République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université M'hamed Bougara - Boumerdès



Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Domaine : Mathématiques Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Système Informatique

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du

Diplôme Licence Académique

Thème

Application mobile pour réservation flexible et tracking des bus longue distance

Présenté par :

- ***Assous maroua***
- ***Gasri meriem***
- ***Kezzal samira***
- ***Salma adem***

M.Faycel Abbas **: Encadreur**

M.Salmi Chikh **: Examinateur**

Année universitaire : 2025/2026

Table des matières :

Liste des tableaux : 2
Table des figures 2
Liste des abréviations : 3
Remerciements 4
Dédicace 4
Résumé : 5
Abstract : 5
Introduction Générale : 6
Contexte : 6
Problématique : 6
Objectif : 6
Structure du mémoire : 7
1.Chapitre 1 : Étude de l'existant : 8
1.1 Introduction : 8
1.2 Définition : 8
1.3 Applications et solutions existantes : 8
1.4 Analyse du marché algérien : 9
1.5 Motivation : 9
1.6 Solution proposée : 9
1.7 Conclusion : 10
2.Chapitre 2 : Modélisation de l'Application : 11
2.1 Introduction : 11
2.2 Analyse des besoins et spécifications : 11
2.3 Diagrammes UML : 13
2.4 MCD — Modèle Conceptuel des Données : 17
2.5 MLD — Modèle Logique des Données : 17
2.6 Conclusion : 18
3.Chapitre 3 :Réalisation : 19
3.1 Introduction : 19
3.2 Matériel utilisé : 19
3.3 Outils et technologies : 19
3.4 Architecture globale du système 19
3.5 Sécurité de l'application : 27
3.6 Tests et Validation : 27
3.7 Conclusion : 29
Conclusion Générale : 30
Webographie : 31
Bibliographie : 31

Liste des tableaux :

Table1.Liste des abrévations.....3
Table2.1.Les acteurs du système.....11
Table2.2.Les besoins fonctionnels.....12
Table2.3.Les besoins non fonctionnels.....13
Table3.1.Test et validation.....29

Table des figures :

Fig1.Le logo de l'application "ElMossafir".....10
Fig2.1.Diagramme de cas d'utilisation.....13
Fig2.2. Diagramme de séquence — Inscription et Connexion.....14
Fig2.3. Diagramme de séquence — Réservation complète.....14
Fig2.4. Diagramme de séquence — GPS Tracking.....15
Fig2.5. Diagramme de séquence — Scan QR et paiement.....15
Fig2.6. Diagramme de séquence —Authentication (Gestionnaires de compagnie)..16
Fig2.7. Diagramme d'activité — Processus complet de réservation.....16
Fig2.8. MCD 17
Fig2.9.MLD.....17
Fig3.1. L'architecture de déploiement d'ElMossafir.....20
Fig3.4.1.1. L'interface de l'application mobile.....20
Fig3.4.1.2. L'interface de connexion / inscription.....21
Fig3.4.1.3. L'interface d'une recherche de trajet.....21
Fig3.4.1.4. L'interface de réservation d'un billet.....22
Fig3.4.1.5. L'interface de mes tickets (statuts : en attente, confirmé, annulé, refusé).23
Fig3.4.1.6. Suivre la position du bus en temps réel.....23
Fig3.4.1.7. L'interface de connexion (chauffeur).....24
Fig3.4.1.8. Consultation de la liste des passagers.....24
Fig3.4.1.9. L'interface de scan du QR code passager.....24
Fig3.4.1.10. L'interface de partage de position GPS en temps réel.....25
Fig3.4.2.1. L'interface login.html.....25
Fig3.4.2.2. L'interface de super Administrateur.....26
Fig3.4.2.3. L'interface de l'administrateur de compagnie.....26

Liste des abréviations :

Abréviation	Signification
API	Application Programming Interface
REST	Representational State Transfer
GPS	Global Positioning System
HTTP	HyperText Transfer Protocol
HTTPS	HyperText Transfer Protocol Secure
JSON	JavaScript Object Notation
QR	Quick Response
URL	Uniform Resource Locator
UML	Unified Modeling Language
MCD	Modèle Conceptuel de Données
MLD	Modèle Logique des Données
IDE	Integrated Development Environment
iOS	iPhone Operating System
PHP	Hypertext Preprocessor
SQL	Structured Query Language
PDO	PHP Data Objects
HTML	HyperText Markup Language
CSS	Cascading Style Sheets
JS	JavaScript
SNTV	Société Nationale des Transports de Voyageurs
SOGRAL	Société de Gestion des Gares Routières d'Algérie
GTFS	General Transit Feed Specification
VIP	Very Important Person
CIB	Carte Interbancaire

Table1.*Liste des abréviations*

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH**, le Tout-Puissant et Miséricordieux, qui nous a aidés et nous a donné la patience et le courage durant cette longue année d'études,ainsi que la volonté et la force nécessaires pour affronter toutes les difficultés et les obstacles qui se sont dressés pendant la réalisation de ce travail.

Nous souhaitons exprimer notre vive reconnaissance à :

M. **Faycel Abbas**, notre encadrant, pour son accompagnement attentif, ses conseils éclairés et son soutien constant qui ont été essentiels à la réalisation de ce projet.

M. **Salmi chikh**, qui nous a fait l'honneur d'être membre du jury de notre travail.

L'ensemble des enseignants du Département d'Informatique de l'Université M'hamed Bougara Boumerdès, dont la qualité de l'enseignement et l'engagement ont contribué de manière significative à notre formation.

Nous vous adressons nos remerciements les plus sincères pour la confiance accordée, la patience témoignée et le dévouement dont vous avez fait preuve à nos côtés.

Dédicace

À nos très chers parents, pour leur amour, leurs sacrifices et leur soutien indéfectible tout au long de notre parcours.

À nos frères et sœurs, pour leurs encouragements et leur présence précieuse.

À nos enseignants, qui ont su nous guider avec patience, savoir et dévouement.

À nos amis et camarades, avec qui nous avons partagé des moments inoubliables d'entraide, de travail et de convivialité.

À toutes les personnes qui nous ont apporté leur soutien et leurs encouragements, de près ou de loin.

Résumé :

Face au manque de numérisation du transport en bus longue distance en Algérie, marqué par des réservations encore informelles obligeant les voyageurs à se déplacer vers les agences ou les gares routières et à attendre de longues périodes pour réserver ou obtenir des informations, une faible accessibilité aux horaires et aux disponibilités, ainsi que l'absence de suivi en temps réel des véhicules, ce mémoire propose la conception et le développement d'**ElMossafir**, une solution numérique complète visant à moderniser ce secteur. La plateforme repose sur une application mobile multiplateforme développée avec **Flutter**, associée à une **API REST** en **PHP/MySQL** et à une interface web d'administration. Elle permet aux voyageurs de réserver leurs places à distance, de sélectionner dynamiquement des arrêts intermédiaires sur une même ligne et de suivre leur bus en temps réel grâce à la géolocalisation **GPS**. Par ailleurs, les chauffeurs et les gestionnaires des compagnies disposent d'interfaces adaptées à leurs besoins afin d'optimiser la gestion des trajets, des réservations et du suivi opérationnel au sein d'une architecture multi-rôles cohérente et centralisée.

Mots-clés : Transport en bus longue distance - Réservation en ligne - Application mobile - Flutter - API REST - PHP/MySQL - Géolocalisation GPS - Suivi en temps réel - Arrêts intermédiaires dynamiques - Architecture multi-rôles - Gestion des trajets - ElMossafir

Abstract :

Faced with the lack of digitization in Algeria's long-distance bus transport sector, characterized by still largely informal booking systems that force travelers to go to agencies or bus stations and wait long periods to book or obtain information, limited access to schedules and availability, and the absence of real-time vehicle tracking, this thesis proposes the design and development of ElMossafir, a comprehensive digital solution aimed at modernizing this sector. The platform is based on a multi-platform mobile application developed with Flutter, combined with a REST API in PHP/MySQL and a web administration interface. It allows travelers to book seats remotely, dynamically select intermediate stops on the same route, and track their bus in real time using GPS geolocation.In addition, drivers and company managers have access to interfaces tailored to their needs to optimize route management, bookings, and operational monitoring within a coherent and centralized multi-role architecture.

Keywords: Long-distance bus transport - Online booking - Mobile application - Flutter - REST API - PHP/MySQL - GPS geolocation - Real-time tracking - Dynamic intermediate stops - Multi-role architecture - Trip management - ElMossafir

Introduction Générale :

Contexte :

Le transport terrestre de voyageurs représente l'épine dorsale de la mobilité interurbaine en Algérie. Avec 58 wilayas reliées par un réseau routier national dépassant les 113 000 kilomètres, le bus longue distance constitue de loin le mode de déplacement inter-wilayas le plus accessible pour la majorité des citoyens**[w7]**, en raison de sa couverture géographique étendue et de ses tarifs abordables. Les compagnies de transport, qu'elles soient publiques, comme la Société Nationale des Transports de Voyageurs (SNTV) ou privées, assurent quotidiennement des millions de trajets à travers le territoire national**[w7]**.

Pourtant, malgré l'ampleur de ce secteur, la transition numérique tarde à s'y imposer. À ce jour, la grande majorité des réservations s'effectuent encore au guichet physique des gares routières ou par contact direct avec les compagnies via les réseaux sociaux. Le voyageur doit se déplacer pour acheter son billet, sans garantie de disponibilité, sans information fiable sur les horaires réels de départ, et sans possibilité de suivre l'avancement du bus. Cette réalité génère des temps d'attente excessifs, une expérience utilisateur dégradée, et une inefficacité opérationnelle pour les transporteurs eux-mêmes.

- Selon une enquête menée auprès d'usagers des gares routières de Boumerdès et d'Alger dans le cadre de notre projet, plus de 78 % des voyageurs interrogés déclarent n'avoir jamais utilisé de plateforme numérique pour réserver leur billet de bus longue distance.

Problématique :

Face à ce constat, une question fondamentale émerge : comment concevoir et développer une solution numérique mobile qui permette à la fois de simplifier et de sécuriser la réservation de billets de bus longue distance en Algérie, d'offrir au voyageur la flexibilité de choisir son point d'arrêt intermédiaire, et de fournir un suivi GPS en temps réel pour réduire les temps d'attente ?

Cette problématique soulève plusieurs défis techniques et fonctionnels :

- Comment permettre aux voyageurs de réserver leurs billets directement depuis l'application mobile, tout en garantissant la fiabilité de la validation et la sécurité des transactions ?
- Comment modéliser un système de réservation flexible intégrant des arrêts intermédiaires dynamiques — et non uniquement les terminus — sur une même ligne ?
- Comment synchroniser en temps réel la position GPS du chauffeur avec l'application du voyageur ?
- Comment proposer une architecture multi-rôles (voyageur, chauffeur, administrateur de compagnie, super administrateur) cohérente ?

Objectif :

Ce mémoire vise donc à concevoir, développer et valider **ElMossafir**, une solution logicielle complète dédiée à la réservation et au tracking des bus longue distance en Algérie. Les objectifs poursuivis sont les suivants :

– Développer une application mobile multiplateforme (Android/iOS) avec **Flutter[w1]**, offrant une expérience utilisateur moderne et intuitive pour les voyageurs et les chauffeurs.
– Mettre en place une **API REST** robuste en **PHP[w4]/MySQL[w5]**, constituant le noyau fonctionnel de la solution et assurant la gestion des données, des réservations et de la géolocalisation.
– Concevoir une interface web d'administration permettant aux gestionnaires de compagnies et au super administrateur de superviser l'ensemble du système.
– Implémenter un mécanisme de réservation flexible permettant au voyageur de sélectionner un point d'arrêt intermédiaire sur une ligne, au-delà des simples trajets terminus-à-terminus.
– Intégrer un système de suivi GPS en temps réel via **OpenStreetMap (flutter_map)[w2][w3]**, permettant au voyageur de visualiser la position de son bus et d'estimer son temps d'attente.
– Sécuriser le processus d'embarquement par la génération et la validation de QR codes uniques par trajet et par passager.

