



*République Algérienne Démocratique et Populaire*

*Université Abou Bakr Belkaid– Tlemcen*

*Faculté des Sciences, Département d'Informatique*



## *MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES*

**Pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique  
Option : Système d'Information et de connaissance (SIC)**

**Thème**

**Medicim : Smart diagnostics et  
prescriptions des médicaments**

**Réalisé par :**

- ❖ Bessaid Zakarya
- ❖ Benzemra Fadia Amel

**Présenté devant le jury composé de :**

Mme Bekkouche Amina	Présidente
Mme Meziane Tani Souad	Examinatrice
Mr Etchiali Abdelhak	Expert I2E
Mme El Yebdri Zeyneb	Encadrante

**Année universitaire : 2024 - 2025**



# Remerciement

D'abord et avant tout, merci à Allah le tout miséricordieux, de nous avoir donné la force, la patience et le courage nécessaire pour finaliser toutes ces longues années d'études.

À toutes les personnes qui nous ont aidé durant la réalisation de ce travail, veuillez trouver dans ces lignes l'expression de notre reconnaissance et notre profonde gratitude.

Nous tenons à remercier aussi notre encadrante Mme Zeyneb ELYEBDRI qui nous a aidé à mener à bien notre travail grâce à tous ses conseils et son précieux soutien.

L'expression de nos remerciements les plus sincères vont aux membres de notre jury Mme Bekkouche Amina, Meziane Souad et Mr Chiali Abdelhak pour avoir accepté de lire notre mémoire et d'évaluer notre travail.

Nous remercions chaleureusement le Student Center i2E pour la qualité de sa formation et son accompagnement constant, qui ont été essentiels à notre évolution tant professionnelle que personnelle.

Merci à tous les enseignants du département informatique qui ont fournis des efforts pour

Nous donner leurs savoir durant tout notre cursus universitaire.

Enfin, merci à nos parents et à tous les membres de nos familles respectives de nous avoir

Apporté leur soutien tout au long de cette démarche.



# Dédicaces

En premier lieu, je remercie Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la force pour réaliser ce modeste travail, que je dédie :

À mes chers parents qui n'ont jamais arrêté de m'encourager et de me soutenir durant toutes les épreuves que j'ai passé dans ma vie ainsi que pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour ma réussite, que Dieu leur accorde santé, bonheur et prospérité.

À mes très chers frères pour leur aides et leur encouragements.

À tous les membres de ma famille qui se reconnaîtront dans ce message.

À tous mes amis ainsi qu'à tous les gens que j'ai côtoyé durant mon cursus universitaire.

**Bessaid zakarya**



# Dédicaces

En premier lieu, je remercie Dieu, le tout puissant de m'avoir donné la force pour réaliser ce modeste travail, que je dédie :

À mes chers parents qui n'ont jamais arrêté de m'encourager et de me soutenir durant toutes les épreuves que j'ai passé dans ma vie ainsi que pour tous les sacrifices qu'ils ont consentis pour ma réussite, que Dieu leur accorde santé, bonheur et prospérité.

À mes très chers frères pour leur aides et leur encouragements.

À tous les membres de ma famille qui se reconnaîtront dans ce message.

À tous mes amis ainsi qu'à tous les gens que j'ai côtoyé durant mon cursus universitaire.

