République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université M'hamed Bougara - Boumerdès



Faculté des Sciences
Département d'Informatique

Domaine : Mathématiques Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Systèmes d'informatique

N° de l'Arrêté d'habilitation de la spécialité : arrêté n °872 du 26/07/2016

Mémoire de fin d'études en vu de l'obtention du Diplôme de Licence Académique

Projet réalisé dans le cadre de l'Arrêté Ministériel n° 1275 Mécanisme :
« Un Diplôme... Une Startup »

Thème

Conception et réalisation d'une solution e-prescription pour la gestion et la digitalisation des ordonnances médicales.

Présenté par :
KONATE DAOUDA ADAMA
TAHIROU ZADA ABDOUL-AZIZ
SANGARE MOHAMED

Stage Pratique réalisé au :

Soutenu le 04/06/2026 Devant le jury composé de

REFFAS IKRAM :	Examinateur
BOUGHANEM HADJER :	Encadrante
MEBTOUCHE LILIA :	Promotrice

DEDICACES

Je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, pour m'avoir accordé la force, la patience et la santé nécessaires pour mener à bien ce travail.
Je dédie ce travail à mes chers parents, pour leur amour, leurs sacrifices et leur soutien inconditionnel tout au long de mon parcours.
À ma famille et à mes proches, pour leurs encouragements et leur présence dans les moments difficiles.
À mon encadrante, Dr BOUGHANEM HADJER, pour ses conseils, sa disponibilité et son accompagnement durant la réalisation de ce projet.
À mes enseignants, pour leur contribution à ma formation académique et personnelle.
À mes amis et collègues, pour leur aide, leur soutien et les bons moments partagés.
Enfin, à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

KONATE DAOUDA ADAMA

DEDICACES

À mes très chers parents, Aucun mot ne pourrait suffire à exprimer ma profonde gratitude et mon infini amour envers vous. Ce travail est le fruit de vos innombrables sacrifices, de vos encouragements constants et de votre présence indéfectible à chaque étape de mon parcours. Vous m'avez comblé d'amour, soutenu dans les moments de doute, exaucé par vos invocations et permis de poursuivre mes études en répondant toujours présents à mes besoins financiers. Votre tendresse, votre patience et votre bienveillance ont été mon moteur et ma force. Vous m'avez donné bien plus que la vie : vous m'avez donné les ailes nécessaires pour poursuivre mes rêves. Que cette dédicace soit un modeste témoignage de ma reconnaissance éternelle et de tout l'amour que je vous porte. Puisse ce mémoire être une fierté pour vous et la promesse d'un avenir où je pourrai, à mon tour, prendre soin de vous comme vous l'avez toujours fait pour moi.

TAHIROU ZADA ABDOUL-AZIZ

DEDICACES

Je tiens tout d'abord à remercier madame H. BOUGHANEM pour ses précieux conseils et sa disponibilité tout au long de ce projet. Je remercie aussi mes camarades de promotion pour l'entraide, l'échange et la bonne ambiance qui ont marqué notre parcours ensemble. Mes remerciements vont aussi aux membres du jury pour le temps qu'ils ont accordé à l'évaluation de ce travail. Je remercie chaleureusement mes parents pour leur soutien moral et leurs encouragements constants durant toutes mes études. Enfin, je dédie ce travail à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à sa réalisation.

SANGARE MOHAMED

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre encadrante, Dr BOUGHANEM HADJER, pour son encadrement, sa disponibilité et ses précieux conseils tout au long de notre travail. Nous adressons également nos sincères remerciements à l'incubateur de l'Université de Boumerdès, en particulier à notre promotrice MEBTOUCHE LILIA ainsi qu'au directeur de l'incubateur, Pr LECHEB SAMIR, pour leur accompagnement et leur soutien dans le cadre de notre projet orienté startup.
Nous tenons à remercier le Dr REFFAS IKRAM qui a bien voulu accepter d'examiner ce travail.
Enfin, nous remercions les enseignants ainsi que les membres du département d'informatique de l'Université M'hamed Bougara de Boumerdès pour leur contribution à notre formation et à la réussite de notre parcours académique.

Résumé

Ce projet consiste à la conception et la réalisation d'une application web de e-Prescription destinée à moderniser la gestion des ordonnances médicales. En remplaçant le support papier par un système numérique basé sur le QR Code, notre solution connecte le médecin, le patient et le pharmacien. L'objectif est d'assurer la sécurité des données, de réduire les erreurs de médication et de garantir une traçabilité complète des prescriptions grâce à une architecture web sécurisée basée sur PHP et MySQL.

Abstract

This project consists of the design and development of a web-based e-Prescription application aimed at modernizing the management of medical prescriptions. By replacing paper-based records with a digital system based on QR codes, our solution connects the doctor, the patient, and the pharmacist. The objective is to ensure data security, reduce medication errors, and guarantee full traceability of prescriptions through a secure web architecture based on PHP and MySQL.

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE 1
CHAPITRE 1 : Contexte et analyse préalable du projet 2
1.1 Introduction 2
1.2 Pratiques et systèmes de prescription existants 2
1.2.1 Ordonnance manuscrite – Fonctionnement, avantages, limites 2
1.2.2 Systèmes hospitaliers informatisés (HIS) - usage interne, limites d'interopérabilité 2
1.3 Le concept d'e-Prescription 3
1.3.1 Définition et objectifs 3
1.3.2 Fonctionnement général 3
1.3.3 Rédaction d'une Prescription Électronique (informations obligatoires, étapes) 4
1.4 Étude Comparative des Systèmes numérique existant 4
1.4.1 Recip-e (Belgique) – caractéristiques, points forts, faiblesses 5
1.4.2 Electronic Prescription Service - EPS (Royaume-Uni) – caractéristiques, points forts, faiblesses 5
1.4.3 Tableau comparatif synthétique 6
1.5 Limites communes des solutions analysées 6
1.6 Contribution et positionnement de notre solution 6
1.6.1 Apports spécifiques 7
1.6.2 Lien avec le cadre startup et l'incubateur 7
1.7 Conclusion 7
CHAPITRE 2 : Analyse et conception du système 8
2.1 Introduction 8
2.2 Analyse des besoins 8
2.3 Identification des acteurs 8
2.4 Besoins fonctionnels 8
2.5 Besoins non fonctionnels 9
2.6 Diagramme de cas d'utilisation 9
2.7 Description des cas d'utilisation 9
2.7.1 Authentification 9
2.7.2 Création d'un compte 9
2.7.3 Consultation de l'historique médical 9
2.7.4 Accès à l'ordonnance 10
2.7.5 Gestion des dossiers médicaux 10
2.7.6 Gestion des ordonnances 10
2.7.7 Envoi de l'ordonnance 10

2.7.8 Scan du QR Code 10
2.8 Descriptions textuelles : tableaux des descriptions textuelles des différents CU 11
2.9 Diagramme de cas d'utilisation 12
2.10 Diagramme de séquence 13
2.10.1 Diagramme de séquence « Créer un compte » : 13
2.10.2 Diagramme de séquence « Authentification » : 14
2.10.3 Diagramme de séquence « Créer un dossier » : 15
2.10.4 Diagramme de séquence « Supprimer un dossier » : 16
2.10.5 Diagramme de séquence « Modifier un dossier » : 17
2.10.6 Diagramme de séquence « Créer une ordonnance et Envoyer » : 18
2.10.7 Diagramme de séquence « Accéder à l'ordonnance » : 20
2.10.8 Diagramme de séquence « Scanner, valider et actualiser l'ordonnance » : 20
2.11 Diagramme de classes 21
2.12 Modèle relationnel: 22
2.13 Architecture générale du système 23
2.14 Sécurité du système 23
2.15 Conclusion 23
CHAPITRE 3 : Implémentation et Résultats 24
3.1 Introduction 24
3.2 Environnement de développement 24
3.3 Implémentation des fonctionnalités principales 24
3.3.1 Authentification et gestion des accès 24
3.3.2 Interface du médecin 25
3.3.3 Interface de saisie des ordonnances 26
3.3.4 Envoie de l'ordonnance prescrit avec QR Code générer 27
3.3.5 Interface Patient et Pharmacien 27
3.4 Sécurité du système 29
3.5 Perspectives d'évolution 29
3.6 Conclusion 30
CONCLUSION GENERALE 31
Références 32

Table des figures

Figure 1 - Fonctionnement du système e-Prescription 4
Figure 2 - Interface Helena plateforme fille de Recip-e 5
Figure 3 - Diagramme de cas d'utilisation 13
Figure 4 - Diagramme séquence «créer compte » 14
Figure 5 - Diagramme de séquence « Authentification » 15
Figure 6 - Diagramme de séquence « Créer un dossier » 16
Figure 7 - Diagramme de séquence « Supprimer un dossier » 17
Figure 8 - Diagramme de séquence « Modifier un dossier » 18
Figure 9 - Diagramme de séquence « Créer une ordonnance et Envoyer » 19
Figure 10 - Diagramme de séquence « Accéder à l'ordonnance » 20
Figure 11 - Diagramme de séquence « SCANNER, valider et actualiser l'ordonnance » 21
Figure 12 - Diagramme de classes 22
Figure 13 - Interface authentification 25
Figure 14 - Interface médecin 26
Figure 15 - Interface de saisie des ordonnances 26
Figure 16 - Ordonnance version imprimable et numérique 27
Figure 17 - Interface patient 28
Figure 18 - Interface pharmacien 28
Figure 19 - Validation de l'ordonnance par le pharmacien 29

Table des tableaux

Tableau 1 - Tableau comparatif synthétique 6
Tableau 2 - Description textuelle : Authentification 11
Tableau 3 - Description textuelle : Créer un compte 11
Tableau 4 - Description textuelle : Consulter historique 11
Tableau 5 - Description textuelle : Scanner le code QR 11
Tableau 6 - Description textuelle : Accéder à une ordonnance 12
Tableau 7 - Description textuelle : Gérer un dossier patient 12
Tableau 8 - Description textuelle : Envoyer une ordonnance 12
Tableau 9 - Technologies utilisées 24

INTRODUCTION GENERALE

Avec l'évolution des technologies de l'information et de la communication, le domaine de la santé connaît une transformation progressive vers la digitalisation des services médicaux. Parmi les problématiques les plus fréquentes dans les établissements de santé figure la gestion traditionnelle des ordonnances papier, souvent source d'erreurs de lecture, de perte d'informations et de difficultés de communication entre les professionnels de santé.

Afin de répondre à ces problématiques, plusieurs solutions numériques ont été développées dans le domaine de la e-santé, notamment les systèmes d'e-Prescription permettant la création, la transmission et la consultation des ordonnances médicales sous format électronique.

Dans ce contexte, notre projet consiste à concevoir et développer une plateforme web d'e-Prescription visant à faciliter la gestion des prescriptions médicales tout en assurant la sécurité et la traçabilité des données médicales.

La solution proposée repose sur une architecture centralisée intégrant trois acteurs principaux : le médecin, le patient et le pharmacien. Le système permet la génération d'ordonnances électroniques accompagnées de QR Codes facilitant leur vérification et leur consultation.

Ce projet s'inscrit également dans le cadre du programme national des projets startups universitaires, encourageant le développement de solutions numériques innovantes répondant à des problématiques réelles.

Ce mémoire est organisé en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente l'étude de l'existant et les concepts théoriques liés au domaine.
- Le deuxième chapitre détaille l'analyse des besoins et la conception UML du système.
- Le troisième chapitre expose l'implémentation de la solution, les résultats obtenus ainsi que les perspectives d'évolution.

CHAPITRE 1 : Contexte et analyse préalable du projet

1.1 Introduction

La prescription médicale représente une étape essentielle dans la prise en charge des patients. Dans plusieurs établissements de santé, les ordonnances sont encore rédigées sur support papier, ce qui peut entraîner des problèmes de lisibilité, de perte de documents et un manque de traçabilité des informations médicales [1].

Avec l'évolution des technologies numériques, le domaine de la santé connaît une transformation progressive vers la digitalisation des services médicaux. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) souligne que les erreurs médicamenteuses représentent un risque important pour les patients et que les solutions numériques peuvent contribuer à améliorer la sécurité des prescriptions [2].

Par ailleurs, plusieurs systèmes d'e-Prescription ont été développés afin de faciliter la gestion des ordonnances médicales et améliorer la communication entre les professionnels de santé [3]. En Algérie, les initiatives de modernisation du secteur de la santé encouragent également l'intégration progressive des technologies numériques dans les établissements médicaux [13].

Dans ce contexte, notre projet vise à concevoir une plateforme web d'e-Prescription basée sur les QR Codes afin de digitaliser et sécuriser la gestion des ordonnances médicales entre le médecin, le patient et le pharmacien.

