



**ECOLE MAROCAINE DES
SCIENCES DE L'INGENIEUR**

Membre de **HONORIS UNITED UNIVERSITIES**

Rapport :

EmergiWay

Réaliser par :

Malika HEDDAJI

Mouna ED-DAOUDI

Khawla ELKHASSIBI

Mohamed Amine Taoufik

Anwar LAKLATY

Encadrée par :

Année Universitaire : 2024/2025

4IIR G5

Remerciement

Avant d'entamer le présent travail, nous souhaitons exprimer nos remerciements les plus sincères à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet.

Nous adressons tout particulièrement nos sincères remerciements à notre professeur encadrant M. LOUNOUSSE Jawad pour son implication constante, ses conseils avisés, ses instructions précieuses et sa disponibilité tout au long du semestre. Grâce à son encadrement rigoureux et à son engagement pédagogique, nous avons pu mener à bien ce projet enrichissant, qui contribuera sans aucun doute à développer nos compétences pour nos parcours professionnels futurs.

Nous espérons que ce travail sera à la hauteur de ses attentes et reflétera fidèlement les connaissances et les valeurs transmises au cours de notre formation.

Table de matière

Table des matières

1. Introduction :	9
2. Problématiques des Véhicules d’Urgence en Milieu Urbain:	9
2.1 Enjeux et Statistiques	9
2.2 Causes des Retards	9
3. Solutions Existantes et Leurs Limites:	10
3.1 Systèmes traditionnels	10
3.2 Solutions technologiques récentes	11
4. Innovations proposées dans le projet	11
4.1 Architecture du système :	11
4.2 Avantages par rapport aux solutions existantes	12
4.3 Scénarios de fonctionnement	12
5. Défis techniques et réglementaires	13
5.1 Défis techniques	13
5.2 Aspects réglementaires	14
6. Conclusion	14
1. Choix technologiques	16
1.1 Introduction	16
1.2 Technologies utilisées	16
Cahier de charge	17
1- Pitch d’ascenseur de la solution :	17
2. Planning prévisionnel :	19
Analyse et conception :	20

1-	Introduction :	20
2-	Diagramme de cas d'utilisation :	21
3-	Diagramme de séquence :	22
1.	Introduction :	25
2.	Application réalisée :	26
3.	Conclusion :	26

Liste de figures

Figure 1: Diagramme de Gantt	20
Figure 2: Diagramme de Cas d'utilisation	21
Figure 3: Diagramme de séquence	22
Figure 4: Diagramme de classe	23

Résumé

Ce projet vise à faciliter le passage rapide et sécurisé des véhicules d'urgence tels que les ambulances, les pompiers et la police, souvent ralentis par les embouteillages et les feux de signalisation inadaptés. Pour y remédier, un système intelligent de gestion des feux tricolores a été conçu, basé sur une communication entre une application mobile sécurisée, une plateforme web d'administration et une unité de simulation temps réel via un microcontrôleur ESP32. L'application mobile permet aux conducteurs autorisés de véhicules prioritaires de s'authentifier et de contrôler à distance les feux, en fonction de leur itinéraire optimisé par l'IA ou l'API Waze. L'interface web permet aux administrateurs de valider les utilisateurs et de superviser le système. Le scénario simulé comprend deux cas : le mode normal avec un cycle standard des feux, et le mode prioritaire où un feu devient vert suite à la détection et la validation d'un véhicule d'urgence.

Abstract

This project aims to facilitate the fast and secure passage of emergency vehicles such as ambulances, fire trucks, and police cars, which are often delayed by traffic congestion and non-adaptive traffic lights. To address this, an intelligent traffic light management system was developed, integrating a secure mobile application, a web-based admin platform, and real-time simulation through an ESP32 microcontroller. The mobile app allows authorized emergency drivers to authenticate and remotely control traffic lights, with route optimization supported by AI or the Waze API. The web application enables administrators to validate users and monitor requests. The simulated scenario includes two cases: the normal mode with predefined traffic light cycles, and the priority mode, where traffic lights switch to green automatically upon verified emergency vehicle requests.

Introduction

Dans un contexte urbain où la congestion routière ne cesse de croître, les véhicules d'urgence (ambulances, pompiers, police) rencontrent des difficultés majeures pour intervenir rapidement en situation critique. Les feux de signalisation traditionnels, souvent rigides et non synchronisés, aggravent ces retards, mettant en péril des vies humaines. Face à ce constat, notre projet EmergiWay propose une solution innovante : un système intelligent de gestion des feux tricolores, piloté à distance par les conducteurs autorisés via une application mobile sécurisée, une plateforme web d'administration et un microcontrôleur ESP32.

Ce rapport détaille les étapes clés du projet, depuis l'analyse des problématiques et des solutions existantes jusqu'à la conception technique et la mise en œuvre. Il met en lumière comment notre approche hybride, combinant IoT, sécurité renforcée et modularité, permet de réduire les délais d'intervention tout en garantissant une gestion fiable et centralisée des priorités. En s'appuyant sur des technologies accessibles (ESP32, React, Java) et des protocoles robustes (MQTT, HTTPS), EmergiWay se distingue par son coût maîtrisé, sa réactivité (< 2 secondes) et son adaptabilité aux infrastructures existantes.

À travers ce document, nous présentons également les défis techniques et réglementaires surmontés, les choix technologiques justifiés, et les perspectives d'évolution (intégration d'IA, essais pilotes). Ce travail s'inscrit dans une vision plus large de la ville intelligente, où la technologie sert l'intérêt général en sauvant des vies.

Chapitre 1 : Etude bibliographique

1. Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de présenter les solutions existantes pour la gestion intelligente des feux de signalisation, tout en mettant en lumière les défis actuels liés à la fluidité du trafic pour les véhicules d'urgence. En analysant les technologies déjà déployées et les limitations qu'elles présentent, ce chapitre justifiera l'innovation proposée, en démontrant comment une approche basée sur l'ESP32, une application mobile sécurisée et une plateforme web d'administration peut répondre efficacement à ces enjeux.

