

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITÉ ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAÏA



FACULTE DES SCIENCES EXACTES  
DÉPARTEMENT D'INFORMATIQUE

MEMOIRE  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER  
DOMAINE : MATHÉMATIQUE ET INFORMATIQUE FILIÈRE : INFORMATIQUE  
SPÉCIALITÉ : Génie Logiciel

## Thème

**Application Web pour la gestion d'un annuaire des pharmacies et la disponibilité des produits pharmaceutiques**

*Présenté par :*

**Mlle. BOUAKACHE Thiziri**

Soutenu devant le Jury :

<i>Présidente</i>	<b>Mme KESSIRA Dalila</b>	.....
<i>Examinatrice</i>	<b>Mme BELKHIRI Louiza</b>	.....
<i>Examineur</i>	<b>Mr MOHAMMEDI Mohamed</b>	MCA
<i>Examinatrice</i>	<b>Mme EL BOUHICI Houda</b>	MCA
<i>Encadrante</i>	<b>Mme. CHIBANI Samia</b>	MCA

*Promotion 2024-2025*

## Résumé

Ce travail présente le développement de PharMap, une application web innovante visant à améliorer l'accès aux médicaments en Algérie en connectant patients, pharmacies et fournisseurs. L'application permet aux patients de localiser rapidement les pharmacies disposant des médicaments nécessaires, tout en aidant les professionnels à optimiser la gestion des stocks et à communiquer efficacement. Le projet s'appuie sur une méthodologie Agile (Kanban) et des technologies modernes (Node.js, React, SQLite) pour garantir flexibilité et performance. Les diagrammes UML et le modèle relationnel ont structuré la conception, tandis que les interfaces utilisateur ont été conçues pour être intuitives. Les perspectives d'évolution incluent l'intégration d'IA et des stratégies de monétisation. PharMap se distingue des solutions existantes par son approche collaborative et son impact social, contribuant à réduire les inégalités d'accès aux soins et à optimiser le système pharmaceutique algérien.

## Summary

This work presents the development of PharMap, an innovative web application designed to improve access to medications in Algeria by connecting patients, pharmacies, and suppliers. The app allows patients to quickly locate pharmacies with the medicines they need while helping professionals optimize stock management and communication. The project follows Agile (Kanban) methodology and uses modern technologies (Node.js, React, SQLite) for flexibility and performance. UML diagrams and a relational model structured the design, while user interfaces were developed for ease of use. Future enhancements include AI integration and monetization strategies. PharMap stands out from existing solutions through its collaborative approach and social impact, contributing to reduced healthcare disparities and a more efficient pharmaceutical system in Algeria.

## الملخص

تقدم هذه الأطروحة تطوير PharMap ، وهو تطبيق ويب مبتكر يهدف إلى تحسين الوصول إلى الأدوية في الجزائر من خلال ربط المرضى والصيدليات والموردين. يتيح التطبيق للمرضى تحديد مواقع الصيدليات التي توفر الأدوية اللازمة بسرعة، مع مساعدة المختصين على تحسين إدارة المخزون والتواصل بفعالية. يعتمد المشروع على منهجية Agile (Kanban) والتقنيات الحديثة Node.js و React و SQLite لضمان المرونة والأداء. وقد شكّلت مخططات UML والنموذج العلائقي هيكل التصميم، بينما صُممت واجهات المستخدم لتكون بديهية. تشمل التطورات المستقبلية دمج الذكاء الاصطناعي واستراتيجيات تحقيق الربح. يتميز PharMap عن الحلول الحالية بنهجه التعاوني وتأثيره الاجتماعي، مما يُسهم في الحد من التفاوت في الحصول على الرعاية الصحية وتحسين النظام الدوائي الجزائري.

# Dédicace

À mes chers parents,

Mezehoura (paix à son âme) et Madjide, Adada et Rabah,

Vous êtes les racines de mon existence, ceux dont l'amour infini et les sacrifices ont guidé chacun de mes pas. Vous êtes mon souffle, mon espoir, et la raison pour laquelle j'avance.

À mes mères, mes lumières :

Mezehoura, ton absence ne t'a jamais éloignée de mon cœur.

Adada, ta présence est ma force tranquille.

À mes pères, mes héros :

Madjide et Rabah, votre dévouement a fait de mes rêves une réalité.

Que ce mémoire soit le reflet de ma gratitude et l'expression de l'amour que je vous porte.

À ma sœur Yahna,

Ton soutien indéfectible, même à distance, a été une bénédiction.

À mes frères Syfax, Yougourthen et Massinissa,

Merci pour vos rires, votre énergie, et cette complicité qui rend la vie plus légère.

À mes amis Islem, Sarah, Linda,

Votre soutien moral a été précieux. Je vous souhaite autant de réussite que de bonheur.

À vous tous, j'offre humblement ce travail,

Avec tout l'amour et la reconnaissance que mon cœur peut contenir.

Thízírí

# Remerciements

*À Dieu, le Tout-Puissant,*

*Par Sa grâce infinie et Sa miséricorde, j'ai pu trouver la force, la persévérance et la foi nécessaires pour mener à bien ce travail. Sans Sa guidance, rien n'aurait été possible.*

*À Madame CHIBANI Samia, mon encadrante,*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour votre disponibilité, vos précieux conseils et votre soutien tout au long de ce projet. Votre expertise et vos orientations ont été une lumière sur mon chemin, et ce mémoire est aussi le fruit de votre engagement à mes côtés.*

*À ma deuxième famille,*

*Vous avez été bien plus qu'un soutien : vous avez été mon refuge, ma motivation et ma raison d'avancer. Sans votre présence à mes côtés, jour après jour, ce travail n'aurait jamais vu le jour. Merci pour votre amour inconditionnel, vos encouragements et cette force que vous m'avez donnée, même dans les moments de doute. Vous êtes mon pilier, et c'est en grande partie grâce à vous que j'ai pu accomplir ce beau projet.*

**Aux** membres du jury,

*Je vous remercie sincèrement pour le temps que vous avez consacré à l'évaluation de ce mémoire, ainsi que pour l'intérêt que vous portez à mon travail. Votre expertise et vos retours sont pour moi un honneur et une opportunité d'apprentissage précieuse.*

*À tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet,*

*Enseignants, collègues, amis... Merci pour votre aide, vos conseils et votre présence. Chaque contribution, aussi petite soit-elle, a compté.*

# Sommaire

Introduction générale.....	1
I Contexte Et motivation.....	2
I.1 Introduction.....	3
I.2 Problématique .....	3
I.3 Objectifs de l'application .....	4
I.3.1 Objectif principal.....	4
I.3.2 Objectifs spécifiques .....	4
I.4 Types d'applications : Web, Site, Mobile .....	6
I.4.1 Application Web.....	6
I.4.2 Site Web .....	7
I.4.3 Application Mobile.....	7
I.4.4 Comparaison entre les trois types d'applications.....	9
I.5 Pourquoi l'application web est le meilleur choix .....	9
I.6 Méthodes Agile : Vue générale et focus sur Kanban.....	10
I.6.1 Vue générale sur les méthodes Agile .....	10
I.6.2 Focus sur Kanban .....	10
I.7 Conclusion .....	12
II Étude de l'existant .....	13
II.1 Introduction.....	14
II.2 Définition et objectifs de l'étude de l'existant .....	14
II.3 Méthodologie d'analyse .....	14
II.4 Analyse critique des solutions existantes.....	14
II.4.1 Bases de Données à Explorer .....	14
II.4.2 Analyser et Structurer l'information pour l'étude de l'existant.....	17
II.5 Conclusion .....	21
III Conception et Modélisation .....	22
III.1 Introduction.....	23
III.2 Présentation UML.....	23
III.2.1 C'est quoi UML ?.....	23
III.2.2 Les différents types de diagrammes .....	23
III.3 Cahier des charges .....	23
III.3.1 Définition des besoins fonctionnels .....	23

III.3.2	Définition des besoins non fonctionnels.....	25
III.3.3	Identification des acteurs .....	26
III.3.4	Diagramme de contexte .....	26
III.3.5	Diagramme de cas d'utilisation .....	27
III.3.6	Diagramme de séquence.....	34
III.3.7	Diagramme de classe .....	42
III.4	Le modèle relationnel .....	43
III.4.1	Modèle relationnel pour notre système .....	44
III.5	Conclusion .....	45
IV	Mise en œuvre .....	46
IV.1	Introduction.....	47
IV.2	Outils, langages et environnements de développement .....	47
IV.2.1	L'architecture MVC .....	47
IV.2.2	Outils de développement .....	48
IV.3	Présentation des interfaces .....	51
IV.3.1	Interface d'accueil .....	51
IV.3.2	Interface de patient .....	54
IV.3.3	Interface pharmacie .....	57
IV.3.4	Interface fournisseur .....	58
IV.3.5	Interface administrateur .....	60
IV.4	Perspectives : Monétisation, Intelligence Artificielle et Améliorations Fonctionnelles.....	61
IV.4.1	Stratégies de Monétisation .....	61
IV.4.2	Intégration de l'Intelligence Artificielle .....	61
IV.5	Conclusion .....	62
	Conclusion générale .....	63
	Références	64

## Liste des figures

Figure I-1- Architecture des applications web [2] .....	7
Figure I-2 - Fonctionnement d'une application mobile [5].....	8
Figure II-1 - Capture d'écran sur l'application mobile « Médicaments en Algérie » [10] .....	16
Figure II-2 - Capture d'écran sur l'application mobile « Médicaments Algérie » [11] .....	16
Figure II-3 - Capture d'écran sur l'application web Pharm'Net [12] .....	17
Figure III-1 Diagramme de contexte dynamique .....	27
Figure III-2 - Diagramme de cas d'utilisation (patient) .....	30
Figure III-3 - Diagramme de cas d'utilisation (pharmacie) .....	30
Figure III-4 - Diagramme de cas d'utilisation (autres) .....	31
Figure III-5 - Diagramme de séquence Authentification .....	36
Figure III-6 - Diagramme de séquence Recherche médicament .....	37
Figure III-7 - Diagramme de séquence Consulter la géolocalisation.....	38
Figure III-8 - Diagramme de séquence ajouter médicaments .....	39
Figure III-9 - Diagramme de séquence Validation d'inscription (pharmacies et/ou fournisseurs).....	40
Figure III-10 - Diagramme de séquence Traiter les commandes envoyées par des pharmacies.....	41
Figure III-11 - Diagramme de classe .....	43
Figure IV-1 - Schéma de l'architecteur MVC.....	48
Figure IV-2 - Logo de l'éditeur Visual Studio Code .....	48
Figure IV-3 - Logo du système Node.JS.....	49
Figure IV-4 - Logo de logiciel StarUML.....	50
Figure IV-5 - Logo de logiciel SQLiteStudio.....	50
Figure IV-6 - Interface d'accueil.....	51
Figure IV-7 - Interface se connecter .....	52
Figure IV-8 - Interface se connecter2 .....	52
Figure IV-9 - Interface s'inscrire .....	53
Figure IV-10 - Interface pharmacies sans se connecter .....	53
Figure IV-11 - Interface de liste des médicaments sans se connecter.....	54
Figure IV-12 – Interface de tableau de bord de patient connecté .....	55

Figure IV-13 - Interface des détails de médicament sélectionné par le patient connecté .....	55
Figure IV-14 - Interface des détails pharmacie sélectionnée par le patient connecté	56
Figure IV-15 - Interface des ordonnances du patient connecté.....	57
Figure IV-16 - Interface de gestion de stock de la pharmacie connectée .....	57
Figure IV-17 - Interface des commandes de la pharmacie connectée .....	58
Figure IV-18 - Interface de gestion de stock de fournisseur connecté.....	59
Figure IV-19 - Interface de gestion de commande de fournisseur connecté.....	60
Figure IV-20 - Interface de gestion de l'inscription par l'administrateur .....	60

## Liste des Tableaux

Tableau II-1 - Comparaison entre les trois types d'applications .....	9
Tableau III-1 – Tableau d'organisation et Analyse des Sources Retenues .....	17
Tableau III-2 - Tableau comparatif de fonctionnalité "Disponibilité en Temps Réel" .....	19
Tableau IV-1 - Description des acteurs.....	26
Tableau IV-2 - Les cas d'utilisation associés aux acteurs.....	28
Tableau IV-3 - S'inscrire .....	31
Tableau IV-4 - Authentification.....	32
Tableau IV-5 - Recherche médicament.....	32
Tableau IV-6 - Consulter la géolocalisation .....	33
Tableau IV-7 - Ajouter médicament .....	33
Tableau IV-8 - Validation d'inscription (pharmacies et/ou fournisseurs).....	34
Tableau IV-9 - Traiter les commandes envoyées par des pharmacies .....	34

## Introduction générale

Le secteur de la santé est aujourd'hui confronté à des défis majeurs, notamment en ce qui concerne l'accès aux médicaments essentiels et la gestion optimale des stocks dans les pharmacies. Les patients rencontrent souvent des difficultés pour localiser rapidement les pharmacies disposant des traitements dont ils ont besoin, tandis que les professionnels de la santé peinent à gérer efficacement leurs stocks et à communiquer avec les fournisseurs. Ces problématiques, particulièrement critiques dans les situations d'urgence, engendrent des retards de soins, des frustrations pour les patients et des pertes financières pour les pharmacies. Face à ces enjeux, une solution numérique innovante s'impose pour faciliter l'accès aux médicaments, optimiser la gestion des stocks et améliorer la communication entre les acteurs clés du système pharmaceutique.

Ce mémoire présente le développement d'une application web centralisée, PharMap, conçue pour répondre aux besoins des patients, des pharmacies et des fournisseurs. L'objectif principal est de créer une plateforme interactive permettant aux patients de localiser rapidement les pharmacies disposant des médicaments nécessaires, tout en aidant les professionnels à gérer leurs stocks et à interagir efficacement avec les fournisseurs. Le choix d'une application web, plutôt qu'un site ou une application mobile, s'est imposé en raison de son accessibilité, de son coût réduit et de ses fonctionnalités avancées. De plus, la méthodologie Agile, avec un focus sur Kanban, a été adoptée pour assurer une gestion flexible et collaborative du projet.

Ce mémoire est structuré en quatre chapitres, chacun abordant une étape clé du projet :

Chapitre 1 : Ce chapitre introduit le contexte et motivation, en mettant en lumière les problèmes actuels liés à l'accès aux médicaments et à la gestion des stocks. Il détaille également les objectifs de l'application, les choix technologiques et la méthodologie Agile utilisée.

Chapitre 2 : Ce chapitre présente l'étude de l'existant, analysant les solutions existantes dans le domaine de la disponibilité des médicaments en temps réel. Il identifie les lacunes des applications actuelles et justifie l'innovation apportée par PharMap.

Chapitre 3 : Ce chapitre est consacré à la conception et à la modélisation du système. Il décrit les diagrammes UML (cas d'utilisation, séquence et classe) et le modèle relationnel de la base de données, garantissant une architecture robuste et adaptée aux besoins des utilisateurs.

Chapitre 4 : Ce dernier chapitre détaille la mise en œuvre technique de l'application, incluant les outils et langages utilisés (Node.js, Express, React, SQLite), ainsi que les interfaces développées pour chaque type d'utilisateur (patients, pharmacies, fournisseurs, administrateur). Il explore également les perspectives d'amélioration, telles que la monétisation et l'intégration de l'intelligence artificielle.

À travers ce travail, nous visons à proposer une solution technologique qui améliore non seulement l'accès aux médicaments, mais aussi l'efficacité du système pharmaceutique dans son ensemble, contribuant ainsi à une meilleure qualité des soins pour les patients.

# **I Contexte Et motivation**

## I.1 Introduction

Ce chapitre expose les défis liés à l'accès aux médicaments et à la gestion des stocks en Algérie, justifiant le développement de PharMap, une application web collaborative. Destinée aux patients, pharmacies et fournisseurs, elle combine accessibilité, gestion en temps réel et méthodologie Agile (Kanban) pour optimiser les processus. Le choix d'une solution web, plutôt que mobile ou site classique, garantit une large adoption et des coûts maîtrisés. Les objectifs incluent la réduction des délais d'accès aux soins, l'amélioration de la communication inter-acteurs et la minimisation des pertes financières. Ce cadre pose les bases des chapitres suivants, axés sur l'analyse des solutions existantes, la conception technique et la mise en œuvre.

## I.2 Problématique

Dans un contexte où l'accès aux médicaments essentiels et leur disponibilité dans les pharmacies constituent un enjeu majeur de santé publique, de nombreux patients rencontrent des difficultés pour localiser rapidement les pharmacies disposant des médicaments dont ils ont besoin. Imaginez une situation où un patient, en pleine nuit, cherche désespérément un médicament vital pour un proche en situation d'urgence. Il parcourt plusieurs pharmacies, mais aucune ne dispose du traitement nécessaire. Cette scène, malheureusement courante, illustre un problème profond dans notre système de santé : l'accès difficile et inefficace aux médicaments essentiels.

Actuellement, les patients doivent souvent se déplacer physiquement d'une pharmacie à une autre pour vérifier la disponibilité d'un médicament, ce qui entraîne une perte de temps considérable, surtout dans les zones rurales ou les régions éloignées. De plus, les pharmacies ne disposent pas toujours d'un système efficace pour informer les patients de la disponibilité des médicaments rares ou en rupture de stock, ce qui engendre des frustrations et des retards dans les traitements.

Du côté des pharmacies, la gestion manuelle des stocks et des commandes peut conduire à des erreurs humaines, à des surstocks de médicaments peu demandés, ou à des pénuries de médicaments essentiels. Les fournisseurs, quant à eux, peinent parfois à suivre les demandes spécifiques des pharmacies et à optimiser la distribution des médicaments en fonction des besoins réels des patients.

Face à ces défis, il devient crucial de développer une solution numérique qui facilite la communication entre les patients, les pharmacies et les fournisseurs, tout en optimisant la gestion des stocks et en améliorant l'accès aux médicaments. Une application web dédiée à la gestion des pharmacies et à la disponibilité des produits pharmaceutiques pourrait répondre à ces besoins en offrant une plateforme centralisée et interactive.

Cependant, plusieurs questions se posent :

- Comment concevoir une application qui permette aux patients de localiser rapidement les pharmacies disposant des médicaments nécessaires, tout en tenant compte des spécificités régionales et des situations d'urgence ?
- Comment optimiser la gestion des stocks pour les pharmacies afin de réduire les pertes et améliorer l'efficacité des commandes ?

- Comment faciliter la communication entre les pharmacies et les fournisseurs pour garantir une distribution efficace des médicaments ?
- Comment intégrer des fonctionnalités supplémentaires, telles que la livraison à domicile ou le partage de médicaments inutilisés, pour répondre aux besoins spécifiques des patients ?

Ces interrogations soulignent la nécessité de développer une application web innovante et intuitive, capable de répondre aux besoins des trois principaux acteurs : les patients, les pharmacies et les fournisseurs. Ce mémoire vise donc à proposer une solution technologique qui non seulement améliore l'accès aux médicaments, mais aussi optimise la gestion des ressources pharmaceutiques, tout en contribuant à la réduction des inégalités d'accès aux soins de santé.

### **I.3 Objectifs de l'application**

L'application web de gestion des pharmacies et de disponibilité des médicaments a pour objectif principal de faciliter l'accès aux médicaments pour les patients tout en optimisant la gestion des stocks pour les pharmacies et les fournisseurs. Cette application vise à répondre aux besoins spécifiques de trois types d'utilisateurs : les patients, les pharmacies et les fournisseurs. Voici une description détaillée des objectifs de l'application :

#### **I.3.1 Objectif principal**

Créer une plateforme centralisée et interactive qui permet aux patients de localiser rapidement les pharmacies disposant des médicaments nécessaires, tout en aidant les pharmacies et les fournisseurs à optimiser la gestion des stocks et la distribution des produits pharmaceutiques.

#### **I.3.2 Objectifs spécifiques**

##### **I.3.2.1 Pour les patients**

- A. Recherche rapide de médicaments et pharmacies :
  - ✓ Permettre aux patients de rechercher des médicaments spécifiques et de localiser les pharmacies les plus proches qui les détiennent.
  - ✓ Intégrer une carte interactive pour visualiser les pharmacies disponibles dans une région donnée.
- B. Réduction du temps de recherche en cas d'urgence :
  - ✓ Offrir une interface intuitive et rapide pour les recherches en situation critique.
  - ✓ Mettre en avant les pharmacies ouvertes 24/7 ou disposant de services d'urgence.
- C. Notifications en temps réel :
  - ✓ Informer les patients de la disponibilité des médicaments d'une ordonnance ou précédemment en rupture de stock.
  - ✓ Notifier les patients des promotions ou des offres spéciales sur les médicaments.

- D. Livraison à domicile :
  - ✓ Proposer les pharmacies qui ont une option de livraison à domicile pour les patients incapables de se déplacer (personnes âgées, handicapées, ou malades).
- E. Partage de médicaments inutilisés :
  - ✓ Ajouter des médicaments avec un prix qui égale à zéro à leurs stocks pour permettre aux patients de donner ou d'échanger des médicaments non utilisés avec d'autres patients dans le besoin.

### **I.3.2.2 Pour les pharmacies**

- A. Gestion optimisée des stocks :
  - ✓ Fournir un outil de gestion de stock en temps réel pour suivre les entrées, les sorties et les dates de péremption des médicaments.
  - ✓ Générer des alertes pour les médicaments approchant de leur date de péremption ou en rupture de stock.
- B. Réduction des pertes financières :
  - ✓ Identifier les médicaments peu demandés et proposer des solutions pour les écouler (promotions, partage avec d'autres pharmacies).
  - ✓ Minimiser les stocks excédentaires et les médicaments périmés.
- C. Communication améliorée avec les patients :
  - ✓ Permettre aux pharmacies d'accéder à des ordonnances partager par les patients de la même région et marquer les comme disponible si tous les médicaments de l'ordonnance sont disponibles.
- D. Facilitation des commandes auprès des fournisseurs :
  - ✓ Automatiser les commandes en fonction des besoins réels et des prévisions de stock.
  - ✓ Suivre l'état des commandes en temps réel.

### **I.3.2.3 Pour les fournisseurs**

- A. Visibilité accrue des demandes :
  - ✓ Fournir un tableau de bord pour visualiser les demandes des pharmacies et ajuster la production et la distribution en conséquence.
- B. Optimisation de la distribution des médicaments :
  - ✓ Assurer une communication fluide avec les pharmacies pour répondre rapidement aux demandes spécifiques.
- C. Réduction des stocks expirés et des indications sur le stock critique :
  - ✓ Identifier les médicaments qui sont bientôt expiré et/ou bientôt terminer.