1.2 Pratiques et systèmes de prescription existants

1.2.1 Ordonnance manuscrite – Fonctionnement, avantages, limites

L'ordonnance manuscrite constitue le mode traditionnel de prescription médicale. Elle est rédigée à la main par le praticien sur support papier et remise physiquement au patient, qui la présente ensuite en officine pour la délivrance des médicaments [4].

Avantages :

- Accessibilité universelle sans équipement numérique
- Simplicité et rapidité de rédaction
- Indépendance face aux pannes techniques ou aux coupures réseau

Limites :

- Risques d'erreurs liés à l'illisibilité de l'écriture
- Vulnérabilité à la perte, à la détérioration ou à la falsification
- Absence de traçabilité et de partage instantané entre les acteurs

1.2.2 Systèmes hospitaliers informatisés (HIS) - usage interne, limites d'interopérabilité

Dans certains hôpitaux, des systèmes informatiques permettent la gestion des dossiers médicaux et des prescriptions internes. Ces systèmes sont souvent intégrés dans des plateformes plus larges de gestion hospitalière.

Usage interne

Les systèmes hospitaliers informatisés sont principalement utilisés au sein des établissements de santé afin de centraliser les informations médicales et faciliter la gestion des patients et des prescriptions.

Limites d'interopérabilité

- Accès limité aux patients et aux pharmaciens externes
- Systèmes fermés non interconnectés
- Difficulté d'utilisation en dehors de l'établissement

1.3 Le concept d'e-Prescription

1.3.1 Définition et objectifs

L'e-Prescription est un système numérique permettant la création, la transmission et la gestion des ordonnances médicales sous format électronique [5]. Elle vise à remplacer les prescriptions papier traditionnelles afin d'améliorer la qualité des services médicaux.

Les principaux objectifs sont :

- Réduire les erreurs médicales ;
- Améliorer la traçabilité des prescriptions ;
- Faciliter la communication entre médecin,
- Patient et pharmacien ; assurer la sécurité des données médicales.

1.3.2 Fonctionnement général

Le système d'e-Prescription repose sur une plateforme centralisée (voir Figure 1) reliant les différents acteurs (médecin, patient et pharmacien).

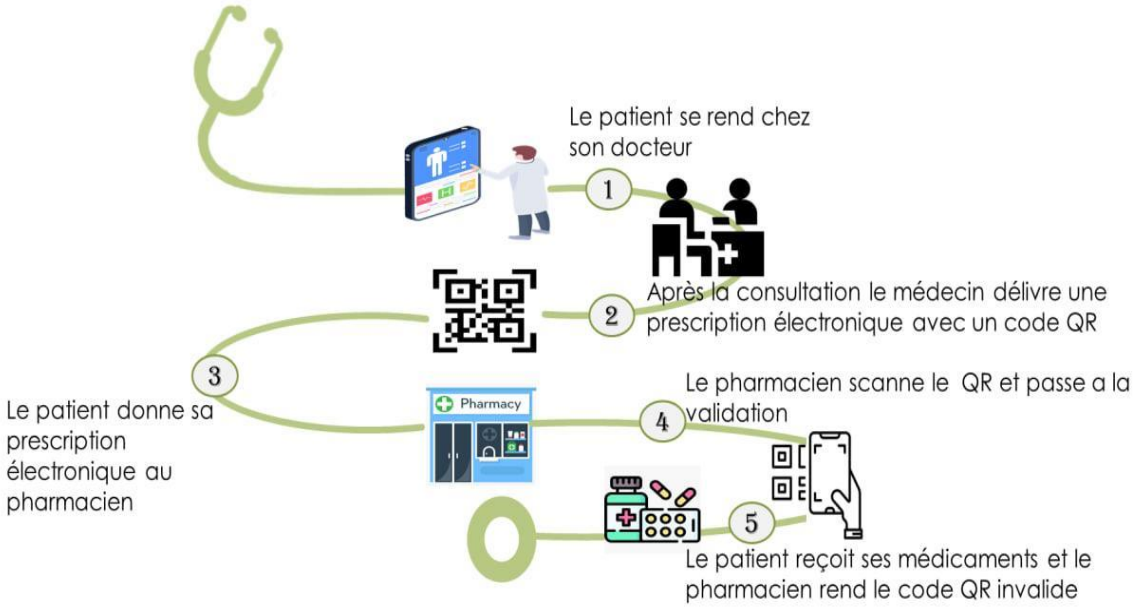


Figure 1 - Fonctionnement du système e-Prescription

1.3.3 Rédaction d'une Prescription Électronique (informations obligatoires, étapes)

1.3.3.1 Informations Obligatoires

Une prescription électronique doit contenir plusieurs informations essentielles afin d'assurer sa validité médicale et réglementaire. Elle doit inclure les informations du médecin telles que son nom, sa spécialité et son numéro professionnel. Les informations du patient, notamment son nom, son prénom et sa date de naissance, doivent également être renseignées.

L'ordonnance doit préciser la date de prescription, les médicaments prescrits, le dosage ainsi que la durée du traitement [9]. Enfin, une signature et un QR Code sécurisé permettent de garantir l'authenticité et la validité de la prescription [5].

1.3.3.2 Étapes de Création d'une e-Prescription

La création d'une e-Prescription commence par l'authentification du médecin sur une plateforme sécurisée. Ensuite, le dossier médical du patient est consulté ou créé afin d'enregistrer les informations nécessaires.

Le médecin saisit ensuite les médicaments prescrits, les dosages et la durée du traitement. Après vérification des informations, le système génère automatiquement un QR Code sécurisé permettant d'authentifier l'ordonnance.

Enfin, l'ordonnance électronique est transmise au patient sous format numérique ou imprimé.

1.4 Étude Comparative des Systèmes numérique existant

Afin de mieux comprendre le fonctionnement des systèmes de prescription électronique et d'identifier les fonctionnalités essentielles dans le domaine de la santé numérique, nous avons réalisé une étude de quelques solutions existantes utilisées dans plusieurs pays.

Cette étude permet d'analyser les mécanismes de gestion des ordonnances électroniques ainsi que les services proposés aux différents acteurs du système de santé. Elle nous aide également à identifier les points forts et les limites des solutions actuelles afin de mieux orienter la conception de notre système.

Pour cette analyse, nous avons choisi d'étudier les systèmes Recip-e [6] et Electronic Prescription Service (EPS) [7], qui représentent deux solutions importantes dans le domaine de l'e-Prescription.

1.4.1 Recip-e (Belgique) – caractéristiques, points forts, faiblesses

Recip-e est un système de prescription électronique utilisé en Belgique permettant la transmission sécurisée des ordonnances entre médecins et pharmaciens (voir Figure 2).

Points forts

- Sécurité élevée
- Traçabilité des prescriptions
- Réduction des erreurs médicales

Limites

- Dépendance à une infrastructure nationale
- Utilisation parfois complexe pour certains utilisateurs

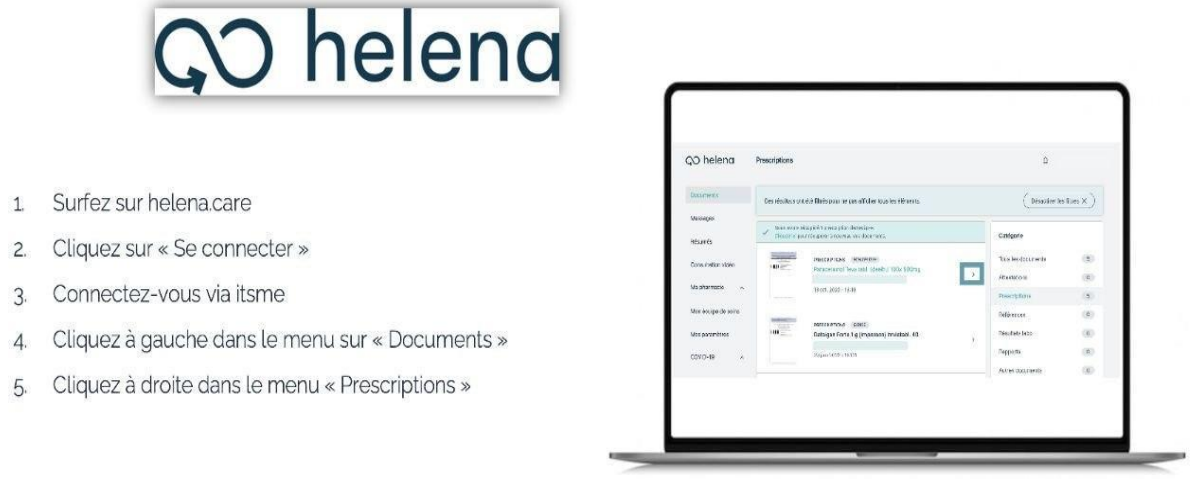


Figure 2 - Interface Helena plateforme fille de Recip-e

1.4.2 Electronic Prescription Service - EPS (Royaume-Uni) – caractéristiques, points forts, faiblesses

L'Electronic Prescription Service (EPS) est un système utilisé au Royaume-Uni dans le cadre du National Health Service (NHS). Il permet la transmission numérique des ordonnances vers les pharmacies.

Points forts

- Gain de temps pour les patients
- Gestion des renouvellements de prescriptions
- Intégration avec les services de santé

Limites

- Accessibilité variable selon les régions
- Dépendance au système national de santé

1.4.3 Tableau comparatif synthétique

Critère	Ordonnance papier	Recip-e	EPS	Notre solution
Support	Papier	Numérique	Numérique	Numérique+QR-code
Traçabilité	Faible	Élevé	Élevé	Élevé
Sécurité	Limitée	Renforcée	Renforcée	Renforcée
Acteurs connectés	Patient	Médecin-pharmacien	Médecin-pharmacien	Médecin-patient-pharmacien
Vérification	Manuelle	Numérique	Numérique	QR-code

Tableau 1 - Tableau comparatif synthétique

1.5 Limites communes des solutions analysées

À partir de l'analyse précédente, plusieurs limites communes peuvent être identifiées :

- Manque de communication entre médecin, patient et pharmacien
- Absence d'un système unifié et accessible à tous les acteurs
- Insuffisance des mécanismes d'identification rapide (QR code)
- Problèmes liés à la sécurité et à la confidentialité des données
- Difficulté d'accès aux informations médicales pour les patients

1.6 Contribution et positionnement de notre solution

Dans le but de surmonter les limites identifiées, notre projet propose une solution innovante d'e-Prescription basée sur une plateforme numérique intégrée.
Notre solution se distingue par :

- La mise en place d'un système basé sur un QR code permettant un accès rapide et sécurisé aux ordonnances
- L'intégration des trois acteurs principaux : médecin, patient et pharmacien
- La possibilité pour le patient de consulter son historique médical
- Un système sécurisé garantissant la confidentialité des données
- Une interface simple et accessible pour tous les utilisateurs

Cette approche vise à améliorer la communication entre les acteurs de santé, à réduire les erreurs médicales et à assurer un suivi efficace des patients.

1.6.1 Apports spécifiques

Afin de répondre aux limites identifiées, notre projet propose une solution d'e-Prescription basée sur une plateforme web sécurisée.
Notre solution se distingue par :

- L'utilisation d'un QR Code pour l'accès rapide aux ordonnances ;
- l'intégration du médecin, du patient et du pharmacien ;
- la consultation de l'historique médical par le patient ;
- une meilleure traçabilité des prescriptions ;
- une interface simple et accessible.

1.6.2 Lien avec le cadre startup et l'incubateur

Ce projet s'inscrit dans le cadre du programme national des projets startups universitaires. Il vise à proposer une solution numérique innovante répondant à une problématique réelle dans le domaine de la santé.

L'accompagnement de l'incubateur universitaire permet de développer une approche entrepreneuriale et d'envisager une évolution future de la plateforme vers une solution utilisable à grande échelle.

1.7 Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter le contexte général de notre projet et d'analyser les solutions existantes en matière d'e-Prescription. L'étude comparative des systèmes Recip-e et EPS a mis en évidence les avantages de la digitalisation, mais aussi les limites à surmonter.

Notre solution se positionne comme une alternative simple, sécurisée et accessible, intégrant les trois acteurs principaux du système de santé et utilisant le QR Code comme mécanisme d'identification rapide et fiable.

Le chapitre suivant présentera l'analyse et la conception détaillée de notre système.

CHAPITRE 2 : Analyse et conception du système

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons l'analyse et la conception de notre solution d'e-Prescription destinée à la gestion et à la digitalisation des ordonnances médicales. Cette étape permet d'identifier les besoins du système, les différents acteurs ainsi que les fonctionnalités principales de la plateforme. Nous présenterons également les diagrammes UML utilisés pour modéliser le fonctionnement du système [8].

2.2 Analyse des besoins

Contexte : L'analyse des besoins constitue une étape essentielle dans la conception d'un système informatique. Elle permet d'identifier les attentes des utilisateurs ainsi que les fonctionnalités nécessaires au bon fonctionnement de l'application [10].