2. Problématiques des Véhicules d'Urgence en Milieu Urbain:

2.1 Enjeux et Statistiques

Chaque minute compte lorsqu'il s'agit de sauver des vies en situation d'urgence. Selon la Fédération Française de Cardiologie, chaque minute gagnée lors d'une intervention d'urgence augmente de 10 % les chances de survie en cas d'arrêt cardiaque. Malheureusement, en France, les délais d'intervention des sapeurs-pompiers ont augmenté de plus de 18 % au cours des dix dernières années, atteignant en moyenne près de 14 minutes et 48 secondes en 2023. Cette augmentation des délais est en partie due à des facteurs tels que la piétonisation des centres-villes, la baisse des effectifs et les embouteillages persistants. [1], [2]

Les feux de signalisation traditionnels, conçus pour réguler le trafic en temps normal, ne sont souvent pas adaptés pour faciliter le passage rapide des véhicules d'urgence. Cette inadéquation peut entraîner des pertes de temps critiques, compromettant l'efficacité des interventions et mettant en danger des vies humaines. Il est donc impératif de développer des solutions intelligentes et réactives, capables de détecter et de prioriser automatiquement les véhicules d'urgence pour minimiser ces temps d'attente.

2.2 Causes des Retards

Les retards dans les interventions des véhicules d'urgence, tels que les ambulances, les pompiers et la police, peuvent avoir des conséquences graves sur la survie des victimes et l'efficacité des secours. Plusieurs facteurs contribuent à ces retards, notamment :

1. Embouteillages : Une Circulation de Plus en Plus Densifiée

La croissance continue du parc automobile, en particulier dans les zones urbaines, entraîne une augmentation significative de la congestion routière. Les véhicules d'urgence se retrouvent

souvent bloqués dans des embouteillages, ce qui retarde leur arrivée sur les lieux d'intervention. Malgré l'activation des avertisseurs sonores et lumineux, il est parfois difficile pour ces véhicules de se frayer un chemin rapidement, surtout lorsque les infrastructures routières ne sont pas adaptées pour leur passage prioritaire.

2. Feux Tricolores Non Synchronisés : Des Cycles Rigides Inadaptés

Les systèmes de feux de signalisation traditionnels fonctionnent généralement selon des cycles fixes, sans tenir compte des conditions de circulation en temps réel. Cette rigidité peut entraîner des arrêts inutiles pour les véhicules d'urgence, même en l'absence de trafic transversal. De plus, l'absence de synchronisation entre les feux sur un même axe routier peut provoquer des arrêts fréquents, augmentant ainsi les délais d'intervention.[3]

3. Absence de Priorisation Intelligente : Des Systèmes Peu Réactifs

La plupart des systèmes de gestion du trafic ne disposent pas de mécanismes pour détecter et prioriser automatiquement les véhicules d'urgence. Ils se basent souvent sur des signaux sonores, tels que les sirènes, pour identifier ces véhicules, une méthode peu fiable en milieu urbain bruyant. Cette absence de priorisation intelligente empêche une adaptation rapide des feux de signalisation, prolongeant ainsi les temps de réponse des services d'urgence.

3. Solutions Existantes et Leurs Limites:

3.1 Systèmes traditionnels

Feux synchronisés ("vagues vertes") :

Ces systèmes utilisent une programmation statique basée sur des horaires prédéfinis pour coordonner les feux tricolores, visant à créer des "vagues vertes" facilitant la fluidité du trafic. Cependant, cette approche ne s'adapte pas aux situations imprévues telles que les accidents ou les embouteillages exceptionnels, limitant ainsi son efficacité en cas d'urgence.

Détection acoustique (sirènes) :

Certains systèmes utilisent des capteurs audio pour détecter les sirènes des véhicules d'urgence et déclencher le feu vert en conséquence. Toutefois, cette méthode présente des inconvénients majeurs :

- Sensibilité aux bruits ambiants : les capteurs peuvent être déclenchés par des sons similaires, entraînant des activations erronées.

- Délai de réaction : le temps nécessaire pour détecter la sirène et changer le feu peut être de 3 à 5 secondes, ce qui peut être critique en situation d'urgence.

3.2 Solutions technologiques récentes

- Systèmes centralisés (ex : SCATS, SCOOT) :

Ces systèmes avancés utilisent des capteurs et des algorithmes pour optimiser en temps réel les cycles des feux en fonction du trafic. Par exemple, SCATS et SCOOT ajustent les timings des feux pour améliorer la fluidité. Cependant, leur déploiement à l'échelle d'une ville représente un coût élevé, variant de 6 000 à 60 000 dollars par intersection, en fonction du système choisi.[4]

- Communication V2I (Vehicle-to-Infrastructure) :

Cette technologie permet aux véhicules connectés de communiquer avec l'infrastructure routière via des protocoles tels que DSRC ou la 5G. Bien que prometteuse, son adoption est encore limitée : environ 1 million de véhicules sont actuellement équipés de cette technologie, principalement en Europe et en Chine.

- Projets pilotes (ex : Amsterdam, Singapour) :

Des initiatives innovantes ont été lancées, utilisant le GPS et l'intelligence artificielle pour prédire les itinéraires des véhicules d'urgence et ajuster les feux en conséquence. Par exemple, à Singapour, un système de priorité de circulation a été développé pour accélérer la réponse des ambulances. Cependant, ces projets nécessitent une infrastructure complexe et des investissements significatifs, ce qui peut freiner leur déploiement à grande échelle.[5]

4. Innovations proposées dans le projet

4.1 Architecture du système :

Le projet repose sur une architecture en trois couches, conçue pour assurer une gestion efficace et sécurisée des feux de signalisation en situation d'urgence :

Application mobile : Permet aux conducteurs de véhicules d'urgence de s'authentifier de manière sécurisée et de soumettre des demandes de priorité en fonction de leur itinéraire.