Structure du mémoire :

Ce mémoire s'articule en trois chapitres complémentaires. Le **Chapitre 1** présente une analyse approfondie du secteur du transport en bus longue distance en Algérie, un état de l'art des solutions numériques existantes et la justification de la solution proposée. Le **Chapitre 2** détaille la phase de modélisation : analyse des besoins fonctionnels et non fonctionnels, conception des diagrammes UML, élaboration du modèle conceptuel de données et définition de l'architecture technique. Enfin, le **Chapitre 3** décrit la phase de réalisation : environnement de développement, implémentation des différentes interfaces par rôle, mécanismes de sécurité et validation fonctionnelle par scénarios de tests.

1.Chapitre 1 : Étude de l'existant :

1.1 Introduction :

Avant de commencer le développement de notre application, il nous a semblé indispensable de réaliser une étude préliminaire du secteur du transport en bus longue distance en Algérie. Ce chapitre présente une analyse du contexte général, des solutions existantes,et des motivations qui nous ont poussés à proposer une nouvelle solution.

1.2 Définition :

Le transport en bus longue distance est un service de transport public de voyageurs par autocar entre deux wilayas ou plus, effectué par des entreprises privées ou publiques**[w7]**. Il est le mode de transport terrestre le plus prisé des Algériens pour les déplacements interurbains en raison de son coût abordable et de la densité du réseau routier national.

1.3 Applications et solutions existantes :

Lors de notre recherche des solutions existantes sur le marché algérien, nous avons trouvé plusieurs applications et plateformes consacrées au transport en bus longue distance, que nous vous détaillons ci-dessous, avec leurs points forts et leurs limites:

a. Mahataty :

URL : https://mahataty.com**[w12]**

- **Points forts :** Réservation en ligne de billets de bus et de train, couverture nationale, interface disponible sur mobile et web, plusieurs moyens de paiement acceptés.
- **Points faibles :** Pas de tracking en temps réel du bus, pas de choix flexible du point d'arrêt, offre limitée à certaines compagnies partenaires uniquement.

b. SOGRAL (Société de Gestion des Gares Routières d'Algérie) :

URL : https://sogral.dz**[w13]**

- **Points forts** : Organisme officiel gérant les gares routières algériennes, informations officielles sur les horaires et les lignes disponibles.
- **Points faibles :** Aucune réservation en ligne, pas de suivi des bus, site web basique et peu interactif, nécessite de se déplacer physiquement à la gare pour réserver.

c. MyBus :

- **Points forts :** Application mobile dédiée au transport en commun algérien, consultation des horaires de bus disponible sur smartphone, interface simple.
- **Points faibles :** Focalisée principalement sur le transport urbain, pas de réservation de billets longue distance, absence de tracking GPS, couverture géographique limitée.

d. Joud (application SNTV) :

- **Points forts :** Couverture nationale, tarifs officiels.
- **Points faibles :** Interface vieillissante, pas de choix du point d'arrêt, pas de tracking en temps réel.

e. Pages Facebook de compagnies privées :

- **Points forts :** Réactivité, tarifs compétitifs.
- **Points faibles :** Aucune sécurité, pas de réservation en ligne, informations non structurées.

f. Sites web de gares routières :

- **Points forts :** Informations sur les horaires disponibles.
- **Points faibles :** Pas de réservation en ligne, pas de suivi des bus.

1.4 Analyse du marché algérien :

Le secteur du transport en bus longue distance en Algérie présente plusieurs lacunes :

- Absence d'une plateforme nationale centralisée pour la réservation.
- Impossibilité pour le voyageur de choisir son point d'arrêt à l'avance.
- Manque d'information sur la position des bus en temps réel.
- Temps d'attente élevés aux gares routières.
- Pas d'interface dédiée pour les gestionnaires de lignes.
- Manque de transparence sur les tarifs et les disponibilités.

1.5 Motivation :

Confrontée à ce vide numérique, l'idée du projet repose sur un constat simple : il existe une réalité d'une demande pour une application mobile moderne, fiable et pratique permettant au voyageur de réserver à distance sa place de bus**[w9][w10]**, de sélectionner son point d'arrêt et de suivre l'arrivée du bus pour éviter d'attendre longtemps. Dans le même temps, les gestionnaires de la ligne recherchent un outil pour optimiser le remplissage et la gestion des trajets de bus.

1.6 Solution proposée :

Notre solution consiste en : une application mobile multiplateforme nomée **"ElMossafir"** développée avec **Flutter[w1]**, et une interface web d'administration développée en **HTML/CSS/JavaScript**[w12].Le backend est assuré par une **API REST** en **PHP** avec une base de données **MySQL**. La cartographie et le suivi **GPS** en temps réel sont assurés par **OpenStreetMap[w2]**via le package **flutter_map[w3].**

La solution s'adresse à ces utilisateurs :

Les voyageurs peuvent rechercher des trajets entre n'importe quels arrêts intermédiaires d'une ligne (et non uniquement du terminus au terminus), réserver une place, suivre la position du bus en temps réel sur une carte interactive, consulter leurs billets avec QR code, et annuler leur réservation jusqu'à 24h avant le départ.

Les chauffeurs disposent d'une application mobile dédiée leur permettant de consulter et gérer les

réservations de leur voyage (confirmation ou refus), de partager leur position GPS en temps réel, et de valider le paiement des passagers via un scanner QR code intégré.

Les gestionnaires se divisent en deux rôles : le super administrateur qui supervise l'ensemble des compagnies de transport, des bus et des utilisateurs via un tableau de bord web ; et l'administrateur de compagnie qui gère les voyages, les trajets et les chauffeurs de sa propre compagnie.



Fig1.Le logo de l'application "ElMossafir"

1.7 Conclusion :

Ce premier chapitre nous a permis de mettre en évidence les lacunes du secteur du transport en bus longue distance en Algérie et de justifier la pertinence de notre projet. L'absence d'une solution numérique complète confirme l'intérêt de développer une application mobile répondant aux besoins des voyageurs et des chauffeurs , ainsi qu'un site web dédié aux gestionnaires de transport pour la gestion de leurs bus et de leurs trajets.Le chapitre suivant s'attachera à modéliser cette solution de manière rigoureuse à travers une analyse des besoins, des diagrammes UML et la conception du modèle de données.

2.Chapitre 2 : Modélisation de l'Application :

2.1 Introduction :

Avant d'entrer dans la phase de développement, il est fondamental de définir clairement les besoins du système, d'identifier les acteurs et leurs interactions, et de concevoir la structure des données. Ce chapitre présente la modélisation complète de notre application à travers les diagrammes UML et la conception de la base de données**[1]**.La conception de l'application suit les principes des patrons de conception orientés objet **[2]**, afin d'assurer la réutilisabilité et la maintenabilité du code.

2.2 Analyse des besoins et spécifications :

2.2.1 Acteurs :

Le système ElMossafir implique quatre acteurs principaux dont les rôles, interfaces et périmètres fonctionnels sont distincts. Un acteur est une entité externe qui interagit avec le système **[1]**. Le tableau 2.1 présente les quatre acteurs du système ainsi que leurs interfaces et périmètres fonctionnels respectifs.

Acteur	Interface	Périmètre fonctionnel
Voyageur	App Mobile	Inscription, connexion, recherche de trajets avec arrêt intermédiaire, réservation, consultation billet QR, suivi GPS, annulation
Chauffeur	App Mobile	Connexion, consultation voyage du jour, gestion des réservations (confirmation/refus), partage position GPS, scan QR code passager
Admin Compagnie	Interface Web	Connexion, gestion voyages, gestion trajets et arrêts, gestion chauffeurs et bus de la compagnie
Super Administrateur	Interface Web	Connexion, gestion de toutes les compagnies, supervision globale des voyages, utilisateurs et statistiques

Table2.1.Les acteurs du système

2.2.2 Besoins fonctionnels :

Code	Acteur	Besoin Fonctionnel	Priorité
BF01	Voyageur	S'inscrire et se connecter à l'application	**Essentiel**
BF02	Voyageur	Rechercher un trajet par ville de départ, ville d'arrivée et date	**Essentiel**
BF03	Voyageur	Choisir un arrêt de montée et un arrêt de descente intermédiaires	**Essentiel**
BF04	Voyageur	Réserver une place dans un bus	**Essentiel**
BF05	Voyageur	Consulter ses tickets et leur statut	**Essentiel**
BF06	Voyageur	Afficher le QR code de son billet	**Essentiel**
BF07	Voyageur	Suivre la position du bus en temps réel	**Essentiel**
BF08	Voyageur	Annuler une réservation	**Important**
BF09	Voyageur	Recevoir notifications (confirmé/refusé)	**Important**
BF10	Chauffeur	Se connecter à l'application chauffeur	**Essentiel**
BF11	Chauffeur	Consulter ses voyages assignés	**Essentiel**
BF12	Chauffeur	Confirmer ou refuser une réservation passager	**Essentiel**
BF13	Chauffeur	Attribuer un numéro de siège au passager	**Essentiel**
BF14	Chauffeur	Scanner le QR code d'un passager pour valider l'embarquement	**Essentiel**
BF15	Chauffeur	Partager sa position GPS en temps réel	**Essentiel**
BF16	Chauffeur	Démarrer et terminer un voyage	**Essentiel**
BF17	Administrateur	Gérer les compagnies, bus et chauffeurs	**Essentiel**
BF18	Administrateur	Gérer les trajets, lignes et arrêts	**Essentiel**
BF19	Administrateur	Consulter et gérer les réservations	**Important**
BF20	Super Admin	Superviser l'ensemble des compagnies et utilisateurs	**Essentiel**

Table2.2.Les besoins fonctionnels

2.2.3 Besoins Non Fonctionnels:

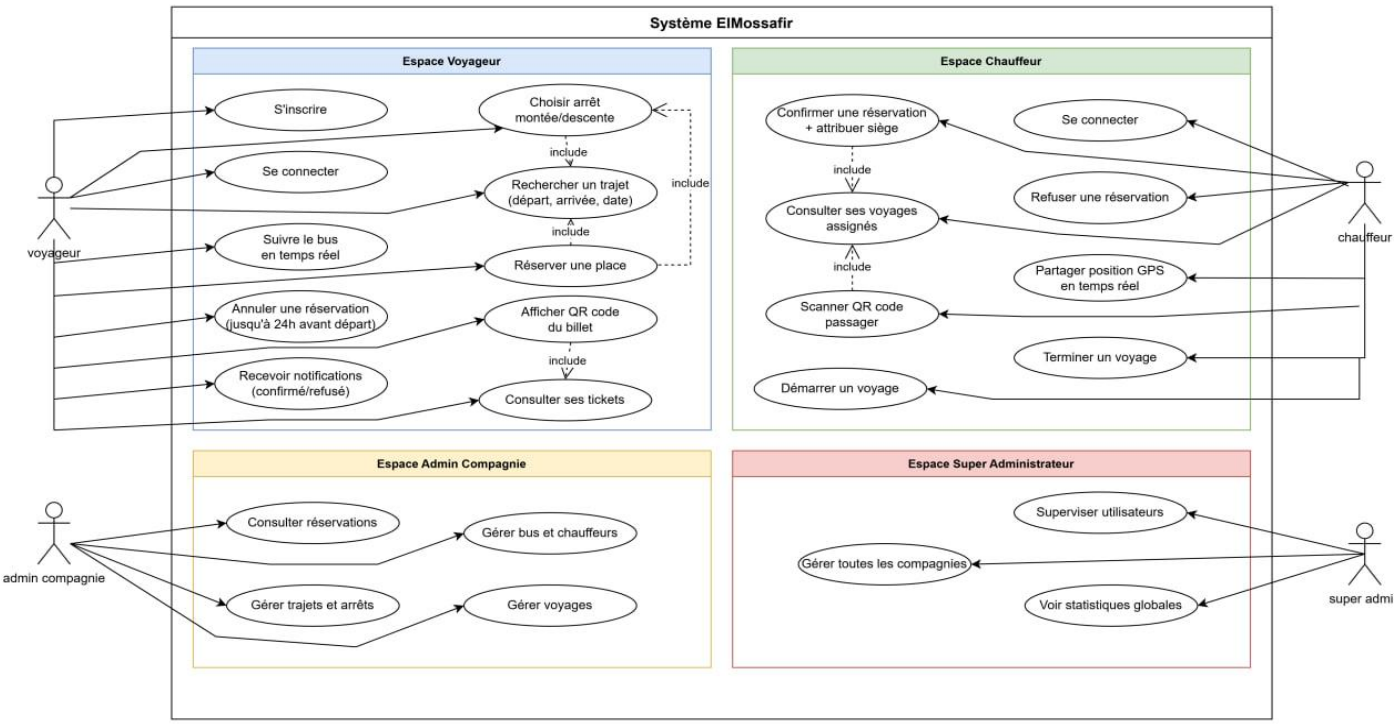
Code	Besoin	Description	Priorité
BNF01	Performance	L'application doit répondre aux requêtes en moins de 3 secondes	**Essentiel**