Notre solution vise principalement à faciliter la gestion des ordonnances médicales grâce à une plateforme numérique sécurisée permettant la communication entre le médecin, le patient et le pharmacien.

2.3 Identification des acteurs

Le système proposé fait intervenir plusieurs acteurs principaux.

- **Le médecin :** il est responsable de la création et de la gestion des ordonnances électroniques. Il peut consulter les informations des patients, générer des prescriptions médicales.

- **Le patient :** il consulte ses ordonnances électroniques à travers son espace personnel. Il peut accéder à son historique médical et présenter son QR Code au pharmacien.

- **Le pharmacien :** il scanne les ordonnances électroniques à l'aide du QR Code avant la délivrance des médicaments prescrits.

- **L'administrateur :** il assure la gestion technique de la plateforme ainsi que la sécurité des données et des comptes utilisateurs.

2.4 Besoins fonctionnels

Les besoins fonctionnels représentent les services que doit fournir le système [11].
Notre solution doit permettre :

- L'authentification sécurisée des utilisateurs ;
- La gestion des comptes utilisateurs ;
- La création d'ordonnances électroniques ;
- La génération automatique de QR Codes ;
- La consultation des prescriptions médicales ;
- L'accès à l'historique des ordonnances ;

- La vérification des ordonnances par le pharmacien ;
- L'impression ou le téléchargement des prescriptions ;
- La sécurisation des échanges entre les acteurs.

2.5 Besoins non fonctionnels

Les besoins non fonctionnels définissent les contraintes techniques et qualitatives du système [11].

Le système doit garantir :

- La sécurité et la confidentialité des données médicales ;
- Une interface simple et facile à utiliser ;
- De bonnes performances lors des traitements ;
- La disponibilité du système ;
- La fiabilité des informations ;
- La rapidité d'accès aux ordonnances ;
- La compatibilité avec différents appareils.

2.6 Diagramme de cas d'utilisation

Dans cette partie, nous présentons le diagramme de cas d'utilisation décrivant les interactions entre les différents acteurs et le système (voir Figure 3). Le diagramme de cas d'utilisation représente les principales fonctionnalités offertes par le système ainsi que les interactions entre les utilisateurs et la plateforme [8].

2.7 Description des cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation est détaillé par la Figure 3. Les différentes interactions entre les acteurs du système et la plateforme d'e-Prescription. Chaque acteur possède un ensemble de fonctionnalités spécifiques selon son rôle dans le système.

2.7.1 Authentification

L'authentification constitue une fonctionnalité essentielle du système. Elle permet aux utilisateurs d'accéder à leurs espaces personnels de manière sécurisée à l'aide de leurs identifiants de connexion.
Tous les acteurs du système, notamment le patient, le médecin et le pharmacien, doivent s'authentifier avant d'accéder aux différentes fonctionnalités de la plateforme (voir Tableau 2).

2.7.2 Création d'un compte

Le patient peut créer un compte personnel afin d'accéder aux services proposés par la plateforme. Cette fonctionnalité permet l'enregistrement des informations nécessaires telles que le nom, l'adresse électronique et les données d'identification.
Une fois le compte créé, le patient reçoit un matricule patient, pour pouvoir se connecter au système et consulter ses ordonnances électroniques (voir Tableau 3).

2.7.3 Consultation de l'historique médical

Le système permet au patient de consulter l'historique de ses ordonnances et prescriptions médicales. Cette fonctionnalité facilite le suivi des traitements médicaux et permet un accès rapide aux anciennes prescriptions (voir Tableau 4).

2.7.4 Accès à l'ordonnance

Le patient peut accéder à ses ordonnances électroniques directement depuis son interface utilisateur après authentification.
Cette fonctionnalité offre deux possibilités :

- Visualiser l'ordonnance ;
- Télécharger le QR Code associé à la prescription.

Le QR Code permet une identification rapide et sécurisée de l'ordonnance lors de la consultation en pharmacie (voir Tableau 5).

2.7.5 Gestion des dossiers médicaux

Le médecin dispose d'un modèle de gestion des dossiers médicaux des patients. Cette fonctionnalité lui permet de :

- Créer un dossier médical ;
- Modifier les informations du dossier ;
- Supprimer un dossier si nécessaire.

La gestion centralisée des dossiers améliore l'organisation des informations médicales et facilite le suivi des patients (voir Tableau 6).

2.7.6 Gestion des ordonnances

Le système permet au médecin de gérer les ordonnances électroniques des patients.
Cette fonctionnalité comprend :

- La création d'une ordonnance ;
- La modification d'une ordonnance existante.

Lors de la création de l'ordonnance, le médecin renseigne les médicaments prescrits, les dosages et la durée du traitement. Le système génère ensuite automatiquement un QR Code sécurisé permettant d'identifier l'ordonnance (voir Tableau 7).

2.7.7 Envoi de l'ordonnance

Après validation de la prescription, le médecin peut envoyer l'ordonnance électronique au patient à travers la plateforme.
L'ordonnance devient alors accessible dans l'espace personnel du patient sous format numérique avec son QR Code associé (voir Tableau 8).

2.7.8 Scan du QR Code

Le pharmacien utilise la fonctionnalité de scan du QR Code afin d'accéder rapidement aux informations de l'ordonnance électronique.
Cette fonctionnalité lui permet de :

- **Valider les médicaments disponibles**

Après vérification de l'ordonnance électronique, le pharmacien valide la disponibilité des médicaments prescrits avant leur délivrance au patient. Le système enregistre ensuite l'opération. Cette opération permet de vérifier l'authenticité de la prescription et

d’éviter les risques de falsification des ordonnances médicales en assurant une meilleure traçabilité des traitements médicaux (voir Tableau 9).

2.8 Descriptions textuelles : tableaux des descriptions textuelles des différents CU

Description textuelle du cas d’utilisation : Authentification		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : Authentification **Acteurs :** Patient, Médecin, Pharmacien **Objectif :** Accéder au système de manière sécurisée	L’utilisateur saisit ses identifiants. Le système vérifie les informations puis autorise l’accès à la plateforme.	**Erreur :** identifiants incorrects. **Contrainte :** mot de passe sécurisé.

Tableau 2 - Description textuelle : Authentification

Description textuelle du cas d’utilisation : Création d’un compte		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : Créer compte **Acteur :** Patient **Objectif :** Créer un compte utilisateur	Le patient remplit le formulaire d’inscription. Le système vérifie les données puis crée le compte.	**Erreur :** email déjà utilisé. **Contrainte :** informations valides.

Tableau 3 - Description textuelle : Créer un compte

Description textuelle du cas d’utilisation : Consultation de l’historique		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : consulter historique **Acteur :** Patient **Objectif :** Consulter les anciennes ordonnances	Le patient accède à son espace personnel puis consulte l’historique affiché par le système.	**Erreur :** aucun historique trouvé. **Contrainte :** accès limité aux données personnelles.

Tableau 4 - Description textuelle : Consulter historique

Description textuelle du cas d’utilisation : Scan du QR Code		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : Scan du QR Code **Acteur :** Pharmacien **Objectif :** Vérifier l’ordonnance électronique	Le pharmacien scanne le QR Code. Le système affiche les informations de l’ordonnance puis valide la délivrance des médicaments.	**Erreur :** QR Code invalide. **Contrainte :** pharmacien authentifié.

Tableau 5 - Description textuelle : Scanner le code QR

Description textuelle du cas d'utilisation : Accès à l'ordonnance		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : Accès à l'ordonnance **Acteur :** Patient **Objectif :** Consulter ou télécharger une ordonnance électronique.	Le patient accède à son espace personnel puis consulte l'ordonnance affichée par le système ou télécharge le QR code associé.	**Erreur :** aucune ordonnance disponible. **Contrainte :** accès limité aux ordonnances du patient authentifié.

Tableau 6 - Description textuelle : Accéder à une ordonnance

Description textuelle du cas d'utilisation : Gestion des dossiers médicaux		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : Gestion des dossiers médicaux **Acteur :** Docteur **Objectif :** Créer, modifier ou supprimer les dossiers médicaux.	Le docteur accède à son espace professionnel, sélectionne un patient puis effectue les opérations de création, modification ou suppression du dossier médical.	**Erreur :** accès refusé ou dossier introuvable. **Contrainte :** respect de la confidentialité des données médicales.

Tableau 7 - Description textuelle : Gérer un dossier patient

Description textuelle du cas d'utilisation : Envoi de l'ordonnance		
Identification	**Séquencement**	**Rubriques optionnelles**
Nom : Envoi de l'ordonnance **Acteur :** Docteur **Objectif :** Envoyer l'ordonnance électronique au patient ou au pharmacien.	Le docteur valide l'ordonnance puis l'envoie à travers le système vers le destinataire concerné.	**Erreur :** échec d'envoi ou données incomplètes. **Contrainte :** ordonnance signée électroniquement avant l'envoi.

Tableau 8 - Description textuelle : Envoyer une ordonnance

2.9 Diagramme de cas d'utilisation

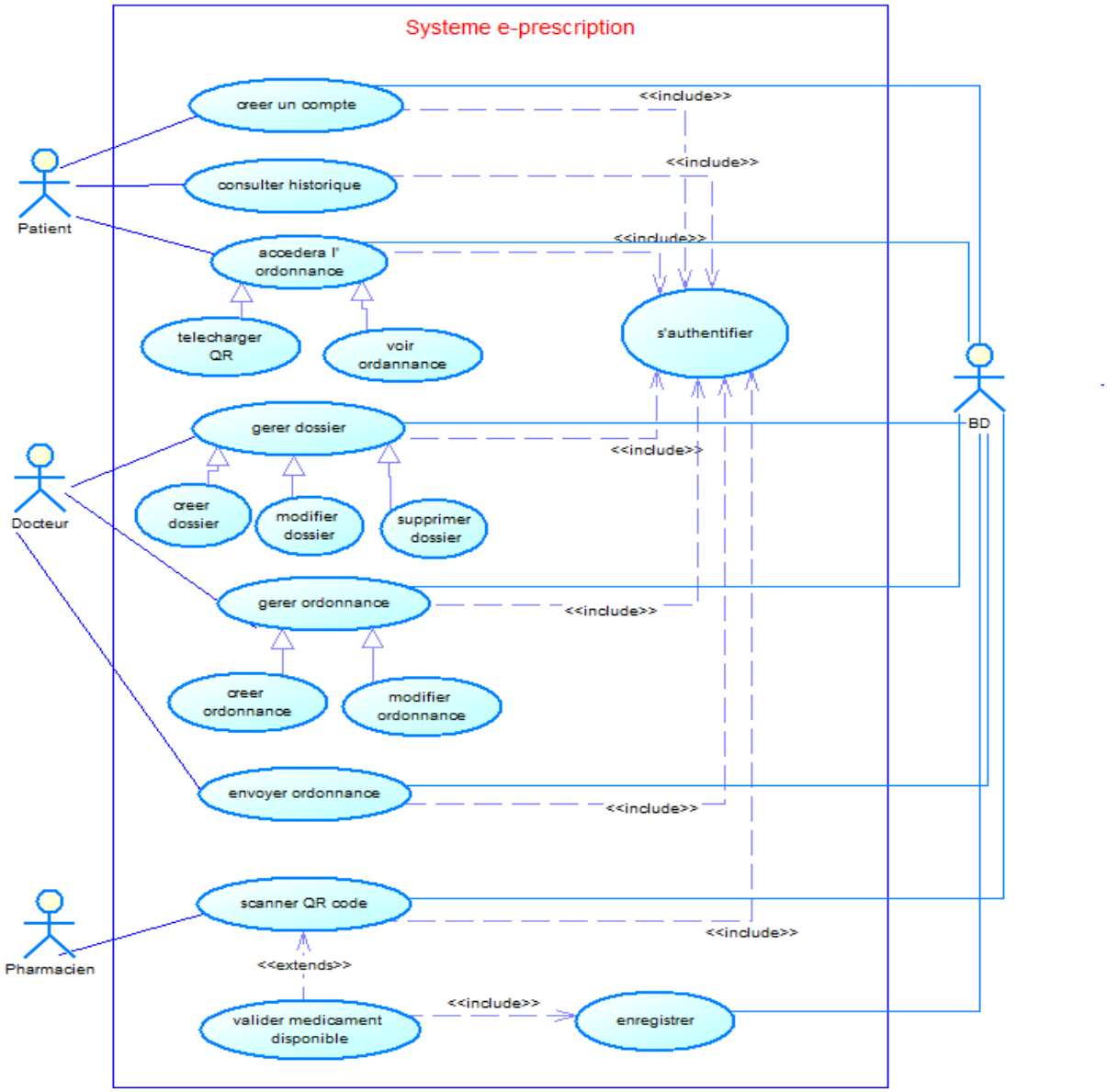


Figure 3 - Diagramme de cas d'utilisation

2.10 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence permet de représenter chronologiquement les échanges entre les acteurs et le système lors de l'exécution d'une fonctionnalité [8].