## I.4 Types d'applications : Web, Site, Mobile

### I.4.1 Application Web

#### I.4.1.1 Définition

Une application web est un logiciel accessible via un navigateur internet. Très demandées, ces solutions sont devenues indispensables aux entreprises grâce à leur fiabilité et leur sécurité. Elles facilitent les interactions à distance avec les clients et les partenaires, tout en optimisant la productivité des équipes. En centralisant l'accès aux données et en automatisant les tâches répétitives, elles simplifient les processus métiers. [1]

#### ➤ Avantages

- Accessibilité : Disponible sur tous les appareils (ordinateurs, tablettes, smartphones) sans nécessiter de téléchargement,
- Coût et temps de développement réduits : Une seule version à développer et à maintenir, contrairement aux applications mobiles natives qui nécessitent des versions distinctes pour iOS et Android,
- Maintenance centralisée : Les mises à jour sont déployées sur le serveur et immédiatement accessibles à tous les utilisateurs,
- Adaptabilité : L'interface s'adapte à différents écrans (ordinateurs, mobiles), offrant une expérience utilisateur optimale.

#### ➤ Limites

- Dépendance à la connexion internet : Une connexion stable est nécessaire pour un fonctionnement optimal ; hors ligne, les fonctionnalités sont souvent limitées.
- Performances inférieures aux applications natives : Moins rapides et moins fluides que des logiciels installés localement, notamment pour les tâches intensives.
- Compatibilité navigateur : Certaines fonctionnalités peuvent ne pas être supportées uniformément sur tous les navigateurs (Chrome, Firefox, Safari, etc.).

#### I.4.1.2 Architecture des applications web

Cette figure illustre la structure typique d'une application web, montrant les interactions entre le client, le serveur et la base de données. Elle met en évidence les composants clés comme les requêtes HTTP et les réponses.

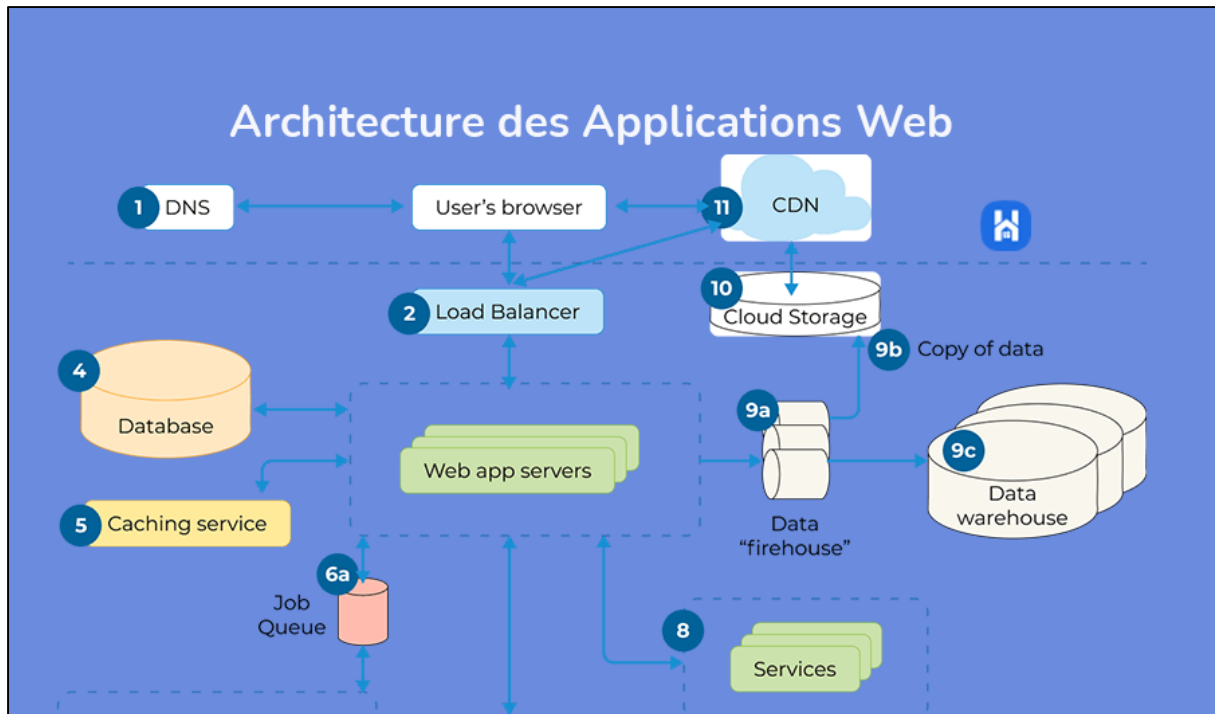


Figure I-1- Architecture des applications web [2]

## I.4.2 Site Web

### I.4.2.1 Définition

Un site web (ou site internet) est un ensemble de pages interconnectées, hébergées sur un serveur et accessibles via une adresse unique (URL). Ces pages peuvent présenter divers types de contenus : textes, images, vidéos, etc., et sont consultables à travers un navigateur. Il est principalement conçu pour fournir des informations. [3]

#### ➤ Avantages

- Simplicité : Facile à développer et à maintenir, surtout pour des sites informatifs.
- Coût réduit : Moins cher à développer qu'une application web ou mobile.
- Accessibilité : Accessible depuis n'importe quel appareil avec un navigateur.

#### ➤ Limites

- Interactivité limitée : Moins interactif qu'une application web ou mobile.
- Fonctionnalités réduites : Ne permet pas de gérer des fonctionnalités complexes comme une application web.

## I.4.3 Application Mobile

### I.4.3.1 Définition

Une application mobile est avant tout un logiciel conçu pour fonctionner sur des appareils portables tels que les smartphones et les tablettes. Elle se présente sous la forme d'un programme téléchargeable et installable, qui s'exécute directement sur le système d'exploitation

de l'appareil. Chaque application est développée dans un langage spécifique selon la plateforme cible : Java ou Kotlin pour les appareils Android comme ceux de Samsung, et Objective-C ou Swift pour les appareils iOS d'Apple. Les technologies et langages utilisés varient ainsi en fonction des besoins et des spécificités de chaque plateforme. Il existe également des applications hybrides, développées pour fonctionner à la fois sur iOS et Android à partir d'un même code source, offrant ainsi une solution plus flexible et économique pour les développeurs. [4]

➤ **Avantages**

- Expérience utilisateur optimisée : Conçue spécifiquement pour les appareils mobiles, avec des interfaces adaptées aux écrans tactiles.
- Fonctionnalités avancées : Accès aux capteurs du téléphone (caméra, GPS, notifications push).

➤ **Limites**

- Complexité de développement : Nécessite des versions distinctes pour iOS et Android, ce qui augmente le temps et le coût de développement.
- Mises à jour contraignantes : Les utilisateurs doivent télécharger les nouvelles versions, ce qui peut retarder l'adoption des mises à jour.

#### I.4.3.2 Fonctionnement d'une application mobile

Le schéma décrit le processus d'exécution d'une application mobile, depuis l'interface utilisateur jusqu'aux interactions avec le système d'exploitation et les ressources matérielles.

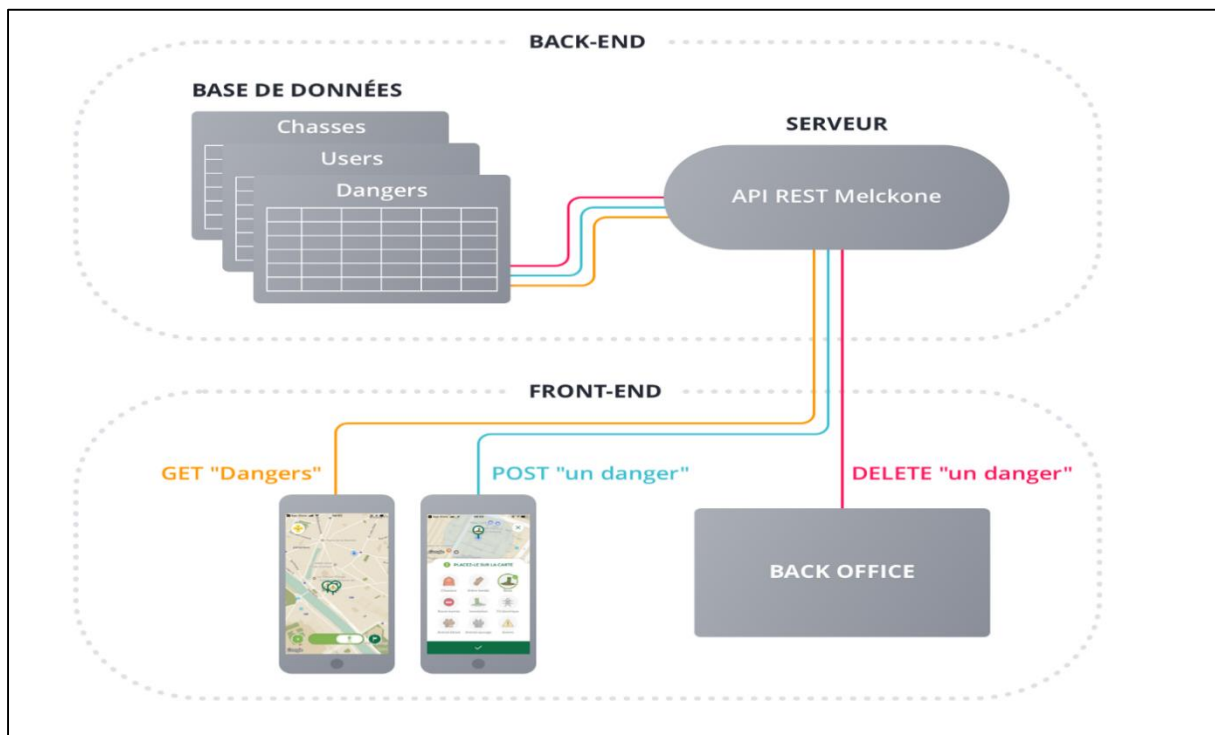


Figure I-2 - Fonctionnement d'une application mobile [5]

#### I.4.4 Comparaison entre les trois types d'applications

Tableau I-1 - Comparaison entre les trois types d'applications

Critère	Application Web	Site Web	Application Mobile
<b>Accessibilité</b>	Accessible depuis tout appareil avec un navigateur	Accessible depuis tout appareil avec un navigateur	Nécessite un téléchargement depuis un magasin d'applications
<b>Coût de Développement</b>	Coût réduit (une seule version)	Coût très réduit	Coût élevé (versions distinctes pour iOS et Android)
<b>Maintenance</b>	Centralisée et simplifiée	Simplifiée	Complexe (mises à jour via les magasins d'app)
<b>Fonctionnalités</b>	Avancées	Limitée	Très avancées
<b>Interactivité</b>	Haut niveau	Interactivité limitée	Haut niveau
<b>Expérience utilisateur</b>	Adaptée à tous les écrans	Moins adaptée aux mobiles	Optimisée pour les mobiles

#### I.5 Pourquoi l'application web est le meilleur choix

L'application web offre le meilleur compromis entre accessibilité, fonctionnalités, et coût. Elle permet à tous les utilisateurs (patients, pharmacies, fournisseurs, administrateur) d'accéder à l'application depuis n'importe quel appareil, sans nécessiter de téléchargement. Cela garantit une adoption large et rapide, ce qui est essentiel pour un projet visant à améliorer l'accès aux médicaments et à optimiser la gestion des stocks.

De plus, une application web est moins coûteuse et plus rapide à développer qu'une application mobile native, tout en offrant des fonctionnalités avancées comme la recherche en temps réel, la gestion des stocks, et les notifications. Enfin, la maintenance centralisée permet de déployer des mises à jour rapidement et efficacement, garantissant que tous les utilisateurs bénéficient des dernières améliorations.

En choisissant une application web, nous maximisons l'impact du projet tout en minimisant les coûts et les délais, ce qui en fait la solution la plus adaptée pour répondre aux besoins des patients, des pharmacies, et des fournisseurs.

## I.6 Méthodes Agile : Vue générale et focus sur Kanban

### I.6.1 Vue générale sur les méthodes Agile

#### I.6.1.1 Définition

Les méthodes Agile représentent une philosophie de gestion de projet centrée sur l'adaptabilité, le travail collaboratif et l'amélioration continue. Contrairement aux approches traditionnelles, elles favorisent des cycles de développement courts permettant de livrer progressivement des fonctionnalités opérationnelles. Cette approche itérative permet d'ajuster en permanence le produit en fonction des retours utilisateurs et des évolutions du marché, garantissant ainsi une meilleure adéquation avec les besoins réels. [6]

#### I.6.1.2 Pourquoi utilise-t-on les méthodes Agile ?

Les méthodes Agile sont particulièrement adaptées pour :

- Les projets complexes où les besoins peuvent évoluer rapidement.
- Les équipes qui travaillent en collaboration étroite avec les parties prenantes (utilisateurs, clients).
- Les projets nécessitant une livraison rapide de fonctionnalités pour valider les concepts et recueillir des retours.

#### I.6.1.3 Principes clés des méthodes Agile

##### A. Itération :

- Le projet est divisé en petites étapes appelées sprints ou itérations.
- Chaque itération permet de livrer une version fonctionnelle du produit, même si elle est incomplète.
- *Exemple* : Dans ce projet, la première itération se concentre sur l'inscription des utilisateurs, tandis que la suivante ajouterait l'affichage des pharmacies disponible dans la plateforme aux patients.

##### B. Collaboration :

- Une communication étroite entre l'équipe de développement.
- Les feedbacks des utilisateurs sont intégrés régulièrement pour garantir que le produit répond à leurs besoins.

##### C. Adaptation :

- Les méthodes Agile permettent de s'adapter aux changements de priorités ou de besoins.
- Si un besoin émerge en cours de projet (ex : une nouvelle fonctionnalité demandée par les pharmacies), il peut être intégré sans perturber l'ensemble du projet.

### I.6.2 Focus sur Kanban

#### I.6.2.1 Définition

Kanban est une approche agile qui s'appuie sur un système de visualisation pour piloter les activités et fluidifier la production. Son outil principal - un tableau segmenté en colonnes

(Typiquement "À faire", "En cours", "Terminé") - permet à l'équipe de suivre en temps réel l'état d'avancement de chaque tâche, identifiant ainsi rapidement les goulots d'étranglement et optimisant le flux de valeur. Cette méthode, née dans l'industrie automobile japonaise avant d'être adaptée au développement logiciel, se distingue par sa simplicité d'implémentation et son efficacité pour limiter le travail en cours, favorisant ainsi une amélioration continue des processus. [7]

### I.6.2.2 Justification du choix de Kanban

Kanban se positionne comme une solution optimale pour piloter les tâches et booster la productivité, particulièrement adaptée aux environnements dynamiques. Ses principaux avantages s'articulent autour de quatre piliers essentiels :

#### A. Visualisation claire des flux de travail :

Le système de tableau Kanban matérialise l'ensemble du flux de travail, permettant une réactivité immédiate face aux changements. Cet atout devient crucial dans les projets multi-intervenants (patients, pharmacies, fournisseurs) où la synchronisation est primordiale.

#### B. Transparence et collaboration renforcées :

En offrant une représentation graphique de l'état d'avancement, le tableau Kanban crée un langage commun entre les collaborateurs, fluidifiant les échanges et renforçant la cohésion d'équipe.

#### C. Flexibilité et adaptation rapide :

Sa simplicité conceptuelle et sa mise en œuvre intuitive font de Kanban l'outil idéal pour les projets aux ressources contraintes, comme les travaux de fin d'études, tout en maintenant une grande adaptabilité.

#### D. Amélioration continue :

Inspirée de la philosophie Kaizen, la méthode intègre un mécanisme d'auto-évaluation continu. Les équipes sont incitées à perfectionner en permanence leurs processus pour atteindre un niveau d'excellence toujours plus élevé dans la qualité des livrables. [7]

### I.6.2.3 Exemple d'utilisation dans le projet actuellement

Colonnes du tableau :

- To Do : Désigne d'application, création d'une application react, Installation des bibliothèques nécessaires, commencement de développement par l'interface générale, développer les IU, Recherche de médicaments, gestion des stocks, notifications...etc.
- In Progress : développer les IU.
- Done : Désigne d'application, création d'une application react, Installation des bibliothèques nécessaires, commencement de développement par l'interface générale.
- Limite du travail en cours : Par exemple, ne pas avoir plus de 3 tâches en cours simultanément pour éviter la surcharge.

## **I.7 Conclusion**

Ce chapitre a mis en lumière les enjeux critiques liés à l'accès aux médicaments et à la gestion des stocks, justifiant pleinement le développement d'une application web dédiée. Les objectifs ambitieux mais réalistes du projet ciblent les besoins des patients, des pharmacies et des fournisseurs. Le choix d'une application web, plutôt qu'un site ou une application mobile, s'impose comme la solution la plus adaptée en termes d'accessibilité, de coût et de fonctionnalités. Enfin, l'adoption de la méthode Agile, spécifiquement Kanban, assure une gestion flexible et collaborative du projet. Ces fondements posés, le Chapitre II approfondira l'étude de l'existant, analysant les solutions actuelles pour identifier leurs lacunes et justifier l'innovation apportée par PharMap.

## **II Étude de l'existant**

## II.1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif d'analyser les solutions actuellement disponibles dans le domaine de la gestion et de la disponibilité des médicaments en pharmacie. Nous examinerons les applications mobiles, les plateformes web et les projets académiques pertinents afin d'identifier leurs fonctionnalités, leurs limites et les opportunités d'amélioration. Cette analyse comparative nous permettra de positionner notre projet et de justifier les innovations que nous proposons.

## II.2 Définition et objectifs de l'étude de l'existant

L'étude de l'existant consiste à recenser et analyser les solutions déjà développées dans un domaine spécifique. Elle permet de :

- Identifier les fonctionnalités disponibles
- Repérer les lacunes des solutions actuelles
- Déterminer les axes d'amélioration
- Justifier l'innovation apportée par un nouveau projet

Dans notre cas, cette étude se concentre sur les outils permettant aux patients de trouver des médicaments disponibles dans les pharmacies environnantes. [8]

## II.3 Méthodologie d'analyse

### ➤ Périmètre de l'étude

Nous avons limité notre analyse aux solutions :

- Disponibles en Algérie
- Développées au cours des 5 dernières années (2020-2025)
- Incluant applications mobiles, plateformes web et projets académiques

### ➤ Critères d'évaluation

Les solutions ont été évaluées selon plusieurs critères :

- Fonctionnalités offertes
- Interface utilisateur
- Mise à jour des données en temps réel
- Interaction entre les différents acteurs (patients, pharmacies, fournisseurs)
- Accessibilité et facilité d'utilisation

## II.4 Analyse critique des solutions existantes

### II.4.1 Bases de Données à Explorer

#### A. Académiques/Scientifiques :

##### ❖ Article dans Algérie presse service :

Publié le : mardi, 19 janvier 2021 à 13 :19

**« ORAN- Quatre étudiants de la wilaya d'Oran s'apprête à lancer nouvelle application mobile pour faciliter aux citoyens de la wilaya de trouver aisément, les médicaments prescrits par les médecins, au niveau des pharmacies, a-t-on appris mardi des initiateurs de ce projet.**

Portant le nom "Espoir", cette application comportera, les "appellations scientifiques" des médicaments, les composantes, les dosages, les pharmacies assurant leur vente à Oran avec leurs adresses exactes, numéros de téléphone et itinéraires sur google Map, a-t-on précisé de même source.

Ce projet, en cours d'élaboration, est l'œuvre de Khali Brenyagoub Chems Eddine et Hadjer kherfane Mohamed, étudiants en 7ème année médecine, et de Brikci-Sid Chakib, et Boumeslout Abdessamed, étudiants en département d'informatique de l'Université des sciences et de technologie (USTO), en Master 2 et Licence.

L'idée du projet est venue d'un constat quotidien vécu par les deux jeunes étudiants en médecine, exerçant en tant que résidents à l'hôpital, qui ont constaté les difficultés rencontrées par certains citoyens oranais à trouver un médicament prescrit, se trouvant obligés parfois de faire le tour des pharmacies de la wilaya à le rechercher.

*"Nous rencontrons quotidiennement dans les hôpitaux des malades qui reviennent pour chercher la possibilité de substituer les médicaments prescrits par leurs médecins, en raison de leur indisponibilité dans plusieurs pharmacies, ce qui nous a poussé à penser à faire quelque chose.*

*Nous avons alors fait appel à nos amis informaticiens qui nous ont aidé à développer cette idée",* a précisé Khali Brenyagoub Chems Eddine.

Il a estimé, à ce propos, que cette application "permettra un gain inestimable de temps et d'argent".

*"Nous avons déjà développé une base de données, recensant près de 8.000 médicaments, qu'on a établie selon la nomenclature nationale des produits pharmaceutiques à usage de la médecine humaine, actualisée jusqu'au 16 juillet 2020. Cette base est classée selon 3 catégories, les*

*Médicaments disponibles, médicaments en rupture de stock et médicaments retirés du marché",* a fait savoir le même interlocuteur.

Le lancement de cette application se fera dans les prochains jours, a-t-il fait savoir. » [9]

## **B. Applications/Logiciels Existants :**

- Stores d'Apps (Algérie) :
  - Google Play Store : Chercher "médicaments en Algérie" ou " médicaments Algérie ".

### Exemples :

- Médicaments en Algérie,
- Médicaments Algérie.

Cette image montre l'interface utilisateur de l'application, mettant en avant ses fonctionnalités de recherche et d'affichage des médicaments.



Figure II-1 - Capture d'écran sur l'application mobile « Médicaments en Algérie » [10]

La capture présente les détails d'un médicament, incluant son nom, sa posologie et d'autres informations pertinentes pour l'utilisateur.

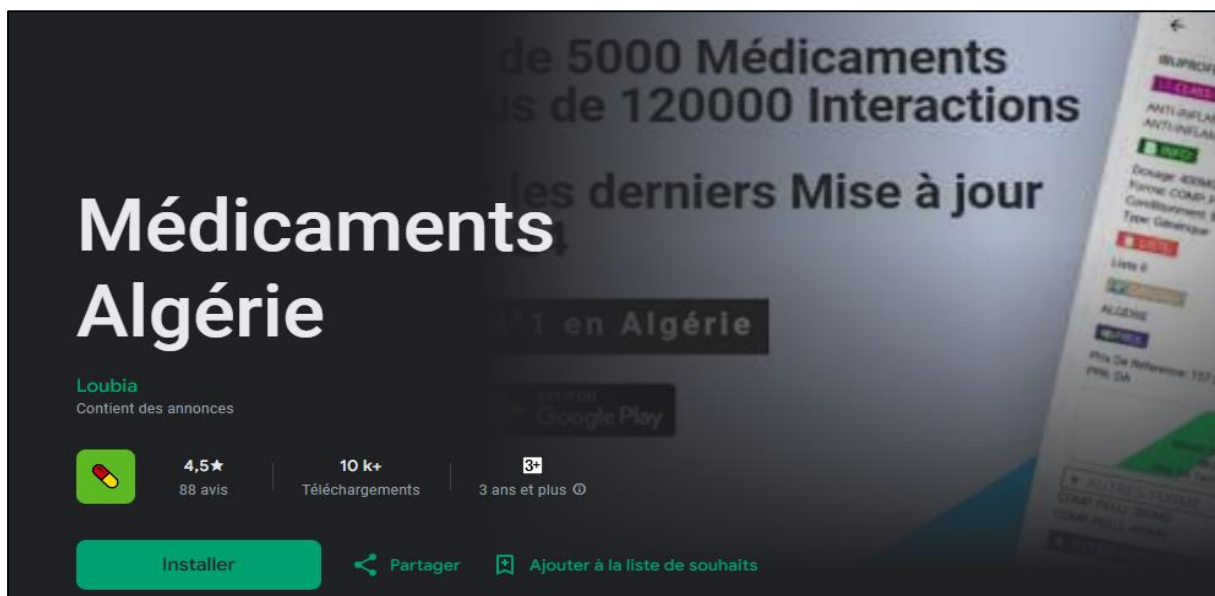


Figure II-2 - Capture d'écran sur l'application mobile « Médicaments Algérie » [11]

### C. Application Web (Algérie) :

- Google : Chercher "pharmacie net"

Exemple : "pharmnet"

Cette image illustre l'interface web de Pharm'Net, avec un focus sur la liste des médicaments disponibles et leurs caractéristiques.