Code	Besoin	Description	Priorité
BNF02	Disponibilité	Le serveur doit être disponible 24h/24 et 7j/7	**Essentiel**
BNF03	Sécurité	Les mots de passe doivent être chiffrés et les accès authentifiés	**Essentiel**
BNF04	Compatibilité	L'application doit fonctionner sur Android et iOS	**Essentiel**
BNF05	Temps réel	La position GPS doit être mise à jour toutes les 5 secondes	**Essentiel**
BNF06	Ergonomie	L'interface doit être simple, intuitive et accessible	**Important**
BNF07	Maintenabilité	Le code doit être structuré et documenté pour faciliter les évolutions	**Important**
BNF08	Scalabilité	Le système doit supporter plusieurs compagnies et utilisateurs simultanément	**Optionnel**

Table2.3.Les besoins non fonctionnels

2.3 Diagrammes UML :

2.3.1 Diagramme de cas d'utilisation : Fig2.1.Diagramme de cas d'utilisation



2.3.2 Diagrammes de séquence :

2.3.2.1 Diagramme de séquence — Inscription et Connexion :

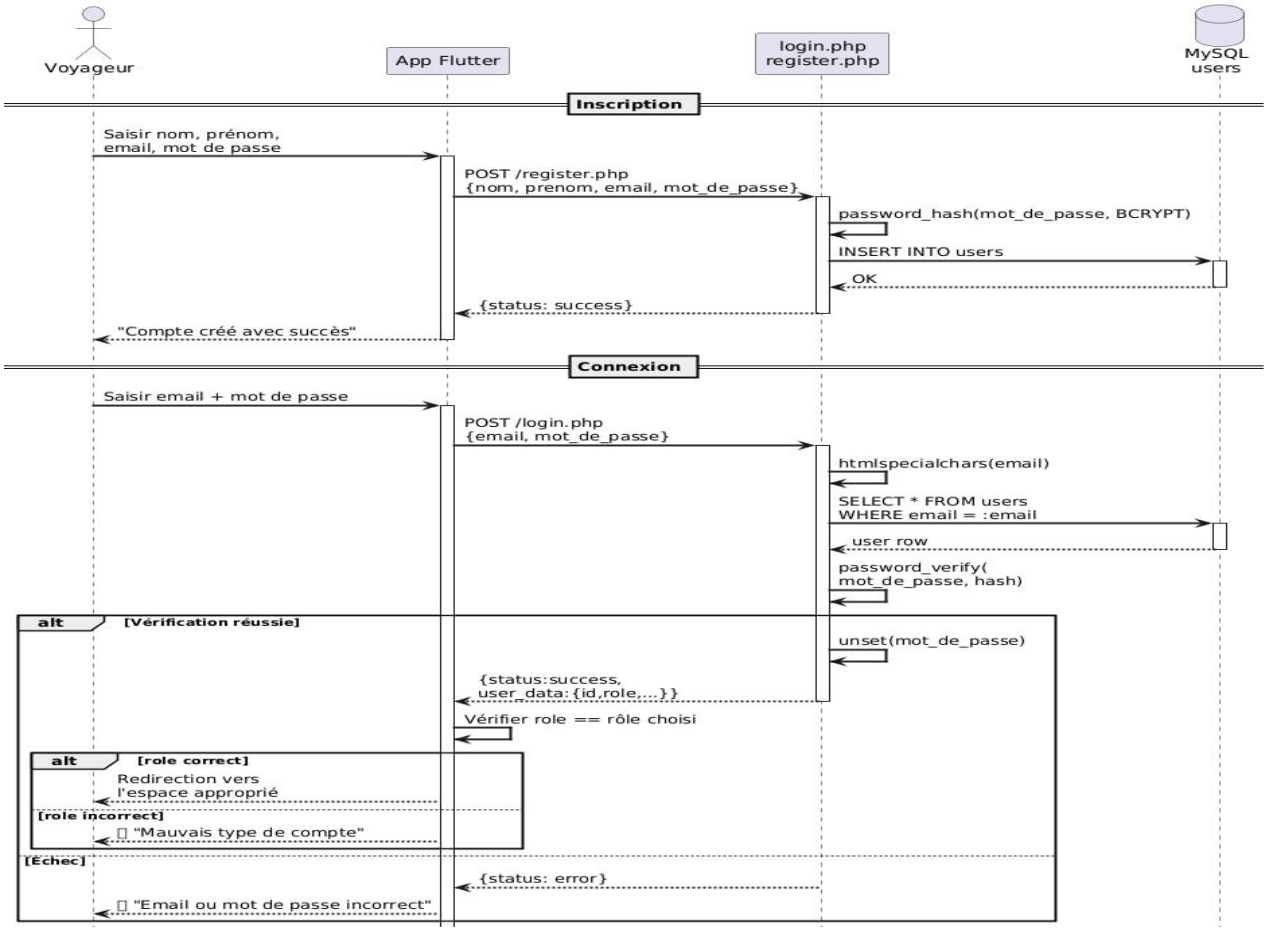


Fig2.2.Diagramme de séquence — Inscription et Connexion

2.3.2.2 Diagramme de séquence — Réservation complète :

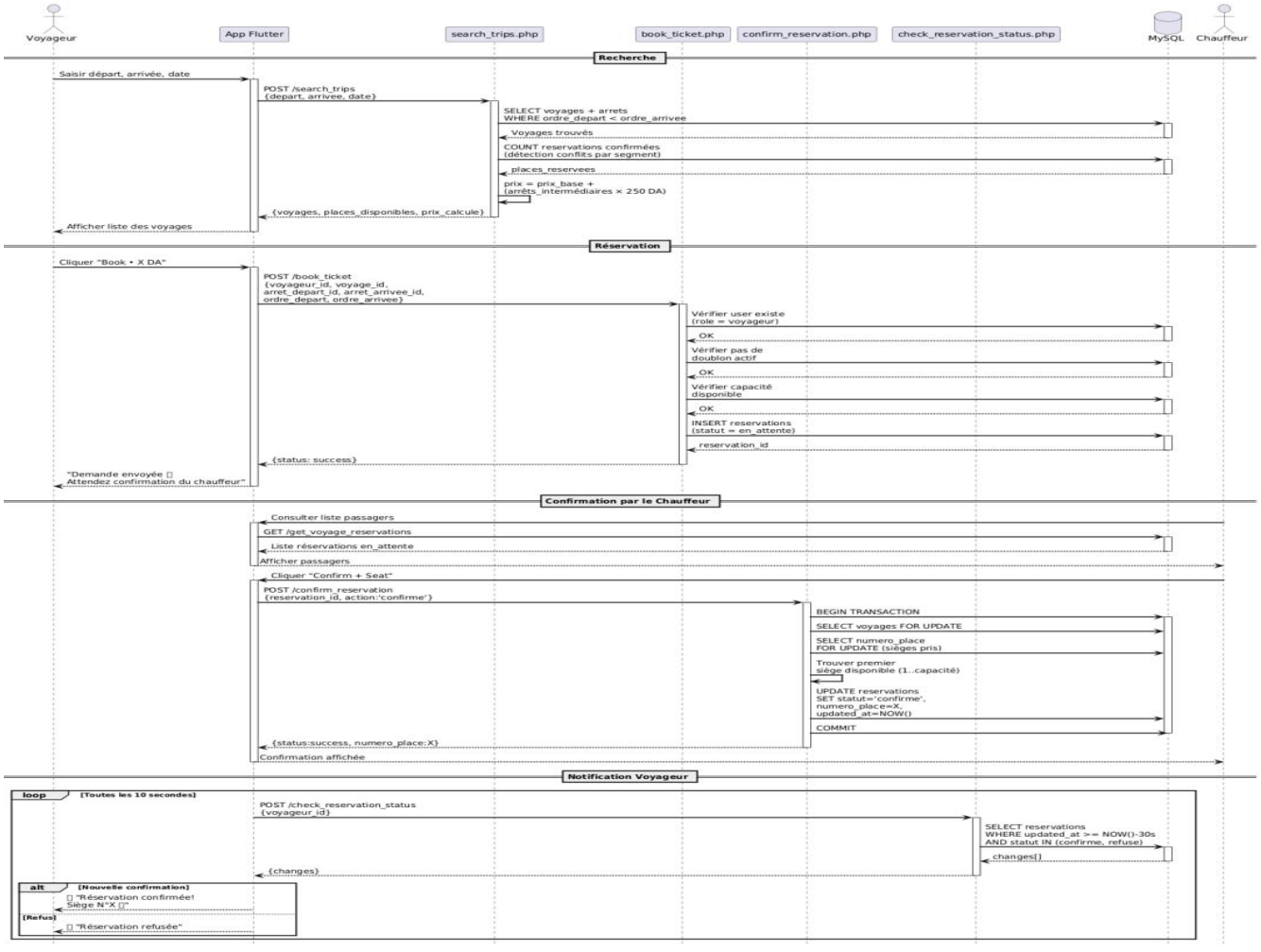
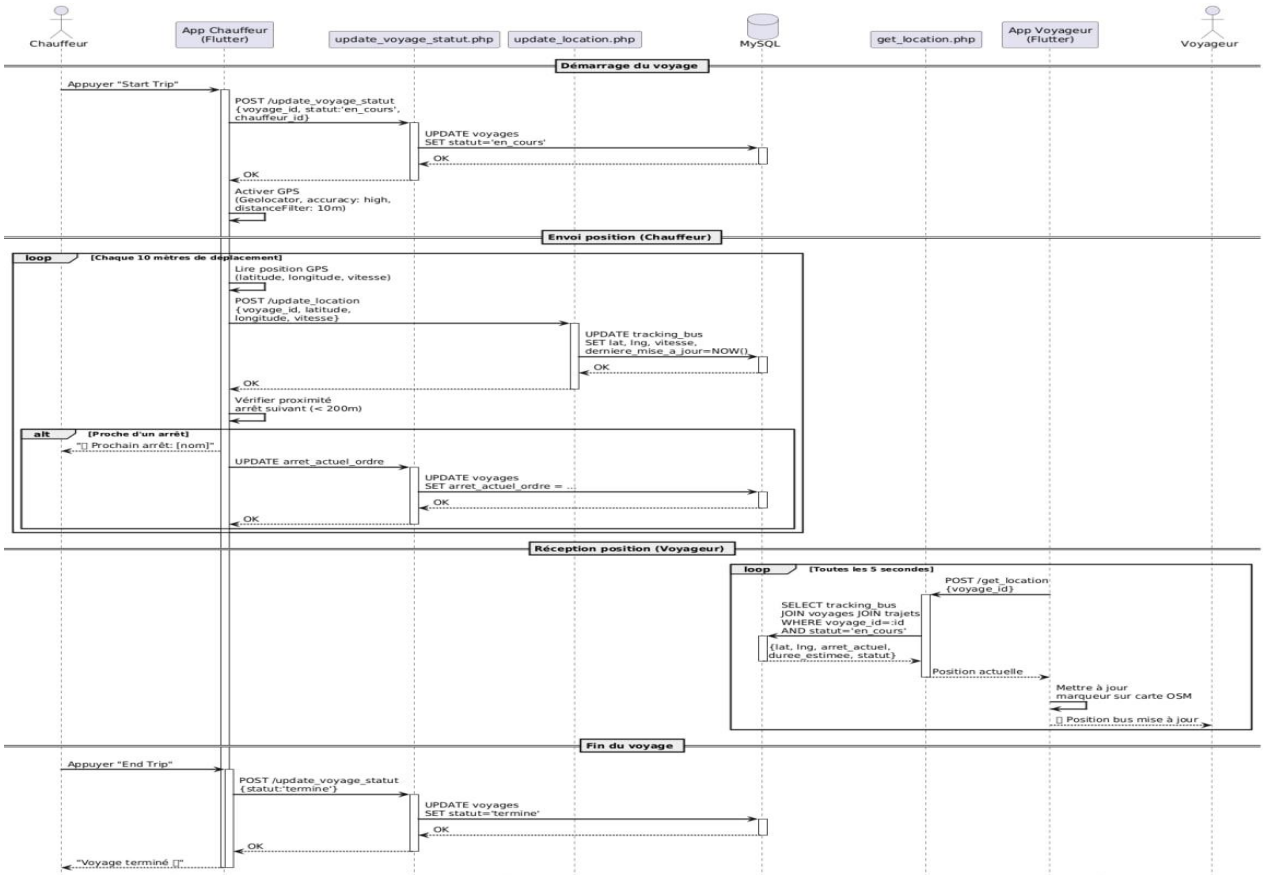