2.10.1 Diagramme de séquence « Créer un compte » :

Ce diagramme montre la création d'un nouveau compte. Quand un médecin ou un patient n'est pas dans la base de données, il doit impérativement l'ajouter et l'enregistrer afin qu'il puisse bénéficier des différentes fonctions de l'application (voir Figure 4).

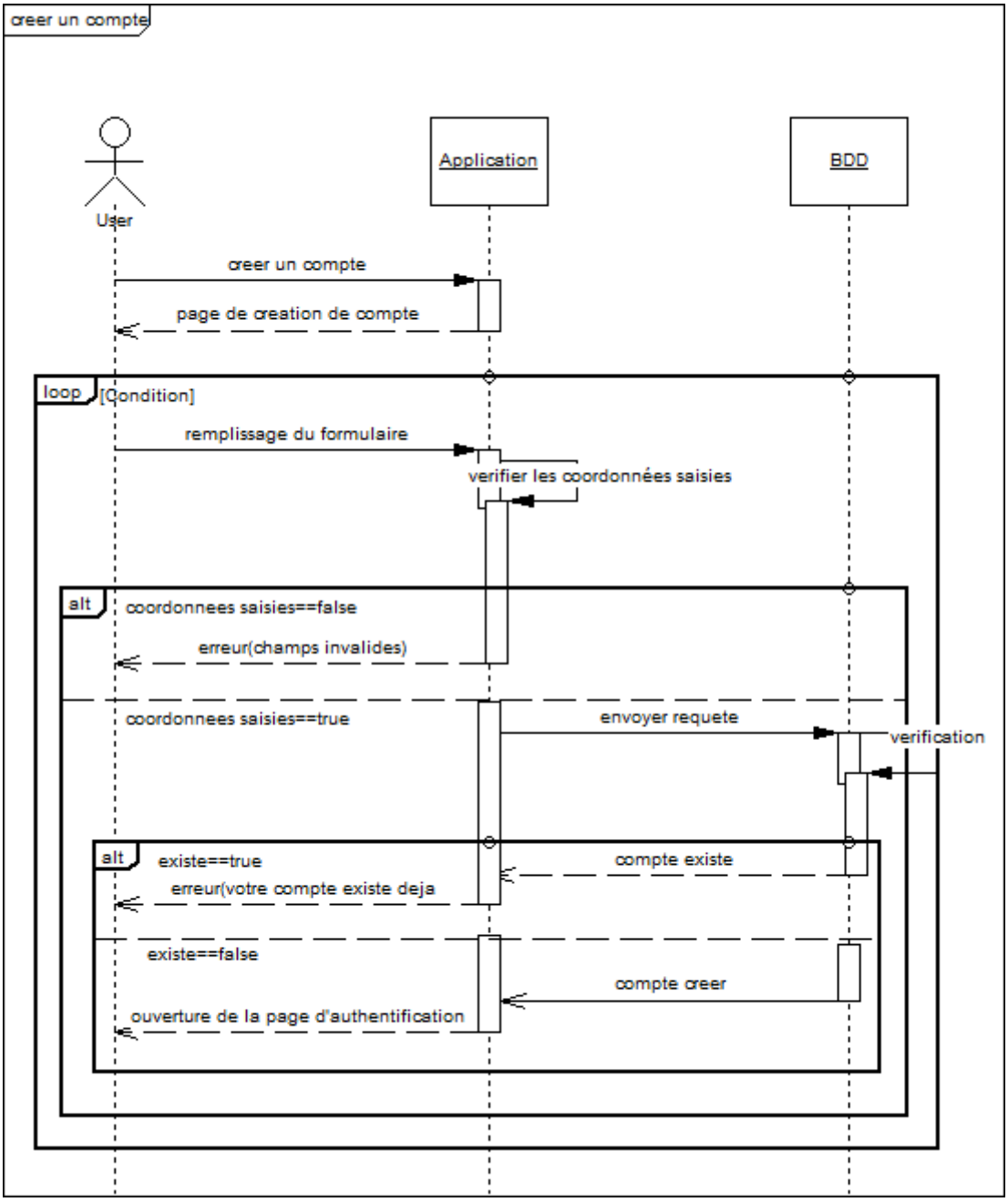


Figure 4 - Diagramme séquence «créer compte »

2.10.2 Diagramme de séquence « Authentification » :

L'authentification est un processus permettant de s'assurer de la légitimité de la demande d'accès faite par un utilisateur afin d'autoriser l'accès de l'application. L'authentification consiste à vérifier le login et le mot de passe se trouvant déjà dans la base de données (voir Figure 5).

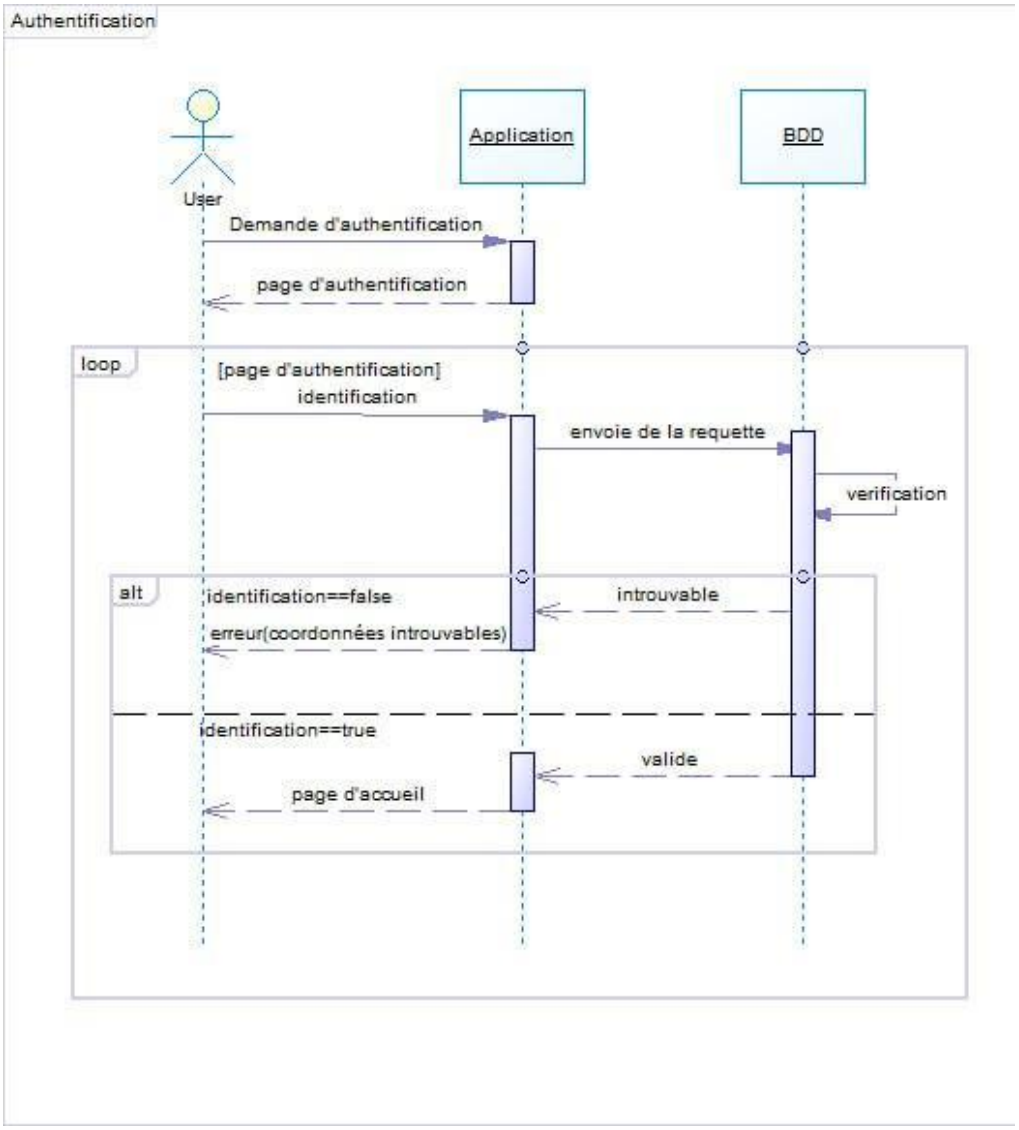


Figure 5 - Diagramme de séquence « Authentification »

2.10.3 Diagramme de séquence « Créer un dossier » :

Ce déroulement consiste à créer un nouveau dossier à un nouveau patient (voir Figure 6) ne se trouvant pas au préalable dans la base de données, avec toutes les informations nécessaires au médecin afin d'identifier la maladie et de pouvoir prescrire la liste des médicaments.

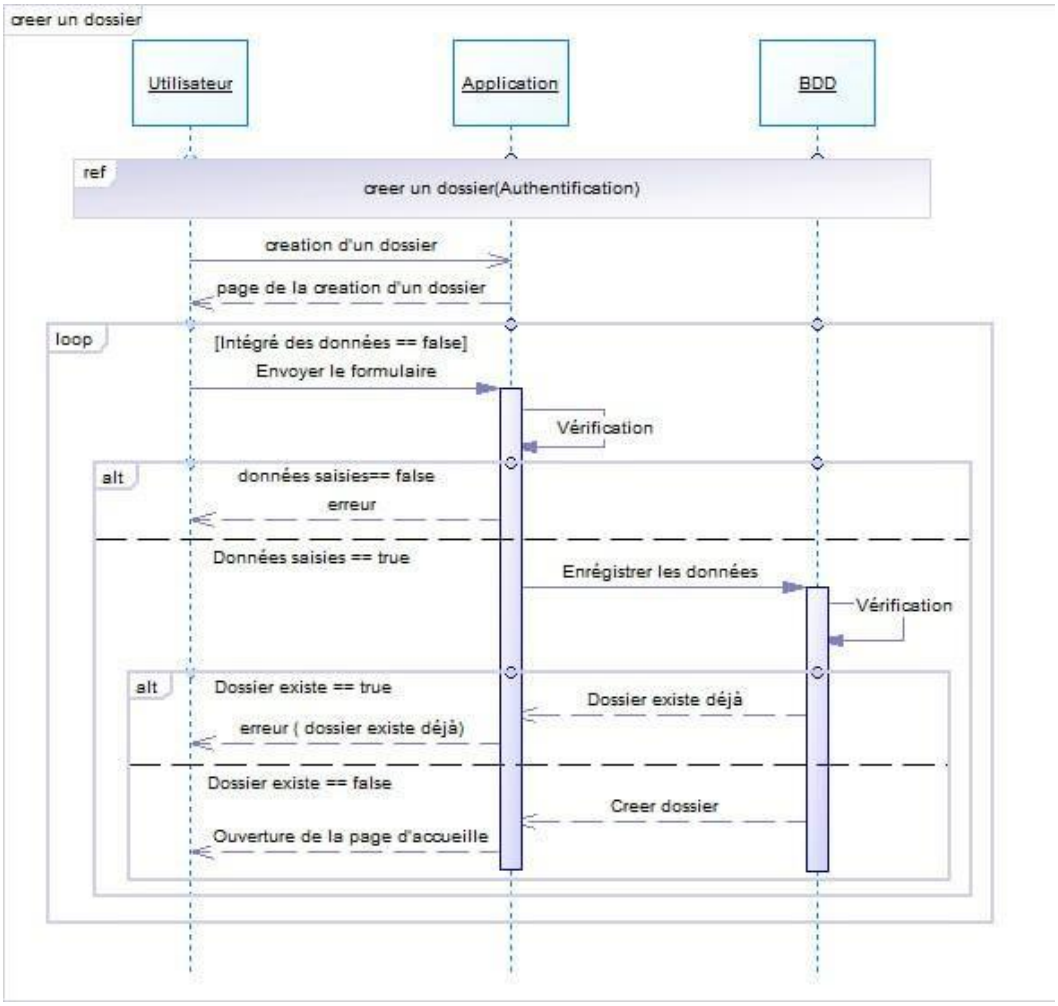


Figure 6 - Diagramme de séquence « Créer un dossier »

2.10.4 Diagramme de séquence « Supprimer un dossier » :

Ce diagramme explique comment se passe la suppression d'un dossier médical. Le docteur s'authentifie, saisit l'identifiant du dossier, et après vérification dans la base de données, confirme la suppression du dossier (voir Figure 7).