Figure II-3 - Capture d'écran sur l'application web Pharm'Net [12]

II.4.2 Analyser et Structurer l'information pour l'étude de l'existant

II.4.2.1 Organisation et Analyse des Sources Retenues

Tableau II-1 – Tableau d'organisation et Analyse des Sources Retenues

Source	Type	Fonctionnalités Principales	Limites Identifiées
<b>Application "Espoir" (Algérie Presse)</b>	Projet académique	Base de données de 8 000 médicaments, géolocalisation des pharmacies.	Non disponible au public, pas de mise à jour temps réel.
<b>"Médicaments en Algérie" (App mobile)</b>	Application mobile	Recherche par DCI/nom commercial, équivalents thérapeutiques.	Pas de géolocalisation des stocks(médicaments) par pharmacie.
<b>"Médicaments Algérie" (App mobile)</b>	Application mobile	Fiches détaillées des médicaments, mode hors ligne.	Pas de connexion avec les pharmacies pour les stocks.
<b>"Pharm'Net" (Web)</b>	Plateforme web	Reprenant la nomenclature officielle des médicaments utilisés en Algérie, consulter les notices, voir les	Pas de suivi des médicaments en temps réel, ni de géolocalisation des médicaments par pharmacie.

		équivalences et les interactions médicamenteuses.	
--	--	---	--

### II.4.2.2 Analyse Comparative Approfondie

#### A. Méthodologie

Nous analysons 4 solutions locales (2 apps mobiles, 1 projet académique, 1 plateforme web) pour identifier leurs limites et justifier notre approche.

#### B. Revue des Solutions Existantes

##### i. Applications Mobiles

##### ➤ "Médicaments en Algérie"

- Fonctionnalités :
  - Recherche par DCI/nom commercial.
  - Liste des équivalents thérapeutiques.
- Limites vs. Notre projet :
  - ✗ Pas de géolocalisation des pharmacies ayant le médicament désirer par le patient.
  - ✗ Pas des pharmacies pour chaque médicament.
  - ✗ Pas de communication entre les pharmacies et les patients.
  - ✗ Pas de gestion de stock pour pharmacie et fournisseur et des fonctionnalités qui attirent ces acteurs à partager leurs stocks.

##### ➤ "Médicaments Algérie"

- Fonctionnalités :
  - Fiches détaillées des médicaments.
  - Mode hors ligne.
- Limites vs. Notre projet :
  - ✗ Impossible de savoir où acheter le médicament.
  - ✗ Pas d'interaction avec les stocks des pharmacies.
  - ✗ Pas de messagerie entre patient et pharmacie.
  - ✗ Pas d'information sur les pharmacies qui contient le médicament désiré.

##### ❖ Synthèse :

Ces applications servent à donner des informations sur les médicaments disponibles en Algérie, mais ne répondent pas au besoin de disponibilité en temps réel par rapport au pharmacie, ce que notre solution propose.

## ii. Projet Académique "Espoir"

- Points forts :
  - Base de données de 8 000 médicaments.
  - Géolocalisation des pharmacies (Google Maps).
- Limites vs. Notre projet :
  - ✗ Projet abandonné, jamais fonctionnel.
  - ✗ Pas de mise à jour temps réel des stocks.
  - ✗ Pas de communication entre les pharmacies et les patients.
  - ✗ Pas d'optimisation des coûts pour les pharmacies pour attirer ces derniers de partager leurs stocks dans l'application.

### ❖ Synthèse :

L'application mobile « Espoir » elle n'est pas une solution c'était juste une idée en 2021 et elle n'est pas disponible y'a juste un article qui parle de cette idée.

## iii. Plateforme Web "Pharm'Net"

- Fonctionnalités :
  - Annuaire des fournisseur (adresses, contacts).
  - Consulter les médicaments disponibles
- Limites vs. Notre projet :
  - ✗ Pas de disponibilité des médicaments par pharmacie.
  - ✗ Pas de la géolocalisation des pharmacies par médicament.
  - ✗ Pas de contacte directe entre les pharmacies et les fournisseurs
  - ✗ Pas de gestion de stock pour les fournisseurs

### ❖ Synthèse :

« PharmNet » fournit des informations de base sur les médicaments, mais aucune fonctionnalité qui répond à notre besoin principal.

## C. Fonctionnalité "Disponibilité en Temps Réel"

Tableau II-2 - Tableau comparatif de fonctionnalité "Disponibilité en Temps Réel"

Critère	"Espoir"	"Médicaments en Algérie"	"Médicaments Algérie"	"Pharm'Net"

Accès aux stocks	×	✓	✓	✓
Géolocalisation	✓	×	×	×
Mise à jour temps réel	×	×	×	✓
Interaction pharmacies	×	×	×	×

❖ **Synthèse :**

- Aucune solution ne propose une communication entre pharmacie et patient.
- Aucune solution ne donne des informations des médicaments par pharmacie.
- "Espoir" est la plus proche du besoin (géolocalisation + base de données), mais reste non fonctionnelle et non disponible.

➤ **Lacunes Majeures des Solutions Existantes**

1. Données statiques :

- Les applications mobiles utilisent des bases de données pré-remplies, non connectées aux pharmacies.

*Exemple :* "Médicaments Algérie" ne montre pas où trouver un médicament.

2. Pas d'interaction avec les pharmacies :

- Aucun système pour que les pharmacies mettent à jour leurs stocks directement.

3. Absence de notifications :

- Pas d'alertes pour les patients lorsqu'un médicament dans son ordonnance est disponible dans une pharmacie.

**D. Les comparaisons**

❖ **Comparaison avec "Médicaments en Algérie"**

Contrairement à 'Médicaments en Algérie' qui se contente de lister les médicaments, notre solution affiche en temps réel les pharmacies disposant du traitement recherché, éliminant les déplacements inutiles.

❖ **Comparaison avec "Médicaments Algérie"**

Si 'Médicaments Algérie' propose des fiches techniques détaillées, elle ne permet pas de localiser où acheter les médicaments. Notre application comble ce manque en connectant directement patients et pharmacies.

❖ **Comparaison avec le projet "Espoir"**

"Le projet 'Espoir', bien qu'ambitieux avec sa base de 8 000 médicaments, n'a jamais implémenté en temps réel."

#### ❖ Comparaison avec "Pharm'Net"

"Alors que 'Pharm'Net' représente des médicaments disponibles par laboratoire, donc elle n'est pas efficace pour la recherche des patients sur leurs."

#### E. Avantage clé global

Contrairement aux solutions existantes (statiques et passives), notre application crée un écosystème interactif où :

- ✓ Les patients trouvent immédiatement leurs médicaments d'une façon facile et rapide,
- ✓ Les patients ont un contact direct avec les pharmacies si leurs ordonnances sont disponibles sur une pharmacie.
- ✓ Les pharmacies optimisent leurs coûts,
- ✓ Les pharmacies peuvent partager des médicaments gratuits donner par les patients,
- ✓ Les fournisseurs reçoivent des commandes des pharmacies et quand ils refusent ou préparent ou expédiés une commande le système envoie des notifications au pharmacies automatiquement pour chaque action.

## II.5 Conclusion

L'étude de l'existant a révélé que les solutions actuelles en Algérie présentent des lacunes majeures, notamment l'absence de mise à jour en temps réel des stocks et de géolocalisation précise des pharmacies. Aucune ne propose un écosystème complet reliant efficacement patients, pharmacies et fournisseurs. Cette analyse justifie pleinement l'innovation de PharMap. Le Chapitre III s'attachera à la conception et à la modélisation du système, détaillant les diagrammes UML et le modèle relationnel pour garantir une architecture robuste et adaptée aux besoins identifiés.

# **III Conception et Modélisation**

### III.1 Introduction

Le Chapitre III marque une étape cruciale dans notre projet, où nous passons de l'analyse des besoins à la conception concrète de l'application web. Ce chapitre présente la modélisation détaillée du système à l'aide du langage UML (Unified Modeling Language), qui permet de formaliser les fonctionnalités, les interactions entre les acteurs, et la structure des données. Nous commençons par une introduction aux concepts UML, suivie d'un cahier des charges précisant les besoins fonctionnels et non fonctionnels. Ensuite, nous détaillons les diagrammes de cas d'utilisation, de séquence et de classe, qui illustrent respectivement les interactions utilisateur, les flux de processus et l'architecture logicielle. Enfin, nous concluons par la transformation de ces modèles en un schéma relationnel pour la base de données. Ce chapitre pose ainsi les bases techniques pour le développement de l'application, en garantissant qu'elle répondra aux attentes des patients, des pharmacies et des fournisseurs.

### III.2 Présentation UML

#### III.2.1 C'est quoi UML ?

Aujourd'hui, UML (Unified Modeling Language) s'impose comme le langage de référence pour la modélisation orientée objet, standardisé et maintenu par l'OMG (Object Management Group). Ce langage complet, à la fois graphique et textuel, permet de répondre à plusieurs besoins essentiels dans le développement logiciel. Il aide à analyser et formaliser les exigences d'un système, à en spécifier les fonctionnalités avec précision, et à documenter l'architecture à travers différents diagrammes et annotations. UML facilite également la conception de solutions en structurant les classes, leurs relations et leurs interactions, tout en offrant une visualisation claire grâce à des symboles normalisés. Au-delà de sa dimension graphique, UML apporte une véritable sémantique, ce qui en fait un outil universel pour la communication entre les différents acteurs d'un projet. Adopté comme norme dans le domaine objet, il unifie les concepts et les notations, permettant une approche cohérente et efficace tout au long du cycle de développement. [13]

#### III.2.2 Les différents types de diagrammes

Il existe quatorze diagrammes UML, pour notre projet, nous présenterons quatre diagrammes : contexte, de cas d'utilisation, de séquence et de classe.

- ❖ Diagramme de contexte (context diagram)
- ❖ Diagramme de cas d'utilisation (use case diagram)
- ❖ Diagramme de séquence (sequence diagram)
- ❖ Diagramme de classe (class diagram)

### III.3 Cahier des charges

Notre cahier des charges est sous forme d'un ensemble de besoins fonctionnels et un ensemble de besoins non fonctionnels présenté comme suit :

#### III.3.1 Définition des besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels décrivent les actions que le système doit accomplir en réponse à une demande, c'est-à-dire les sorties générées pour des entrées données. Le site à

développer doit intégrer toutes les fonctionnalités demandées par les utilisateurs. Ainsi, cette plateforme devra répondre aux exigences fonctionnelles suivantes :

- ❖ Gestion des stocks (Pharmacies et Fournisseurs) : Le système doit permettre aux utilisateurs (pharmacies et fournisseurs) de gérer leur stock de médicaments, incluant :
  - Ajout : Enregistrer un nouveau médicament avec ses détails (nom, quantité, prix, date d'expiration, etc.).
  - Modification : Mettre à jour les informations d'un médicament existant (quantité, prix, etc.).
  - Suppression : Retirer un médicament du stock avec une confirmation pour éviter les suppressions accidentelles.
  - Consultation : Afficher la liste des médicaments en stock avec filtres (par nom, catégorie, ou quantité).
- ❖ Publication des médicaments gratuits : Les pharmacies doivent pouvoir publier des médicaments donnés gratuitement par les patients pour les rendre disponibles à d'autres patients. Le système doit :
  - Permettre l'ajout des médicaments gratuits avec leurs détails (nom, quantité, date d'expiration).
  - Afficher ces médicaments dans une section dédiée accessible aux patients.
- ❖ Partage automatique des médicaments ajoutés : Lorsqu'une pharmacie ajoute un nouveau médicament à son stock, le système doit automatiquement :
  - Publier le médicament dans une page publique accessible aux patients.
  - Mettre à jour la liste des médicaments disponibles en temps réel.
- ❖ Consultation des médicaments et pharmacies par les patients : Les patients doivent pouvoir consulter :
  - La liste des médicaments disponibles (nom, description, disponibilité).
  - La liste des pharmacies enregistrées (nom, adresse, contact).
  - Les informations des pharmacies doivent être filtrables par nom, ouverture, livraison ou région.
- ❖ Gestion des comptes utilisateurs : Chaque utilisateur (patient, pharmacie, fournisseur) doit pouvoir :
  - Consulter les informations de son compte (nom, email, adresse, etc.).
  - Modifier ses informations personnelles (avec validation des données, comme un format d'email correct).
  - Supprimer son compte, avec une confirmation pour éviter les suppressions accidentelles.
- ❖ Système de notifications : Le système doit permettre des notifications bidirectionnelles :
  - Pharmacies vers patients : Informer les patients de la disponibilité des médicaments d'une ordonnance.
  - Pharmacies vers fournisseurs : Contacter les fournisseurs pour vérifier la disponibilité des stocks.

- Fournisseurs vers pharmacies : Informer les pharmacies sur les reponses pour une commande.
- ❖ Gestion des ordonnances : Les patients doivent pouvoir :
  - Ajouter une ordonnance avec les détails suivants : nom du médicament, nom du médecin, date de prescription, le document.
  - Consulter l’historique de leurs ordonnances enregistrées.
- ❖ Consultation des ordonnances par les pharmacies : Les pharmacies doivent pouvoir :
  - Consulter les ordonnances soumises par les patients pour identifier les médicaments à ajouter au stock.
  - Recevoir des statistiques sur les ordonnances par mois.
  - Marquer comme disponible si tous les médicaments de l’ordonnance sont disponibles.
- ❖ Recherche de médicaments et de pharmacies : Le système doit permettre aux patients de rechercher :
  - Un médicament par son nom.
  - Une pharmacie par son nom, sa région, l’ouverture, la disponibilité de livraison.
- ❖ Consultation des détails des médicaments : Les patients doivent pouvoir consulter les détails d’un médicament, incluant :
  - La pharmacie qui a ajouté le médicament.
  - Les effets secondaires, la description, les caractéristiques (forme, dosage), et la fréquence d’administration.
- ❖ Géolocalisation des pharmacies : Le système doit permettre aux patients de :
  - Afficher une carte interactive avec la localisation des pharmacies.
  - Filtrer les résultats par région ou par disponibilité du médicament.

### III.3.2 Définition des besoins non fonctionnels

Ce sont des besoins spécifiques au système. Ils doivent être pris en compte tout au long du processus de développement du site, à savoir :

- ❖ La sécurité : Les accès des utilisateurs (patients, pharmacie, fournisseur) doivent être protégés par un login et un mot de passe.
- ❖ Accessibilité : Le système doit être utilisable sur différentes plateformes (web, mobile) avec une interface intuitive.
- ❖ Performance : Les recherches et notifications doivent être rapides (temps de réponse inférieur à 2 secondes pour les recherches simples).

### III.3.3 Identification des acteurs

Un acteur désigne une entité externe (utilisateur, appareil ou système tiers) qui interagit avec le système en question. Il peut exercer différentes actions, comme consulter ou modifier des données, en envoyant ou recevant des informations. Son rôle est défini par ses interactions directes avec le système, via des échanges de données ou des commandes.

Dans le cadre de notre étude nous avons distingué quatre acteurs principaux :

**Tableau III-1 - Description des acteurs**

<b>Acteur</b>	<b>Description</b>
<b>patient</b>	Le patient est un utilisateur inscrit à l'application qui fait la recherche des médicaments par pharmacie ou des pharmacies par médicament, partager des ordonnances avec des pharmacies et réserver des médicaments si c'est possible par des pharmacies.
<b>pharmacie</b>	La pharmacie est un utilisateur inscrit à l'application, il a l'accès aux ordonnances des patients, gérer le stock et partager les médicaments donnés, contacter les fournisseurs pour faire des commandes, gérer le profile et consulter les statistiques.
<b>fournisseur</b>	Le fournisseur est un utilisateur inscrit à l'application, il répond aux commandes des pharmacie, gérer le stock et gérer le profile.
<b>Administrateur</b>	L'administrateur est un utilisateur qui connecte directement à l'application, il va avoir l'accès aux informations des utilisateurs inscrits pour valider leurs inscriptions.

### III.3.4 Diagramme de contexte

Le diagramme de contexte permet de visualiser les échanges d'informations entre un système et ses acteurs externes. Il adopte une représentation normalisée où chaque élément (système et acteurs) est clairement identifié par un nom spécifique.

Ce diagramme sert à : délimiter les frontières du système, identifier les interactions avec l'environnement externe, modéliser les flux de données entrants et sortants. Sa structure simple et standardisée en fait un outil essentiel pour comprendre l'interface du système avec son écosystème dès les premières phases d'analyse. [14]

Le diagramme montre les interactions entre les acteurs principaux (patients, pharmacies, fournisseurs) et le système PharMap, soulignant les flux de données.

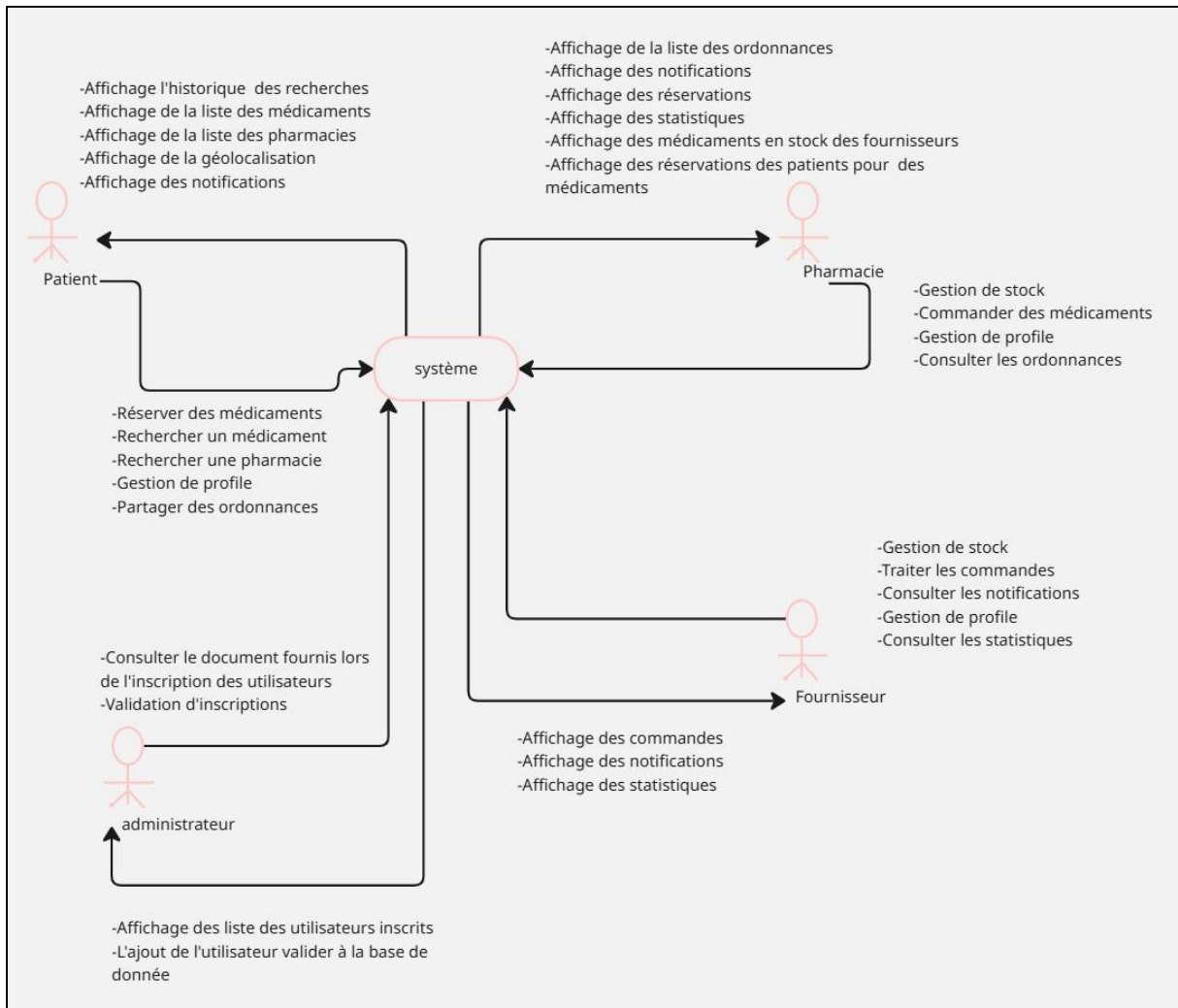


Figure III-1 Diagramme de contexte dynamique

### III.3.5 Diagramme de cas d'utilisation

Les diagrammes de cas d'utilisation représentent un ensemble de cas d'utilisation, d'acteurs et leurs relations. Ils représentent la vue statique des cas d'utilisation d'un système et sont particulièrement importants dans l'organisation et la modélisation des comportements d'un système.

- ❖ Les cas d'utilisation : Les cas d'utilisation décrivent, sous la forme d'actions et de réactions, le comportement, ou tout simplement ce que fait le système du point de vue de l'utilisateur, encore appelé acteur. On recense, de la sorte, l'ensemble des fonctionnalités d'un système en examinant les besoins fonctionnels de chaque acteur.
- ❖ Un acteur représente un ensemble cohérent de rôles joués par les utilisateurs des cas d'utilisation en interaction avec ces cas d'utilisation. En règle générale, un acteur représente un rôle qu'un homme, une machine ou même un autre système joue avec le système. Il existe 4 grandes catégories d'acteurs :

- Les acteurs principaux : cette catégorie regroupe les personnes qui utilisent les fonctions principales du système.
- Les acteurs secondaires : cette catégorie regroupe les personnes qui effectuent des tâches administratives ou de maintenance.
- Le matériel externe : cette catégorie regroupe les dispositifs matériels autres que les ordinateurs comme les périphériques.
- Les autres systèmes : cette catégorie regroupe les systèmes avec lesquels le système interagit.
- ❖ Les relations entre les cas d'utilisation : UML définit trois types de relations standardisées entre cas d'utilisation, détaillées ci-après :
  - La relation d'inclusion : formalisée par le mot clé « include », le cas d'utilisation de base en incorpore explicitement un autre de façon obligatoire.
  - La relation d'extension : formalisée par le mot clé « extend », le cas d'utilisation de base en incorpore explicitement un autre, de façon optionnelle.
  - La relation de généralisation ou spécialisation : les cas d'utilisation descendants héritent de la description de leur parent commun. Chacun d'entre eux peut néanmoins comprendre des interactions spécifiques supplémentaires. [15]

**Tableau III-2 - Les cas d'utilisation associés aux acteurs**

N°	Cas d'utilisation	Acteur
1	Authentification	Patient, pharmacie, fournisseur, administrateur
2	Rechercher un médicament	Patient
3	Rechercher une pharmacie	Patient
4	Consulter les médicaments par pharmacie	Patient
5	Consulter la géolocalisation	Patient
6	Consulter les pharmacies par médicament	Patient
7	Gestion de profils	Patient, pharmacie, fournisseur
8	Gestion des ordonnances	Patient
9	Consulter les détails des médicaments	Patient
10	Consulter l'historique des recherches	Patient

<b>11</b>	Consulter les notifications	Patient, Pharmacie
<b>12</b>	Favoriser des pharmacies	Patient
<b>13</b>	Gestion de stock	Pharmacie, fournisseur
<b>14</b>	Consulter les ordonnances des patients de la région	Pharmacie
<b>15</b>	Gestion des médicaments spécieux	Pharmacie
<b>16</b>	Consulter les médicaments en stock des fournisseurs	Pharmacie
<b>17</b>	Traiter les commandes envoyées par des pharmacies	Fournisseur
<b>18</b>	Consulter les statistiques	Fournisseur
<b>19</b>	Consulter les informations (pharmacies et /ou fournisseur)	Administrateur
<b>20</b>	Validation d'inscription	Administrateur
<b>21</b>	Refuser l'inscription	

Pour notre système, le diagramme de cas d'utilisation est représenté dans la figure suivant :

Ces trois diagrammes résument les fonctionnalités principales de PharMap, organisées par acteur, pour une vision claire des interactions possibles.