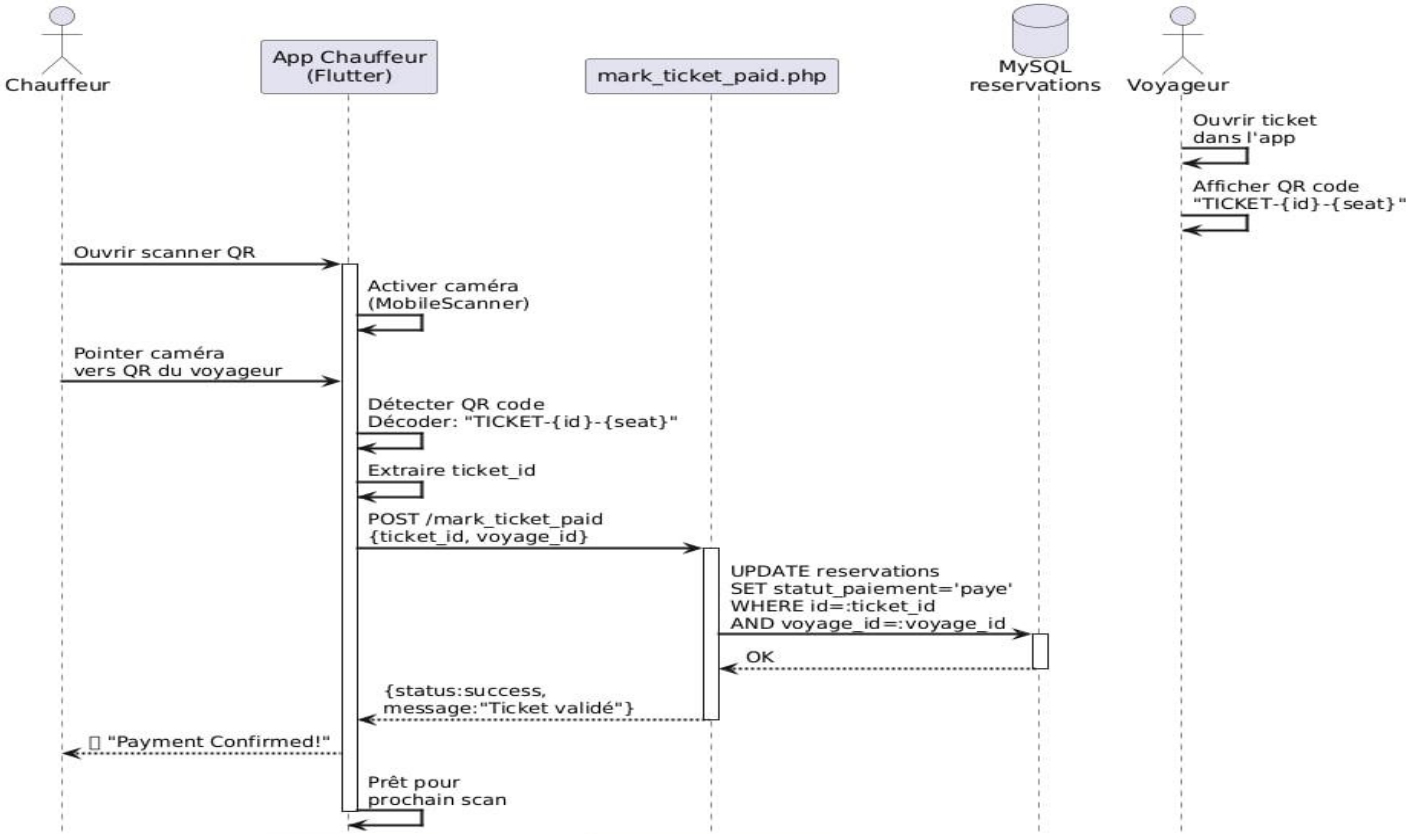
Fig2.3.Diagramme de séquence — Réservation complète

2.3.2.3 Diagramme de séquence — GPS Tracking : Fig2.4.Diagramme de séquence — GPS Tracking



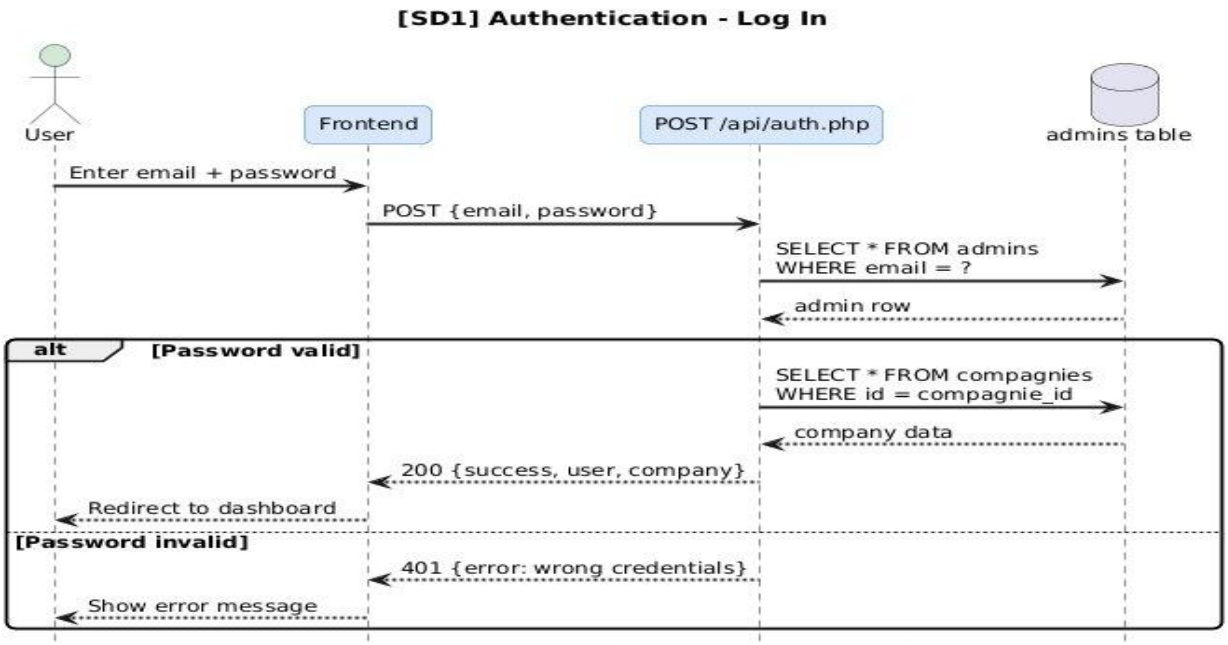
2.3.2.4 Diagramme de séquence — Scan QR et paiement :

Fig2.5.Diagramme de séquence — Scan QR et paiement



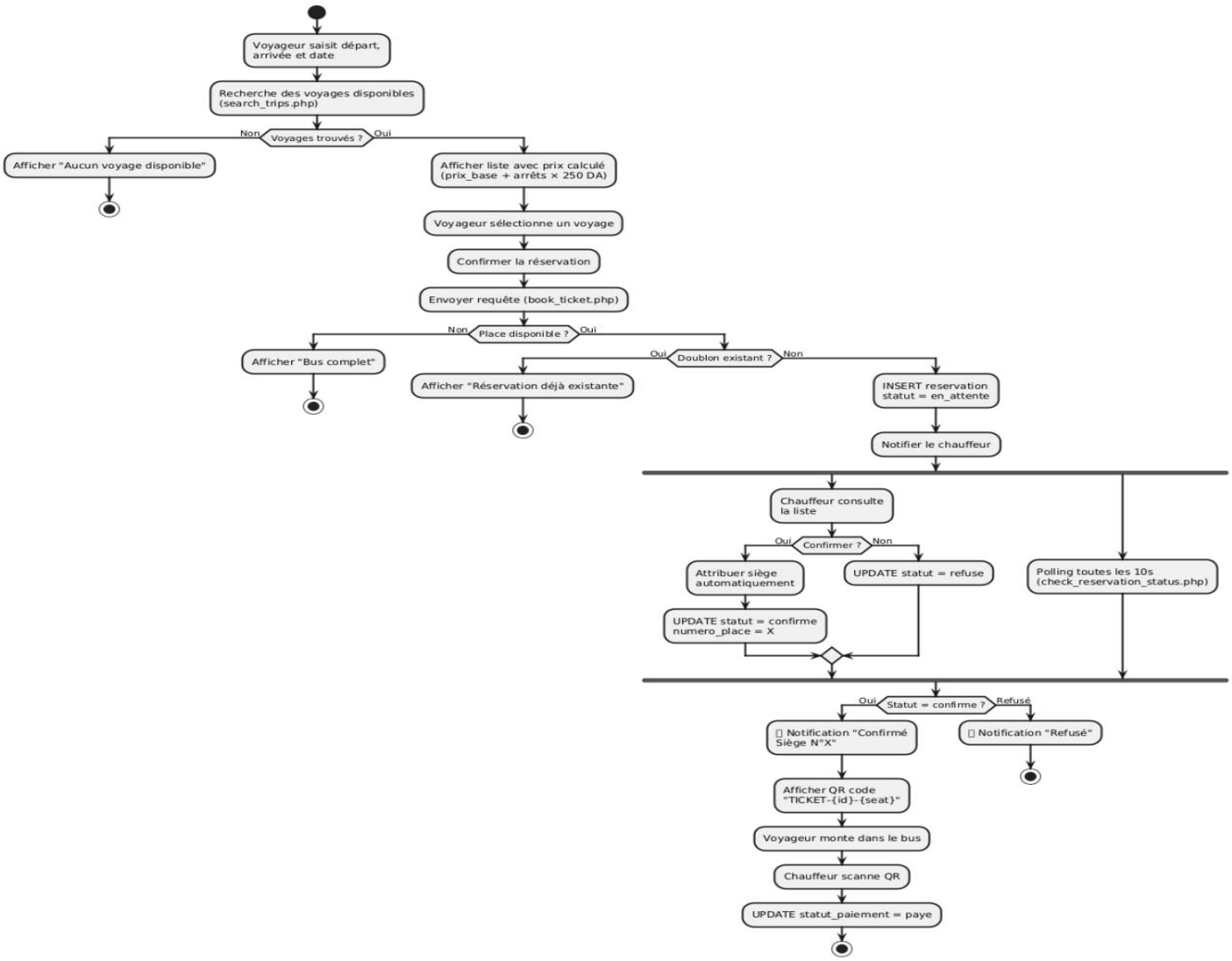
2.3.2.5 Diagramme de séquence —Authentication (Gestionnaires de compagnie) :

Fig2.6.Diagramme de séquence —Authentication (Gestionnaires de compagnie)