Plateforme web : Offre aux administrateurs la possibilité de gérer les utilisateurs, de valider les demandes de priorité et de superviser l'ensemble du système en temps réel.

ESP32 : Microcontrôleur chargé du contrôle des feux tricolores en temps réel, capable de simuler différents scénarios de trafic et de réagir rapidement aux demandes de priorité.

4.2 Avantages par rapport aux solutions existantes

- Coût réduit : L'utilisation de l'ESP32, un microcontrôleur économique avec Wi-Fi et Bluetooth intégrés, permet de réduire significativement les coûts matériels. Le prix d'une carte de développement ESP32 est d'environ 6 USD, ce qui en fait une alternative abordable aux systèmes propriétaires plus coûteux. [6]
- Réactivité accrue : Grâce à la communication directe entre l'application mobile et l'ESP32 via le réseau Wi-Fi, le système peut passer en mode prioritaire en moins de 2 secondes, offrant ainsi une réponse rapide aux situations d'urgence.
- Sécurité renforcée : Le système intègre une double validation des demandes de priorité : une première par le conducteur via l'application mobile, et une seconde par l'administrateur via la plateforme web. Cette approche permet de prévenir les abus et d'assurer que seules les demandes légitimes sont prises en compte.
- Modularité et intégration facile : Le système est conçu pour être modulaire et facilement intégrable aux infrastructures existantes. L'ESP32 peut être programmé en utilisant des environnements de développement variés tels que l'Arduino IDE ou MicroPython, offrant ainsi une grande flexibilité pour l'adaptation et l'évolution du système.[7]

4.3 Scénarios de fonctionnement

Mode normal : « gestion standard du trafic »

En l'absence de demande de priorité, le système fonctionne selon un cycle prédéfini, assurant une régulation fluide du trafic[8] :

Cycle des feux : Les feux tricolores alternent selon des durées programmées, par exemple :

- Vert : 60 % du cycle
- Orange : 10 % du cycle
- Rouge : 30 % du cycle

Contrôle par l'ESP32 : Le microcontrôleur ESP32 gère la séquence des feux en temps réel, en suivant le programme établi.

Supervision : La plateforme web permet aux administrateurs de surveiller l'état des feux et d'ajuster les paramètres si nécessaires.

Mode prioritaire : « intervention des véhicules d'urgence »

Lorsqu'un véhicule d'urgence nécessite une priorité de passage, le système intelligent de gestion des feux tricolores adapte son fonctionnement pour faciliter son déplacement. Le conducteur utilise l'application mobile dédiée pour s'authentifier et soumettre une demande de priorité en précisant son itinéraire. Cette demande est ensuite transmise à la plateforme web, où l'identité du conducteur et la légitimité de la requête sont vérifiées. Une fois la demande validée, la plateforme envoie les instructions nécessaires au microcontrôleur ESP32, qui ajuste immédiatement les feux tricolores sur l'itinéraire du véhicule d'urgence en passant les feux au vert pour faciliter son passage, tandis que les autres directions sont mises au rouge pour garantir la sécurité de tous les usagers. Après le passage du véhicule d'urgence, le système reprend automatiquement son cycle normal de régulation du trafic.

Ce fonctionnement assure une réactivité optimale, avec un délai de transition vers le mode prioritaire inférieur à 2 secondes, tout en maintenant un haut niveau de sécurité grâce à la double validation des demandes.

5. Défis techniques et réglementaires

5.1 Défis techniques

Latence réseau : Pour garantir une réactivité optimale, le système doit assurer un temps de réponse inférieur à 1,5 seconde entre la demande de priorité et l'activation du feu vert. Cela nécessite une optimisation des communications entre l'application mobile, la plateforme web et le microcontrôleur ESP32.

Gestion des conflits : En cas de demandes simultanées de plusieurs véhicules d'urgence convergeant vers un même carrefour, le système doit intégrer un algorithme de priorisation basé sur des critères tels que la distance au carrefour, le type d'urgence ou l'heure de la demande.

Robustesse : Le système doit être capable de fonctionner en mode dégradé en cas de panne d'Internet, en s'appuyant sur un cache local ou des communications directes entre l'application mobile et l'ESP32 via des protocoles tels que le Bluetooth ou le Wi-Fi local.

5.2 Aspects réglementaires

Normes de signalisation : Le système doit respecter les normes européennes en matière de signalisation routière, notamment la directive (UE) 2019/1936 qui établit des exigences minimales pour les infrastructures routières afin d'améliorer la sécurité. [9]

Sécurité juridique : En cas de dysfonctionnement du système entraînant un accident, la question de la responsabilité légale se pose. Il est essentiel de déterminer si la responsabilité incombe au conducteur, à l'administrateur du système ou au fabricant du matériel.

Auditabilité des demandes de priorité : Pour assurer la traçabilité et la transparence, toutes les demandes de priorité doivent être enregistrées avec des horodatages précis, permettant ainsi des audits réguliers et des analyses post-incident.

6. Conclusion

Les systèmes actuels de gestion des feux tricolores présentent des limitations significatives, étant soit trop rigides, soit trop coûteux, et souvent inadaptés aux besoins spécifiques des véhicules d'urgence. Le projet proposé offre une solution innovante, économique et centrée sur l'utilisateur, en intégrant une architecture modulaire basée sur des composants accessibles tels que l'ESP32. Cette approche permet une réactivité accrue, une sécurité renforcée grâce à la double validation des demandes, et une intégration aisée aux infrastructures existantes. À l'avenir, l'intégration de l'intelligence artificielle pour anticiper les demandes de priorité, notamment en analysant les trajets fréquents des services d'urgence, pourrait encore améliorer l'efficacité du système. Des essais pilotes avec les services d'urgence locaux permettront de valider les performances du système en conditions réelles et d'affiner ses fonctionnalités.