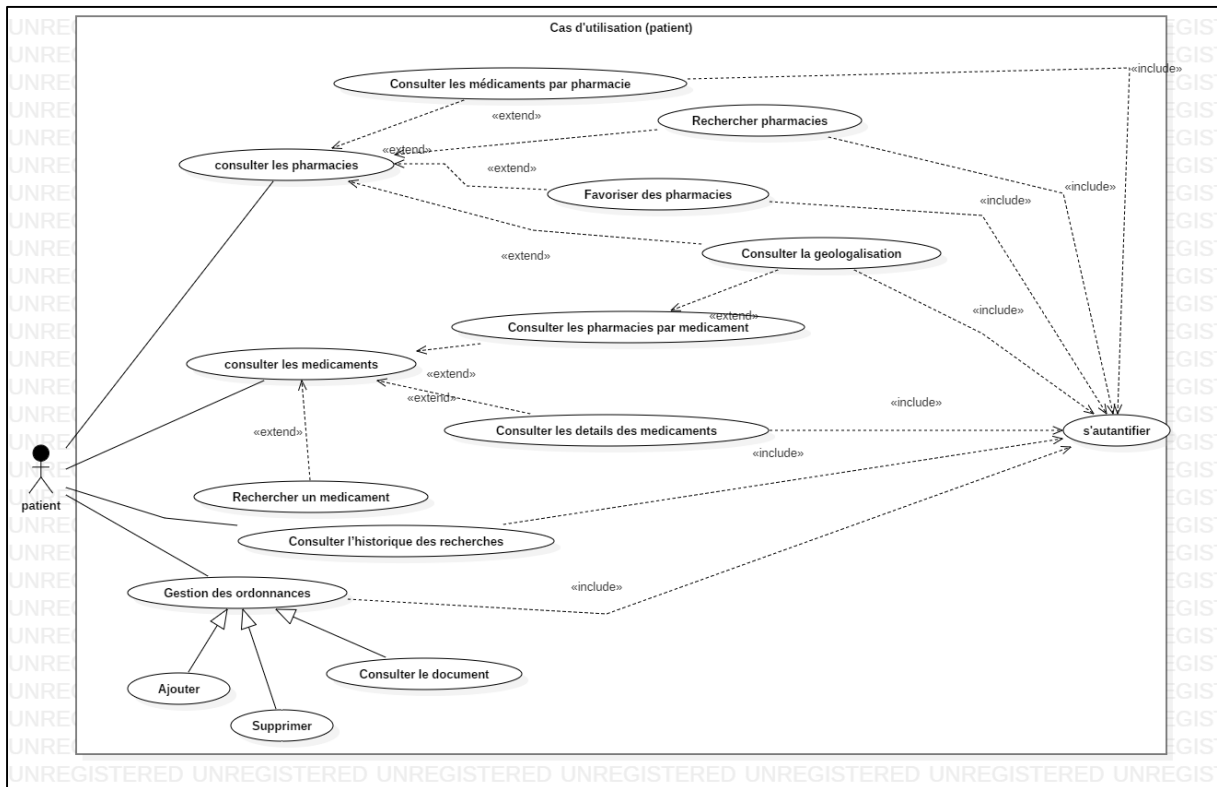


Figure III-2 - Diagramme de cas d'utilisation (patient)

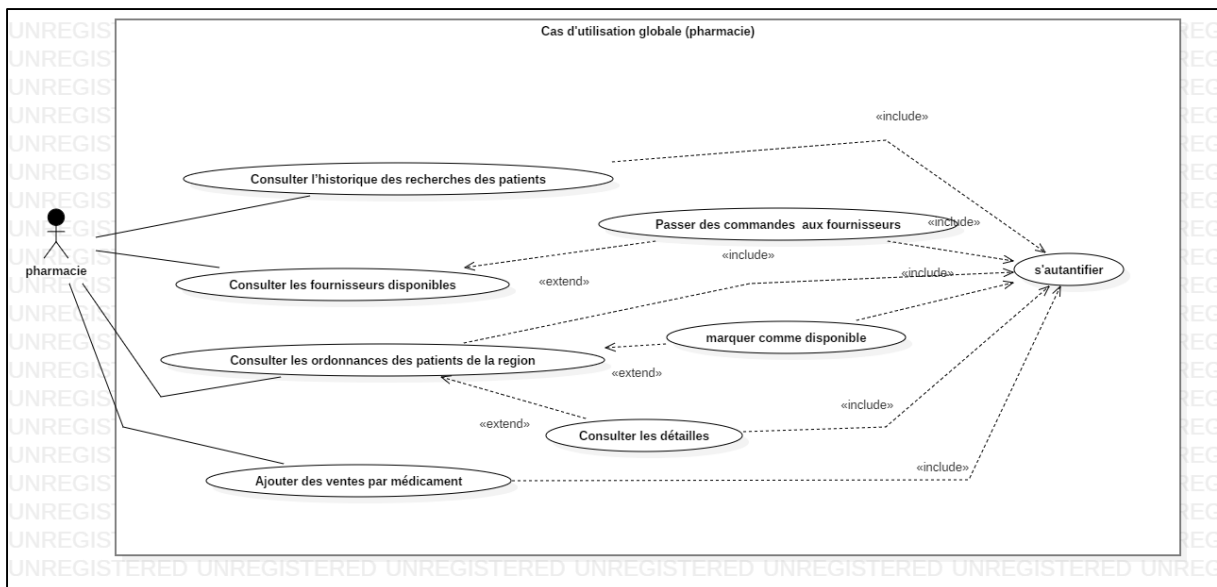


Figure III-3 - Diagramme de cas d'utilisation (pharmacie)

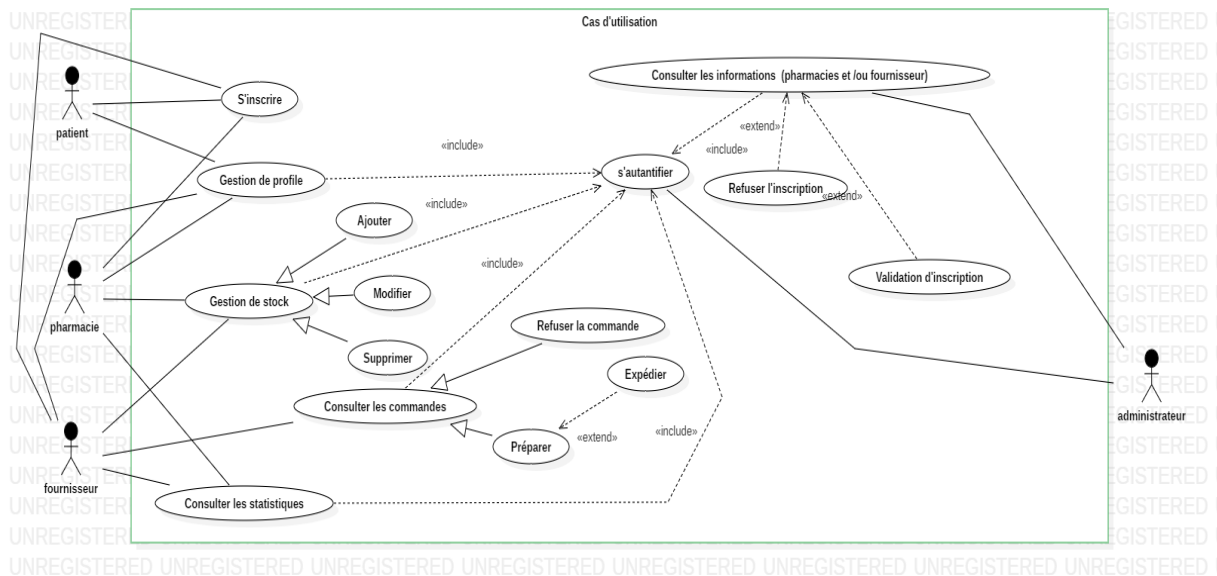


Figure III-4 - Diagramme de cas d'utilisation (autres)

III.3.5.1 Cas d'utilisation « S’inscrire »

Le Tableau III –3 illustre le cas d'utilisation de " S’inscrire " et présente les différents acteurs qui ont accès à ce service :

Tableau III-3 - S’inscrire

Identification
Nom de cas d’utilisation : S’inscrire But : création d’un compte pour accéder à des fonctionnalités réservées à un type d’utilisateur donné Acteur : Patient, pharmacien, fournisseur
Précondition : aucune
Séquencement : l’utilisateur lance l’application Enchaînement nominal : - L’utilisateur accède à la page d’inscription. - Le système demande de remplir un formulaire d’information. - L’utilisateur saisit tous les champs d’informations. - L’utilisateur clique sur bouton de S’inscrire. - Le système crée le compte.
Enchaînement alternatif : Si les champs ne sont pas remplis tous ou les données saisies non valides ou le compte existe déjà, une erreur sera affichée.
Post-condition : Mise à jour de la base de données et compte sera créé.

III.3.5.2 Cas d’utilisation « Authentification »

Le Tableau III – 4 illustre le cas d’utilisation "Authentification" et présente les différents acteurs qui ont accès à ce service :

**Tableau III-4 - Authentification**

Identification
Nom de cas d'utilisation : S'authentifier. But : Avoir un accès à l'application. Acteur : Patient, pharmacien, fournisseur.
Précondition : Inscription
Séquencement : Enchaînement nominal : - L'utilisateur clique sur bouton de se connecter. - Le système affiche la fenêtre d'authentification. - L'utilisateur saisit son email et son mot de passe. - Le système vérifie l'existence du compte. - Le système confirme l'authentification.
Enchaînement alternatif : Si l'email saisi n'est pas valide, erreur "Identifiants incorrects ou compte inexistant" et si le mot de passe non valide, erreur "Mot de passe incorrect".
Post-condition : Le système affiche la fenêtre initiale de l'utilisateur connecté

**III.3.5.3 Cas d'utilisation « Recherche médicament »**

Le Tableau III -5 illustre le cas d'utilisation "Recherche médicament" et présente l'acteur qui a l'accès à ce service :

**Tableau III-5 - Recherche médicament**

Identification
Nom de cas d'utilisation : Recherche médicaments But : Recherché médicaments Acteur : patient
Précondition : aucune
Séquencement : l'utilisateur accéder à la liste médicaments Enchaînement nominal : - L'utilisateur consulte l'interface des médicaments. - L'utilisateur saisit le nom exact du médicament. - Le système affiche les médicaments qui possèdent le même nom.
Enchaînement alternative : Si le médicament recherché n'existe pas, erreur "Aucun médicament trouvé".
Post-condition : Affichage du médicament recherché.

**III.3.5.4 Cas d'utilisation « consulter la géolocalisation »**

Le Tableau III -6 illustre le cas d'utilisation "consulter la géolocalisation" et présente l'acteur qui a l'accès à ce service.

**Tableau III-6 - Consulter la géolocalisation**

Identification
Nom de cas d'utilisation : consulter la géolocalisation But : ce cas permet au patient d'afficher la géolocalisation de la pharmacie sélectionnée soit la plus proche soit par recherche. Acteur : patient
Précondition : s'authentifier
Séquencement : l'utilisateur accéder à la liste pharmacies. Enchaînement nominal : - L'utilisateur consulte l'interface des pharmacies. - L'utilisateur sélectionne une pharmacie. - Le système localise le lieu de la pharmacie sélectionnée dans la carte géographique.
Enchaînement alternatif : Si l'appareil n'est pas connecté, erreur « erreur de connexion ».
Post-condition : Afficher la localisation de la pharmacie sélectionnée dans la carte géographique.

**III.3.5.5 Cas d'utilisation « Ajouter médicament »**

Le Tableau III -7 illustre le cas d'utilisation "Ajouter médicament " et présente l'acteur qui a l'accès à ce service.

**Tableau III-7 - Ajouter médicament**

Identification
Nom de cas d'utilisation : ajouter médicament But : ce cas permet aux pharmacies d'ajouter les médicaments Acteur : pharmacie
Précondition : s'authentifier
Séquencement : Enchaînement nominal : - La pharmacie demande l'ajout d'un médicament. - La pharmacie saisit les informations des médicaments. - La pharmacie valide l'ajout.
Enchaînement alternatif : Si les champs ne sont pas remplis tous et les données saisies non valides, erreur "Erreur lors de l'ajout du médicament".
Post-condition : Affiche la liste de stockage avec le nouveau médicament.

**III.3.5.6 Cas d'utilisation « Validation d'inscription » (pharmacies et/ou fournisseurs)**

Le Tableau III -8 illustre le cas d'utilisation "Validation d'inscription (pharmacies et/ou fournisseurs) " et présente l'acteur qui ont accès à ce service.

**Tableau III-8 - Validation d'inscription (pharmacies et/ou fournisseurs)**

Identification
Nom de cas d'utilisation : Validation d'inscription des utilisateurs But : ce cas permet à l'administrateur de valider l'inscription des utilisateurs (pharmacies, fournisseurs) Acteur : administrateur
Précondition : s'authentifier
Séquencement : Enchaînement nominal : - La pharmacie et/ou le fournisseur s'inscrire. - L'administrateur consulte les informations des utilisateurs précédents. - L'administrateur valide l'inscription. - Le système ajoute le compte de l'utilisateur inscrit à la BDD.
Enchaînement alternatif : Si le compte existe, erreur « compte existant »
Post-condition : Le compte validé sera créé.

**III.3.5.1 Cas d'utilisation « Traiter les commandes envoyées par des pharmacies »**

Le Tableau III -9 illustre le cas d'utilisation ‘Traiter les commandes envoyées par des pharmacies’ et présente l'acteur qui ont accès à ce service.

**Tableau III-9 - Traiter les commandes envoyées par des pharmacies**

Identification
Nom de cas d'utilisation : Traiter les commandes envoyées par des pharmacies But : ce cas permet aux fournisseurs de traiter(expédier-préparer-refuser) les commandes des pharmacies Acteur : fournisseur
Précondition : s'authentifier
Séquencement : Enchaînement nominal : - La pharmacie confirme la commande sur un produit. - Le fournisseur consulte les commandes confirmées. - Le fournisseur prépare et expédie la commande ou refuse la commande. - Le système modifie le statut de la commande dans la BDD.
Post-condition : Afficher les commandes avec des statuts modifiés.

**III.3.6 Diagramme de séquence**

Un diagramme de séquence illustre l'ordre chronologique des échanges entre objets dans un système. Pour construire ce type de diagramme, on dispose horizontalement, en haut du schéma, les objets participants à l'interaction. Par convention, l'objet initiateur se place à l'extrême gauche, tandis que les objets subordonnés s'alignent progressivement vers la droite. Les messages échangés entre ces objets sont ensuite organisés verticalement, du haut vers le

bas, suivant leur séquence temporelle. Cette disposition offre une visualisation claire du flux de contrôle au cours du temps.

Les éléments clés d'un diagramme de séquence comprennent :

- ❖ Les objets : instances concrètes d'une classe, reconnaissables par leur nom souligné. Chaque objet maintient son propre état et peut exécuter des opérations.
- ❖ Les liens : connexions sémantiques entre objets, généralement issues d'associations entre classes. Ces liens permettent les échanges de messages.
- ❖ Les messages : communications entre objets qui transmettent des informations et déclenchent des actions. Chaque réception de message équivaut à un événement déclencheur.

Cette représentation graphique permet de comprendre facilement la dynamique des interactions entre les différents composants d'un système. [15]

#### III.3.6.1 Diagramme de séquence « Authentification »

L'authentification consiste à assurer la confidentialité des données, elle se base sur la vérification des informations associées à un utilisateur (généralement un login et un mot de passe). Ces informations sont préétablies dans une base de données. Lors d'une authentification deux cas se présentent : les informations introduites par l'utilisateur sont incomplètes, dans ce cas un message d'erreur s'affiche, ou les informations saisies sont complètes et le système procède à leur vérification. Ceci explique l'utilisation de l'opérateur « alt ». Le même opérateur illustre les deux réactions du système, après la vérification des informations saisies par l'utilisateur, soit par l'affichage d'un message d'erreur, ou de l'interface correspondante.

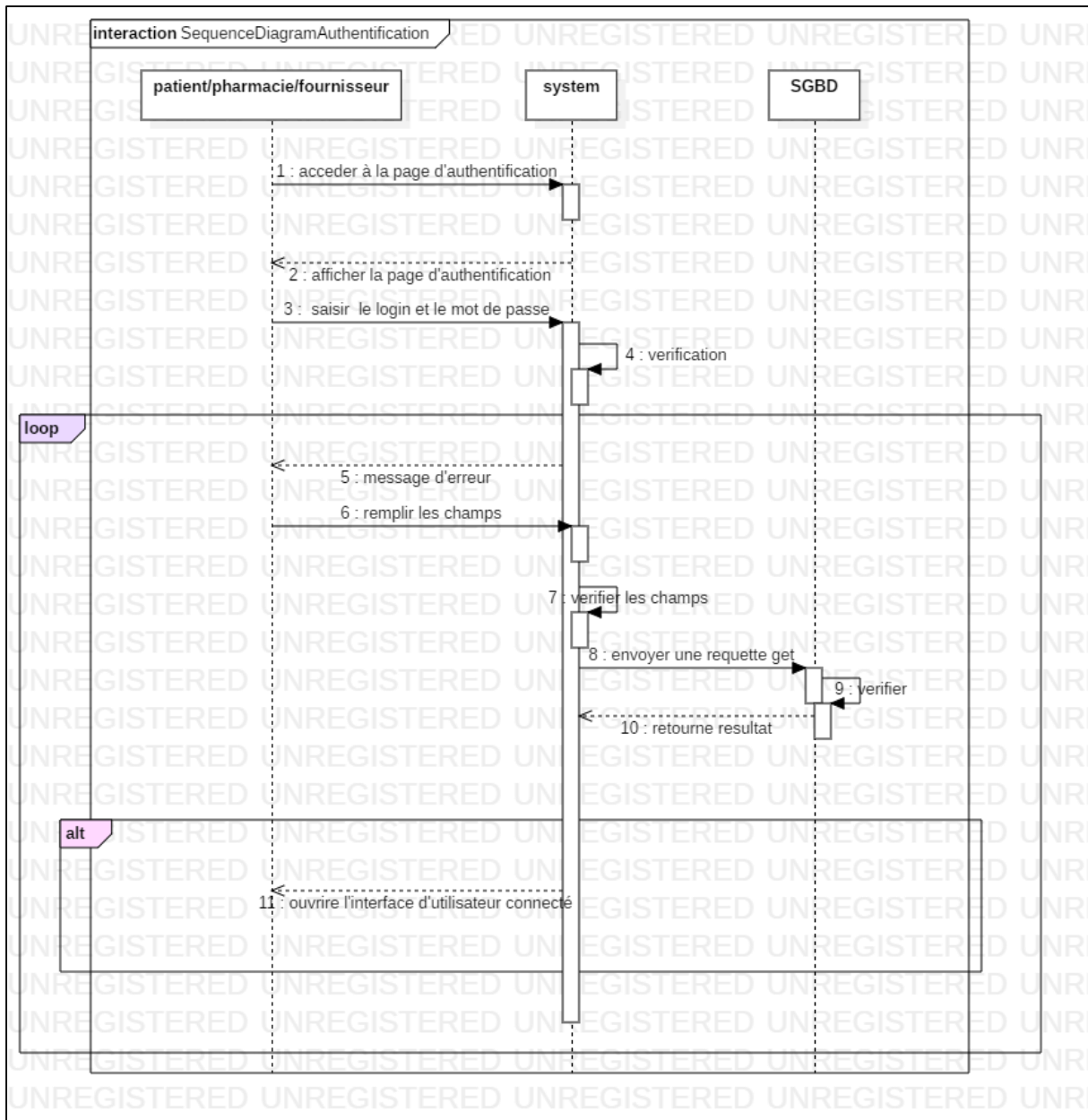


Figure III-5 - Diagramme de séquence Authentification

III.3.6.2 Diagramme de séquence « Recherche médicament »

Après l’authentification, l’utilisateur doit consulter la liste médicaments et saisir le nom de médicament désiré pour l’afficher et consulter les détails de ce médicament par exemple les pharmacies qui ont ce médicament, si le médicament est existant le système affiche un message pour informer l’utilisateur de sa disponibilité, sinon il l’informe que ce médicament est indisponible.