**Benzemra Fadia Amel**

# Table des matières

<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>8</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS.....</b>	<b>8</b>
<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>9</b>
<b>CHAPITRE I : ETAT DE L'ART .....</b>	<b>12</b>
<b>I.1 INTRODUCTION.....</b>	<b>13</b>
<b>I.2 CLASSIFICATION INTERNATIONALE DES MALADIES-10<sup>e</sup> REVISION.....</b>	<b>13</b>
<i>I.2.1 Définition.....</i>	<i>13</i>
<i>I.2.2 Structure de la classification internationale des maladies (CIM-10).....</i>	<i>13</i>
<b>I.3 L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET MACHINE LEARNING.....</b>	<b>14</b>
<i>I.3.1 Définition de l'intelligence artificielle.....</i>	<i>14</i>
<i>I.3.2 Définition de Machine Learning .....</i>	<i>15</i>
<b>I.4 CONCEPTS DE BASE .....</b>	<b>15</b>
<i>I.4.1 Définition de diagnostic médical.....</i>	<i>15</i>
<i>I.4.2 Définition de prescription médicale .....</i>	<i>15</i>
<i>I.4.3 Définition de la consultation médicale.....</i>	<i>16</i>
<b>I.5 PROBLEMATIQUE .....</b>	<b>16</b>
<i>I.5.1 Les erreurs médicales .....</i>	<i>16</i>
<i>I.5.2 Historique des erreurs médicales .....</i>	<i>17</i>
<i>I.5.3 Impact des erreurs médicales .....</i>	<i>17</i>
<b>I.6 SYSTEMES EXISTANTS.....</b>	<b>18</b>
<i>I.6.1 Applications Mobiles d'aide au Diagnostic médical et prescription des médicaments :.....</i>	<i>19</i>
<b>I.7 SYNTHESE APPLICATIONS MOBILES.....</b>	<b>22</b>
<b>I.8 LOGICIEL ET PLATEFORME D'AIDE AU DIAGNOSTIC MEDICAL ET PRESCRIPTION DES MEDICAMENTS .....</b>	<b>23</b>
<i>I.8.1 Medscape.....</i>	<i>23</i>
<i>I.8.2 Dxplain .....</i>	<i>23</i>
<i>I.8.3 UpToDate.....</i>	<i>23</i>
<b>I.9 SYNTHES LOGICIELS ET PLATEFORMES .....</b>	<b>25</b>
<b>I.10 MEDICIM.....</b>	<b>26</b>
<b>CHAPITRE II : ANALYSE DES BESOINS ET CONCEPTION DE MEDICIM .....</b>	<b>27</b>
<b>II.1 INTRODUCTION .....</b>	<b>28</b>

<b>II.2 SPECIFICATION DES BESOINS .....</b>	<b>28</b>
<b>II.3 APERÇU SUR LA SOLUTION.....</b>	<b>30</b>
<b>II.4 SMART DIAGNOSTIC ET PRESCRIPTION DES MEDICAMENTS : MEDICIM.....</b>	<b>30</b>
<b>II.5 LES ETAPES GENERALES D'UNE CONSULTATION MEDICALE SUR LA PLATEFORME MEDICIM : .....</b>	<b>31</b>
<b>II.6 SECURITE DE LA PLATEFORME MEDICIM.....</b>	<b>32</b>
<b>II.7 CONCEPTION.....</b>	<b>33</b>
<i>II.7.1 Introduction .....</i>	<i>33</i>
<i>II.7.2 Acteurs du système Medicim .....</i>	<i>33</i>
<i>II.7.3 Les diagrammes UML.....</i>	<i>35</i>
<i>Figure II. 3 : Diagramme de classe .....</i>	<i>38</i>
<b>II.8 CONCLUSION.....</b>	<b>41</b>
<b>CHAPITRE III : IMPLEMENTATION.....</b>	<b>42</b>
<b>III.1 INTRODUCTION.....</b>	<b>43</b>
<b>III.2 PROCESSUS DE REALISATION .....</b>	<b>43</b>
<b>III.3 IMPLEMENTATION .....</b>	<b>44</b>
<i>III.3.1 Architecture de l'application web Medicim .....</i>	<i>44</i>
<i>III.3.2 Environnement et technologies de développement.....</i>	<i>45</i>
<i>III.3.3 Présentation de l'application web Medicim.....</i>	<i>48</i>
<b>III.5 SECURITE DE L'APPLICATION WEB MEDICIM.....</b>	<b>68</b>
<b>III.6 PERSPECTIVES.....</b>	<b>68</b>
➤ <i>Interface dédiée au laboratoire et aux examens complémentaires .....</i>	<i>68</i>
➤ <i>Prescription intelligente de médicaments par l'intelligence artificielle.....</i>	<i>69</i>
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>70</b>
<b>ANNEXE .....</b>	<b>76</b>