Chapitre 2 : Analyse et conception

1. Choix technologiques

1.1 Introduction

Pour la mise en œuvre de ce projet, plusieurs choix technologiques ont été faits afin de garantir une gestion efficace et sécurisée des feux tricolores pour les véhicules d'urgence. Ces choix sont basés sur des critères de fiabilité, de performance et de sécurité.

1.2 Technologies utilisées

1.Base de données : MySQL

La base de données relationnelle MySQL a été choisie pour sa robustesse, sa gratuité, et sa compatibilité avec les systèmes de gestion d'information. Elle permettra de stocker de manière structurée les données liées aux médicaments, aux utilisateurs, aux mouvements de stock, aux alertes, etc.

2.Interface Web : React

Pour la partie web du projet, React a été choisi comme bibliothèque JavaScript principale. Conçu par Facebook, React permet de créer des interfaces utilisateur dynamiques et réactives grâce à une architecture basée sur des composants réutilisables [10].

3.Application mobile : Java (Android)

Dans le cadre du développement mobile de ce projet, Java a été choisi pour créer l'application Android destinée aux conducteurs de véhicules d'urgence. Ce langage orienté objet est reconnu pour sa robustesse, sa sécurité et sa portabilité, ce qui en fait un choix privilégié pour les applications critiques. Son principe "Write Once, Run Anywhere" permet une compatibilité multiplateforme, réduisant ainsi les coûts et les délais de développement. De plus, l'utilisation d'Android Studio, l'environnement de développement officiel pour Android, offre des outils avancés tels que la complétion de code, le débogage et l'intégration avec le SDK Android, facilitant le développement et la maintenance de l'application[11].

4.Microcontrôleur ESP32

Le microcontrôleur ESP32 a été choisi pour ce projet en raison de sa combinaison exceptionnelle de performances, de connectivité sans fil et de faible consommation d'énergie. Il intègre une connectivité Wi-Fi 802.11 b/g/n et Bluetooth v4.2 (BR/EDR et BLE), permettant

une communication efficace entre les véhicules d'urgence, les feux de signalisation et la plateforme centrale.

Doté d'un processeur dual-core Xtensa LX6 fonctionnant jusqu'à 240 MHz et de 520 Ko de SRAM, l'ESP32 offre une puissance de traitement suffisante pour gérer des tâches en temps réel, telles que le contrôle dynamique des feux tricolores. De plus, ses fonctionnalités avancées de gestion de l'énergie, comme la modulation fine des horloges et les différents modes de veille, assurent une consommation énergétique optimisée, essentielle pour les systèmes embarqués.

L'ESP32 se distingue également par sa polyvalence, avec de nombreux GPIOs programmables, des interfaces de communication variées (SPI, I²C, UART, CAN) et des capacités de sécurité intégrées, telles que le démarrage sécurisé et le chiffrement matériel. Son coût abordable et le soutien d'une large communauté de développeurs facilitent son intégration et sa maintenance, faisant de l'ESP32 un choix idéal pour des applications critiques comme la gestion intelligente des feux de signalisation pour les véhicules d'urgence[12], [13].

Cahier de charge

1- Pitch d'ascenseur de la solution :

Notre projet propose un système intelligent de gestion des feux de circulation pour prioriser le passage des véhicules d'urgence (ambulance, police, pompiers). Grâce à une application mobile sécurisée, les chauffeurs autorisés peuvent demander l'ouverture des feux rouges en temps réel. Un microcontrôleur ESP32 active alors automatiquement les feux adaptés. Une plateforme web permet à l'administration de contrôler et valider les accès. Ce système réduit les délais d'intervention tout en garantissant une gestion fiable et sécurisée des situations critiques.

1. Contexte et Présentation du Projet

Le projet Emergiway vise à développer un système de gestion des véhicules d'urgence pour faciliter leur passage rapide et sécurisé en milieu urbain. Le système comprend une application mobile pour les utilisateurs (conducteurs de véhicules d'urgence), une plateforme web pour les administrateurs, et un microcontrôleur pour la gestion en temps réel des feux tricolores.

2. Objectifs du Projet

- Réduire les délais d'intervention des véhicules d'urgence.
- Améliorer la sécurité routière en assurant une priorité efficace aux véhicules d'urgence.

- Permettre une gestion centralisée des utilisateurs et des itinéraires.
- Fournir une solution évolutive et économique pour les villes.

3. Description du Système

Le système se compose des éléments suivants :

- Application Mobile (Utilisateur) : Permet de passer des commandes et de gérer les chemins.
- Plateforme Web (Admin) : Permet de gérer les utilisateurs et de consulter l'historique des commandes.
- Authentification : Un mécanisme centralisé pour sécuriser l'accès au système.

4. Fonctionnalités Principales

4.1 Gestion des Utilisateurs (Admin)

- Création, modification et suppression des comptes utilisateurs.
- Validation des nouvelles inscriptions.

4.2 Consultation de l'Histoire (Admin)

- Affichage des demandes de priorité passées.
- Filtrage par date, utilisateur et type de véhicule.

4.3 Passer Commande (Utilisateur)

- Soumettre des demandes de priorité pour des trajets urgents.
- Confirmation de la validation par l'administrateur.

4.4 Gestion des Chemins (Utilisateur)

- Sélectionner et visualiser les itinéraires possibles.
- Mise à jour en temps réel en fonction du trafic.

4.5 Authentification (Tous les Utilisateurs)

- Vérification des identifiants à chaque connexion.
- Gestion des sessions sécurisées.

5. Technologies Utilisées

- Application Mobile : Java (Android)
- Plateforme Web : React, Node.js
- Microcontrôleur : ESP32 pour le contrôle des feux
- Base de Données : MySQL

6. Contraintes et Exigences

- Sécurité des données et authentification renforcée.
- Faible latence pour garantir une réactivité optimale.
- Compatibilité avec les infrastructures existantes.