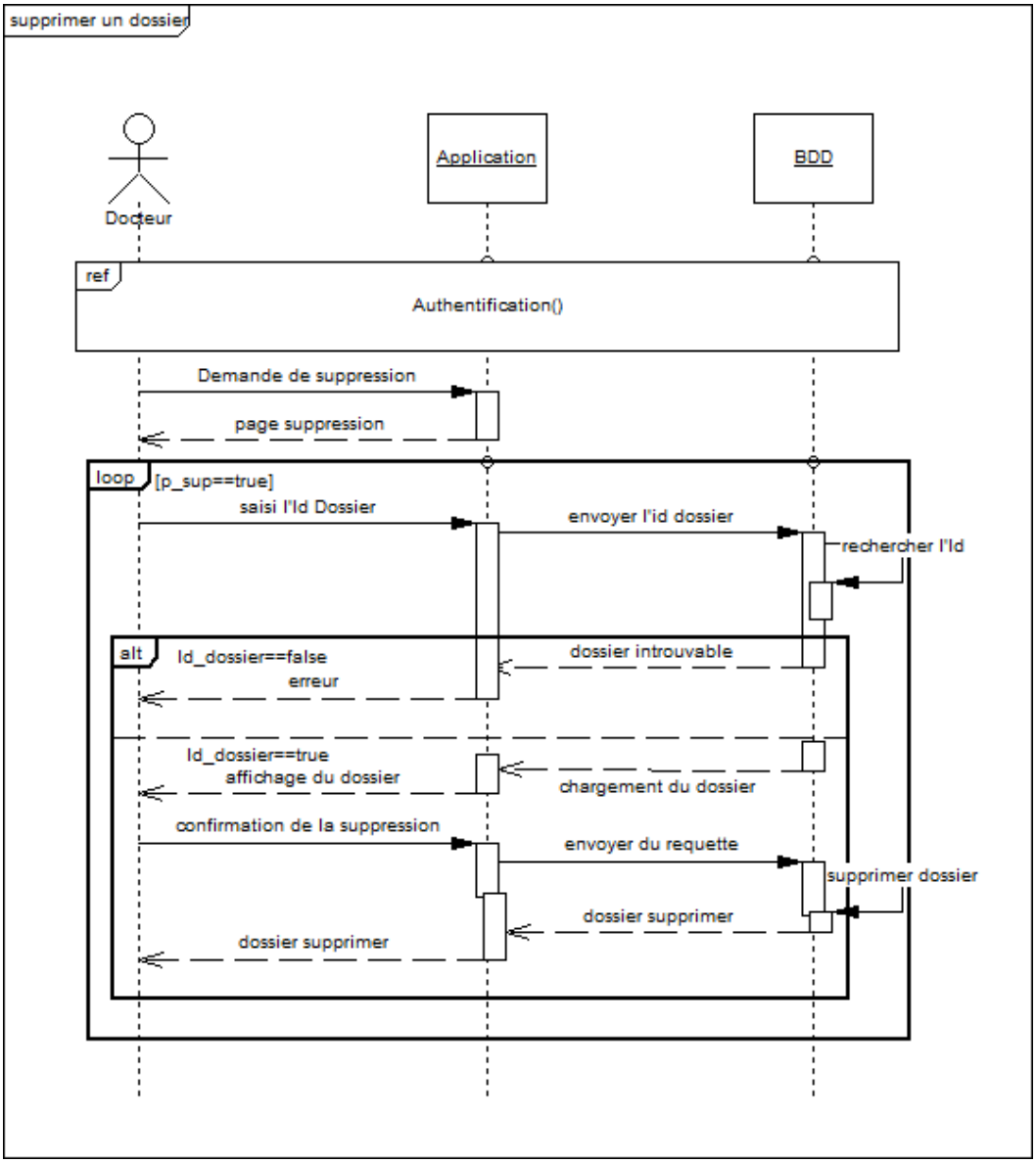


Figure 7 - Diagramme de séquence « Supprimer un dossier »

2.10.5 Diagramme de séquence « Modifier un dossier » :

Ce scénario décrit les différentes modifications possibles qu'un médecin puisse faire pour un dossier médical. Après authentification, il saisit l'identifiant du dossier, le système charge les données et le médecin soumet les nouvelles informations (voir Figure 8).

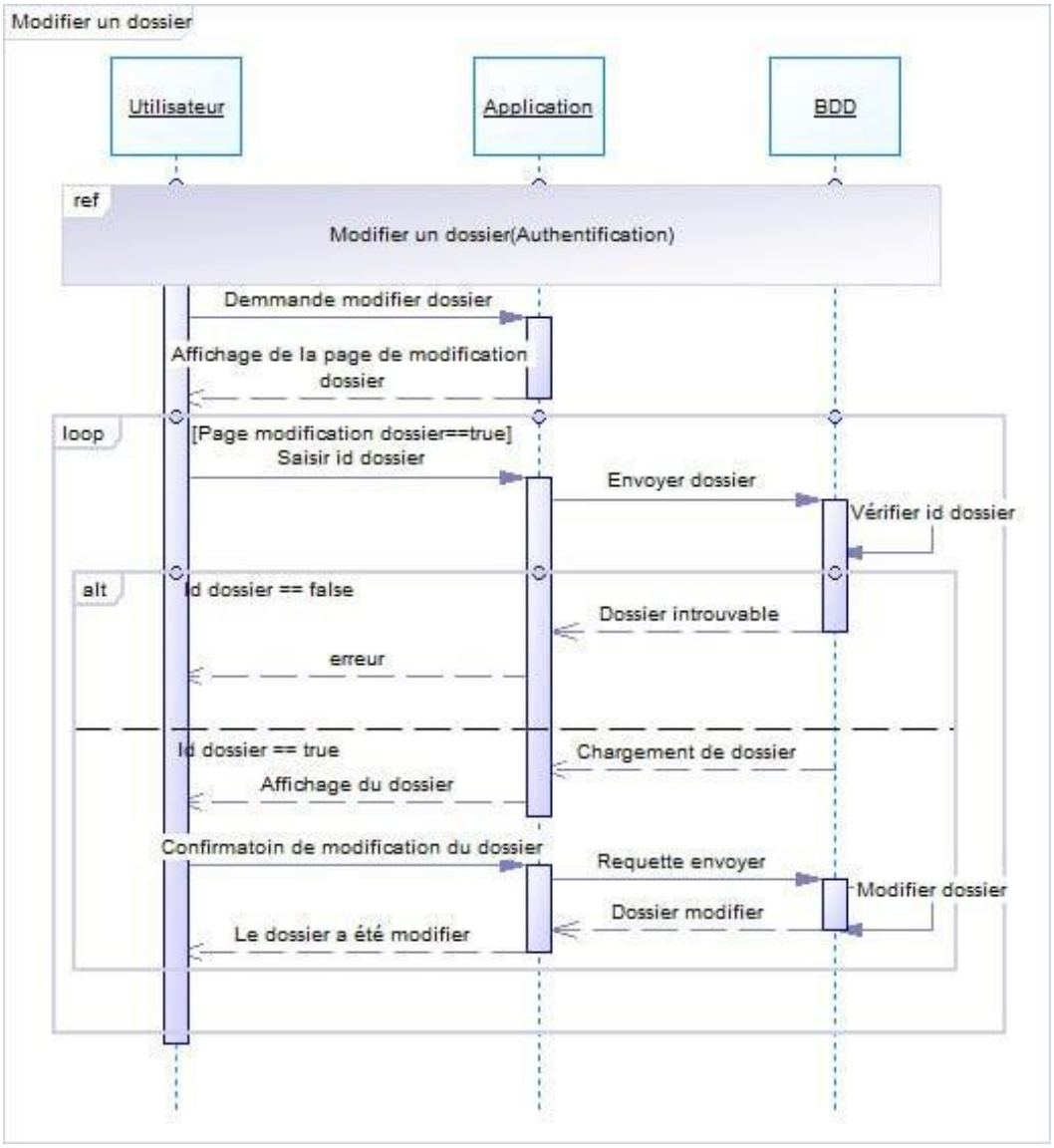


Figure 8 - Diagramme de séquence « Modifier un dossier »

2.10.6 Diagramme de séquence « Créer une ordonnance et Envoyer » :

Ce scénario nous montre les étapes à suivre par le médecin pour créer une ordonnance électronique et l'envoyer au patient. Après authentification, le médecin renseigne les médicaments, le système génère un QR code sécurisé, et l'ordonnance est transmise au patient (voir Figure 9).

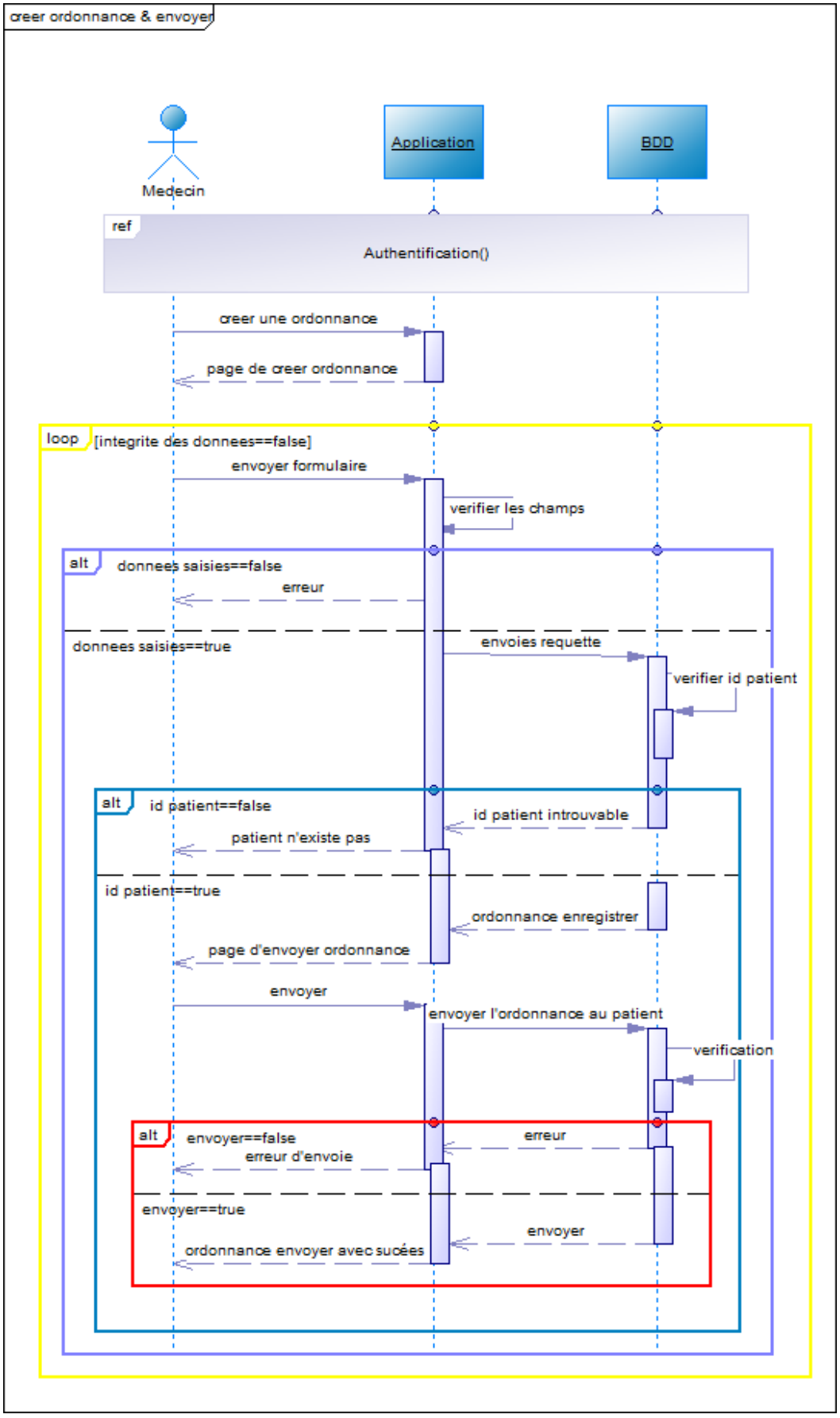


Figure 9 - Diagramme de séquence « Créer une ordonnance et Envoyer »

2.10.7 Diagramme de séquence « Accéder à l'ordonnance » :

Ce scénario nous montre comment le patient peut accéder à son ordonnance électronique. Après authentification, il consulte la liste de ses ordonnances, sélectionne celle souhaitée et peut la visualiser ou télécharger le QR code associé (voir Figure 10).

