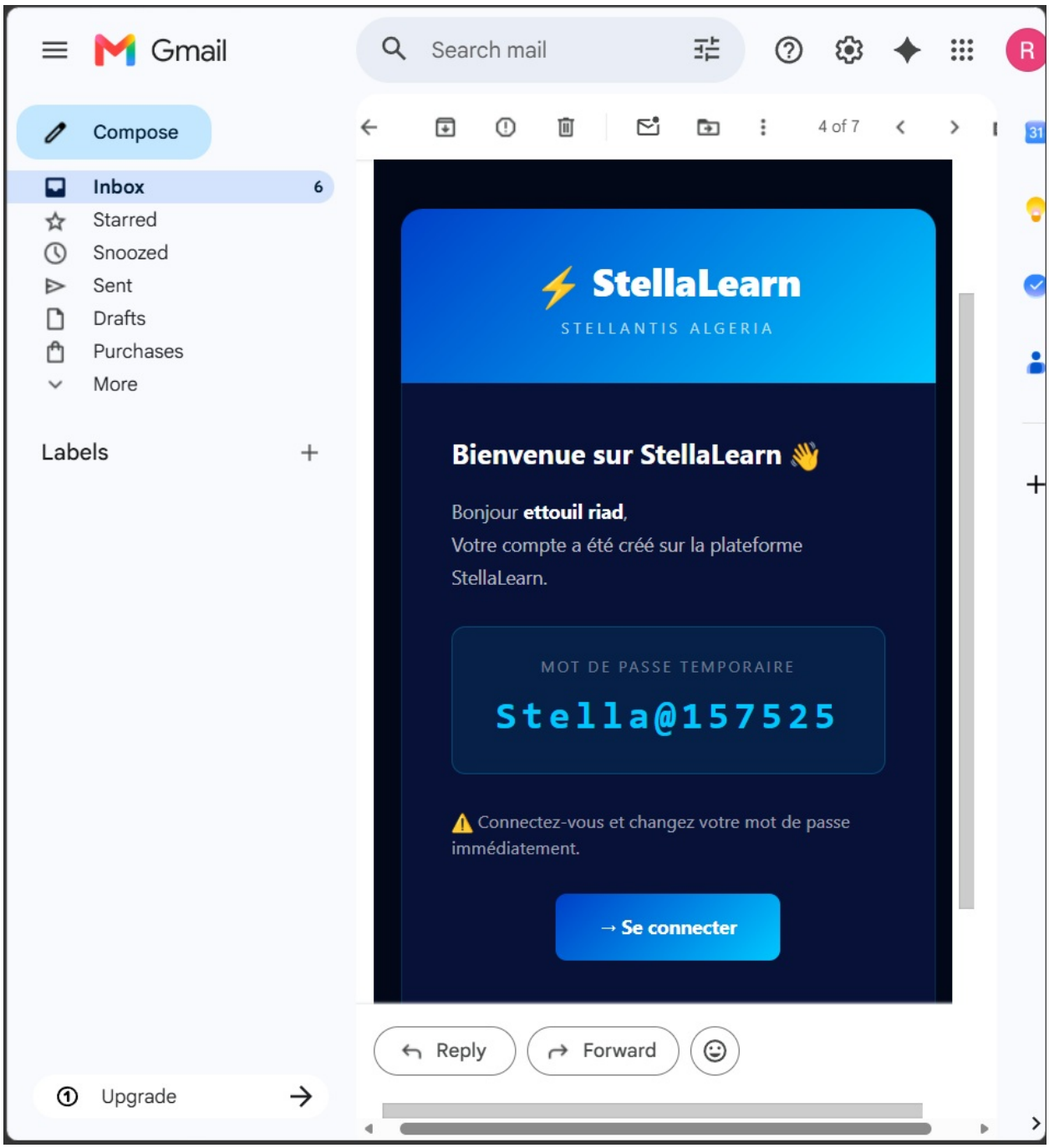


Fig. 3.15 : Email automatique envoyé lors de la création d'un compte

Email envoyé automatiquement via Gmail SMTP lors de la création d'un compte. Il contient le mot de passe temporaire permettant à l'utilisateur de se connecter immédiatement à la plateforme.

3.6.3 Validation du système

Conformité aux besoins

L'analyse des résultats de test confirme que l'application développée répond aux besoins fonctionnels et non fonctionnels identifiés lors de la phase d'analyse. Les modules de gestion des utilisateurs, des formations, des sessions, des inscriptions et du tableau de bord fonctionnent de manière cohérente et conforme aux spécifications définies.

Sur le plan de la sécurité, les mécanismes d'authentification JWT et de gestion des rôles ont été validés avec succès. Les accès non autorisés sont correctement bloqués et les données sensibles sont protégées conformément aux exigences du cahier des charges.