2.3.3 Diagramme d'activité — Processus complet de réservation :

Fig2.7.Diagramme d'activité — Processus complet de réservation



2.4 MCD — Modèle Conceptuel de Données :

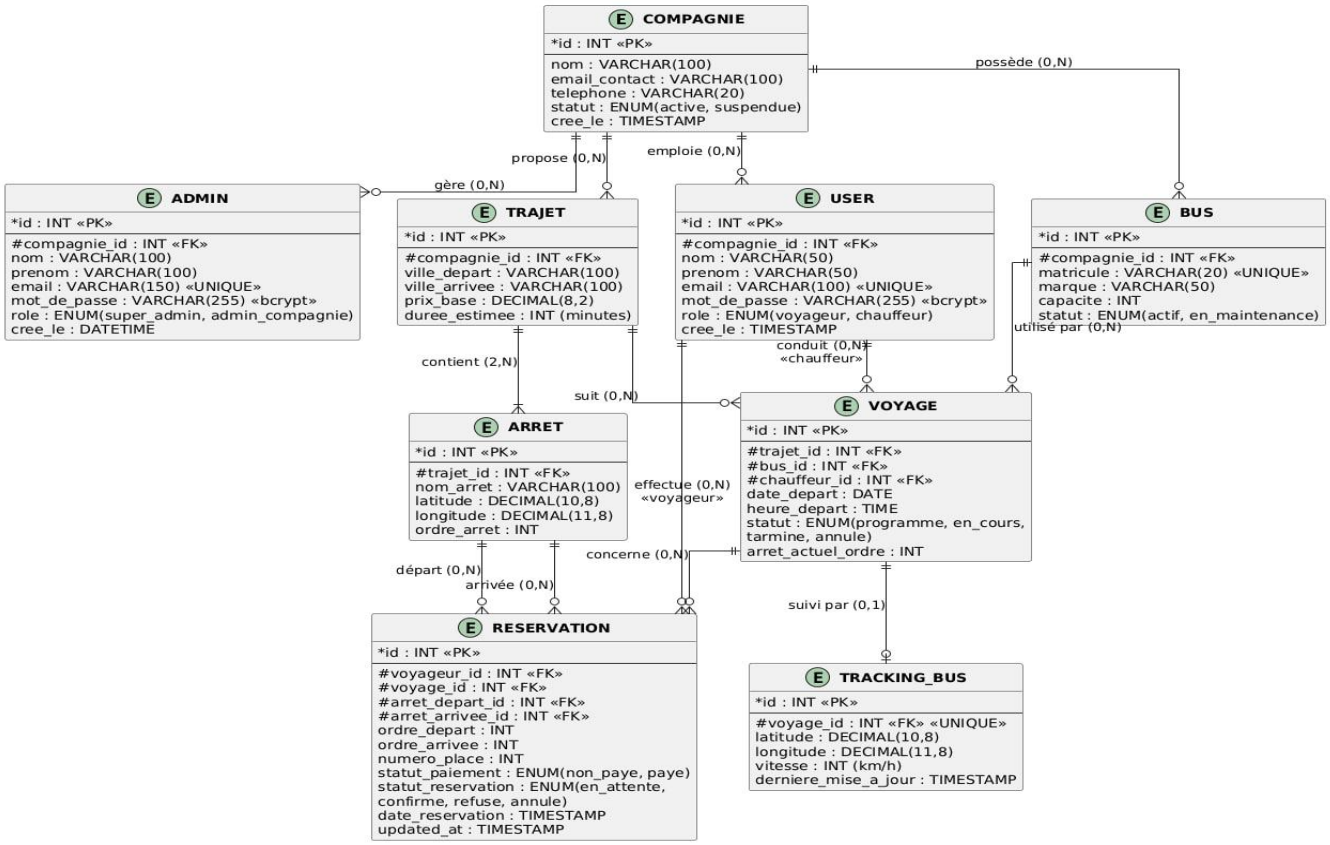


Fig2.8.MCD

2.5 MLD — Modèle Logique des Données :

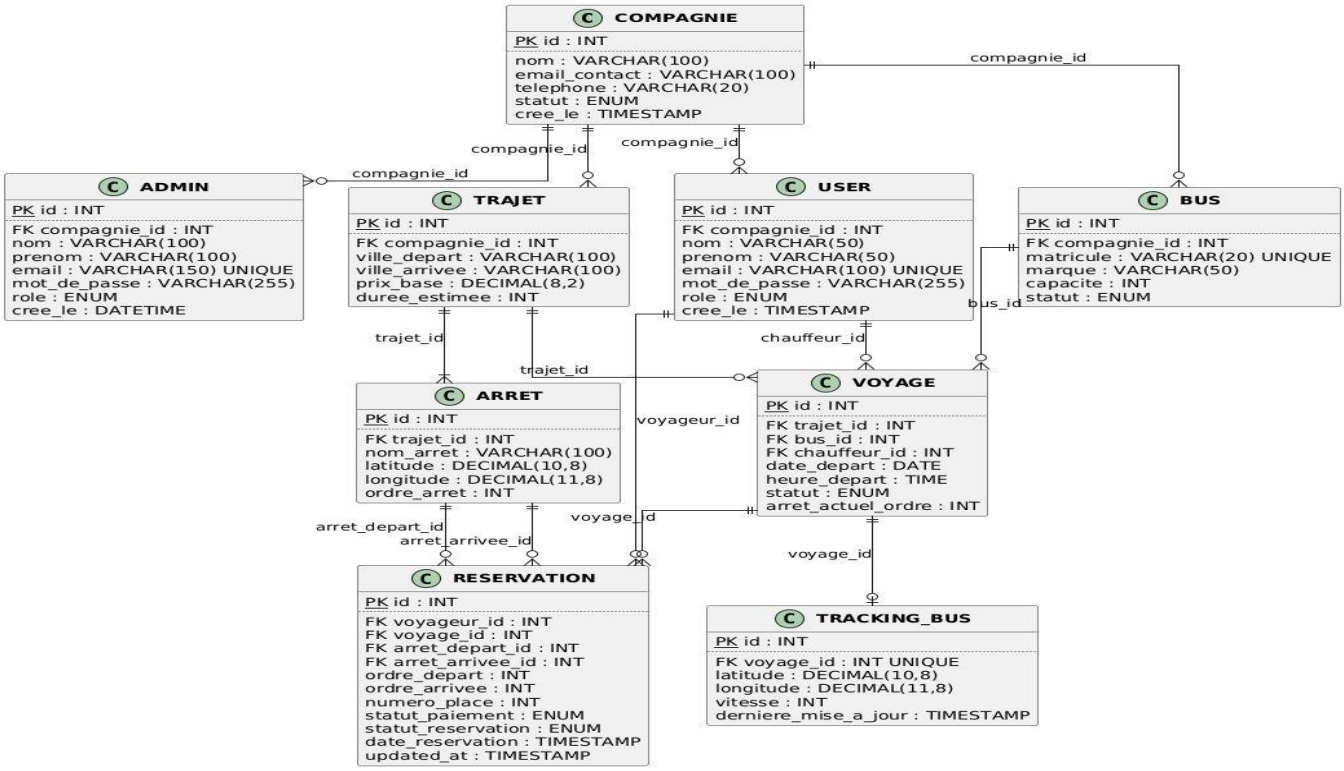


Fig2.9.MLD

2.6 Conclusion :

Ce chapitre nous a permis de définir précisément les besoins fonctionnels et non fonctionnels du système ElMossafir, d'identifier les quatre acteurs principaux et de modéliser leurs interactions à travers sept diagrammes UML complémentaires : un diagramme de cas d'utilisation, cinq diagrammes de séquence couvrant les scénarios clés (inscription, réservation, tracking GPS, validation QR et authentification gestionnaire), ainsi qu'un diagramme d'activité décrivant le flux complet de réservation. La structure de la base de données a été formalisée à travers le modèle conceptuel de données. Grâce à cette phase de modélisation rigoureuse, les bases du développement sont clairement établies, garantissant une architecture cohérente, maintenable et évolutive pour la phase d'implémentation présentée au chapitre suivant.

3.Chapitre 3 :Réalisation :

3.1 Introduction :

Ce chapitre décrit la phase de réalisation de l'application **ElMossafir** .Nous présentons l'environnement matériel et logiciel utilisé, les technologies adoptées, l'architecture de déploiement, ainsi que les principales interfaces de l'application.

3.2 Matériel utilisé :

Le développement et les tests ont été réalisés sur le matériel suivant :

- **Ordinateur portable (*Windows 11, RAM 16 Go, processeur Intel Core i5):*** utilisé pour le développement et les tests sur émulateur Android.
- **Smartphone (Android *Samsung Galaxy M13(Modèle : SM-M135FU/DS):*** utilisé pour les tests réels de l'application mobile.
- **Serveur de test (*XAMPP 8.2.12 pour Windows(Apache 2.4, PHP 8.2.12, MariaDB)):***

  hébergement de l'API REST et de la base de données.

3.3 Outils et technologies :

Les outils et technologies suivants ont été utilisés :

a. Flutter : Flutter est un framework open source développé par Google, permettant de créer des applications mobiles multi-plateformes (Android et iOS) compilées nativement à partir d'une seule base de code**[w1]**. Il offre une interface utilisateur riche et des performances élevées.

b. PHP & MySQL : PHP est utilisé pour le développement du backend (API REST)[3]**[w4]**. MySQL sert de système de gestion de base de données relationnelle**[w5]** pour stocker les informations sur les trajets, réservations et utilisateurs.

c. OpenStreetMap / flutter_map : OpenStreetMap est utilisé via le package Flutter flutter_map pour l'affichage des cartes interactives et le suivi en temps réel de la position des bus**[w2][w3]**. Il permet d'afficher les points d'arrêt et la trajectoire du trajet.

d. Android Studio : Android Studio est utilisé comme environnement de développement intégré (IDE) pour le débogage et les tests de l'application Flutter sur émulateur Android**[w6]**.

e. Bootstrap / HTML / CSS / JavaScript[w12] **:** Ces technologies sont utilisées pour le développement de l'interface web dédiée aux gestionnaires, permettant la gestion des trajets, réservations et utilisateurs depuis un navigateur web.

3.4 Architecture globale du système :

L'architecture de l'application repose sur un modèle client-serveur à trois niveaux :

- **Client mobile (Flutter) :** interface utilisateur sur smartphone, communique via requêtes HTTP/JSON.
- **Serveur d'application (PHP) :** expose une API REST avec les modules de gestion des trajets, réservations, authentification et tracking GPS.
- **Base de données (MySQL) :** stocke toutes les données persistantes du système.

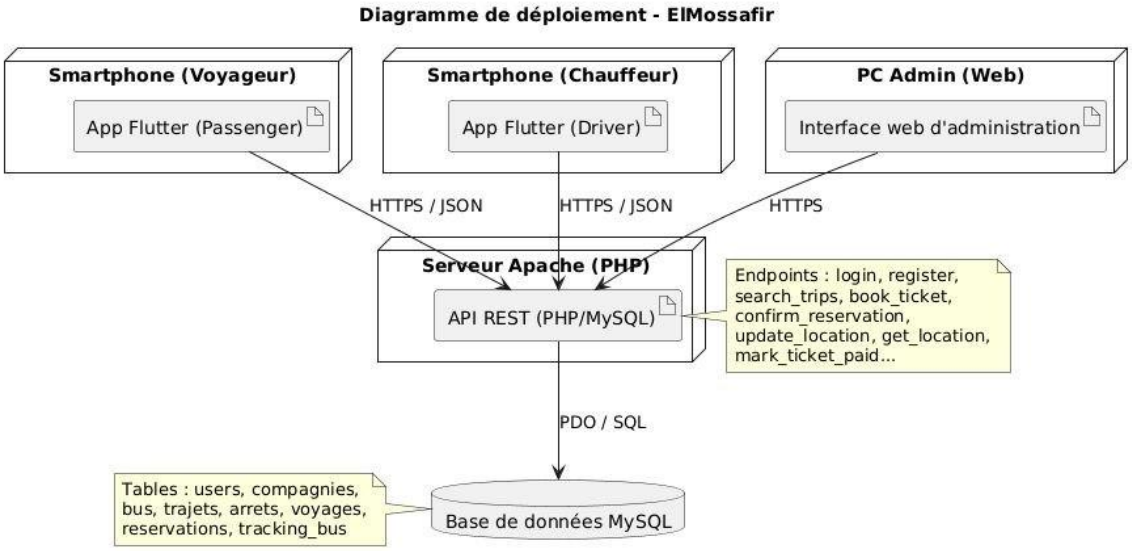


Fig.3.1.l'architecture de déploiement d'ElMossafir

3.4.1 Interfaces de l'application :

L'interface d'ElMossafir est divisée en deux espaces distincts : un espace **voyageur** permettant de rechercher des trajets, réserver un billet, suivre le bus en temps réel et consulter ses tickets, et un espace **chauffeur** pour gérer les réservations, valider les QR codes et partager sa position GPS. L'ensemble adopte une charte graphique moderne en bleu et orange, offrant une navigation claire et intuitive.



Fig3.4.1.1.L'interface de l'application mobile

a.Interface voyageur :

L'interface voyageur d'ElMossafir offre une expérience simple et intuitive. Le voyageur peut rechercher un trajet, choisir ses arrêts de montée et de descente, et réserver son billet en quelques étapes. Il peut ensuite consulter ses tickets et suivre leur statut (en attente, confirmé, annulé ou refusé), afficher son QR code, et suivre la position du bus en temps réel sur une carte interactive.