7. Livraison et Maintenance

- Déploiement progressif avec phases de test en environnement réel.
- Mise à jour régulière pour intégrer de nouvelles fonctionnalités.
- Support technique et correction des bugs en continu.

8. Conclusion

Ce projet représente une avancée majeure dans la gestion des véhicules d'urgence, avec des impacts positifs sur la sécurité et l'efficacité des interventions en milieu urbain. La combinaison des technologies modernes assure une solution robuste et évolutive

2. Planning prévisionnel :

La figure 1 illustre le diagramme de Gantt du projet qui présente l'avancement :

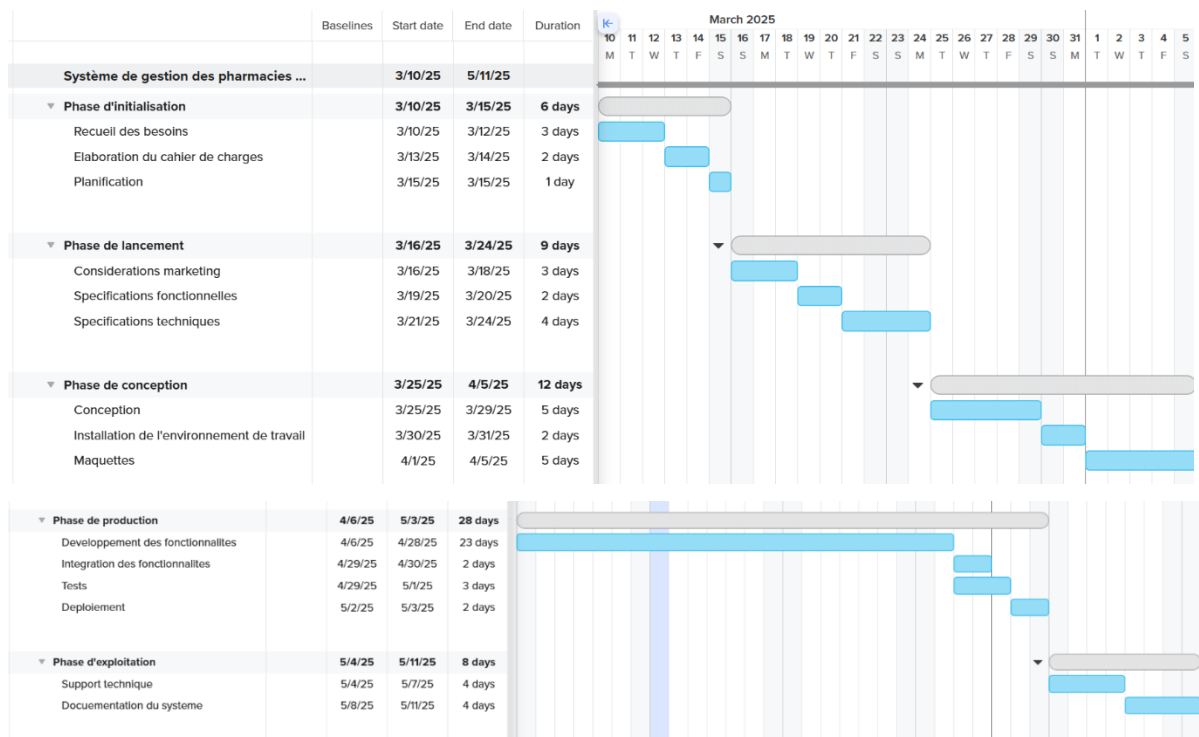


Figure 1: Diagramme de Gantt

Analyse et conception :

1- Introduction :

L'analyse et la conception représentent des étapes clés dans le développement de ce projet de gestion intelligente des stocks pharmaceutiques, en garantissant une solution fiable, évolutive et adaptée aux besoins spécifiques des utilisateurs finaux, notamment les pharmaciens. Ce projet vise à concevoir une application complète permettant de suivre et de gérer les stocks de médicaments en temps réel, d'automatiser les alertes en cas de seuil critique, et de sécuriser les accès selon les rôles. Une attention particulière a été portée à l'analyse des exigences fonctionnelles et techniques, à la modélisation de la base de données, à la conception des interfaces utilisateurs, ainsi qu'à l'architecture backend, afin d'assurer la robustesse, la performance et la sécurité du système. Cette démarche structurée permet de proposer une solution logicielle pertinente, capable de s'adapter aux évolutions futures du secteur pharmaceutique.

2- Diagramme de cas d'utilisation :

Un diagramme de cas d'utilisation (ou Use Case Diagram) est un outil utilisé en ingénierie logicielle, particulièrement dans la méthode UML (Unified Modeling Language), pour représenter les interactions entre les acteurs (utilisateurs ou systèmes externes) et le système. Il met en évidence les différentes fonctionnalités que le système doit offrir, telles que perçues par les acteurs externes.

La figure 2 illustre le diagramme de cas d'utilisation :