# Liste des Figures

Figure I. 1 : Structure de la CIM-10.....	14
Figure I. 2 : logo de l'application Isabel Healthcare .....	19
Figure I. 3 : logo de l'application mobile Epocrates .....	20
Figure I. 4 : logo de l'application MDCalc .....	21
Figure II. 1 : Diagramme de cas d'utilisation du Médecin et du Laboratoire .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure II. 2 : Diagramme de cas d'utilisation de l' Administrateur .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure II. 3 : Diagramme de classe.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure II. 4 : Diagramme de séquence « Diagnostic classique » .....	39
Figure II. 5 : Diagramme de séquence « Diagnostic intelligent » .....	40
Figure III. 1 : Diagramme de gantt.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 2 : Architecture de l'application web Medicim .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 3 : logo de Medicim.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 4 : page d'accueil de la plateforme Medicim .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 5 : Page de connexion de la plateforme Medicim .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 6 : page Dashboard de la plateforme Medicim .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 7 : page statistique de la plateforme 1 Medicim.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 8 : page statistique de la plateforme 2 Medicim.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 9 : page statistique de la plateforme 3 Medicim.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 10 : page de consultation l'application Medicim .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 11 : page rechercher patient.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 12 : la page les informations personnelles du patient .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 13 : L'historique des consultations et Les maladies chroniques .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 14 : page diagnostic classique.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 15 : rapport médical .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 16 : Ajouter médicament.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 17 : détails de la consultation.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 18 : Soumettre le rapport .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 19 : l'ordonnance .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 20 : la lettre d'orientation .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 21 : Diagnostic intelligent .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 22 : Pages administratives .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 23 : page crée nouveau médecin .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 24 : la liste des médecins existants.....	Erreur ! Signet non défini.

Figure III. 25 : carte récapitulative de médecin .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 26 : page crée nouveau patient .....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 27 : liste des patients.....	Erreur ! Signet non défini.
Figure III. 28 : carte détaillée de patient.....	Erreur ! Signet non défini.

## Liste des tableaux

Tableau I. 1 : Synthèse des applications mobiles.....	22
Tableau I. 2 : Synthèses des logiciels et plateformes.....	25

## Liste des abréviations

- ❖ **OMS** : Organisation Mondiale de la Santé
- ❖ **CIM-10** : Classification Internationale des Maladies, 10<sup>e</sup> révision
- ❖ **UML** : Langage de Modélisation Unifié
- ❖ **UP** : Processus Unifié
- ❖ **IA** : Intelligence Artificielle



# Introduction générale

L'émergence de l'informatique a engendré de profondes transformations dans divers domaines, y compris celui de la santé. L'adoption des nouvelles technologies dans le secteur médical s'accélère, rendant l'informatisation incontournable dans la gestion des soins et l'aide à la décision clinique. Parmi les initiatives majeures de cette révolution numérique, l'intégration de l'intelligence artificielle et des systèmes d'information médicale joue un rôle crucial dans l'optimisation des diagnostics et des prescriptions.

Cependant, les erreurs de diagnostic et les prescriptions inadaptées demeurent des problématiques importantes pouvant affecter la qualité des soins et de la sécurité des patients. Afin de répondre à ces défis, l'utilisation de systèmes intelligents basés sur des classifications standardisées, comme la Classification Internationale des Maladies (CIM-10), constitue une approche pertinente.

Ce mémoire propose la conception et le développement d'une plateforme de support aux diagnostics médicaux et à la prescription de médicaments, s'appuyant sur la CIM-10 et des algorithmes d'intelligence artificielle. Cette plateforme vise à assister les professionnels de la santé dans l'identification des pathologies, la validation des diagnostics et l'optimisation des prescriptions médicamenteuses. En intégrant des mécanismes d'analyse avancée, elle permettrait de réduire les erreurs humaines, d'améliorer la prise en charge des patients et d'optimiser l'efficacité des soins.

Ce travail s'inscrit dans une démarche d'innovation technologique appliquée au secteur médical, en mettant en avant l'importance de l'automatisation et de l'analyse de données pour améliorer la qualité et la fiabilité des diagnostics. Nous présenterons ainsi les concepts théoriques sous-jacents, la méthodologie adoptée pour le développement de la plateforme, ainsi que les résultats obtenus et leurs implications dans le domaine médical.