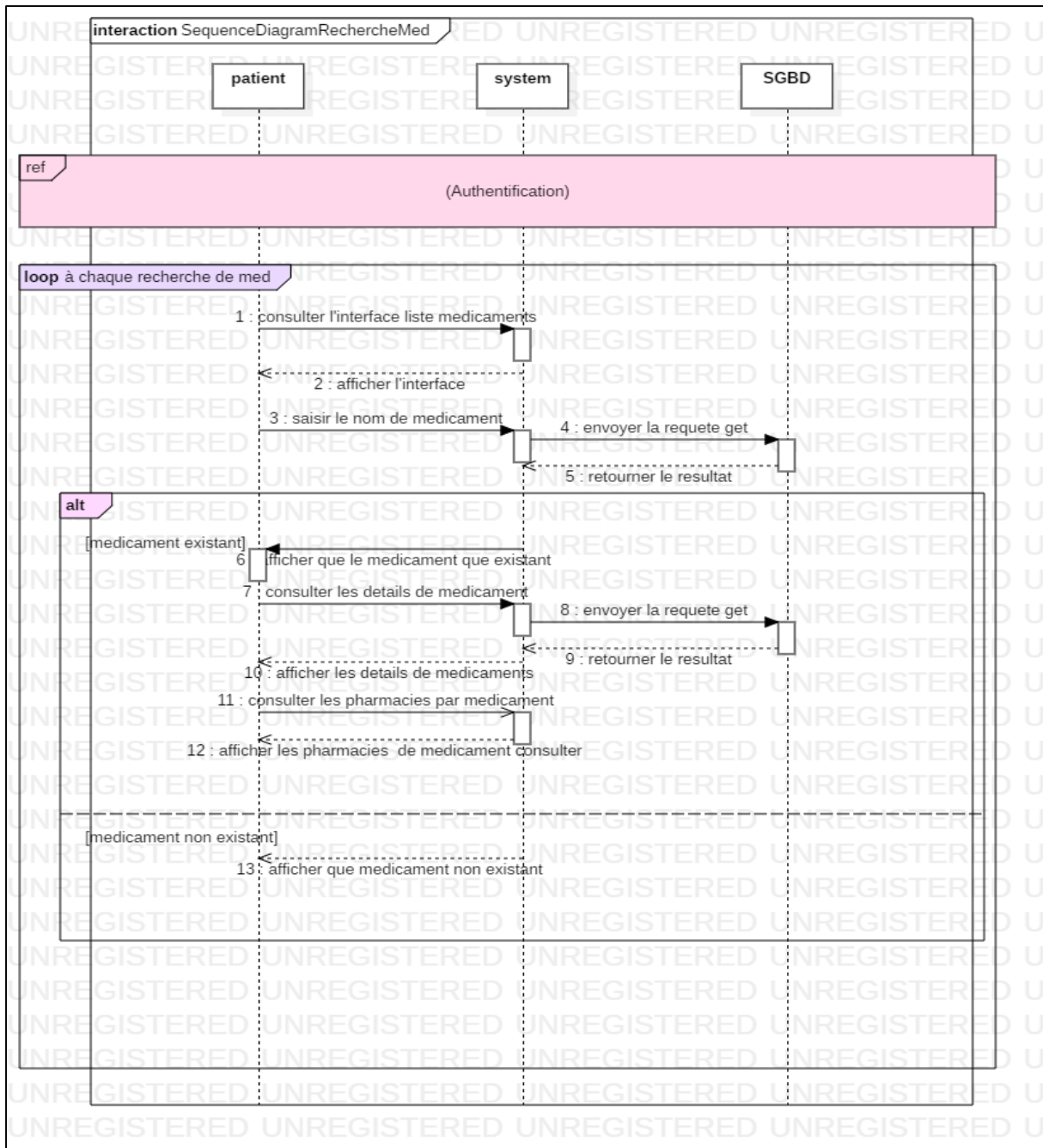
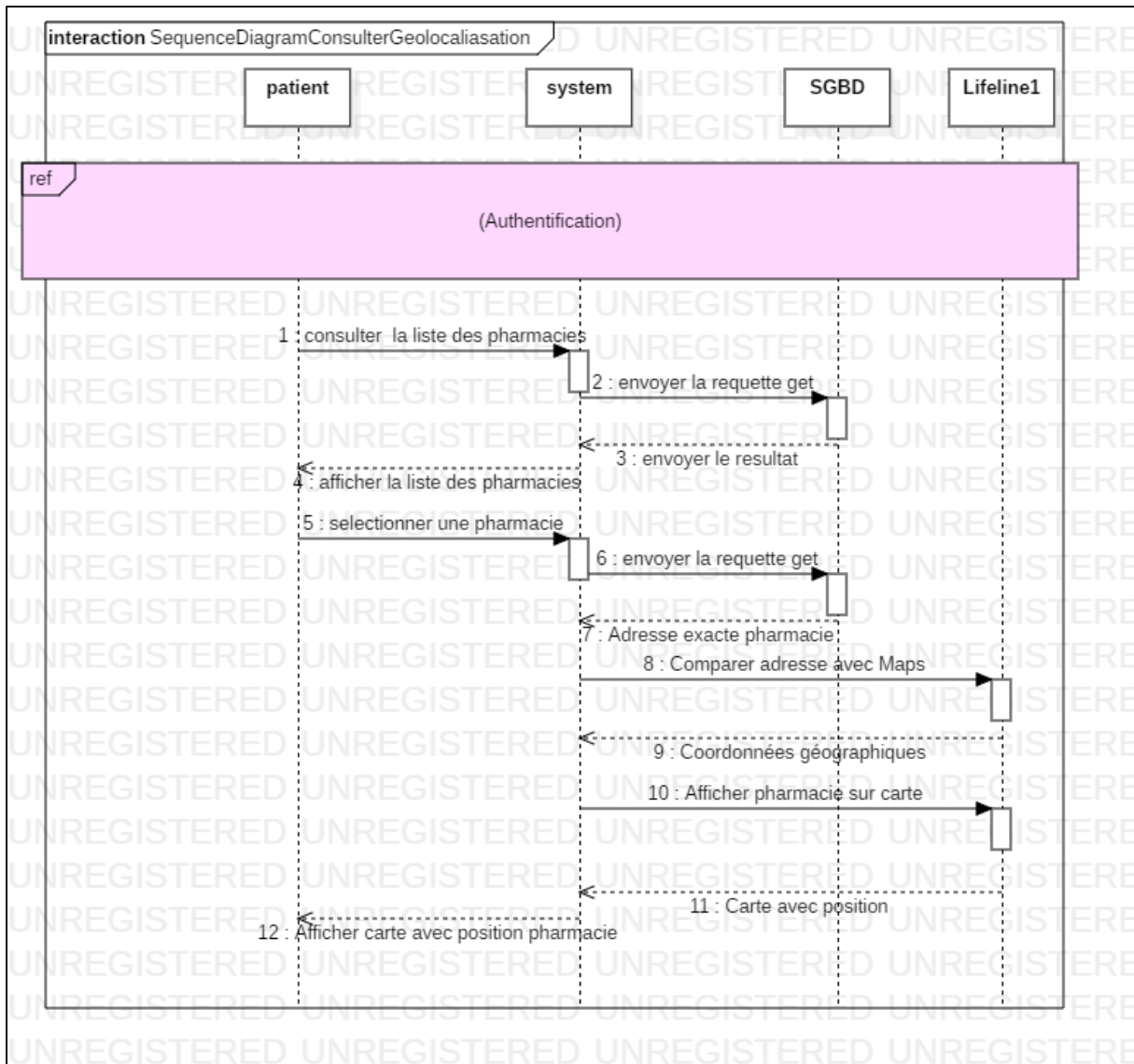


Figure III-6 - Diagramme de séquence Recherche médicament

### III.3.6.3 Diagramme de séquence « Consulter la géolocalisation »

Pour consulter la géolocalisation d’une pharmacie le patient doit d’abord s’authentifier, consulter les pharmacies et sélectionner la pharmacie consternée, le système doit rechercher l’adresse de la pharmacie exacte avec une adresse dans la base et la localiser sur la carte.



**Figure III-7 - Diagramme de séquence Consulter la géolocalisation**

**III.3.6.4 Diagramme de séquence “Ajouter médicament”**

Pour ajouter un médicament au stock l'utilisateur pharmacie doit d'abord s'authentifier, ensuite consulter le formulaire d'ajout, remplir le formulaire. Pour valider l'ajout, le système doit vérifier si le médicament n'existe pas déjà et que les données saisies sont valides.

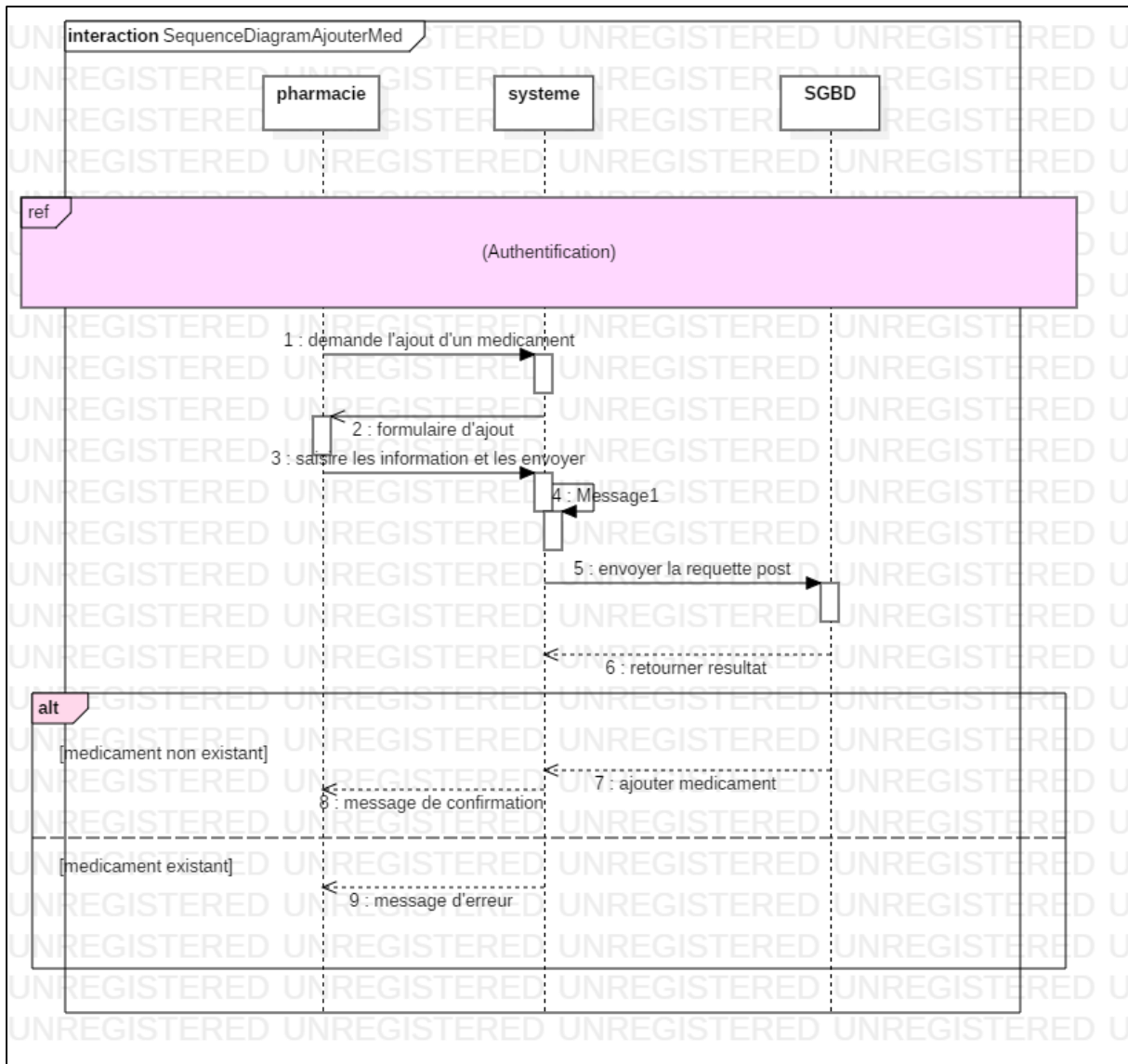


Figure III-8 - Diagramme de séquence ajouter médicaments

III.3.6.5 Diagramme de séquence « Validation d’inscription » (pharmacies et/ou fournisseurs)

Pour consulter la liste des demandes d’inscription des utilisateurs (pharmacies et/ou fournisseurs) l’administrateur doit d’abord s’authentifier, consulter les demandes. Pour valider les demandes, le système doit envoyer trois requêtes au même temps put en premier après post et en fin delete sachant que la première requête c’est pour modifier le statut des pharmacies et des fournisseurs la deuxième c’est pour ajouter la pharmacie validée à la table pharmacie et la dernière c’est pour la supprimer dans les demandes en attente et après la validation une nouvelle liste sera afficher sans la demande validée et si l’administrateur refuse la demande le système va envoyer une requête qui est delete dans le registre et après une nouvelle liste sera affichée .

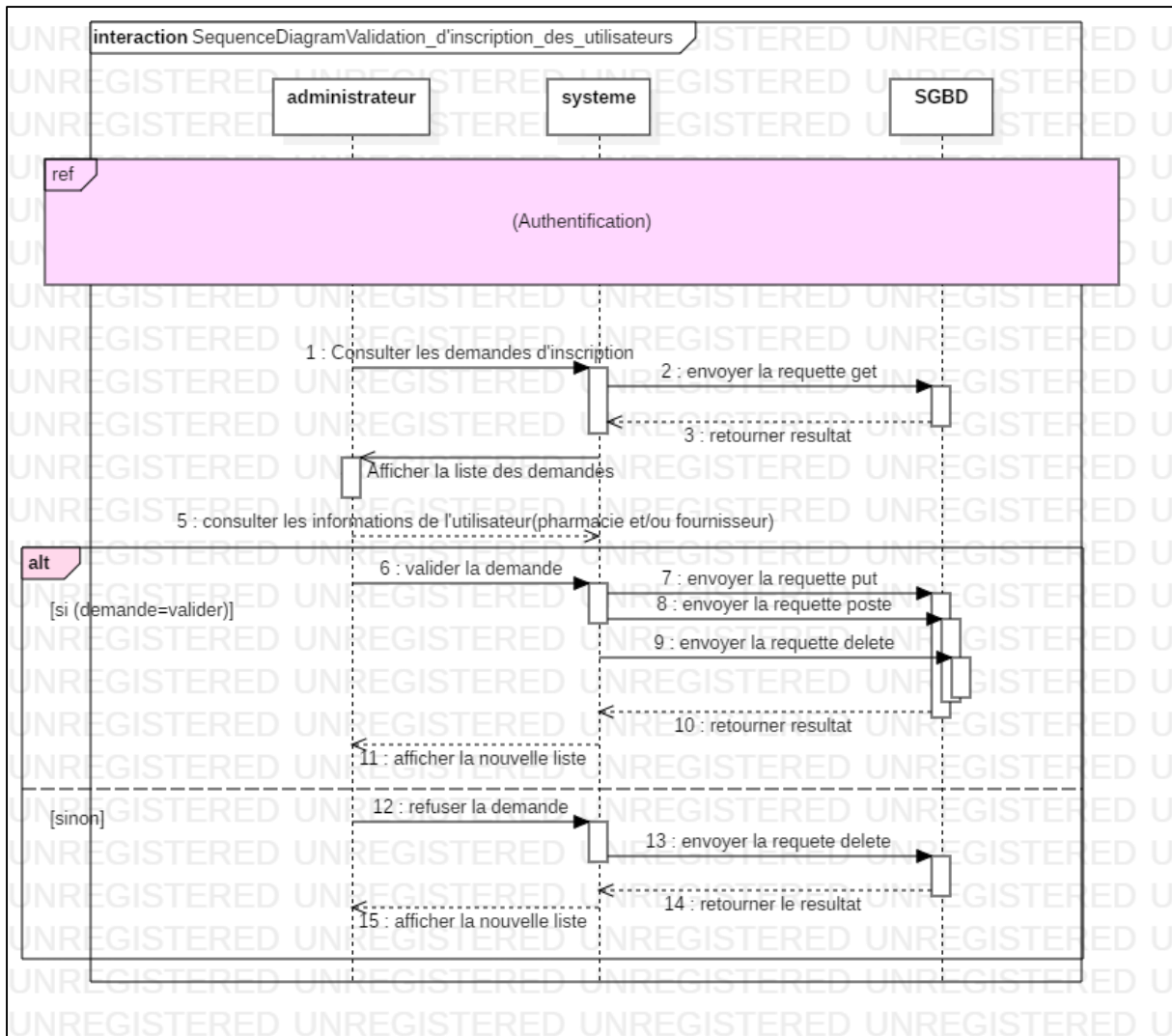
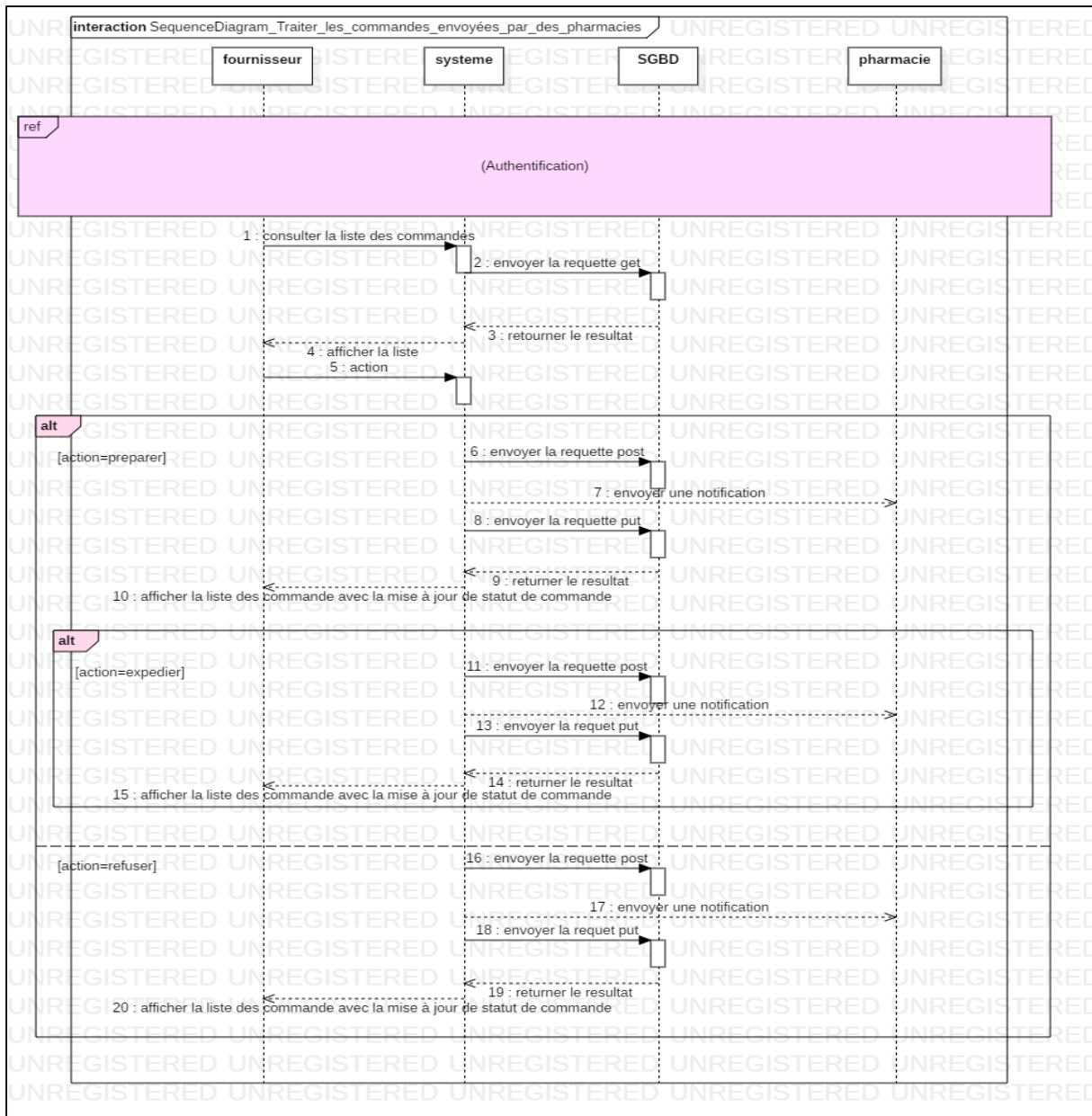


Figure III-9 - Diagramme de séquence Validation d’inscription (pharmacies et/ou fournisseurs)

III.3.6.6 Diagramme de séquence « Traiter les commandes envoyées par des pharmacies »

Pour consulter la liste des commandes des pharmacies le fournisseur doit d’abord s’authentifier, consulter les commandes. Pour traiter les commandes, le fournisseur a deux actions : soit préparer la commande ou refuser la commande. S’il a choisi de préparer la commande le système envoie deux requêtes post pour jouter l’action aux notifications et dans ce cas le système envoie automatiquement la notification à la pharmacie ; et put pour modifier le statut de la commande dans la table des commandes, en plus de ça le fournisseur pourra expédier la commande. Sinon s’il choisit de refuser la commande aussi le système envoie deux requêtes post pour jouter l’action à les notifications et dans ce cas le système envoie automatiquement la notification à la pharmacie.



**Figure III-10 - Diagramme de séquence Traiter les commandes envoyées par des pharmacies**

Remarque :

- L'opérateur « Loop » : Cet opérateur correspond à une instruction de boucle. La syntaxe d'une boucle est la suivante : loop (min, max)
- L'opérateur « Alt » : se représente dans un fragment possédant au moins deux parties séparées par des pointillés. L'opérateur Alt correspond à une instruction de test avec une ou plusieurs alternatives possibles Si ... Sinon ...
- L'opérateur « Ref » : permet d'appeler une séquence d'interactions décrite par ailleurs constituant ainsi une sorte de sous-diagramme de séquence.

### III.3.7 Diagramme de classe

Les diagrammes de classes permettent de représenter la structure statique d'un système, en mettant en évidence les classes, leurs relations, ainsi que les interfaces et les paquetages associés. Ces diagrammes incluent généralement les éléments suivants :

- Les classes : Une classe décrit un groupe d'objets partageant les mêmes caractéristiques, telles que leurs attributs, leurs opérations, leurs relations et leur sémantique. Elle est représentée par un rectangle.
- Les attributs : Un attribut est une propriété d'une classe, définissant les valeurs possibles pour les instances de cette classe. Une classe peut avoir zéro, un ou plusieurs attributs.
- Les opérations : Une opération correspond à une action qu'un objet peut exécuter, applicable à tous les objets de la classe. Une classe peut ne pas avoir d'opérations ou en comporter plusieurs.
- Les relations :
  - Association : Lien sémantique durable entre deux classes.
  - Agrégation : Cas particulier d'association (non symétrique) exprimant une relation de contenance ("partie de").
  - Composition : Forme plus stricte d'agrégation, où la relation de contenance est forte et exclusive.

Cette représentation permet de modéliser efficacement l'architecture et les interactions entre les différents éléments d'un système. [15]

Ce diagramme modélise les classes du système, leurs attributs et leurs relations, offrant une vue d'ensemble de l'architecture logicielle.