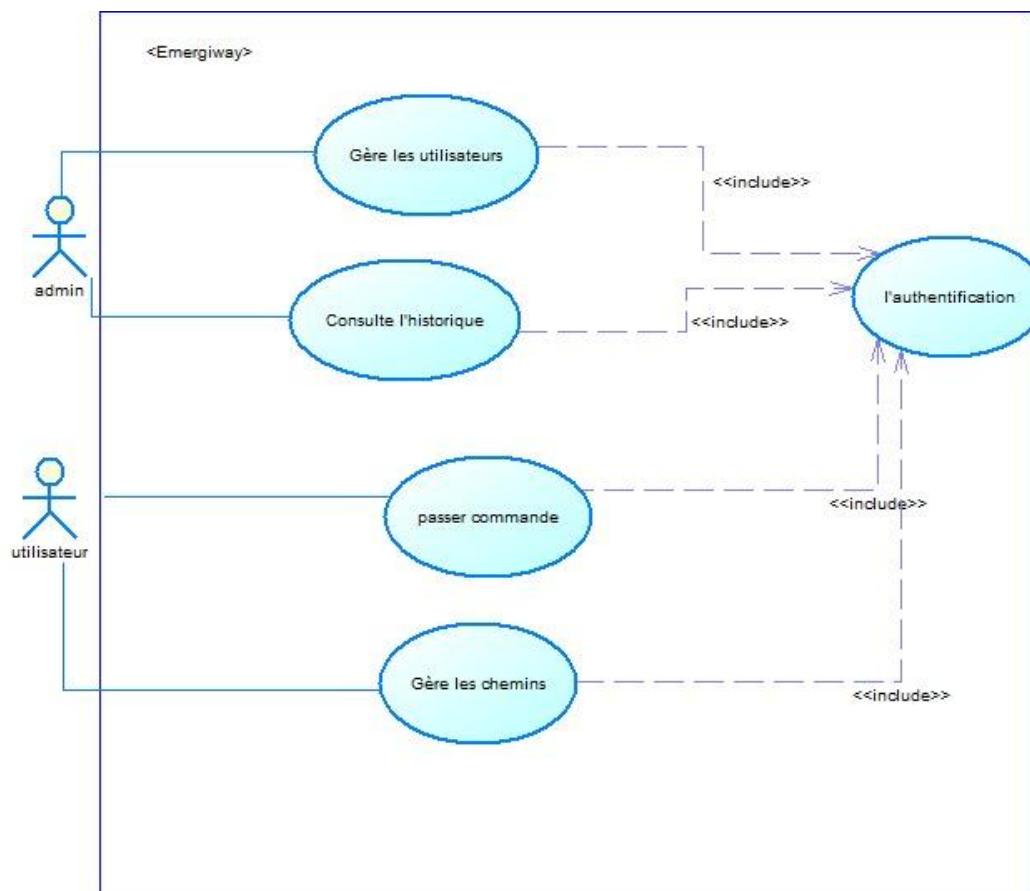


Figure 2: Diagramme de Cas d'utilisation

- Gère les utilisateurs : Fonctionnalité permettant à l'administrateur de gérer les comptes utilisateur.
- Consulte l'historique : Fonctionnalité permettant à l'administrateur de consulter les actions passées ou les événements historiques enregistrés dans le système.
- Passe commande : Fonctionnalité permettant à un utilisateur standard de passer une commande.

- Gère les chemins : Fonctionnalité permettant à un utilisateur standard de gérer des chemins.

3- Diagramme de séquence :

Un diagramme de séquence est un diagramme utilisé dans la méthode UML (Unified Modeling Language) pour modéliser la dynamique d'une interaction entre des objets ou composants d'un système. Il représente les échanges de messages dans l'ordre chronologique, ce qui permet de visualiser comment les objets interagissent entre eux pour réaliser une fonctionnalité spécifique.

La figure 3 illustre le diagramme de séquence :

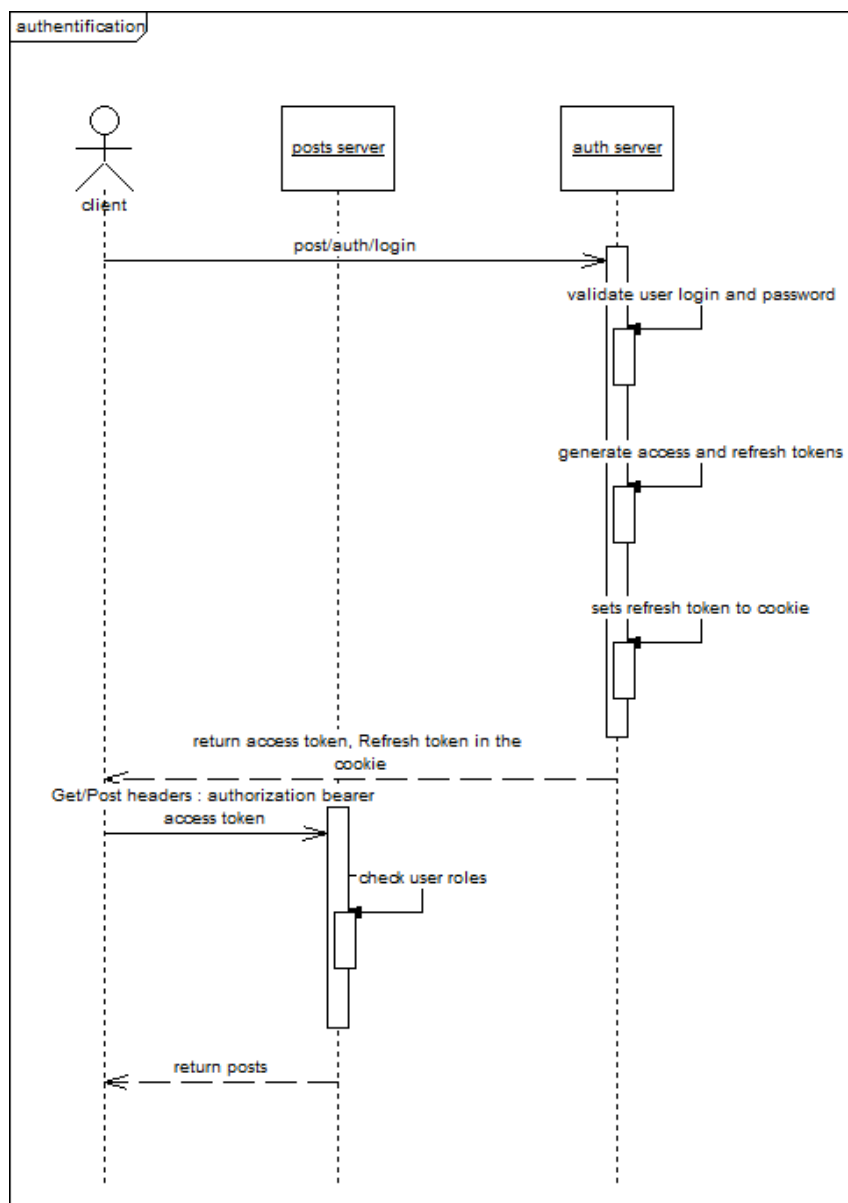


Figure 3: Diagramme de séquence

Un diagramme de classes est un diagramme structurel dans UML (Unified Modeling Language) qui représente la structure statique d'un système en modélisant ses classes, leurs attributs, leurs méthodes et les relations qui les unissent. Ce diagramme est essentiel pour la conception orientée objet, car il montre la manière dont les différentes classes interagissent et s'organisent pour former un système.