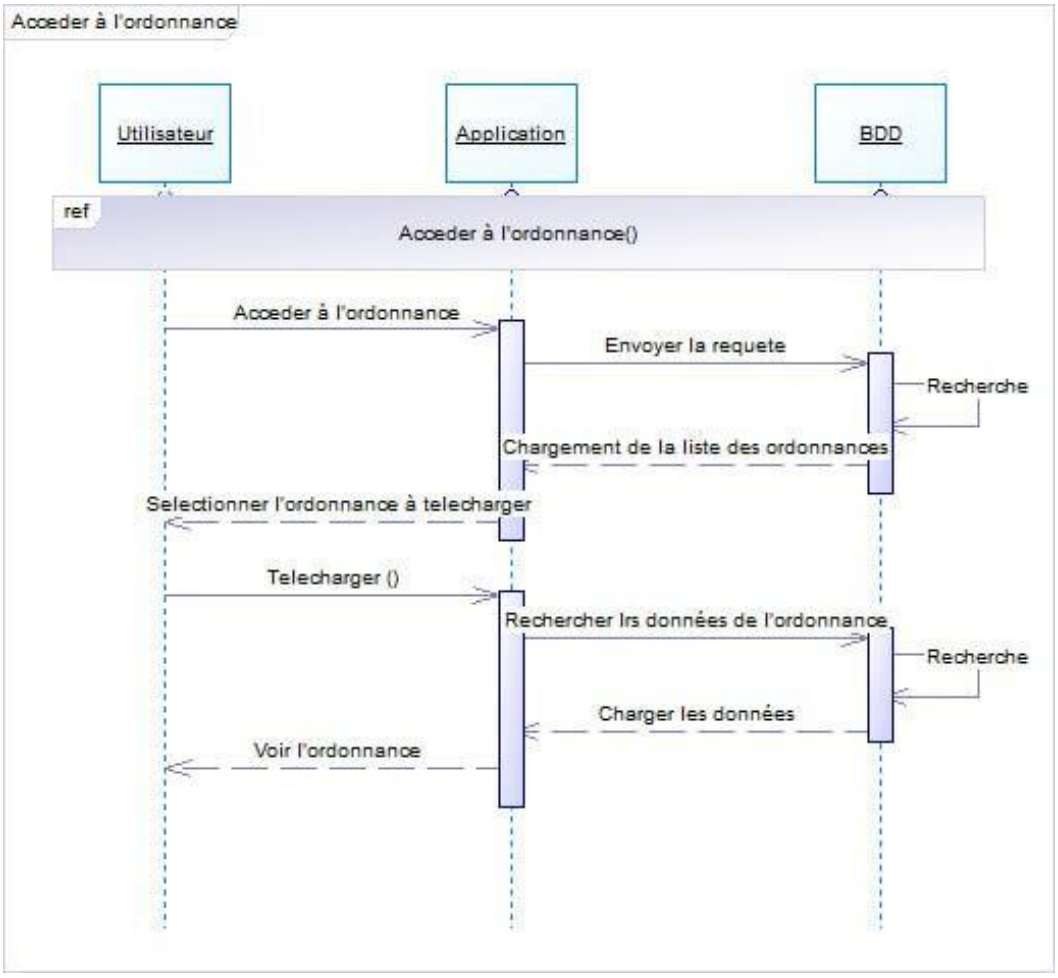


Figure 10 - Diagramme de séquence « Accéder à l'ordonnance »

2.10.8 Diagramme de séquence « Scanner, valider et actualiser l'ordonnance » :

Ce scénario décrit les étapes du processus de scan du QR code par le pharmacien. Après authentification, le pharmacien scanne le QR code du patient, le système vérifie l'ordonnance dans la base de données, affiche la liste des médicaments et enregistre la délivrance (voir Figure 11).

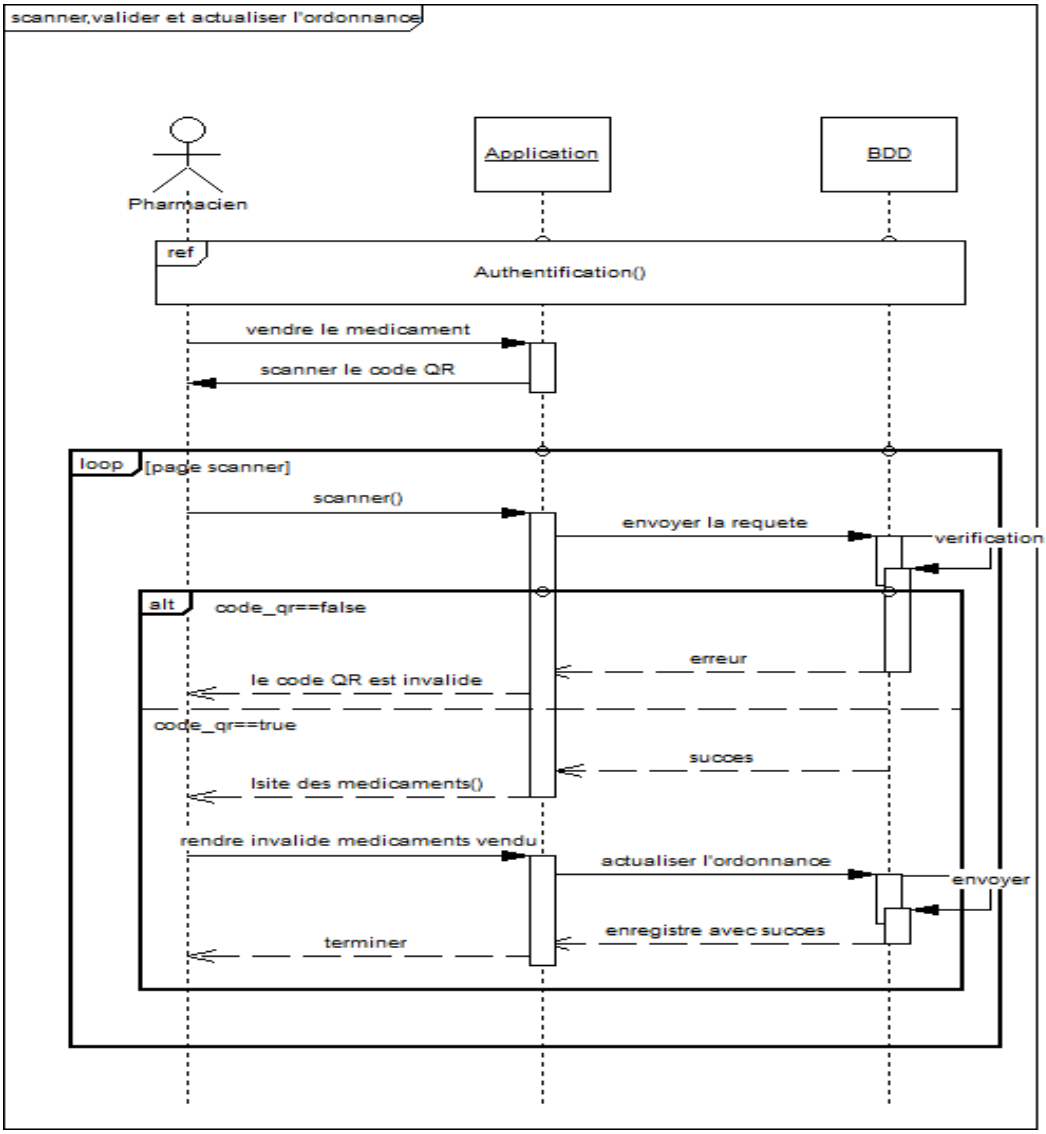


Figure 11 - Diagramme de séquence « SCANNER, valider et actualiser l'ordonnance »

2.11 Diagramme de classes

Le diagramme de classes représente la structure statique du système ainsi que les relations entre les différentes entités [8].
Les principales classes identifiées dans notre système sont :

- Utilisateur ;
- Médecin ;
- Patient ;
- Pharmacien ;
- Ordonnance ;
- Médicament ;
- QR Code ;
- Historique.

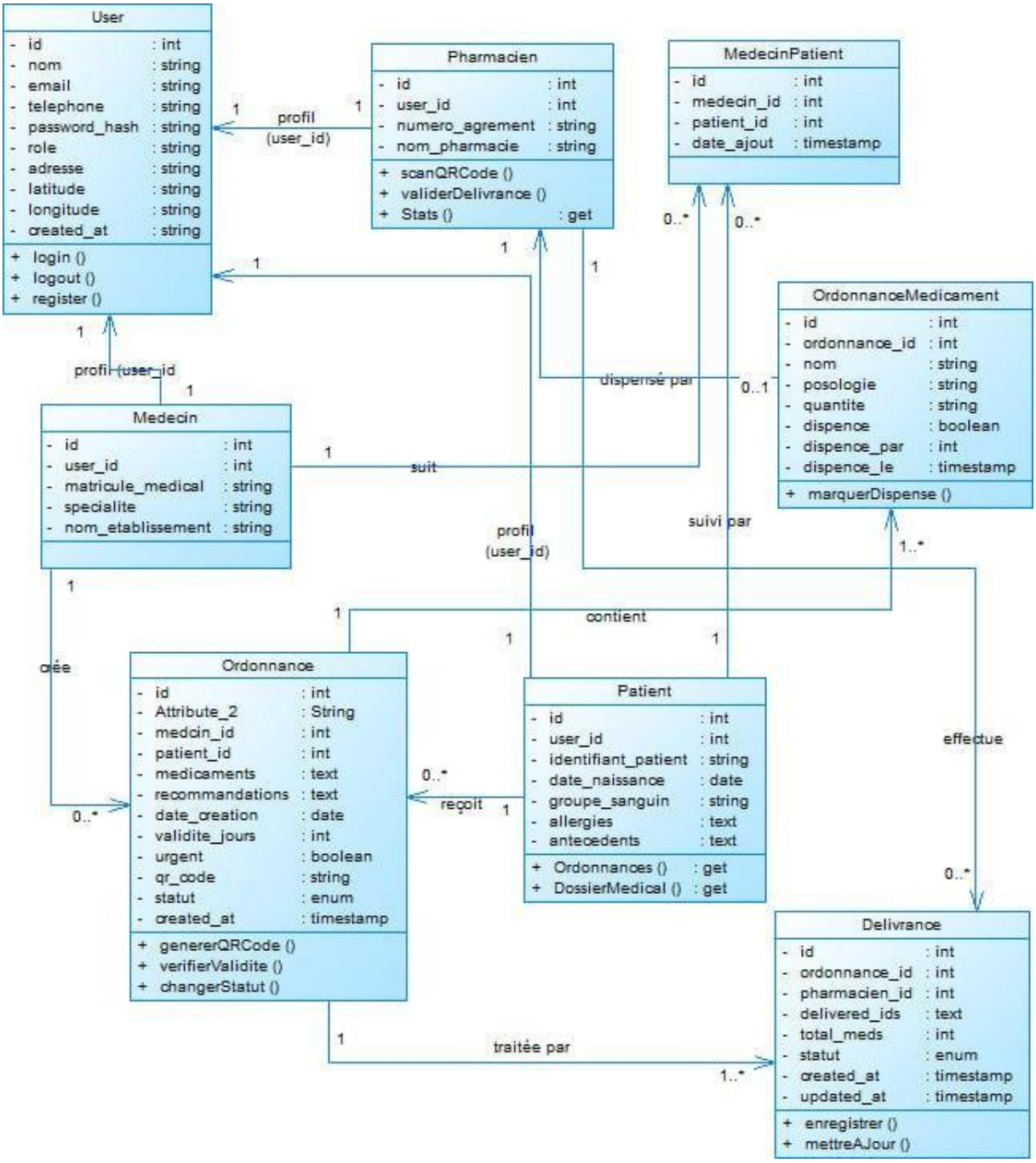


Figure 12 - Diagramme de classes

2.12 Modèle relationnel :

USER (id, nom, prenom, email, telephone, password_hash, role, adresse, latitude, longitude, created_at)

PATIENT (id, #user_id, identifiant_patient, date_naissance, groupe_sanguin, allergies, antecedents)

MEDECIN (id, #user_id, matricule_medical, specialite, nom_etablissement)

PHARMACIEN (id, #user_id, numero_agrement, nom_pharmacie)

ORDONNANCE (id, numero, #medecin_id, #patient_id, medicaments, recommandations, date_creation, validite_jours, urgent, qr_code, statut, created_at)

ORDONNANCE_MEDICAMENT (id, #ordonnance_id, nom, posologie, quantite, dispense, #dispense_par, dispense_le)

DELIVRANCE (id, #ordonnance_id, #pharmacien_id, delivered_ids, total_meds, statut, created_at, updated_at)

MEDECIN_PATIENT (id, #medecin_id, #patient_id, date_ajout)

2.13 Architecture générale du système

Elle repose sur une architecture centralisée permettant la communication entre les différents acteurs via une plateforme sécurisée.

2.14 Sécurité du système

La sécurité représente un élément essentiel dans notre solution en raison de la sensibilité des données médicales

Pour garantir la protection des informations, plusieurs mécanismes ont été intégrés :

- Authentification sécurisée ;
- Contrôle d'accès selon les rôles ;
- Génération de QR Codes uniques ;
- Protection des données médicales ;
- Sécurisation des échanges entre utilisateurs.