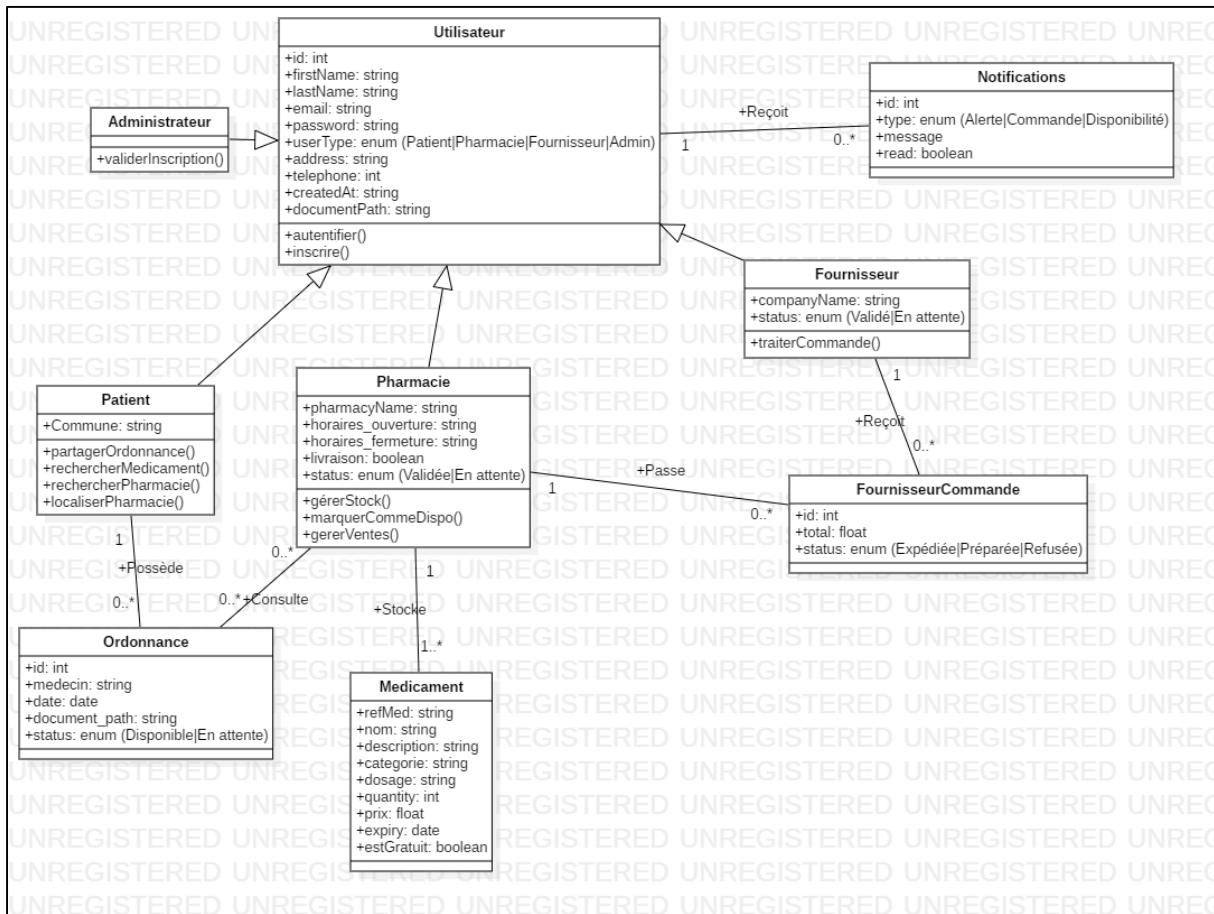


Figure III-11 - Diagramme de classe

### III.4 Le modèle relationnel

Pour concevoir une base de données relationnelle à partir d'un diagramme de classes, il est nécessaire d'appliquer des règles de conversion afin de définir les relations (tables) et leurs attributs. Voici les principales règles à suivre :

- Transformation des classes

Chaque classe devient une table (relation). L'identifiant de la classe devient la clé primaire de la table, et ses attributs deviennent les colonnes de la table.

- Association un-à-plusieurs (1-N)
  - Une clé étrangère est ajoutée dans la table correspondant à la classe côté "plusieurs" (fils).
  - Cette clé étrangère référence la clé primaire de la table côté "un" (père).
- Association plusieurs-à-plusieurs (N-N)
  - L'association devient une table intermédiaire.
  - Sa clé primaire est composée des clés étrangères des deux tables associées.
  - Les attributs propres à l'association sont ajoutés comme colonnes supplémentaires (sans être des clés).

- Association un-à-un (1-1)
  - Une clé étrangère est ajoutée dans l'une des deux tables :
  - Si une classe a une cardinalité minimale de 1, la clé étrangère est placée dans sa table.
  - Si les deux cardinalités minimales sont 0, le choix est libre.
  - Si les deux cardinalités sont 1, une fusion des deux tables peut être envisagée.
- Transformation de l'héritage
  - Trois approches sont possibles :
    - Décomposition par distinction :
      - ✓ Chaque sous-classe devient une table.
      - ✓ La clé primaire de la superclasse migre dans les sous-classes (clé primaire + clé étrangère).
    - Décomposition descendante (push-down) :
      - ✓ La superclasse n'est pas traduite en table.
      - ✓ Ses attributs sont intégrés dans les tables des sous-classes.
    - Décomposition ascendante (push-up) :
      - ✓ Les sous-classes ne sont pas traduites en tables.
      - ✓ Leurs attributs sont remontés dans la table de la superclasse.
- Transformation d'une composition

Les tables des classes composantes doivent inclure la clé primaire de la classe composite dans leur propre clé primaire.

- Association avec attributs propres
  - L'association devient une table dont la clé primaire est composée des clés étrangères des tables associées.
  - Ses attributs propres deviennent des colonnes supplémentaires.

Ces règles permettent d'assurer une traduction cohérente et optimale d'un modèle conceptuel (diagramme de classes) vers un modèle relationnel (schéma de base de données). [16]

### III.4.1 Modèle relationnel pour notre système

**Utilisateurs** (id, firstName, lastName, email, password, userType, pharmacyName, companyName, address, telephone, horaires\_ouverture, horaires\_fermeture, livraison, daira, documentPath, status) **regle5**

**Medicaments** (refMed, nom, description, categorie, dosage, effetsSecondaires, caracteristiques, instruction, frequence, contreIndication, estGratuit, #id\_pharmacie, quantity, critical, prix, expiry) **regle2**

**Ordonnances** (id, #patient\_id, medecin, date, document\_path, status, created\_at) **regle2**

**Notifications** (id, #userId, type, title, message, relatedId, read, createdAt) **regle2**

**OrdonnancePharmacie** (id, #ordonnance\_id, #pharmacie\_id, status, updated\_at) **regle2**

**FournisseurCommande** (id, #fournisseur\_id, #pharmacy\_id, total, status, created\_at, updated\_at) **regle2**

### III.5 Conclusion

Ce chapitre a formalisé la conception de PharMap à travers une modélisation rigoureuse utilisant UML. Les diagrammes de cas d'utilisation, de séquence et de classe ont clarifié les interactions et les flux de processus, tandis que le modèle relationnel a structuré la base de données. Ces éléments assurent que l'application sera intuitive et performante. Le Chapitre IV passera à la mise en œuvre technique, détaillant les outils utilisés (Node.js, React, SQLite) et les interfaces développées pour chaque acteur, tout en explorant les perspectives d'évolution.

# IV Mise en œuvre

## IV.1 Introduction

Le chapitre IV présente la mise en œuvre concrète du projet PharMap, détaillant les outils, les technologies et les architectures utilisés pour développer cette application web innovante. Ce chapitre s'articule autour de trois axes principaux :

- Les outils et environnements de développement : Nous expliquerons les choix technologiques (Node.js, Express, React, SQLite) ainsi que l'architecture MVC, qui structure notre application pour une meilleure maintenabilité et évolutivité.
- Les interfaces utilisateur : Une analyse détaillée des différentes interfaces (patient, pharmacie, fournisseur, administrateur) mettra en lumière les fonctionnalités clés et l'expérience utilisateur optimisée.
- Les perspectives d'amélioration : Enfin, nous explorerons les évolutions futures possibles, incluant des stratégies de monétisation, l'intégration de l'intelligence artificielle et les retours d'expérience pour enrichir l'application.

Ce chapitre démontre comment les choix techniques et fonctionnels répondent aux besoins identifiés précédemment, tout en ouvrant la voie à des améliorations continues.

## IV.2 Outils, langages et environnements de développement

### IV.2.1 L'architecture MVC

Le MVC (Modèle-Vue-Contrôleur) est une architecture logicielle conçue pour structurer les applications interactives en séparant clairement les responsabilités entre ses trois composants principaux. Cette approche permet d'organiser efficacement le code source en définissant des rôles précis pour chaque partie :

- ❖ **Modèle (Model)** : Gère les données et la logique métier. Il s'occupe des opérations sur la base de données, y compris les relations entre les tables, et fournit les données nécessaires au reste de l'application.
- ❖ **Vue (View)** : Représente l'interface utilisateur. Elle affiche les données transmises par le Modèle et capte les interactions de l'utilisateur (clics, saisies, etc.).
- ❖ **Contrôleur (Controller)** : Fait le lien entre le Modèle et la Vue. Il interprète les actions de l'utilisateur (requêtes), demande les traitements appropriés au Modèle, puis transmet les résultats à la Vue pour affichage.

Bien que ne faisant pas partie du MVC à proprement parler, le routage joue un rôle clé dans les frameworks modernes. Il remplace l'accès direct aux fichiers physiques par des URLs virtuelles (routes), offrant une meilleure flexibilité et une gestion plus propre des requêtes. [17]

La figure explique la structure Modèle-Vue-Contrôleur, séparant les données, l'interface utilisateur et la logique métier.

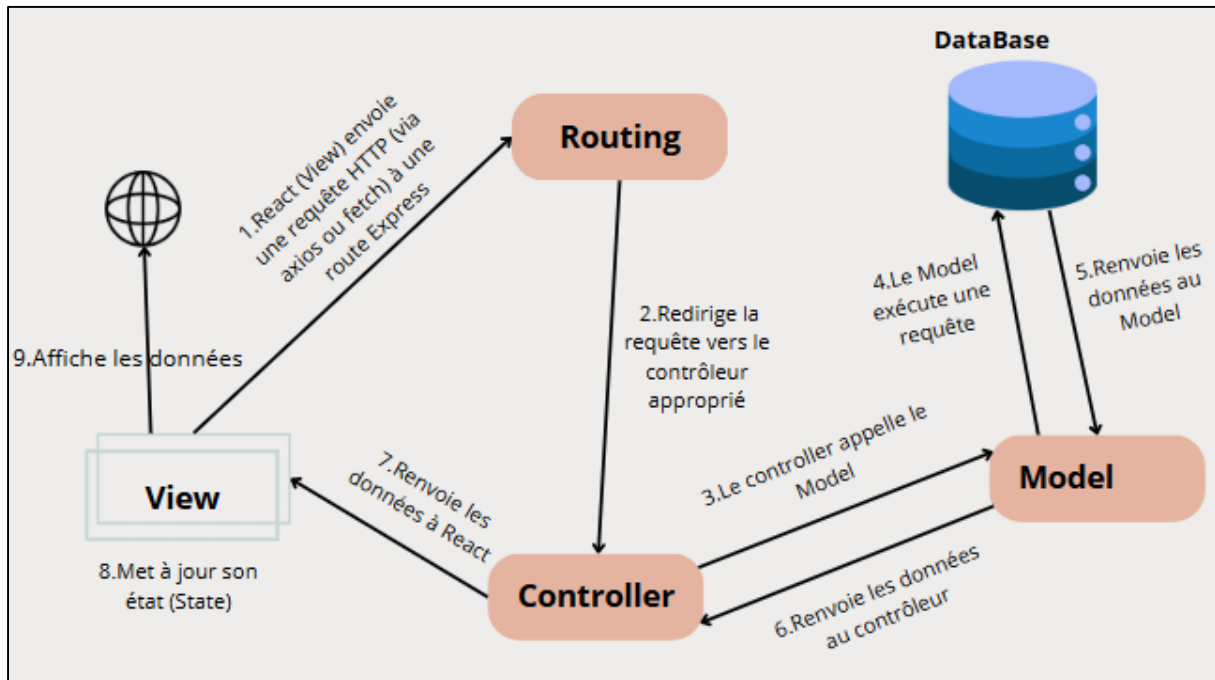


Figure IV-1 - Schéma de l'architecteur MVC

## IV.2.2 Outils de développement

### IV.2.2.1 Visual Studio Code

Visual Studio Code (VS Code) est un éditeur de code léger, puissant et multiplateforme (Windows, Linux, macOS), développé par Microsoft. Il prend en charge nativement des langages comme JavaScript, HTML et CSS, mais son véritable atout réside dans son vaste catalogue d'extensions gratuites, permettant d'ajouter la prise en charge de presque tous les langages et outils de développement. Avec des fonctionnalités telles qu'un terminal intégré, un débogueur avancé et une personnalisation poussée via des paramètres modulables, VS Code allie simplicité et performance, ce qui en fait l'un des éditeurs les plus populaires parmi les développeurs. [18]



Figure IV-2 - Logo de l'éditeur Visual Studio Code

### IV.2.2.2 Node.JS

Node.JS est un environnement d'exécution JavaScript côté serveur, créé par Ryan Dahl en 2009. Il permet un développement fullstack JavaScript, en unifiant la programmation côté client et côté serveur. Basé sur un modèle événementiel asynchrone et non-bloquant, Node.JS se distingue du multithreading, qui repose sur une approche différente. Très populaire auprès d'entreprises comme PayPal, LinkedIn, Uber et même la NASA, Node.JS a connu une évolution rapide, avec sa version 8 comme référence au moment de cette explication. Son architecture performante et sa compatibilité avec JavaScript en font un outil privilégié pour les applications modernes. [19]



Figure IV-3 - Logo du système Node.JS

### IV.2.2.3 Express

Express.js est un framework web minimaliste, flexible et performant pour Node.js. Souvent décrit comme "rapide et non-opinionated" (sans conventions strictes), il permet de construire des applications web et mobiles avec simplicité. Avec son système de routage HTTP intuitif et son architecture basée sur les middlewares, Express.js offre l'essentiel pour développer des API RESTful ou des sites dynamiques, tout en laissant une grande liberté d'organisation. Sa légèreté et sa compatibilité avec Node.js en font un choix populaire pour les projets nécessitant rapidité et modularité. [20]

### IV.2.2.4 ReactJs

React est une bibliothèque JavaScript créée par Facebook pour développer des interfaces utilisateur dynamiques dans le navigateur. Bien qu'elle soit souvent considérée comme un framework, React se concentre uniquement sur la création d'interfaces via des composants réutilisables et autonomes. Son principal avantage réside dans sa capacité à simplifier le développement front-end en permettant à chaque composant de gérer son propre état, ce qui rend les applications plus interactives et performantes grâce à l'utilisation du DOM virtuel. [21]

### IV.2.2.5 SQLite

SQLite est un système de gestion de base de données relationnelle (SGBDR) open source. Contrairement aux bases de données monolithiques, il organise les données dans des tables relationnelles, où chaque table contient des lignes identifiées par une clé primaire unique. Ces tables peuvent être liées entre elles via des clés étrangères, permettant une structure de données flexible et efficace. Légère et autonome, SQLite est intégrée directement dans les

applications, sans nécessiter de serveur dédié, ce qui en fait une solution idéale pour les systèmes embarqués et les applications mobiles. [22]

#### IV.2.2.6 StarUML

StarUML est un outil open source de modélisation UML (Unified Modeling Language) conçu pour les professionnels. Il permet de créer divers diagrammes UML (classes, cas d'utilisation, séquences, etc.) et offre une génération de code dans plusieurs langages de programmation. Idéal pour la conception de systèmes complexes, StarUML facilite la visualisation de l'architecture logicielle avant l'implémentation. Cependant, son interface et ses fonctionnalités avancées le rendent plus adapté aux développeurs expérimentés qu'aux débutants. [23]



Figure IV-4 - Logo de logiciel StarUML

#### IV.2.2.7 SQLiteStudio

SQLiteStudio est un logiciel gratuit et multiplateforme permettant de gérer des bases de données SQLite. Cet outil offre une interface complète pour visualiser, modifier et administrer des fichiers de bases de données SQLite, tout en supportant l'exécution de requêtes SQL avec des fonctionnalités avancées comme la coloration syntaxique. Il permet également de concevoir des schémas de bases de données de manière visuelle et gère l'import/export de données dans différents formats. Bien que convivial, SQLiteStudio s'adresse principalement aux utilisateurs ayant déjà une connaissance des bases de données relationnelles et du langage SQL. Il est disponible sur les principales plateformes, dont Windows, Linux et macOS. [24]



Figure IV-5 - Logo de logiciel SQLiteStudio

## IV.3 Présentation des interfaces

### IV.3.1 Interface d'accueil

- Première section :

La page d'accueil comprend deux principales fonctionnalités accessibles aux utilisateurs :

- ❖ Se connecter : Un bouton redirigeant vers une interface proposant un choix selon le type d'utilisateur (patient, pharmacien, etc.).
- ❖ S'inscrire : Un bouton ouvrant un formulaire d'inscription à remplir pour créer un compte.

La section est également dotée d'une barre de navigation (navbar) contenant les éléments suivants :

- ❖ Un logo identifiant la plateforme.
- ❖ Un lien Accueil pour retourner à la page principale.
- ❖ Un onglet Pharmacies affichant une liste des pharmacies disponibles. Cependant, sans authentification, l'utilisateur ne peut ni sélectionner une pharmacie pour plus de détails ni ajouter des favoris.
- ❖ Un onglet Médicaments présentant une liste de médicaments. Tant que l'utilisateur n'est pas connecté, il ne peut pas accéder aux détails spécifiques d'un médicament.