La figure 4 illustre le diagramme de classe :

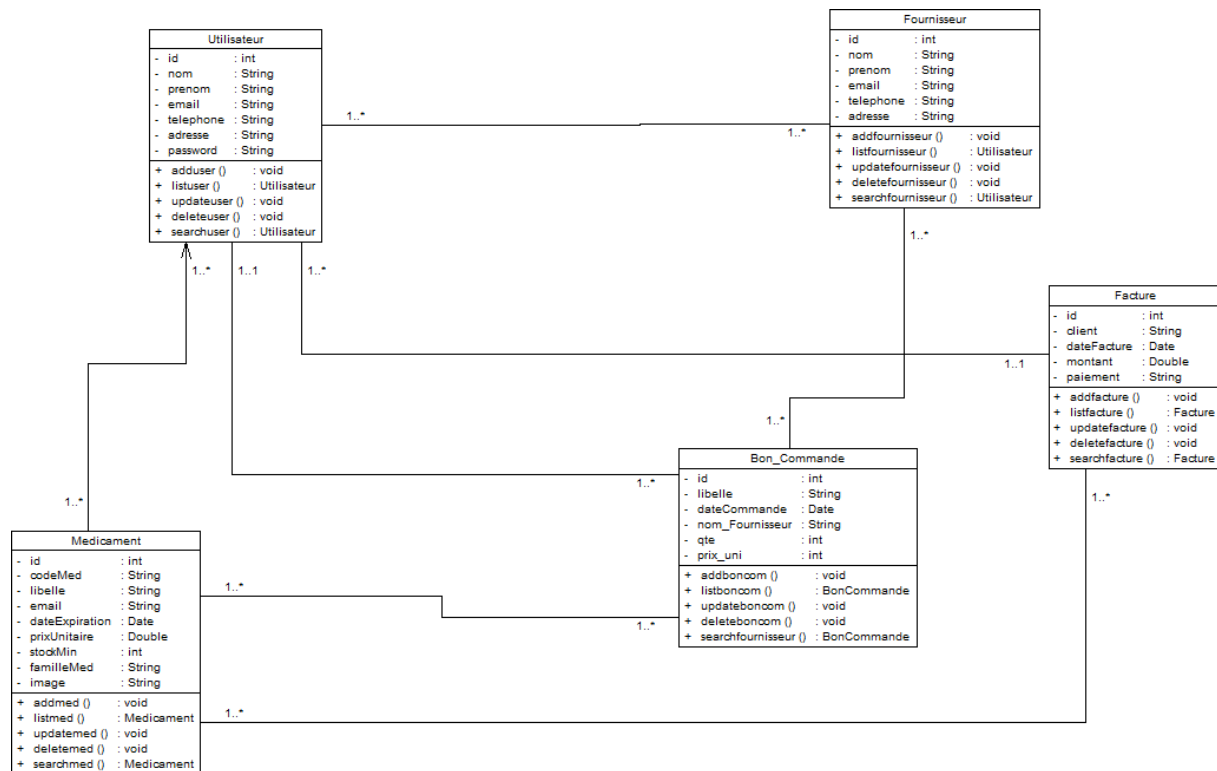


Figure 4: Diagramme de classe

Ce diagramme de classes représente l'architecture d'un système complet de gestion des produits (médicaments), des fournisseurs, des utilisateurs, des bons de commande et des factures. Il modélise les interactions entre ces différentes entités pour assurer une gestion efficace et centralisée des opérations.

Utilisateurs : Ils sont responsables de la gestion des fournisseurs et des médicaments, et peuvent accéder aux informations sur les bons de commande et les factures. Ils disposent des droits nécessaires pour effectuer les opérations de création, modification, suppression et consultation des données.

Médicaments : Chaque médicament est associé à un fournisseur et peut être commandé via des bons de commande. Le système permet de suivre les informations critiques comme le nom, la

catégorie, la date d'expiration et le stock disponible, assurant ainsi une gestion optimale des stocks.

Fournisseurs : Ils représentent les sources d'approvisionnement des médicaments. Chaque fournisseur peut avoir plusieurs médicaments associés et est essentiel pour maintenir un flux d'approvisionnement constant et sécurisé.

Bons de commande : Ils servent à formaliser les commandes de médicaments auprès des fournisseurs, incluant des détails tels que la quantité commandée, le prix unitaire et les dates de livraison. Chaque bon de commande peut générer une facture pour le suivi financier.

Factures : Elles sont générées à partir des bons de commande et permettent de tracer les transactions financières, incluant les montants totaux, les dates de paiement et les informations sur les médicaments concernés.

Chaque classe intègre les méthodes CRUD (Create, Read, Update, Delete), garantissant une gestion dynamique des données et une flexibilité dans l'évolution du système. Cette approche modulaire permet également une maintenance simplifiée et une meilleure évolutivité du système, répondant ainsi aux besoins changeants des utilisateurs et des gestionnaires.