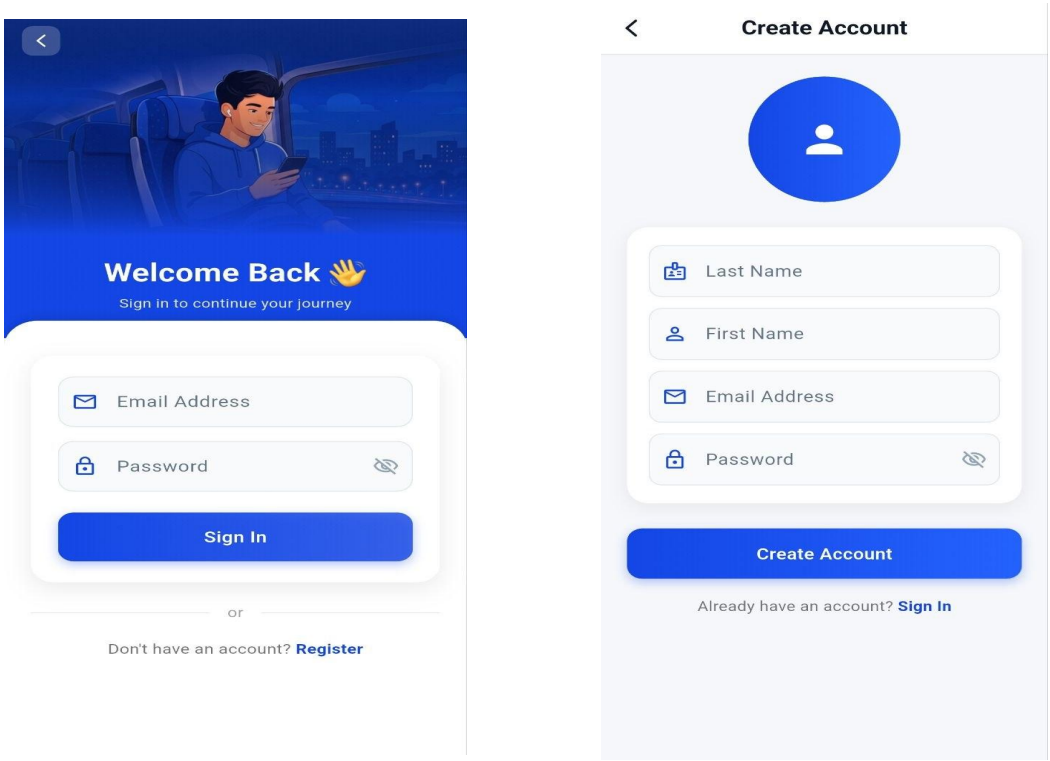


Fig3.4.1.2.L'interface de connexion /inscription

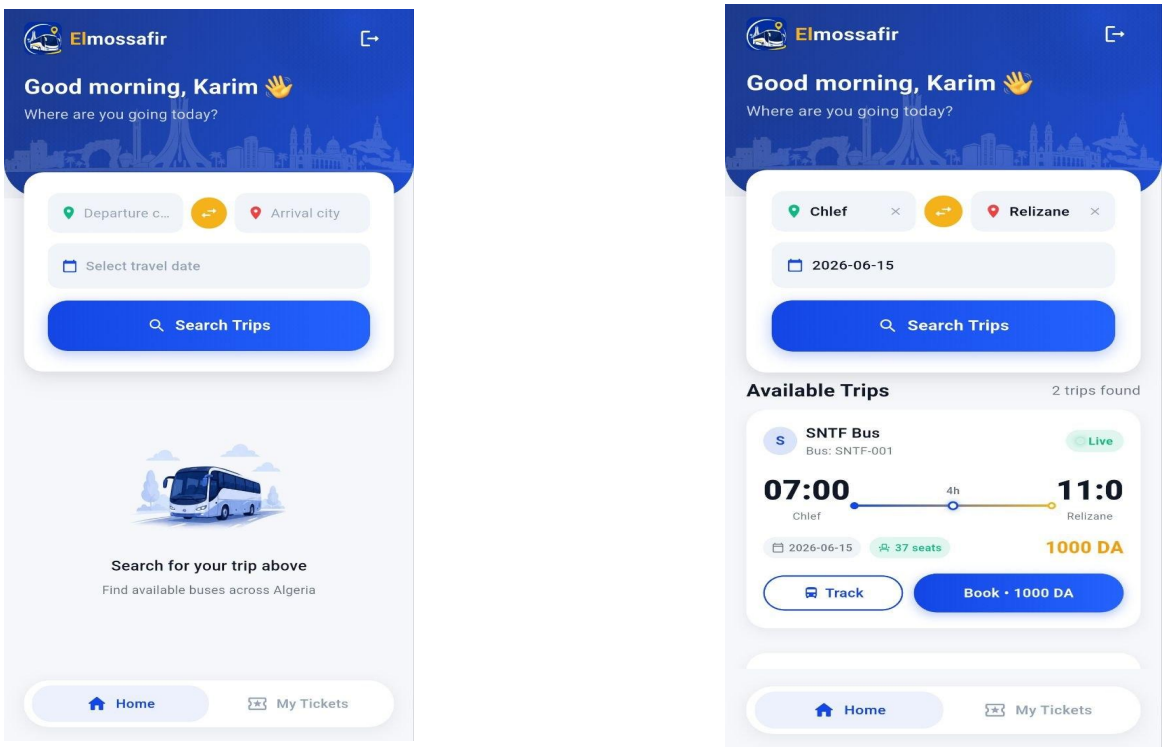


Fig3.4.1.3.L'interface d'une recherche de trajet

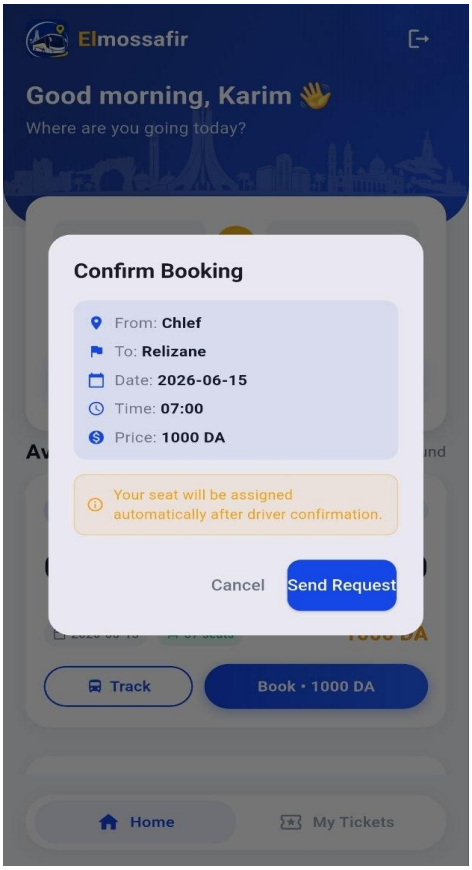
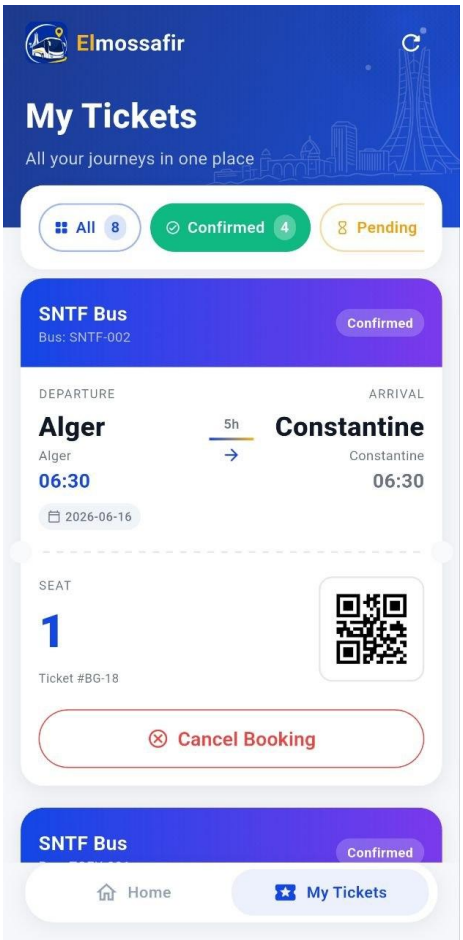
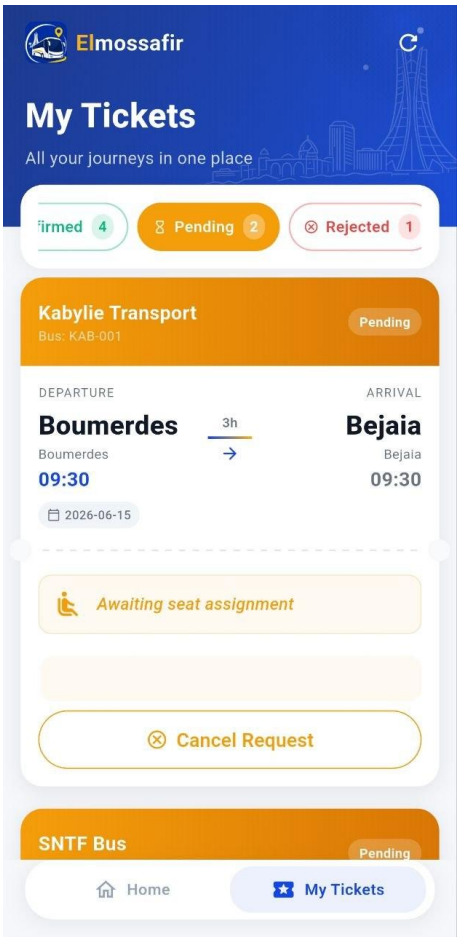
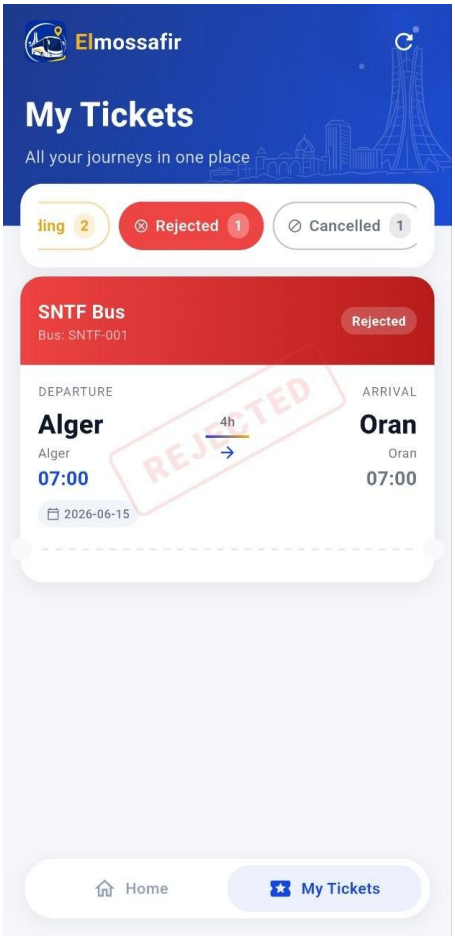


Fig3.4.1.4.L'interface de réservation d'un billet







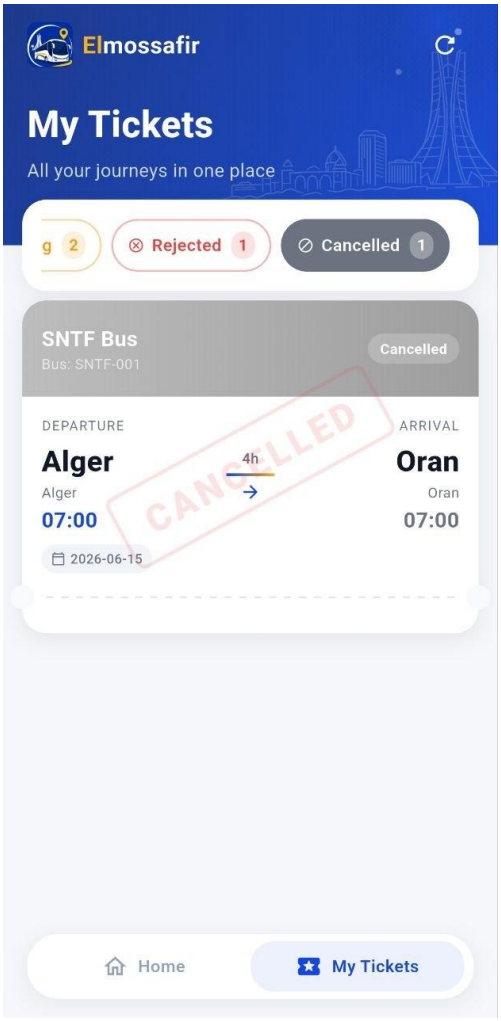


Fig3.4.1.5.L'interface de mes tickets (statuts : en attente, confirmé, annulé, refusé)