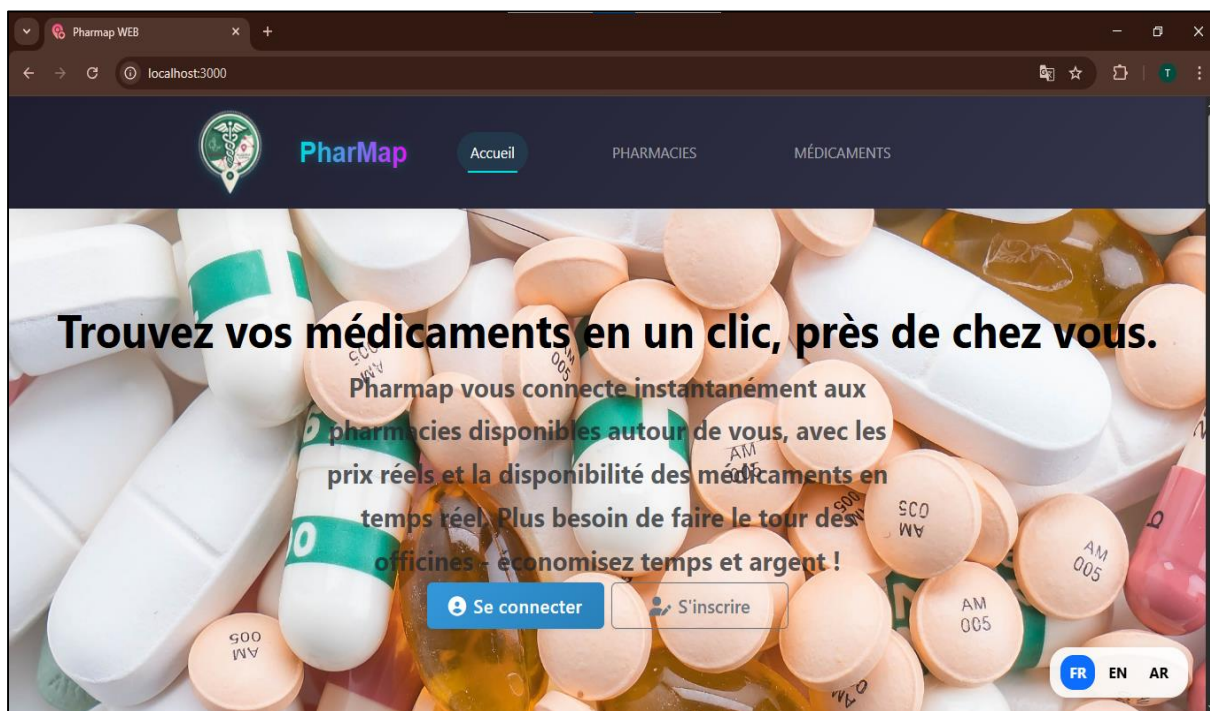


Figure IV-6 - Interface d'accueil

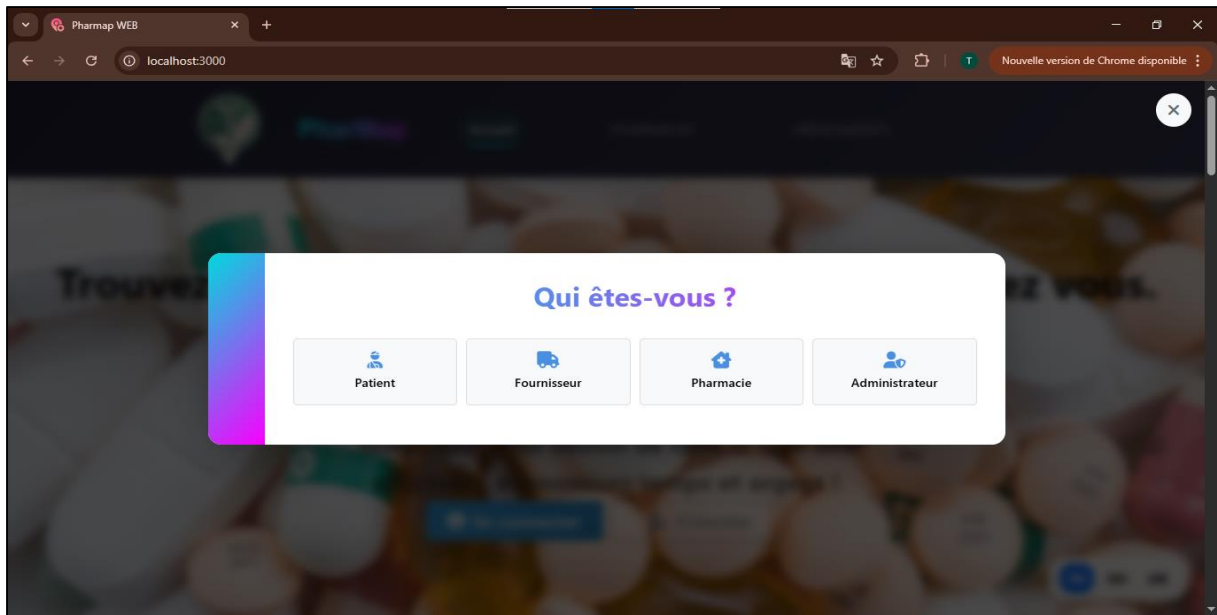


Figure IV-7 - Interface se connecter

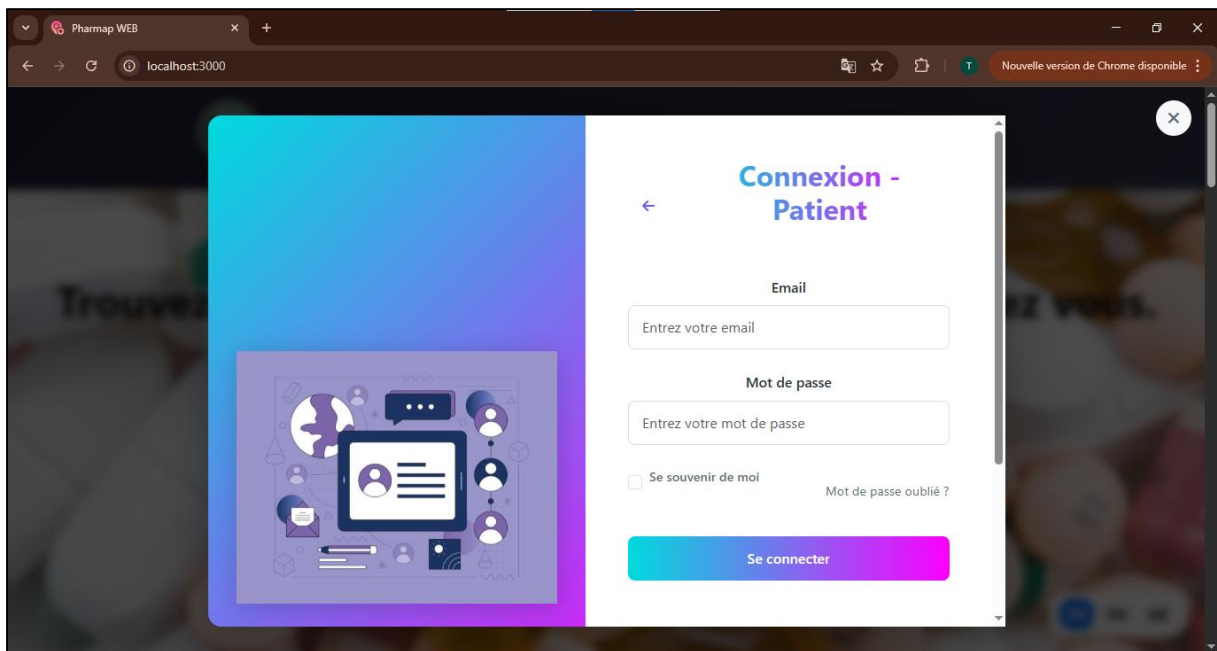


Figure IV-8 - Interface se connecter2

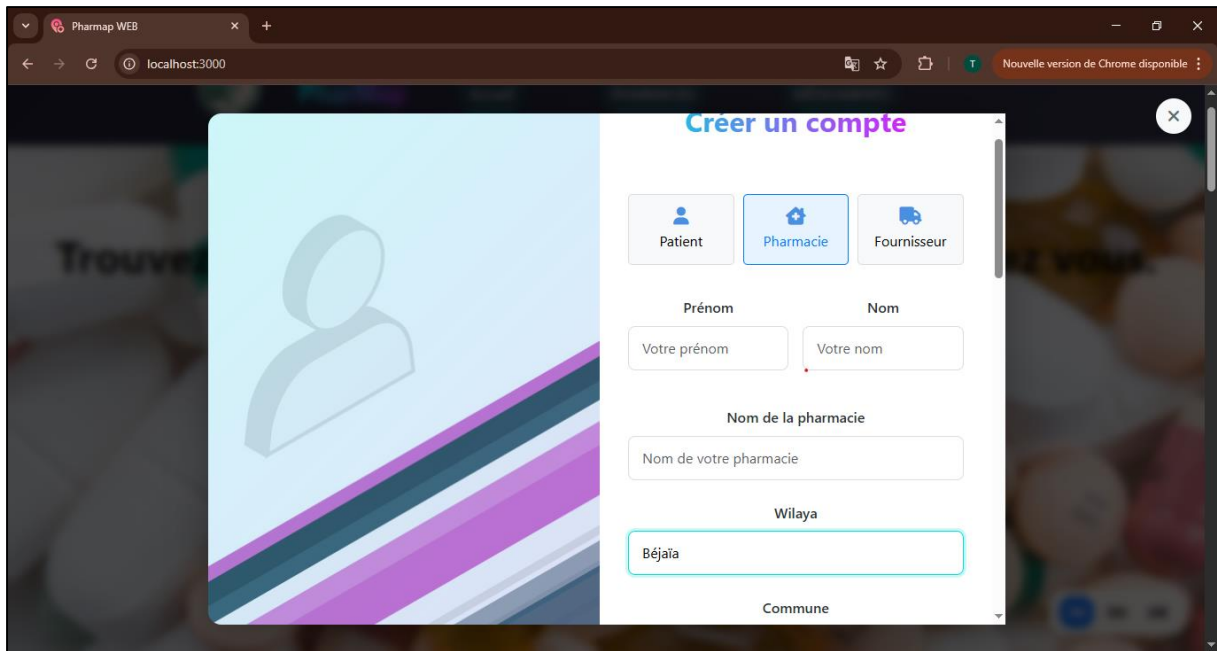


Figure IV-9 - Interface s'inscrire

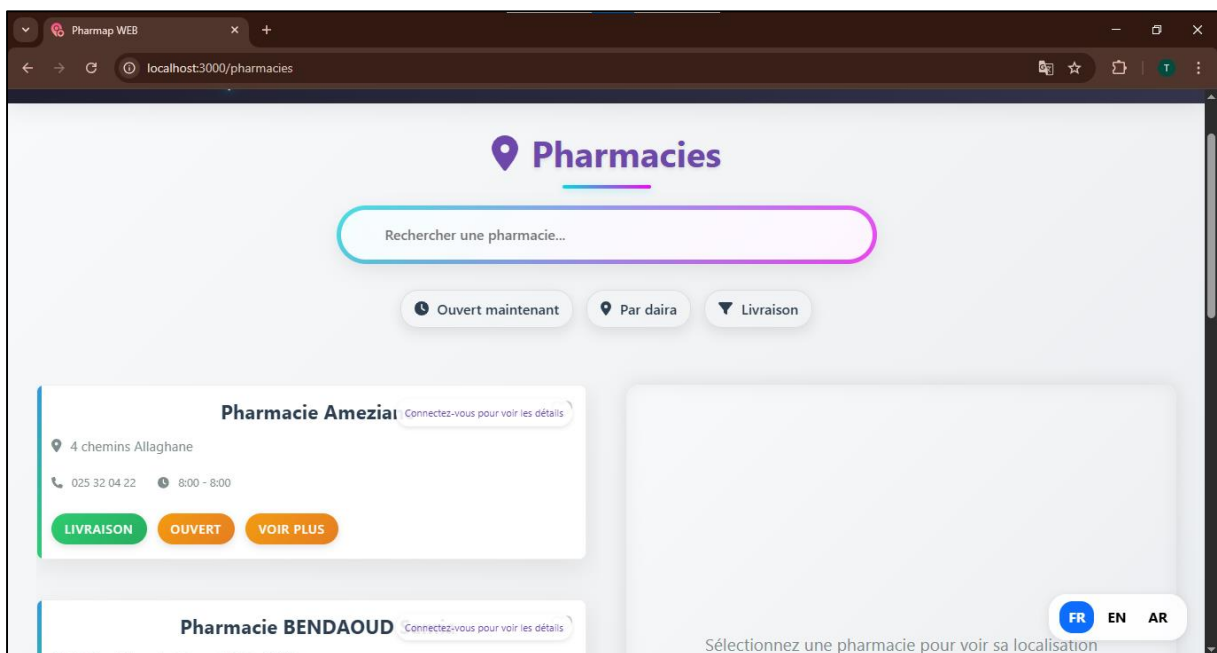
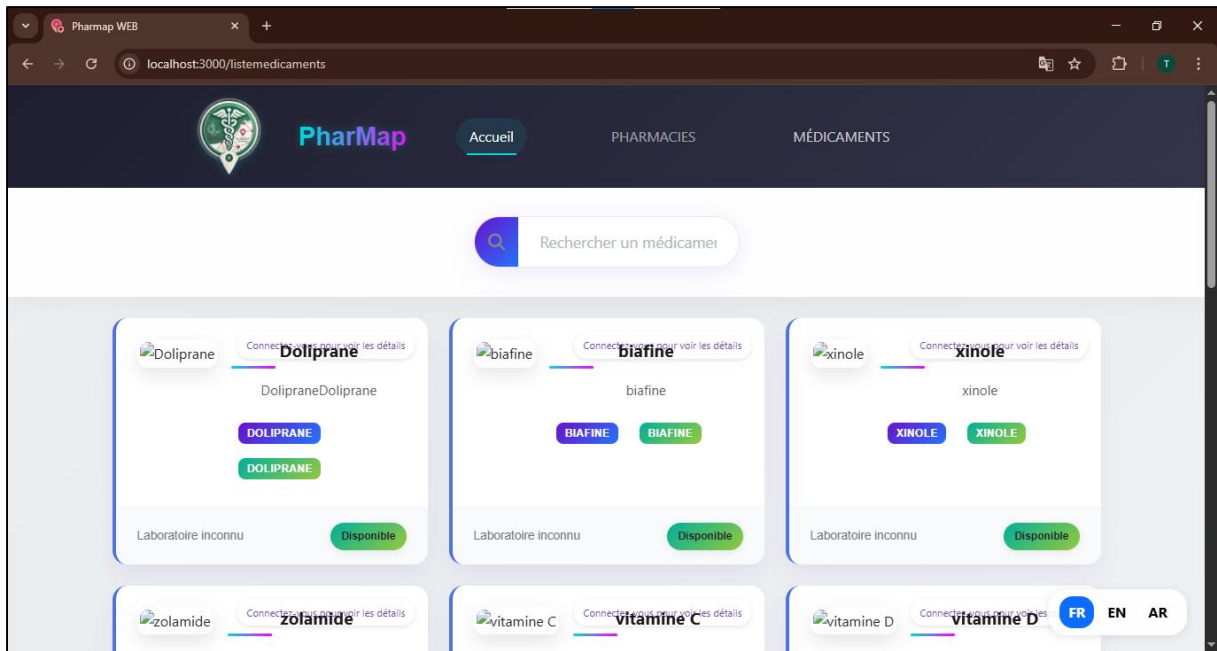


Figure IV-10 - Interface pharmacies sans se connecter



**Figure IV-11 - Interface de liste des médicaments sans se connecter**

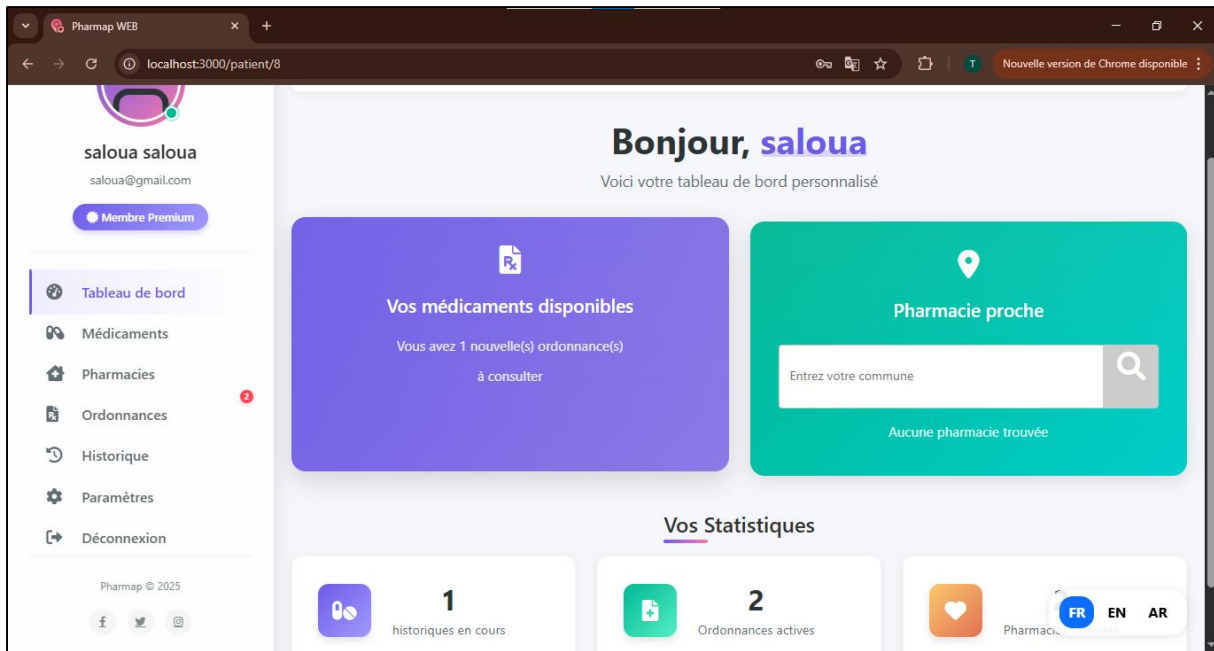
### IV.3.2 Interface de patient

- **Tableau de Bord**

Cette page affiche des statistiques personnalisées pour le patient connecté :

- ❖ Ordonnances disponibles : Nombre d'ordonnances marquées comme disponibles par une pharmacie.
- ❖ Pharmacies proches : Nombre de pharmacies situées dans la même commune que le patient.
- ❖ Historique en cours : Nombre de recherches effectuées par le patient.
- ❖ Ordonnances actives : Nombre total d'ordonnances partagées par le patient.
- ❖ Pharmacies favorites : Liste des pharmacies ajoutées aux favoris.

Objectif : Offrir une vue d'ensemble des interactions du patient avec la plateforme.

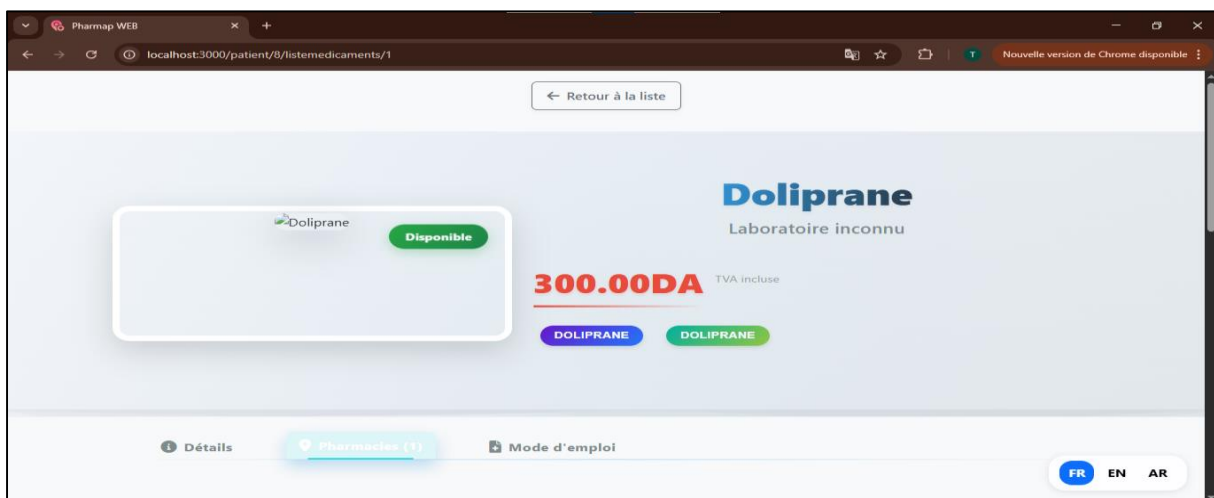


**Figure IV-12 – Interface de tableau de bord de patient connecté**

- **Page Médicaments**

- ❖ Liste des médicaments : Affichage complet avec possibilité de sélectionner un médicament pour voir ses détails :
  - Nom, prix, description.
  - Effets secondaires et mode d'emploi.
  - Pharmacie partageant le médicament.
- ❖ Fonctionnalité : Recherche par nom, catégorie, ou filtre par disponibilité.

Usage : Faciliter l'accès aux informations critiques sur les médicaments.



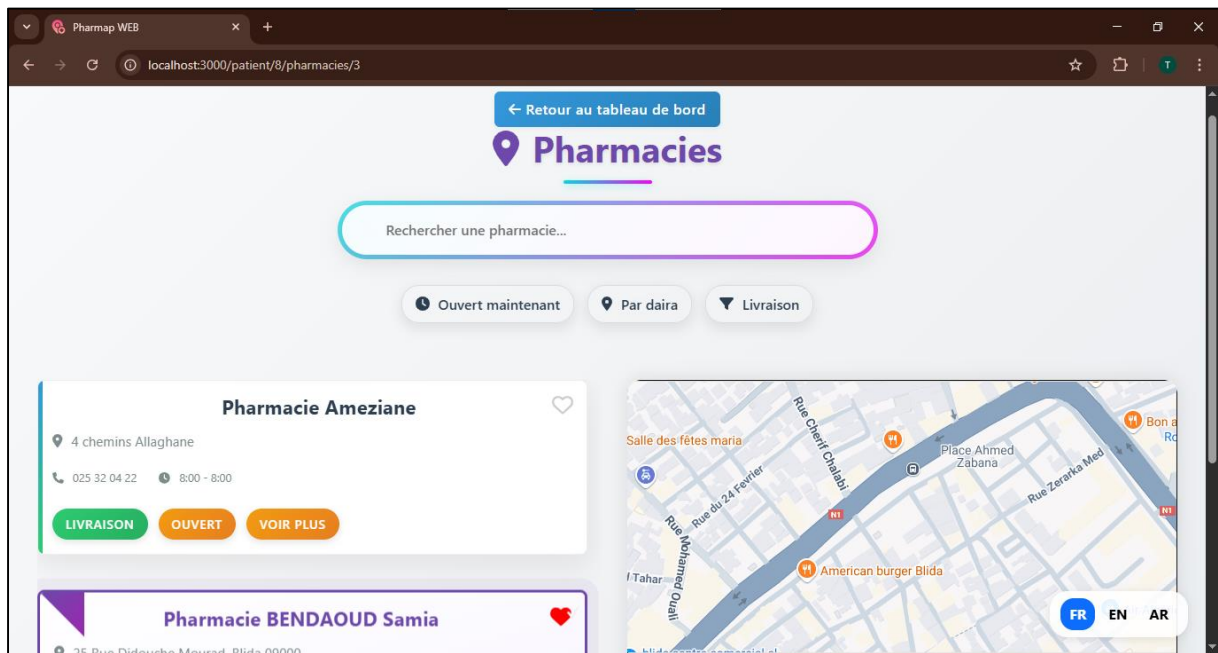
**Figure IV-13 - Interface des détails de médicament sélectionné par le patient connecté**

- **Page Pharmacies**

Liste des pharmacies inscrites :

- ❖ Sélection pour afficher la localisation sur une carte (maps intégré).
- ❖ Boutons Favoris/ Défavoris.
- ❖ Option pour voir les médicaments disponibles par pharmacie.
- ❖ Recherche avancée : Filtres par : Nom, Commune, statut (ouvert maintenant), livraison.

Avantage : Optimise la recherche de pharmacies selon les besoins géographiques ou horaires.



**Figure IV-14 - Interface des détails pharmacie sélectionnée par le patient connecté**

- **Page Ordonnances**

- ❖ Gestion complète :
  - Ajout : Téléversement d'ordonnances (PDF, image).
  - Suppression : Retrait des ordonnances obsolètes.
  - Consultation : Visualisation des ordonnances actives/historiques.

Sécurité : Accès réservé au patient connecté.

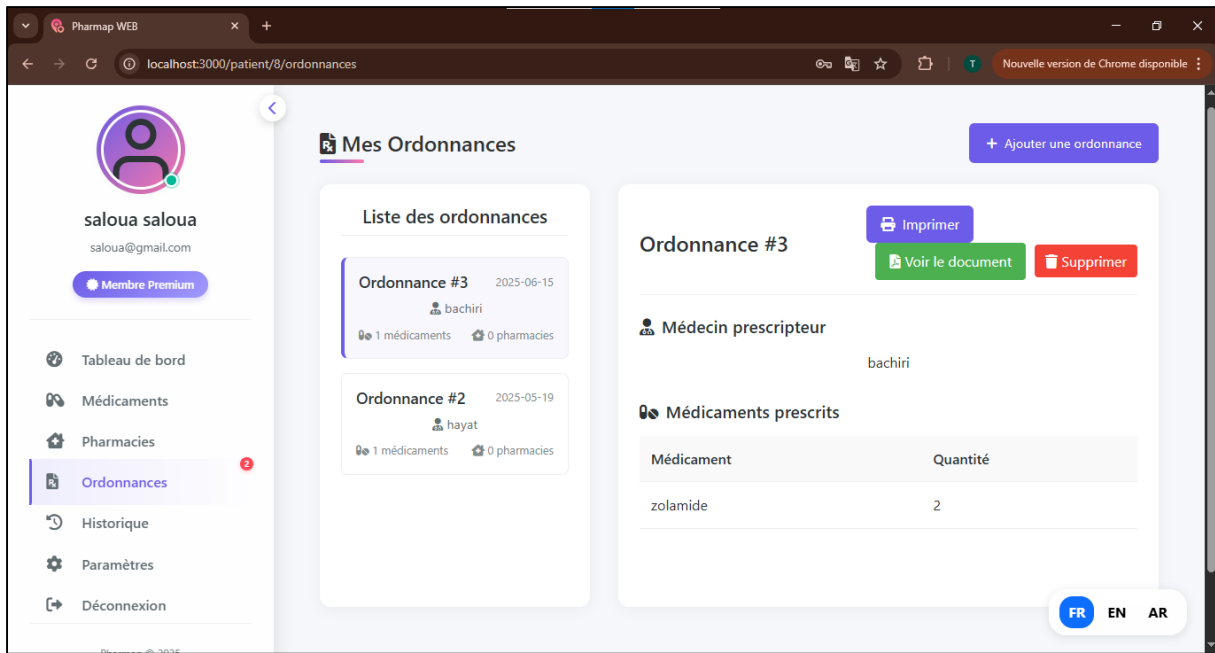


Figure IV-15 - Interface des ordonnances du patient connecté

### IV.3.3 Interface pharmacie

- Page Initiale - Gestion de Stock

Cette page permet à la pharmacie de gérer son inventaire de manière complète :

- ❖ Ajout/Modification/Suppression de médicaments dans le stock
- ❖ Suivi des ventes : Enregistrement des médicaments vendus
- ❖ Alertes automatiques pour les stocks critiques et les médicaments bientôt expirer
- ❖ Recherche et filtres pour une gestion optimale des produits

Objectif : Offrir un outil complet de gestion d'inventaire en temps réel.