2.15 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'analyse et la conception de notre solution d'e-Prescription. Cette étape nous a permis d'identifier les besoins du système, les acteurs impliqués ainsi que les principales fonctionnalités de la plateforme.

Les différents diagrammes UML réalisés offrent une vision globale du fonctionnement du système et constituent une base essentielle pour la phase d'implémentation qui sera présentée dans le chapitre suivant.

CHAPITRE 3 : Implémentation et Résultats

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous présentons la phase d'implémentation de notre solution d'e-Prescription. Cette étape consiste à transformer les modèles de conception réalisés précédemment en une application fonctionnelle permettant la gestion et la digitalisation des ordonnances médicales. Nous présenterons également les outils utilisés, les principales fonctionnalités développées ainsi que les résultats obtenus après les différents tests réalisés.

3.2 Environnement de développement

Le développement de l'application a été réalisé à l'aide de plusieurs technologies web modernes permettant d'assurer la performance, la sécurité et la simplicité d'utilisation du système.

Couche	Technologies utilisées
Frontend	**HTML5, CSS3, JavaScript**
Backend	**PHP**
Base de données	**MySQL**
Outils	**VS Code, Git, GitHub, PowerDesigner**
Serveur local	**Wampserver**
QR Code	**QRServer API**

Tableau 9 - Technologies utilisées

Le système repose sur une architecture Client-Serveur permettant la communication entre les interfaces utilisateurs et la base de données via des scripts PHP.

3.3 Implémentation des fonctionnalités principales

3.3.1 Authentification et gestion des accès

Le système permet l'authentification des différents acteurs :

- Médecin
- Patient
- Pharmacien

Chaque utilisateur dispose d'un espace dédié accessible après vérification des identifiants. Les mots de passe sont sécurisés grâce au hachage et les accès sont contrôlés selon le rôle de chaque utilisateur (voir Figure 13).

Fonctionnalités réalisées :

- Inscription des utilisateurs
- Connexion sécurisée
- Gestion des sessions
- Redirection selon le rôle



Figure 13 - Interface authentification

3.3.2 Interface du médecin

Le médecin peut créer un dossier patient et gérer des ordonnances électroniques à travers un formulaire dédié (voir Figure 14).

Les fonctionnalités principales sont :

- Recherche d'un patient inscrit
- Création du dossier d'un patient
- Ajout des médicaments
- Définition des posologies

- Génération d’une ordonnance numérique
- Consultation historique des ordonnances prescrites

Chaque ordonnance possède un identifiant unique permettant son suivi.

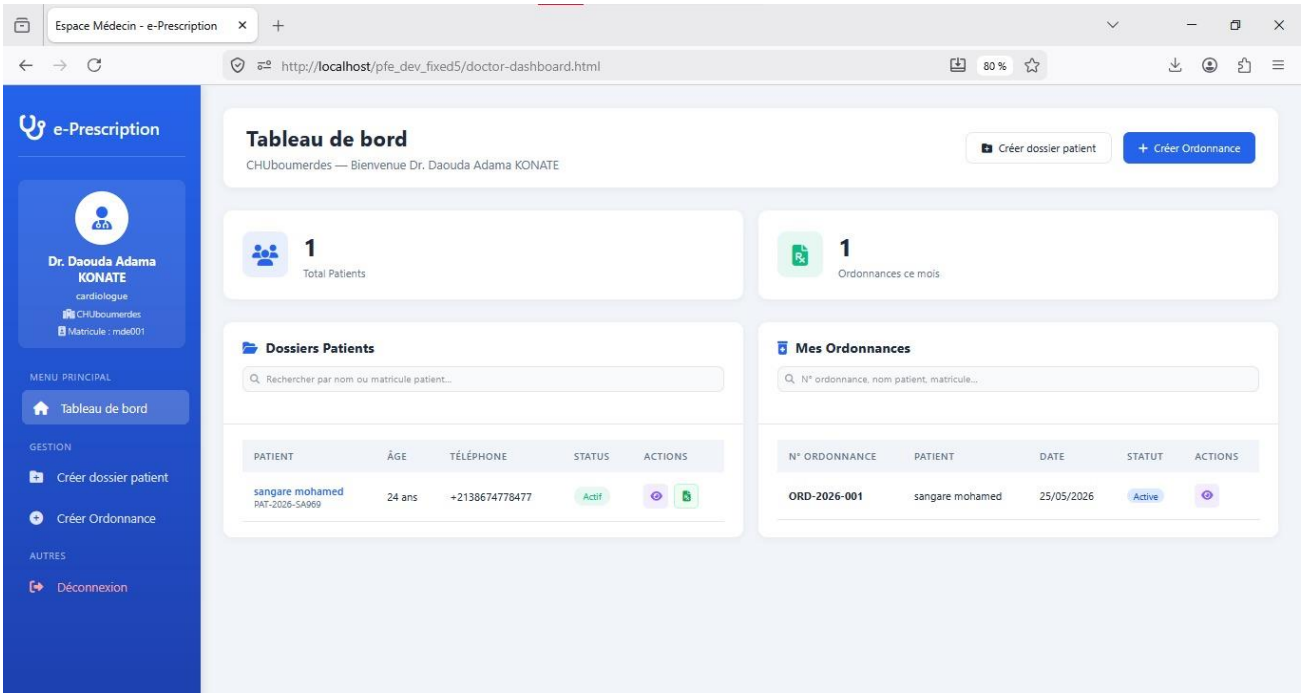


Figure 14 - Interface médecin

3.3.3 Interface de saisie des ordonnances

Cette interface permet au médecin de saisir les informations nécessaires à la création d’une ordonnance électronique. Le médecin peut ajouter les médicaments, définir les posologies et enregistrer l’ordonnance (voir Figure 15). Après validation, le système génère automatiquement un QR Code associé à la prescription (voir Figure 16).

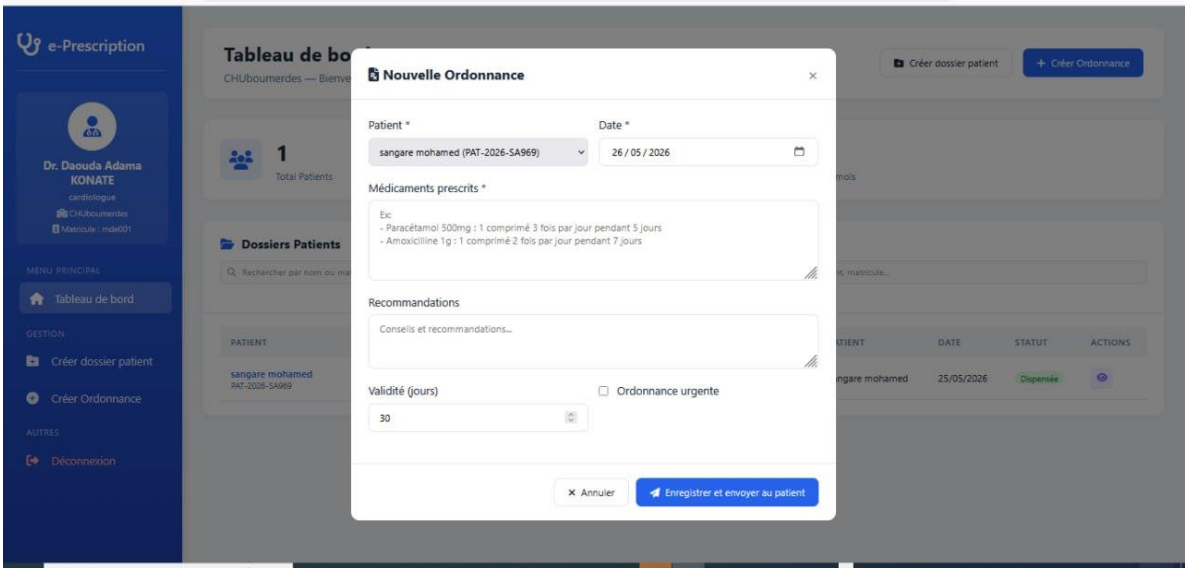


Figure 15 - Interface de saisie des ordonnances

3.3.4 Envoie de l'ordonnance prescrite avec QR Code générer

Afin de faciliter l'accès rapide aux ordonnances, un QR Code est généré automatiquement pour chaque prescription (voir Figure 16).

Le pharmacien peut scanner ce code afin de consulter les informations autorisées liées à l'ordonnance.

Deux formats sont proposés :

- Version imprimable
- Version numérique

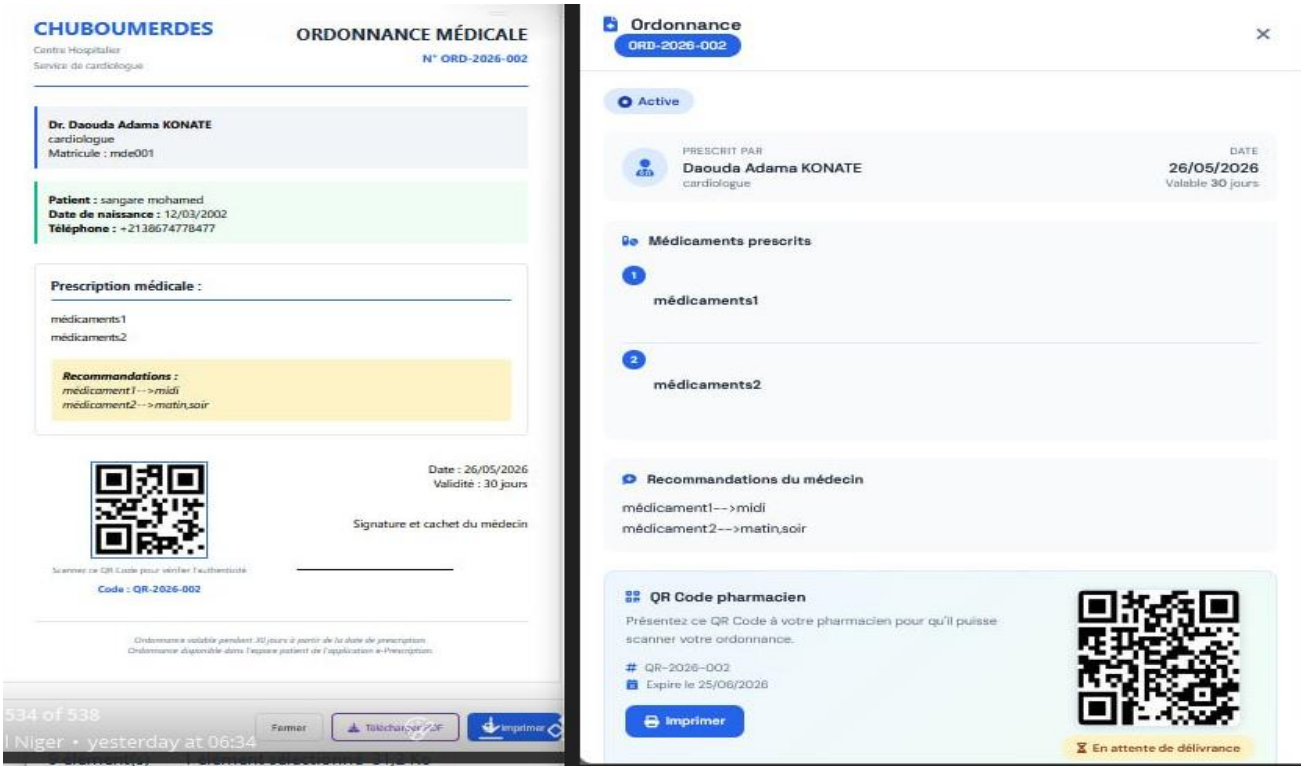


Figure 16 - Ordonnance version imprimable et numérique

3.3.5 Interface Patient et Pharmacien

L'espace patient permet : la consultation des ordonnances, l'accès à l'historique médical, l'affichage du QR Code
L'espace pharmacien permet : le scan du QR Code, la vérification de l'ordonnance, la validation de la dispensation des médicaments (voir Figures 17, 18 et 19)