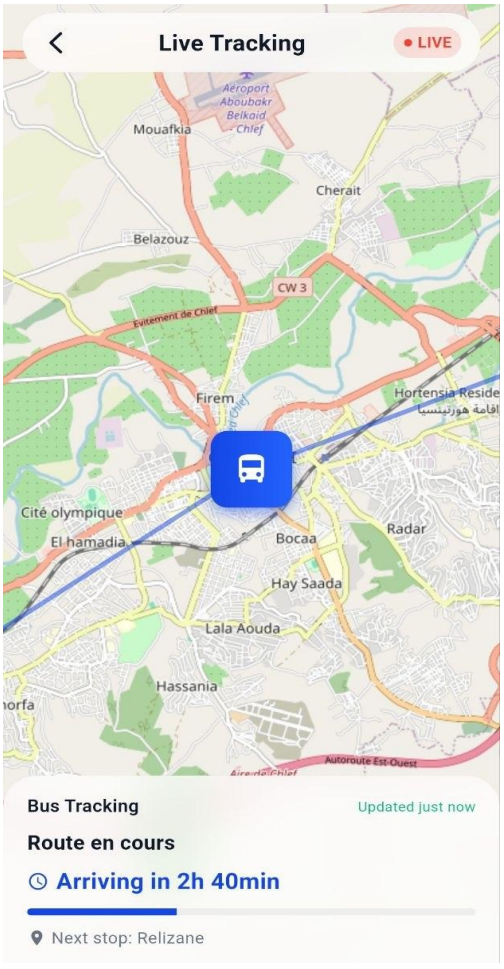


Fig3.4.1.6.Suivre la position du bus en temps réel

b.Interface chauffeur :

L'interface chauffeur est dédiée à la gestion des voyages assignés. Le chauffeur peut consulter la liste des passagers, confirmer ou refuser les réservations en attribuant un numéro de siège, et scanner les QR codes des voyageurs pour valider leur embarquement. Il peut également partager sa position GPS en temps réel et gérer le démarrage et la fin du voyage directement depuis son application.

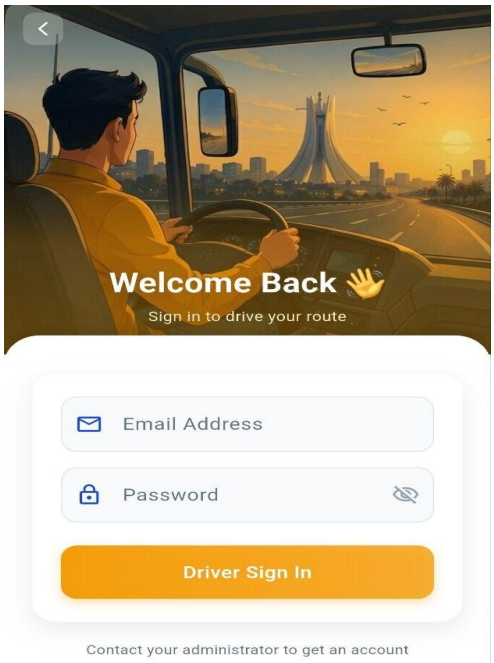


Fig3.4.1.7.L'interface de connexion

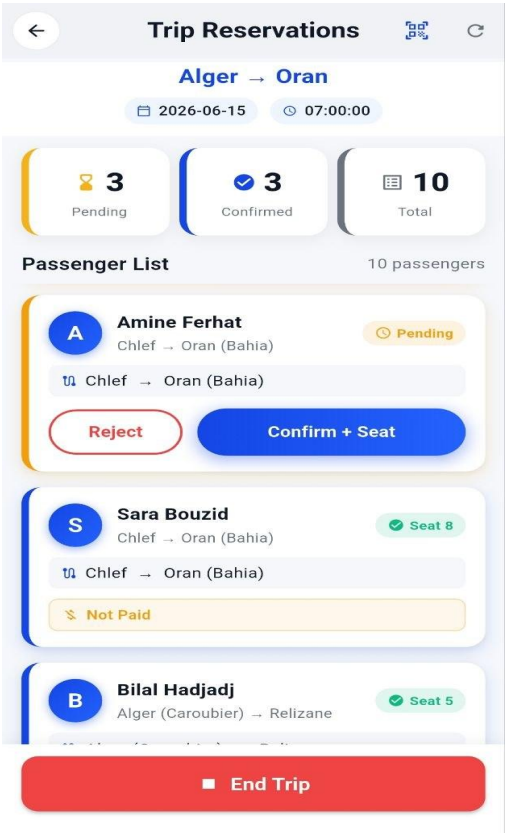


Fig3.4.1.8.Consultation de la liste des passagers

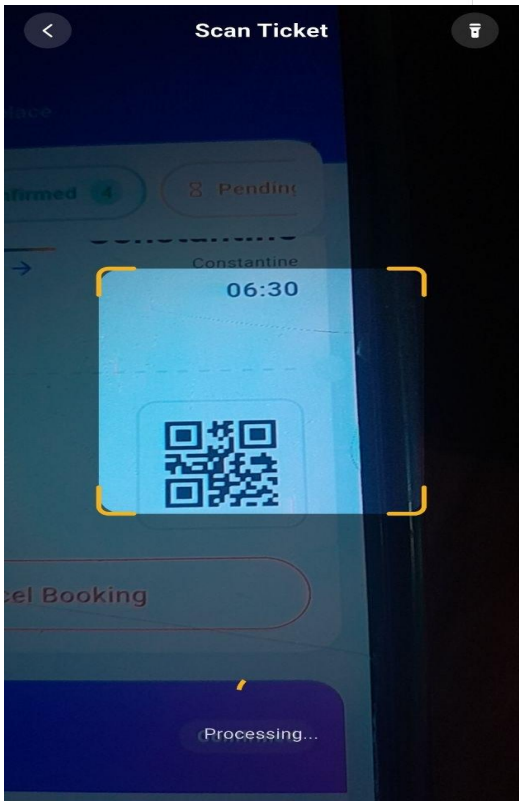


Fig3.4.1.9.L'interface de scan du QR code passager

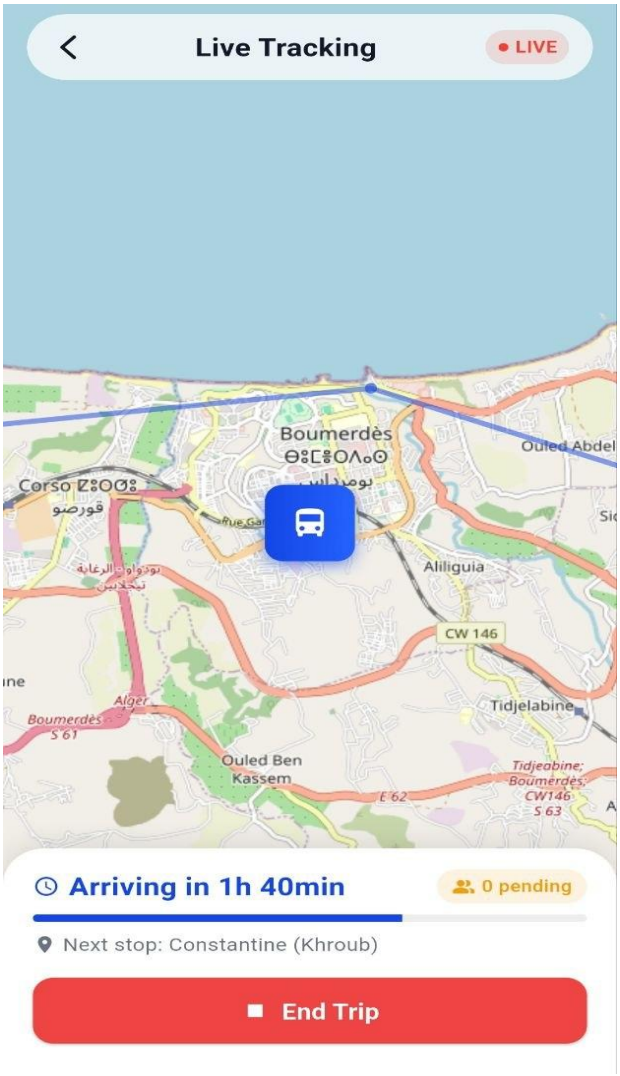


Fig3.4.1.10.L'interface de partage de position GPS en temps réel

3.4.2 Interface web :

La page login.html permet aux utilisateurs de se connecter au système en saisissant leur adresse e-mail et leur mot de passe. Après authentification, les utilisateurs sont redirigés en fonction de leur rôle : Super Administrateur ou Gestionnaire.



Fig3.4.2.1.L'interface login.html

a. Interface de super Administrateur :

La page superadmin.html est dédiée au super administrateur. Son rôle principal est de créer des comptes d'entreprise et des comptes pour les gestionnaires, en leur attribuant les autorisations appropriées. Elle permet également de consulter la liste des entreprises enregistrées et de gérer les utilisateurs du système.

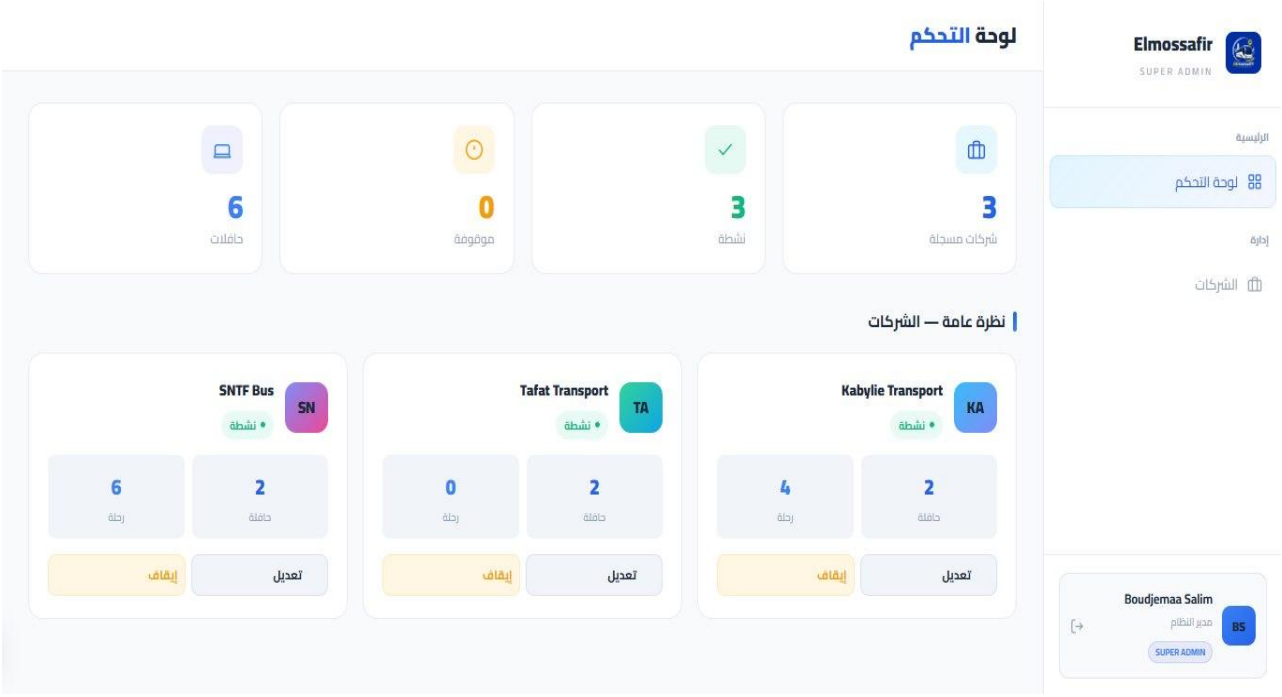


Fig3.4.2.2.L'interface de super Administrateur

b.Interface de l'administrateur de compagnie :

La page company.html est conçue pour le Gestionnaire. Elle permet de gérer l'entreprise en ajoutant des bus et des chauffeurs, en créant des trajets avec tous les détails (départ, destination, horaire, bus et chauffeur), en gérant les réservations et en suivant les places disponibles et réservées.