Chapitre 3 :

Mise en œuvre et réalisation

1. **Introduction :**

Dans cette section, nous allons présenter en détail l'application développée pour la gestion intelligente des feux de circulation en faveur des véhicules d'urgence. L'objectif principal de cette solution est d'offrir un système sécurisé, intuitif et efficace permettant de faciliter le

passage prioritaire des ambulances, pompiers et véhicules de police tout en assurant la fluidité du trafic et la sécurité routière. L'application se compose de deux interfaces principales : une application mobile destinée aux services d'urgence, leur permettant de s'authentifier et de déclencher à distance le changement des feux, et une application web dédiée aux administrateurs pour la validation des utilisateurs, la gestion des rôles et la supervision des requêtes. Nous détaillerons ici les principales fonctionnalités, les technologies utilisées, ainsi que la manière dont chaque composant contribue à optimiser la circulation en situation critique tout en préservant la sécurité et l'intégrité du système.

2. Application réalisée :

3. Conclusion :

La présentation de l'application a permis de mettre en lumière les différents volets de la solution développée, tant sur le plan fonctionnel que technique. L'interaction fluide entre l'application mobile dédiée aux services d'urgence et l'interface web d'administration permet une gestion intelligente, réactive et sécurisée des feux de circulation. Grâce à des fonctionnalités clés telles que l'authentification des utilisateurs, le contrôle distant des feux via ESP32, et l'optimisation des trajets à l'aide d'une carte assistée par IA ou API Waze, cette solution répond efficacement aux défis liés au passage prioritaire des véhicules d'urgence. Elle constitue ainsi une réponse concrète aux besoins identifiés lors de l'analyse préalable, tout en renforçant la sécurité et la rapidité des interventions sur le terrain.

Conclusion

Le projet EmergiWay a démontré qu'il est possible de transformer la gestion des feux de signalisation pour répondre aux urgences avec rapidité et précision. En tirant parti des technologies IoT, mobiles et web, notre solution résout les lacunes des systèmes traditionnels : rigidité des "vagues vertes", latence des détections acoustiques, ou coût prohibitif des centrales de contrôle. Grâce à une architecture modulaire (ESP32, app mobile, plateforme admin) et des mécanismes de sécurité robustes (double authentification, chiffrement AES-256), le système assure à la fois efficacité opérationnelle et protection contre les abus.

Les résultats techniques sont prometteurs : un temps de réaction inférieur à 2 secondes, une intégration transparente aux infrastructures existantes, et une gestion centralisée des demandes. Les essais simulés ont validé les scénarios prioritaires, tandis que les choix technologiques (Java pour l'app Android, React pour le web) garantissent évolutivité et maintenance simplifiée.

À l'avenir, l'intégration de l'intelligence artificielle (prédiction d'itinéraires, analyse proactive du trafic) et des partenariats avec les services d'urgence locaux pourraient encore optimiser le système. EmergiWay incarne ainsi une avancée concrète vers des villes plus sûres et connectées, où chaque seconde gagnée sauve des vies. Ce projet ouvre également la voie à d'autres applications, comme la priorisation des transports en commun ou la gestion dynamique du trafic en temps réel.

Enfin, nous tenons à remercier notre encadrant, M. Lounousse Jawad, et tous les contributeurs pour leur soutien précieux. Ce travail reflète notre engagement à utiliser l'innovation technologique pour servir l'intérêt public, et nous espérons qu'il inspirera des déploiements à grande échelle.

Bibliographie

- [1] “DECRYPTAGE. Pompiers : piétonnisation des centres, baisse des effectifs... pourquoi les délais d’intervention des secours s’allongent en France,” ladepeche.fr. Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.ladepeche.fr/2025/03/24/decryptage-pompiers-pietonnisation-des-centres-baisse-des-effectifs-pourquoi-les-delais-dintervention-des-secours-sallongent-en-france-12584655.php>
- [2] “Arrêt cardiaque : LE PIRE EST DE NE RIEN FAIRE !,” FFC. Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.fedecardio.org/presse/arret-cardiaque-le-pire-est-de-ne-rien-faire/>
- [3] “Quels sont les inconvénients des feux tricolores ? | Feu de circulation BBM.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: https://www.bbmlcd.com/fr/a-news-what-are-the-disadvantages-of-traffic-lights?utm_source=chatgpt.com
- [4] “Costs for adaptive signal control can vary widely, ranging from \$6,000 (ACS Lite) to \$60,000 (SCOOT) per intersection. | ITS Deployment Evaluation.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: https://www.itskrs.its.dot.gov/2014-sc00306?utm_source=chatgpt.com
- [5] “Traffic Priority System Speeds Up Emergency Response on Singapore’s Roads | ST Engineering.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.stengg.com/en/innovation/innovation-stories/traffic-priority-system-speeds-up-emergency-response-on-singapore-roads>
- [6] “The ESP32 Chip explained: Advantages and Applications.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: https://www.deepseadev.com/en/blog/esp32-chip-explained-and-advantages/?utm_source=chatgpt.com
- [7] “The ESP32 Chip explained: Advantages and Applications.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.deepseadev.com/en/blog/esp32-chip-explained-and-advantages/>
- [8] “Interventions sur des Feux de signalisation,” Kartes.io. Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: https://kartes.io/intervention/feux-de-signalisation?utm_source=chatgpt.com
- [9] “Directive (UE) 2019/1936 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2019 modifiant la directive 2008/96/CE concernant la gestion de la sécurité des infrastructures routières”.
- [10] “React.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://react.dev/>
- [11] “Java pour le développement d’applications mobiles : bonnes pratiques et conseils | AppMaster.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://appmaster.io/fr/blog/java-pour-le-developpement-dapplications-mobiles>
- [12] “ESP32 Wi-Fi & Bluetooth SoC | Espressif Systems.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32?utm_source=chatgpt.com
- [13] “Get to Know ESP32 and ESP8266 Microcontrollers in 2024.” Accessed: May 08, 2025. [Online]. Available: <https://www.pcbonline.com/blog/esp32-and-esp8266-microcontrollers.html>