Sur le plan de la performance, l'architecture SPA adoptée garantit des temps de réponse rapides et une navigation fluide entre les différentes sections de l'application.

Limites observées

Malgré les résultats satisfaisants obtenus, certaines limites ont été observées durant la phase de validation. L'application a été testée dans un environnement local, ce qui ne permet pas d'évaluer pleinement ses performances dans un contexte de déploiement en production avec un nombre élevé d'utilisateurs simultanés.

Par ailleurs, certaines fonctionnalités avancées telles que les notifications en temps réel et les modules d'évaluation détaillés constituent des pistes d'amélioration pour les versions futures.

Conclusion

Au terme de ce chapitre, les différentes phases de test et de validation ont permis de confirmer le bon fonctionnement de l'application. Les résultats obtenus montrent que les fonctionnalités implémentées répondent de manière satisfaisante aux besoins identifiés. Les tests ont également permis de valider la stabilité de l'architecture adoptée, la fiabilité des échanges entre les différentes couches et l'efficacité des mécanismes de sécurité intégrés.

Conclusion Générale

Le travail présenté dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre du projet de fin d'études réalisé au sein du département IT de Stellantis El Djazaïr. L'objectif principal de ce projet était de concevoir et développer une application web dédiée à la gestion des formations internes afin de répondre au besoin de structuration et de digitalisation de ce processus au sein de l'entreprise.

Dans un premier temps, une étude approfondie du contexte actuel et une identification des besoins ont permis de cerner les principales problématiques liées à l'absence d'un système centralisé de gestion des formations. Cette phase a conduit à la définition des besoins fonctionnels et non fonctionnels nécessaires à la conception d'une solution adaptée au contexte de l'entreprise.

La phase de développement a ensuite permis de concrétiser l'ensemble des besoins identifiés à travers une application web moderne reposant sur une architecture SPA et des technologies récentes telles que Spring Boot [1], Java, MySQL [3] et JavaScript. Les différents modules implémentés permettent aujourd'hui d'assurer la gestion des utilisateurs et des formations, la planification des sessions, le suivi des inscriptions et des présences, ainsi que la centralisation des informations à travers un tableau de bord interactif.

Les différentes phases de test et de validation ont permis de confirmer la fiabilité, la stabilité et la conformité du système par rapport aux objectifs fixés au début du projet.

Au-delà de son aspect technique, ce projet a représenté une expérience particulièrement enrichissante sur le plan professionnel et humain. Il a permis de mettre en pratique les connaissances acquises durant le cursus universitaire tout en développant des compétences concrètes dans un environnement professionnel réel, notamment dans les domaines du développement web, de la conception logicielle, de la sécurité informatique et de la gestion de projet.

Enfin, cette application constitue une première base pouvant être enrichie par de futures évolutions, notamment l'intégration de fonctionnalités avancées telles que les notifications en temps réel, les modules e-learning ou encore l'intégration avec d'autres systèmes d'information de l'entreprise. Ce projet représente ainsi une contribution concrète à la transformation digitale de la gestion des formations au sein de Stellantis El Djazaïr.

Bibliographie

[1] **Spring Boot Reference Documentation – Version 4.0.3**. Broadcom Inc. / VMware, 2025. `https://docs.spring.io/spring-boot/`

[2] **Hibernate ORM 7.2 User Guide**. Red Hat, Inc., 2025. `https://hibernate.org/orm/documentation/`

[3] **MySQL 8.0 Reference Manual**. Oracle Corporation, 2024. `https://dev.mysql.com/doc/`

[4] Jones M., Bradley J., Sakimura N. *RFC 7519 – JSON Web Token (JWT)*. Internet Engineering Task Force (IETF), 2015. `https://datatracker.ietf.org/doc/html/rfc7519`

[5] Pressman R.S., Maxim B.R. *Software Engineering : A Practitioner's Approach*, 8e édition. McGraw-Hill Education, 2014. ISBN : 978-0-07-802212-8.

[6] Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I. *The Unified Modeling Language User Guide*, 2e édition. Addison-Wesley, 2005. ISBN : 978-0-321-26797-9.

[7] Walls C. *Spring in Action*, 6e édition. Manning Publications, 2022. ISBN : 978-1-617-29757-1.

[8] **Spring Security Reference Documentation**. Spring Projects, 2025. `https://docs.spring.io/spring-security/`

[9] Flanagan D. *JavaScript : The Definitive Guide*, 7e édition. O'Reilly Media, 2020. ISBN : 978-1-491-95202-3.

[10] Fowler M. *Patterns of Enterprise Application Architecture*. Addison-Wesley, 2002. ISBN : 978-0-321-12742-6.