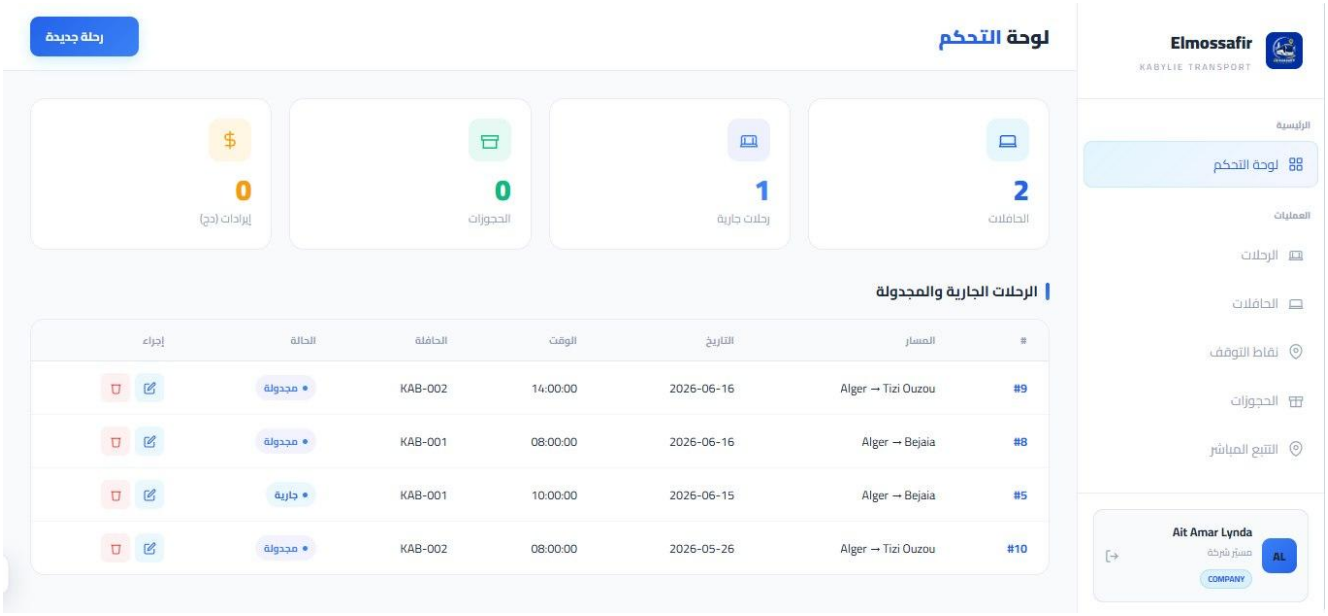


Fig3.4.2.3.L'interface de l'administrateur de compagnie

3.5 Sécurité de l'application :

Plusieurs mécanismes de sécurité ont été mis en place au niveau de l'API REST afin de protéger les données des utilisateurs et garantir l'intégrité du système :

a. Chiffrement des mots de passe :
Les mots de passe des utilisateurs sont chiffrés avec l'algorithme bcrypt via la fonction PHP password_hash(), et vérifiés lors de la connexion avec password_verify(). Le hash n'est jamais transmis au client mobile.

b. Protection contre les injections SQL :
Toutes les requêtes SQL utilisent des requêtes préparées (PDO Prepared Statements) avec bindParam() et bindValue(), ce qui empêche toute injection SQL malveillante.

c. Protection contre les attaques XSS :
Les données reçues depuis le client sont systématiquement nettoyées via htmlspecialchars() et strip_tags() avant tout traitement.

d. Vérification du rôle utilisateur :
Lors de la connexion, l'application Flutter vérifie que le rôle de l'utilisateur (voyageur ou chauffeur) correspond à l'espace choisi, empêchant tout accès non autorisé.

e. Protection contre la concurrence (Race Condition) :
Lors de la confirmation d'une réservation, une transaction SQL avec verrouillage (FOR UPDATE) est utilisée pour empêcher l'attribution du même siège à deux passagers simultanément.

f. Vérification de propriété :
Avant toute annulation, le système vérifie que la réservation appartient bien au voyageur connecté, empêchant toute modification non autorisée.

3.6 Tests et Validation :

Afin de vérifier le bon fonctionnement de l'application ElMossafir, plusieurs tests fonctionnels ont été réalisés sur les principales fonctionnalités du système. Ces tests permettent de valider la conformité des résultats obtenus avec les besoins définis lors de la phase de conception.

ID Test	Scénario	Données d'entrée	Résultat attendu	Résultat obtenu	Statut
T01	Inscription d'un voyageur	Nom, email, mot de passe valides	Création du compte	Compte créé avec succès	**Validé**
T02	Connexion utilisateur	Email et mot de passe corrects	Accès à l'application	Connexion réussie	**Validé**
T03	Connexion incorrecte	Email + mauvais mot de passe	Message d'erreur	Erreur affichée	**Validé**
T04	Recherche de trajet	Ville départ, ville arrivée, date	Liste des trajets disponibles	Trajets affichés	**Validé**
T05	Réservation	Choix trajet + arrêt	Confirmation de réservation	Réservation enregistrée	**Validé**
T06	Annulation de réservation (avant 24h)	Réservation confirmée	Suppression de la réservation	Annulée avec succès	**Validé**
T07	Tracking GPS	Position chauffeur active	Affichage carte temps réel	Position affichée en temps réel	**Validé**
T08	Scan QR	QR code valide	Validation du billet	Billet validé	**Validé**
T09	Annulation	Réservation existante	Suppression	Annulée	**Validé**
T10	Ajout compagnie web	Infos compagnie	Création compagnie	Ajout réussi	**Validé**
T11	Ajout bus web	Numéro bus + capacité	Enregistrement du bus	Bus ajouté	**Validé**
T12	Création trajet web	Ville + horaire	Création du trajet	Trajet ajouté	**Validé**
T13	Ajout chauffeur web	Nom + email chauffeur	Création du compte chauffeur	Chauffeur ajouté	**Validé**
T14	Consultation réservations	Trajet sélectionné	Liste des réservations	Réservations affichées	**Validé**
T15	Confirmation réservation (chauffeur)	Réservation en attente	Attribution siège + confirmation	Siège attribué	**Validé**

ID Test	Scénario	Données d'entrée	Résultat attendu	Résultat obtenu	Statut
T16	Refus réservation (chauffeur)	Réservation en attente	Statut refusé	Réservation refusée	**Validé**
T17	Démarrage voyage (chauffeur)	Voyage assigné	Voyage en cours	Voyage démarré	**Validé**
T18	Tracking web	Bus en route	Position GPS affichée	Position affichée	**Validé**
T19	Fin de voyage (chauffeur)	Voyage en cours	Voyage terminé	Voyage clôturé	**Validé**
T20	Dashboard stats	Accès admin	Statistiques globales	Statistiques affichées	**Validé**

Table3.1.Test et validation

3.7 Conclusion :

Au terme de cette phase de réalisation, les choix techniques adoptés, Flutter**[w1]** pour l'application mobile, PHP/MySQL**[w4][w5]** pour le backend et OpenStreetMap**[w2][w3]** pour la géolocalisation , ainsi que l'interface web d'administration, ont démontré leur efficacité dans la mise en place d'une solution complète et opérationnelle répondant aux besoins des voyageurs, des chauffeurs et des gestionnaires.

Conclusion Générale :

Dans le cadre de notre projet, nous avons conçu et développé une application mobile dédiée à la réservation flexible de places dans les bus longue distance en Algérie ainsi qu'au suivi en temps réel des trajets. Cette solution répond à un besoin réel identifié lors de notre analyse du marché : l'absence d'une plateforme numérique fiable, centralisée et accessible pour le transport interurbain en bus.

À travers les différentes phases du projet de l'analyse des besoins à la modélisation UML, puis à l'implémentation, nous avons mis en œuvre une architecture client-serveur robuste reposant sur Flutter**[w1]**, PHP/MySQL**[w4][w5]** et OpenStreetMap (flutter_map)**[w2][w3]**. Notre application propose une interface intuitive destinée aux voyageurs, une interface dédiée aux chauffeurs pour le partage de position en temps réel**[4][5]**, ainsi qu'un tableau de bord complet pour les gestionnaires des compagnies de transport.

Ce projet nous a permis de consolider nos compétences en développement mobile, en conception de bases de données, en développement d'API REST et en gestion de projet. Il nous a également confrontés à des problématiques concrètes liées au secteur du transport en Algérie, notamment la gestion des réservations, la flexibilité des arrêts intermédiaires et le suivi des véhicules en temps réel.

Plusieurs perspectives d'amélioration peuvent être envisagées pour les futures versions de l'application, notamment :

- L'intégration d'un système de paiement en ligne via les cartes CIB et Edahabia.
- L'ajout de notifications push pour informer les voyageurs de l'approche du bus ou des changements liés au trajet.
- La mise en place d'un système de notation et d'avis concernant les trajets et les chauffeurs.
- L'optimisation des trajets grâce à des algorithmes avancés de routage.
- L'ajout de conditions de réservation liées aux bagages, à l'âge des voyageurs et au type de place choisi (standard ou VIP) afin d'améliorer la gestion des capacités et le confort des passagers.

Ce travail constitue ainsi une première version fonctionnelle d'une solution numérique qui pourrait, à terme, contribuer à la modernisation et à la digitalisation du secteur du transport en commun longue distance en Algérie.

Webographie :

[w1] Flutter : https://flutter.dev (consulté en 2026)
[w2] OpenStreetMap : https://www.openstreetmap.org (consulté en 2026)
[w3] flutter_map package (Flutter) : https://pub.dev/packages/flutter_map (consulté en 2026)
[w4] PHP Documentation : https://www.php.net (consulté en 2026)
[w5] MySQL Documentation : https://dev.mysql.com/doc (consulté en 2026)
[w6] Android Studio : https://developer.android.com/studio (consulté en 2026)
[w7] Wikipedia – Transport en commun en Algérie : https://fr.wikipedia.org/wiki/Transport_en_Algérie (consulté en 2026)
[w8] Dart Documentation : https://dart.dev (consulté en 2026)
[w9] ResearchGate – Bus Tracking, Seat Vacancy Monitoring and Reservation Using an Android Based Mobile Phone Application : https://www.researchgate.net/publication/389688120 (consulté en 2026)
[w10] Academia.edu – A Bus Reservation System on Smartphone : https://www.academia.edu/58063356 (consulté en 2026)
[w11] GTFS Realtime – Standard de données transport en commun en temps réel : https://gtfs.org/realtime (consulté en 2026)
[w12] MDN Web Docs & Bootstrap – Technologies web front-end : HTML (https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/HTML), CSS (https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/CSS), JavaScript (https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/JavaScript), Bootstrap (https://getbootstrap.com/docs) (consulté en 2026)

Bibliographie :

[1] Gaceb Djamel, support de cours « Génie logiciel », Département d'informatique, Université de Boumerdès (2024).

[2] Gamma E., Helm R., Johnson R., Vlissides J., Design Patterns : Elements of Reusable Object-Oriented Software, Addison-Wesley (1994).

[3] Fielding R. T., Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures, Doctoral dissertation, University of California, Irvine (2000).

[4] Zhou P., Zheng Y., Li M., « How Long to Wait? Predicting Bus Arrival Time with Mobile Phone-Based Participatory Sensing », IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 13, no. 6, pp. 1228–1241 (2013).

[5] Yan Y., Meng Q., Wang S., Guo X., « Robust optimization model of schedule design for a fixed bus route », Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 25, pp. 113–121 (2012).

[6] Napier N. L., Mahapatra R., Singh R., « Internet Applications in Mobile Devices », Procedia Computer Science, vol. 10, pp. 720–730 (2012).