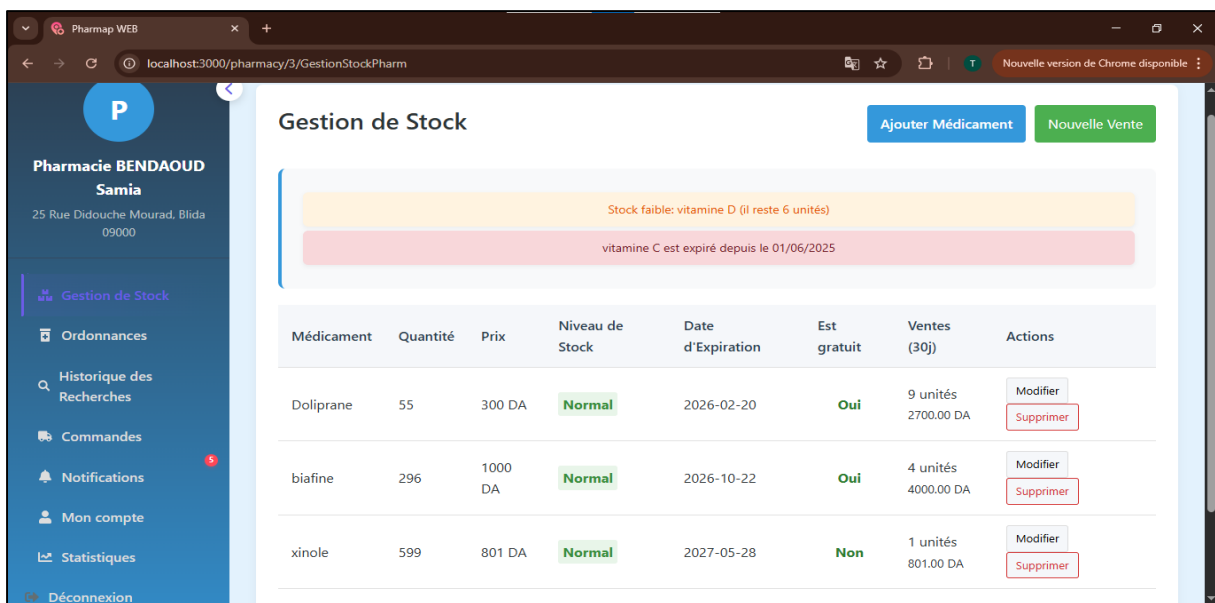
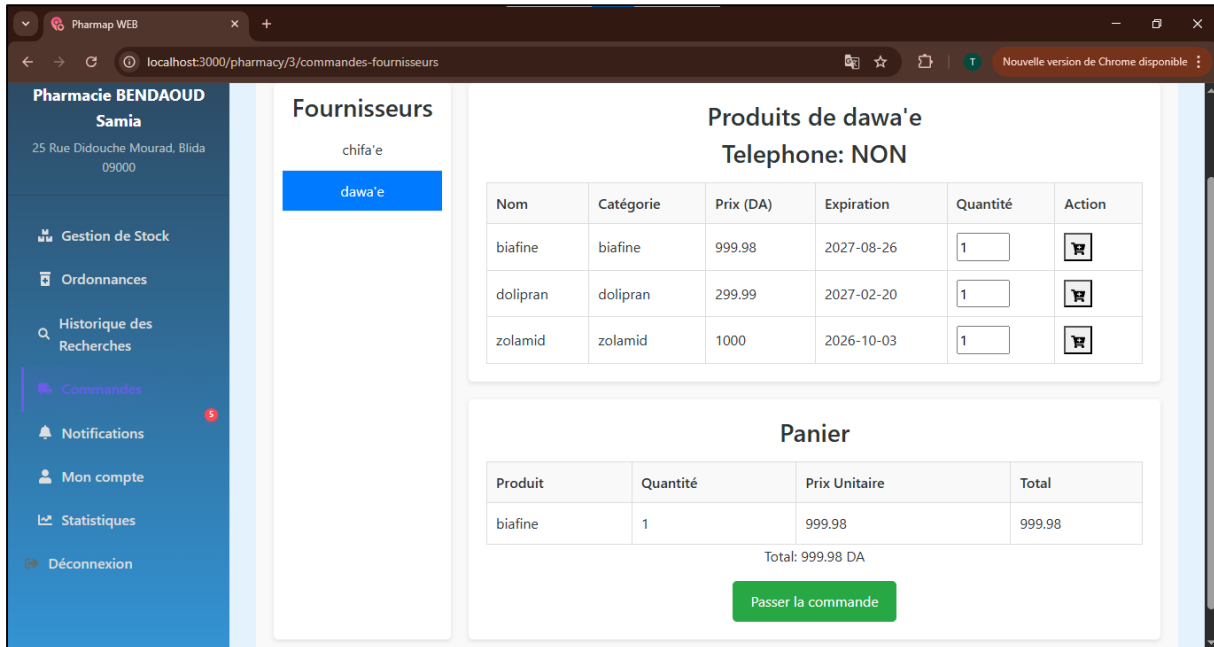


Figure IV-16 - Interface de gestion de stock de la pharmacie connectée

- **Page Commandes Fournisseur**

Plateforme d'approvisionnement intégrée :

- ❖ Catalogue des fournisseurs partenaires
- ❖ Détail des produits disponibles
- ❖ Processus de commande complet



**Figure IV-17 - Interface des commandes de la pharmacie connectée**

#### IV.3.4 Interface fournisseur

- **Page Initiale - Gestion de Stock**

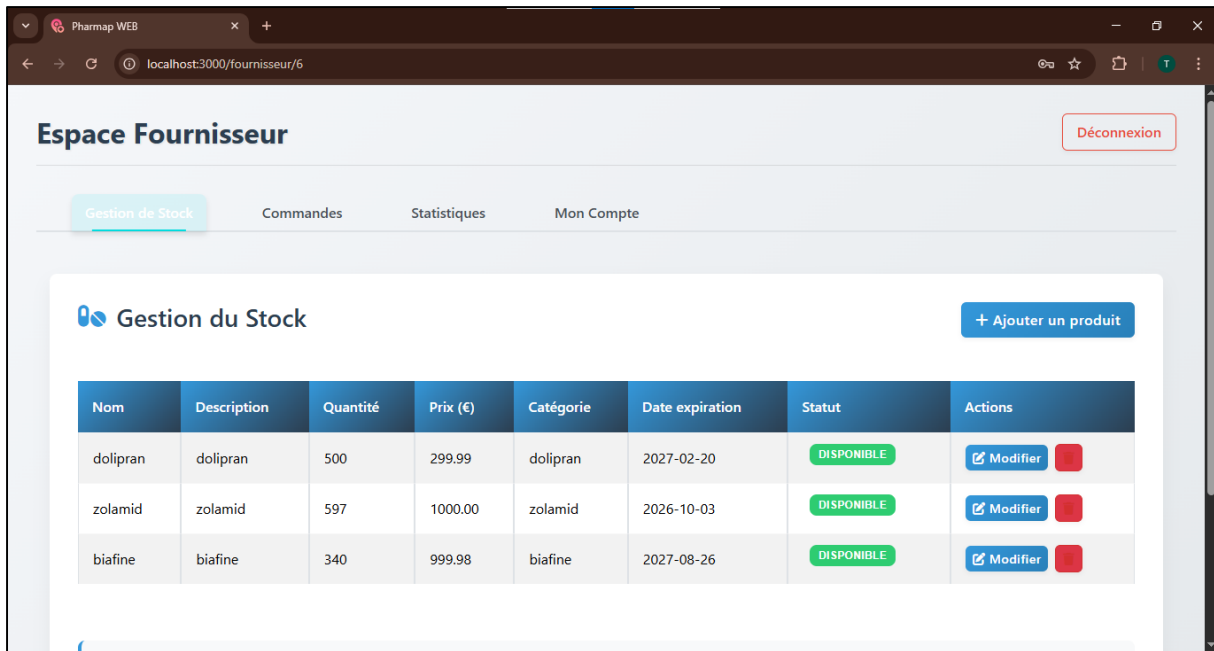
- ❖ Tableau de bord complet pour la gestion des produits :

Gestion des produits :

- Ajout de nouveaux médicaments/produits
- Modification des informations existantes (prix, description)
- Suppression des produits obsolètes

Alertes intelligentes :

- Produits en rupture imminente
- Médicaments proches de la date d'expiration
- Niveaux de stock critiques



**Figure IV-18 - Interface de gestion de stock de fournisseur connecté**

- **Page Commandes**

- ❖ Visualisation des Commandes

- Liste complète des commandes reçues des pharmacies, trié par :
- Date de commande
- Statut (Nouvelle/En préparation/Expédiée/Refusée)
- Pharmacie émettrice

- ❖ Affichage des détails essentiels :

- Numéro de commande
- Date/heure de réception
- Montant total
- Nombre d'articles

- ❖ Gestion du Cycle de Commande

- Préparer/Refuser la commande
- Marquer comme "En préparation"
- Valider l'expédition
- Saisie du numéro de suivi
- Date d'expédition

- ❖ Notifications Automatiques

Envoi instantané à la pharmacie à chaque changement de statut

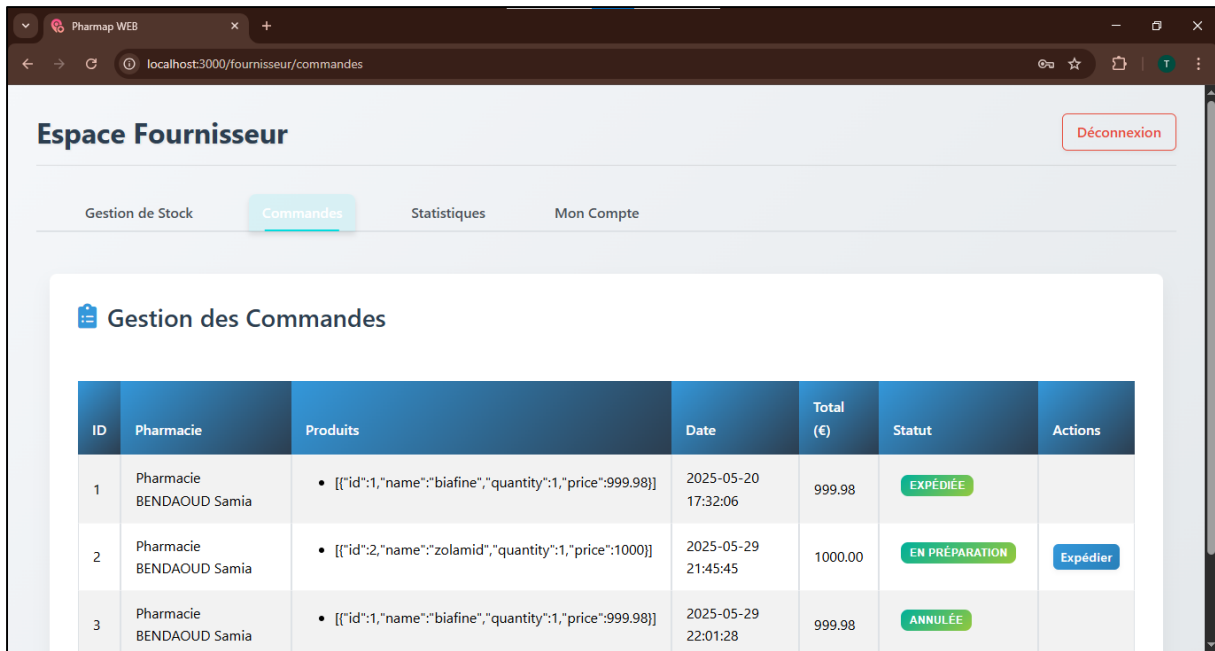


Figure IV-19 - Interface de gestion de commande de fournisseur connecté

### IV.3.5 Interface administrateur

- Page demande

Dans cette page l'administrateur a l'accès aux coordonnées des pharmacies et des fournisseurs et aussi il peut voir le document partagé avec les deux utilisateurs et par rapport à ce document il pourra approuver le compte et confirmer l'inscription ou bien refuser l'inscription.

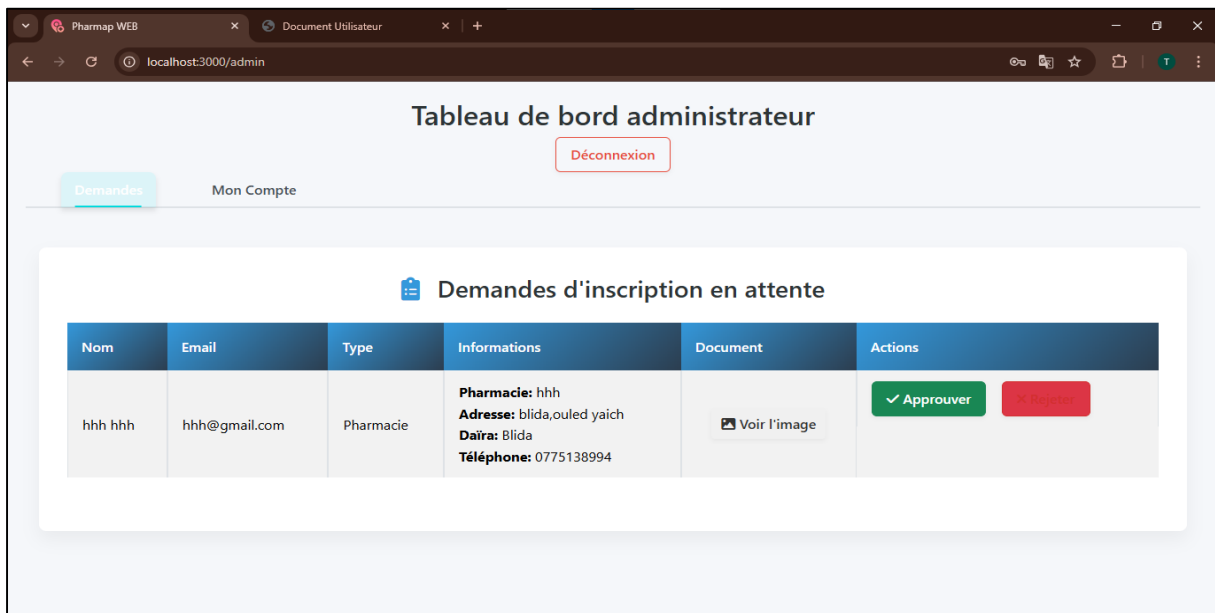


Figure IV-20 - Interface de gestion de l'inscription par l'administrateur

## IV.4 Perspectives : Monétisation, Intelligence Artificielle et Améliorations Fonctionnelles

Pour garantir la pérennité et l'évolution de l'application web PharMap, il est essentiel d'envisager des perspectives de développement futur. Ces perspectives incluent des stratégies de monétisation pour assurer la viabilité économique, l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) pour optimiser les performances et l'expérience utilisateur, ainsi que l'ajout de nouvelles fonctionnalités en réponse aux retours des parties prenantes, notamment les jurés évaluant le projet. Cette section détaille ces trois axes stratégiques, en s'appuyant sur les besoins identifiés dans les chapitres précédents et sur les opportunités d'amélioration formulées lors de l'évaluation du projet.

### IV.4.1 Stratégies de Monétisation

La monétisation de l'application est cruciale pour couvrir les coûts de développement, de maintenance, et d'hébergement, tout en garantissant un accès équitable pour les utilisateurs, en particulier dans un contexte algérien où l'accès aux soins de santé reste un défi. Les stratégies proposées visent à équilibrer rentabilité et accessibilité, tout en respectant les objectifs sociaux et éthiques du projet.

- **Modèle d'Abonnement pour les Pharmacies et Fournisseurs : Concept :** Proposer un abonnement mensuel ou annuel pour les pharmacies et les fournisseurs, leur donnant accès à des fonctionnalités premium telles que :
  - ❖ Analyse avancée des données (statistiques détaillées sur les ventes, tendances de consommation des médicaments).
  - ❖ Priorité dans les notifications push pour les commandes ou les demandes urgentes.
- **Commissions sur les Transactions**

Appliquer une petite commission sur les commandes passées entre pharmacies et fournisseurs via la plateforme. Par exemple, une commission de 1-2 % sur le montant total des commandes.

- **Publicités Ciblées**
  - ❖ Intégrer des publicités non intrusives, telles que des bannières ou des promotions sponsorisées par des laboratoires pharmaceutiques ou des partenaires de santé, dans l'interface patient.
- **Modèle Premium pour les Patients**

Offrir un accès gratuit aux fonctionnalités de base (recherche de médicaments, géolocalisation des pharmacies), mais proposer des services premium payants, comme :

- ❖ Notifications prioritaires pour les médicaments rares.
- ❖ Accès à des consultations en ligne avec des pharmaciens ou des médecins partenaires.
- ❖ Historique de recherche illimité ou analyses personnalisées des dépenses de santé.

### IV.4.2 Intégration de l'Intelligence Artificielle

L'intégration de l'intelligence artificielle (IA) dans PharMap vise à améliorer l'efficacité, la personnalisation et la prédiction des besoins des utilisateurs. En tenant compte des retours du

jury, qui pourraient insister sur l'innovation technologique et l'optimisation des processus, les applications suivantes de l'IA sont proposées.

- **Prédiction des Besoins en Médicaments**

Utiliser des algorithmes de machine learning pour analyser les historiques de recherche des patients et les données de stock des pharmacies afin de prédire les besoins futurs en médicaments. Par exemple si l'application détecte une augmentation des recherches pour des antibiotiques dans une région donnée, elle peut alerter les pharmacies et les fournisseurs pour anticiper les commandes.

- **Recommandations Personnalisées**

Implémenter un système de recommandation basé sur l'IA pour suggérer des pharmacies ou des médicaments en fonction des préférences et des historiques de recherche des patients. Par exemple si un patient recherche fréquemment des médicaments pour le diabète, l'application peut recommander des pharmacies proches avec des stocks disponibles ou des génériques à moindre coût.

- **Analyse Automatisée des Ordonnances**

Utiliser l'IA pour extraire automatiquement les informations des ordonnances téléversées (PDF ou images) via la reconnaissance optique de caractères (OCR) et le traitement du langage naturel (NLP). Par exemple lorsqu'un patient téléverse une ordonnance, l'IA identifie les médicaments prescrits, vérifie leur disponibilité dans les pharmacies locales, et propose des alternatives en cas de rupture de stock.

## **IV.5 Conclusion**

Ce chapitre a permis de présenter la réalisation technique de PharMap, depuis l'architecture logicielle (MVC) jusqu'aux interfaces finies, en passant par les outils de développement (Visual Studio Code, SQLiteStudio, etc.). Les différentes interfaces (patient, pharmacie, fournisseur, administrateur) ont été conçues pour offrir une expérience fluide et intuitive, répondant aux besoins spécifiques de chaque utilisateur. Les perspectives d'évolution, telles que la monétisation, l'intégration de l'IA et l'amélioration des fonctionnalités, garantissent la pérennité et l'adaptabilité de l'application. Ces développements futurs permettront d'enrichir PharMap en fonction des retours utilisateurs et des avancées technologiques, tout en consolidant sa position comme outil incontournable dans l'écosystème pharmaceutique algérien. Ce chapitre clôt la partie réalisation du projet.

## Conclusion générale

Ce mémoire a présenté le développement de PharMap, une application web innovante destinée à faciliter l'accès aux médicaments et à optimiser la gestion des stocks pour les pharmacies et les fournisseurs. À travers une approche méthodique et structurée, nous avons abordé les différentes étapes du projet, depuis l'analyse des besoins jusqu'à la réalisation technique, en passant par la conception détaillée.

Les principaux objectifs du projet ont été atteints :

- Pour les patients : L'application offre une solution rapide et intuitive pour localiser les pharmacies disposant des médicaments nécessaires, réduisant ainsi les temps de recherche et améliorant l'accès aux soins, notamment en situation d'urgence.
- Pour les pharmacies : PharMap propose des outils de gestion de stock en temps réel, des notifications automatisées et une communication simplifiée avec les fournisseurs, permettant une optimisation des ressources et une réduction des pertes financières.
- Pour les fournisseurs : La plateforme fournit une visibilité accrue sur les demandes des pharmacies et facilite la gestion des commandes, améliorant ainsi la distribution des médicaments.

Sur le plan technique, le choix d'une architecture MVC, combinée à des technologies modernes comme Node.js, React et SQLite, a permis de développer une application performante, sécurisée et accessible sur différentes plateformes. Les interfaces utilisateur, conçues pour être intuitives et ergonomiques, répondent aux attentes spécifiques de chaque acteur (patients, pharmacies, fournisseurs, administrateur).

Les perspectives d'évolution, telles que l'intégration de l'intelligence artificielle pour la prédiction des besoins en médicaments ou la mise en place de stratégies de monétisation équilibrées, ouvrent la voie à des améliorations continues. Ces développements futurs renforceront l'impact de PharMap dans l'écosystème pharmaceutique algérien.

En conclusion, ce projet démontre comment une solution numérique bien conçue peut résoudre des problématiques concrètes en matière de santé publique. PharMap représente une avancée significative pour les patients, les professionnels de la santé et les fournisseurs, en offrant un outil collaboratif et efficace. Nous espérons que cette application contribuera à réduire les inégalités d'accès aux soins et à améliorer la gestion des ressources pharmaceutiques, tout en inspirant d'autres initiatives similaires dans le domaine de la santé.

## Références

- [1] : <https://www.aquilapp.fr/ressources/glossaire/quel-est-le-role-dune-application-web#application-web-definition> Date de consultation : 12/03/2025.
- [2] : <https://homedeve.com/architecture-des-applications-web>, Date de consultation : 12/03/2025.
- [3] : <https://mylittlebigweb.com/blogue/definition-site-web> Date de consultation : 12/03/2025.
- [4] : <https://www.numidev.fr/une-application-mobile-cest-quoi> Date de consultation : 12/03/2025.
- [5] : <https://www.onemorethingstudio.com/blog/conception-technique-application-mobile-ios-ou-android> Date de consultation : 14/03/2025.
- [6] : Yessad Ep. Ouatah Nawal, cours : Génie Logiciel, module génie logiciel, 2021-2022, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.
- [7] : <https://asana.com/fr/resources/what-is-kanban>, Date de consultation : 14/03/2025.
- [8] : Sellami K, cours : Méthodologie d'analyse et de conception des SI ; module : MCSI, 2021-2022, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.
- [9] : <https://www.aps.dz/sante-science-technologie/116149-espoir-une-application-mobile-pour-retrouver-rapidement-les-medicaments>, Date de consultation : 20/03/2025.
- [10] : <https://medicaments-en-algerie.fr.aptoide.com/app>, Date de consultation : 21/03/2025.
- [11] : <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.loubia.medicamentalgerie&hl=fr>, Date de consultation : 22/03/2025.
- [12] : <https://www.pharmnet-dz.com/l-330-hetero-labs-limited> Date de consultation : 24/03/2025.
- [13] : Yessad Ep. Ouatah Nawal, cours : Présentation UML module génie logiciel, 2021-2022, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.
- [14] : Arab Majda et Bensaada Assia « Conception et réalisation d'un site web pour le centre d'imagerie médicale du CHU Khelil Amrane Bejaia », Mémoire de fin de cycle ; Option : Génie Logiciel, Promotion : 2020/2021, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.
- [15] : Cours : Chapitre I le langage UML et le processus unifié, Université abou Bekr Belkaid <http://dSPACE.univ-tlemcen.dz/bitstream/112/5500/5/chapitre1.pdf>, Date de consultation : 1/04/2025.
- [16] : Philippe RIGAUX. Cours de bases de données. Juin 2001.
- [17] : [http://projet.eu.org/pedago/sin/term/5-architecture\\_MVC.pdf](http://projet.eu.org/pedago/sin/term/5-architecture_MVC.pdf), Date de consultation : 20/04/2025.
- [18] : David ROUMANET, cours : 04, Cours Node.JS (installation et utilisation), juillet 2018
- [19] : <https://riptutorial.com/fr/home>.

**[20]** : Sider Abderahmane, cours : React-Web Technologies, 2022, Université Abderrahmane Mira de Béjaïa.

**[21]** : <https://kinsta.com/fr/blog/sqlite-vs-mysql/> Date de consultation : 20/05/2025.

**[22]** : Documentation for Visual Studio Code, Microsoft, 2022. Disponible sur : <https://code.visualstudio.com/docs>. Date de consultation : 21/05/2025.

**[23]** : <https://staruml.fr.softonic.com/> Date de consultation : 23/05/2025.

**[24]** : <https://sqlitestudio.pl/about/> Date de consultation : 24/05/2025.