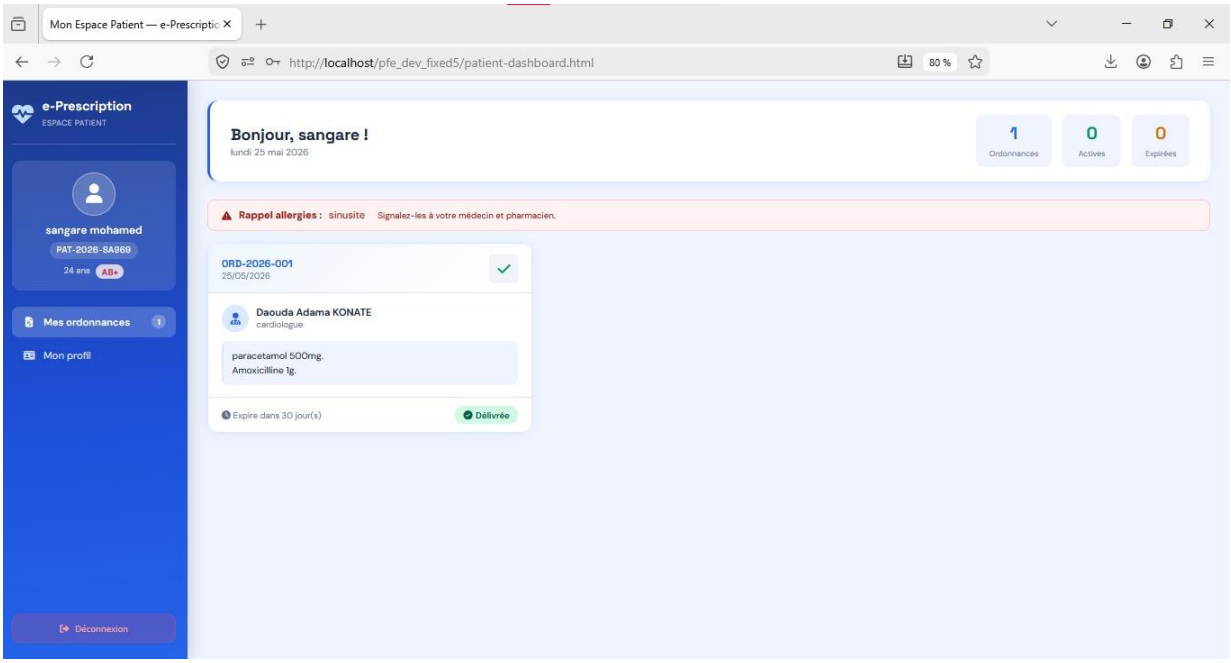


Figure 17 - Interface patient

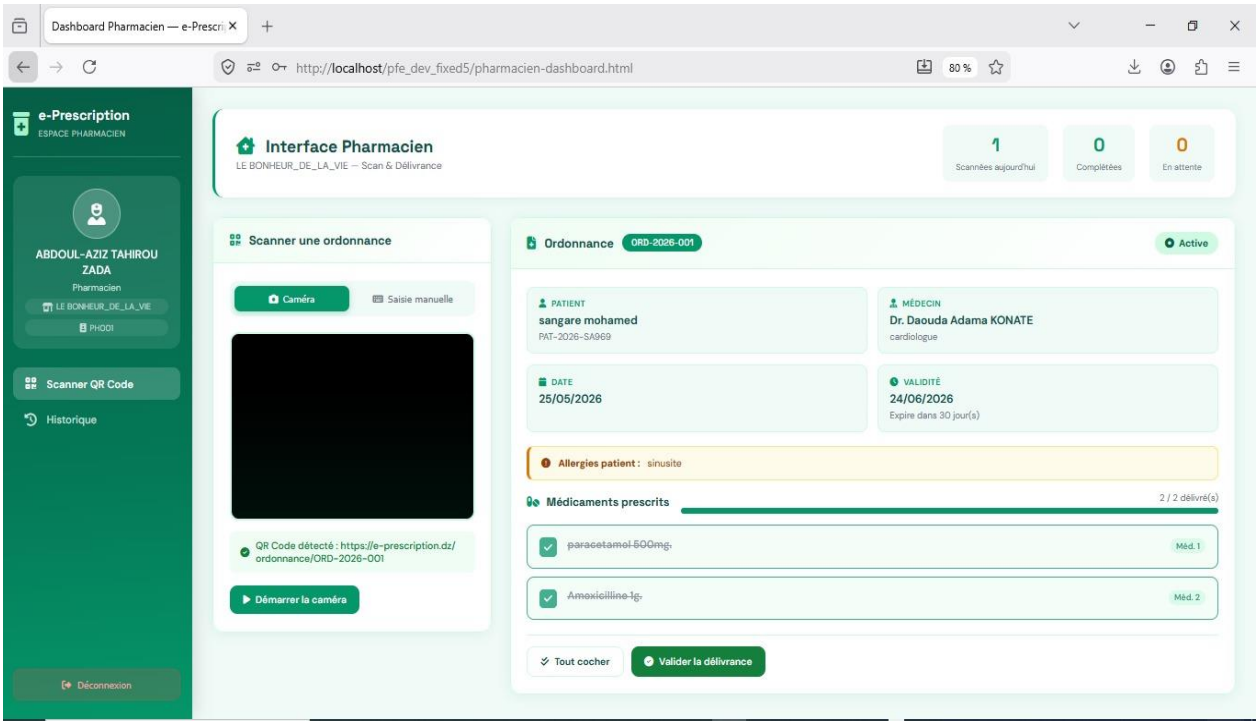


Figure 18 - Interface pharmacien

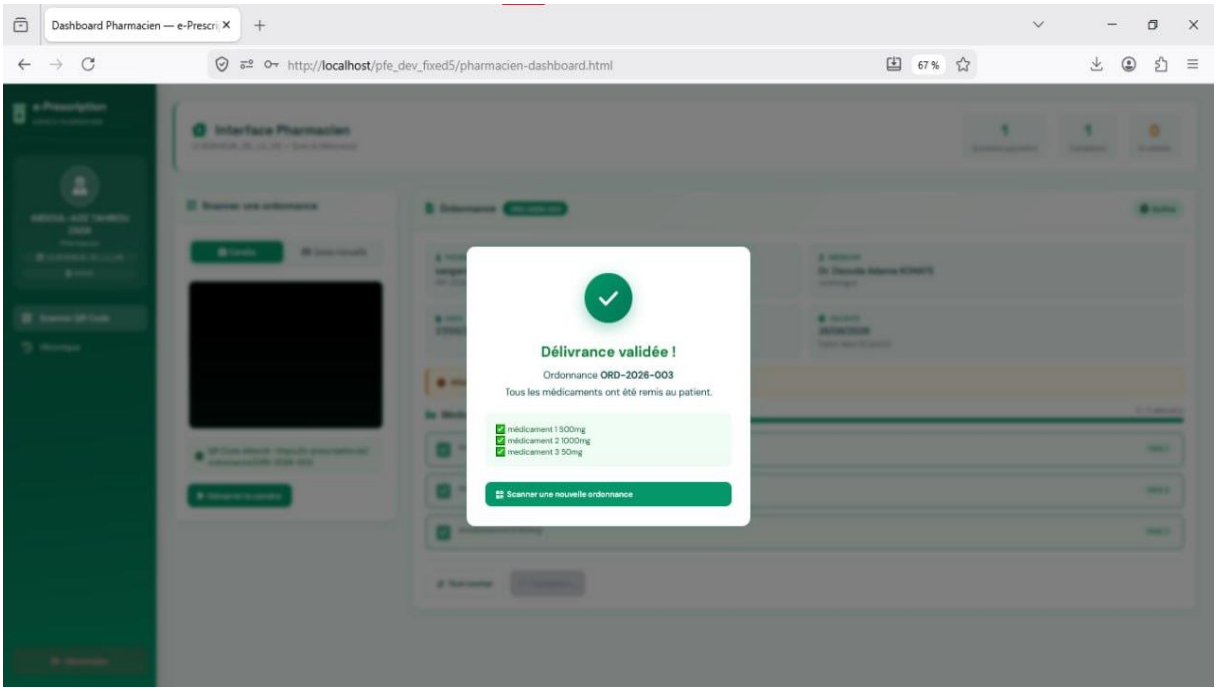


Figure 19 - Validation de l'ordonnance par le pharmacien

3.4 Sécurité du système

Afin d'assurer la confidentialité des données médicales, plusieurs mécanismes de sécurité ont été intégrés dans l'application :

- Gestion sécurisée des sessions
- Hachage des mots de passe
- Requêtes préparées contre les injections SQL
- Contrôle des accès utilisateurs
- Validation des données saisies

Ces mécanismes permettent de garantir la protection des informations médicales et la fiabilité du système.

3.5 Perspectives d'évolution

Plusieurs améliorations peuvent être envisagées afin d'enrichir la plateforme :

- Développement d'une application mobile intégrant une base de données temps réel (Firebase) ainsi qu'un système de synchronisation hors ligne afin d'assurer l'accès aux ordonnances même en cas de coupure réseau.
- Intégration d'une signature électronique pour sécuriser les prescriptions.
- Ajout d'un système de notification pour les patients et pharmaciens.
- Utilisation d'un Framework moderne afin d'améliorer les performances et la maintenabilité.
- Intégration d'un système de géolocalisation des pharmacies.

- Remplacement futur de l'API externe QRServer par une bibliothèque locale de génération de QR Codes afin de renforcer la sécurité et réduire la dépendance aux services tiers.

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la phase d'implémentation de notre solution e-Prescription en détaillant l'environnement technique, les modules développés ainsi que les mécanismes de sécurité intégrés.

Les résultats obtenus montrent que la plateforme répond efficacement aux besoins de digitalisation des ordonnances médicales tout en améliorant la communication entre les différents acteurs du système de santé.

Enfin, les perspectives proposées ouvrent la voie vers une solution plus intelligente, interopérable et adaptée aux futures exigences de la santé numérique.

CONCLUSION GENERALE

Dans le cadre de notre projet de fin d'études orienté startup, nous avons eu l'opportunité de développer notre projet au sein de l'incubateur universitaire. Cette expérience nous a permis de découvrir les bases de l'entrepreneuriat, de la gestion de projet et du travail en équipe, tout en comprenant les différentes étapes nécessaires à la transformation d'une idée innovante en une solution concrète.

Au terme de ce travail, nous avons conçu et réalisé une solution d'e-Prescription permettant la digitalisation et la gestion des ordonnances médicales à travers une plateforme web sécurisée.

L'objectif principal de ce projet était d'améliorer la communication entre les différents acteurs du système de santé, réduire les erreurs liées aux prescriptions papier et faciliter l'accès aux informations médicales.

Grâce à l'étude de l'existant et à la phase de conception UML, nous avons pu identifier les besoins essentiels du système et concevoir une architecture adaptée aux exigences fonctionnelles et sécuritaires du domaine médical.

L'implémentation de la plateforme a permis de développer plusieurs fonctionnalités importantes telles que l'authentification des utilisateurs, la gestion des ordonnances électroniques, la génération de QR Codes ainsi que la consultation des prescriptions par les patients et les pharmaciens.

Dans la continuité de cette démarche, plusieurs perspectives peuvent être envisagées, notamment la préparation d'un business plan, la recherche de financements, l'étude des aspects juridiques ainsi que l'amélioration progressive de la plateforme.

Enfin, cette expérience nous a permis de renforcer nos compétences techniques, organisationnelles et collaboratives dans la réalisation d'un projet informatique concret répondant à une problématique réelle du domaine de la santé.

Références

[1] Agrawal, A. (2009). Medication Errors: Prevention Using Information Technology Systems. British Journal of Clinical Pharmacology, 67(6), 681–686.

[2] World Health Organization (WHO). (2017). Medication Without Harm – WHO Global Patient Safety Challenge. Geneva: WHO. https://www.who.int/patientsafety/medication-safety/en/

[3] Alotaibi, Y. K., & Federico, F. (2017). The Impact of Health Information Technology on Patient Safety. Saudi Medical Journal, 38(12), 1173–1180.

[4] Garfield, S., et al. (2013). English Community Pharmacists' Experiences of Using Electronic Transmission of Prescriptions. BMC Health Services Research, 13, 390.

[5] U.S. Drug Enforcement Administration. (2025). *Electronic prescription application requirements* (21 CFR § 1311.120). Disponible sur : https://www.law.cornell.edu/cfr/text/21/1311.120

[6] NHS England. (2019). Electronic Prescription Service (EPS). https://www.england.nhs.uk/long-read/electronic-prescription-service-eps/

[7] Poon, E. G., et al. (2010). Effect of Bar-Code Technology on the Safety of Medication Administration. The New England Journal of Medicine (NEJM), 362, 1698–1707.

[8] Nyssen, M., et al. (2014). Recip-e: The Electronic Prescription System for Ambulatory Care in Belgium. Springer, IFMBE Proceedings, Vol. 42.

[9] NHS Digital. (2023). Electronic Prescription Service. https://digital.nhs.uk/services/electronic-prescription-service

[10] Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2005). The Unified Modeling Language Reference Manual (2nd ed.). Addison-Wesley.

[11] Sommerville, I. (2011). Software Engineering (9th ed.). Pearson Education.

[12] Sommerville, I. (2011). Software Engineering (9th ed.), Chapter 4 : Requirements Engineering. Pearson Education.

[13] Ministère de la Santé Algérien, Programme de modernisation et de numérisation du secteur de la santé en Algérie.