Ce mémoire est organisé comme suit :

Le premier chapitre décrit de façon générale de la plateforme intelligente de diagnostic et prescription des médicaments. Le deuxième chapitre présente une étude de l'existant de quelques logiciels et applications mobiles existants sur internet et une comparaison entre ces derniers. Dans le troisième chapitre nous présentons notre contribution dans le projet en commençant par montrer le processus de réalisation et la spécification des besoins, puis une architecture globale du projet et ses différentes applications ainsi que ses différents modules.

## **Introduction générale**

---

Par la suite nous présentons quelques diagrammes des différentes parties du projet et les outils utilisés et nous terminons par une présentation de notre plateforme Medicim.

# Chapitre I : Etat de l'art

## **I.1 Introduction**

Ce chapitre consiste à présenter quelques définitions de base utiles de notre système à savoir CIM-10 et les concepts liés à ce dernier, puis nous faisons une étude sur des solutions existantes en matière d'aide au diagnostic médical et de prescription de médicaments. Cette étude portera sur les plateformes et logiciels disponibles, en mettant en avant leurs fonctionnalités et leurs approches technologiques. L'objectif est d'identifier leurs forces et leurs limites afin de mieux situer les améliorations et les innovations que va apporter notre plateforme.

## **I.2 Classification Internationale des Maladies-10<sup>e</sup> révision**

### **I.2.1 Définition**

La Classification Internationale des Maladies, 10<sup>e</sup> révision (CIM-10), est un système de classification médicale développé par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Elle permet de coder et de classer les maladies, les troubles et d'autres états de santé afin de faciliter la standardisation des diagnostics et l'analyse épidémiologique à l'échelle mondiale [1].

Adoptée par de nombreux systèmes de santé, la CIM-10 est essentielle pour l'organisation des dossiers médicaux, l'évaluation des tendances en matière de santé et la prise de décision clinique [2]. Elle est structurée en chapitres et catégories correspondant à différents groupes de pathologies, offrant ainsi une nomenclature précise et standardisée [3].

Dans le cadre de notre plateforme, la CIM-10 joue un rôle fondamental en fournissant une base de référence fiable pour l'analyse et l'identification des maladies, contribuant ainsi à l'amélioration de la qualité des diagnostics et des prescriptions.

### **I.2.2 Structure de la classification internationale des maladies (CIM-10)**

La CIM-10 est organisée en 21 chapitres, chacun regroupant des maladies et affections selon un système logique. Chaque chapitre est divisé en catégories codées par une lettre suivie de chiffres. Voici la structure générale :

- **Chapitres** : La CIM-10 comprend 21 chapitres correspondant à des groupes de maladies (ex. : Maladies infectieuses, Tumeurs, Maladies endocriniennes, etc.).
- **Catégories** : Chaque chapitre est subdivisé en catégories désignées par un code alphanumérique (ex. : A00-A09 pour certaines maladies infectieuses).
- **Sous-codes** : Certaines catégories sont détaillées en sous-codes permettant une précision accrue sur la pathologie diagnostiquée.

Cette structuration permet une classification standardisée facilitant l'identification des pathologies, leur analyse statistique et leur intégration dans les systèmes informatiques médicaux [1].

Code	ICD-10Code	Disease classification
I	A00-B99	Certain infectious and parasitic diseases
II	C00-D48	Neoplasms
III	D50-D89	Diseases of the blood and blood-forming organs and certain disorders involving the immune mechanism
IV	E00-E90	Endocrine, nutritional and metabolic diseases
V	F00-F99	Mental and behavioral disorders
VI	G00-G99	Diseases of the nervous system
VII	H00-H59	Diseases of the eye and adnexa
VIII	H60-H95	Diseases of the ear and mastoid process
IX	I00-I99	Diseases of the circulatory system
X	J00-J99	Diseases of the respiratory system
XI	K00-K93	Diseases of the digestive system
XII	L00-L99	Diseases of the skin and subcutaneous tissue
XIII	M00-M99	Diseases of the musculoskeletal system and connective tissue
XIV	N00-N99	Diseases of the genitourinary system
XV	O00-O99	Pregnancy, childbirth and the puerperium
XVI	P00-P96	Certain conditions originating in the perinatal period
XVII	Q00-Q99	Congenital malformations, deformations, and chromosomal abnormalities
XVIII	R00-R99	Symptoms, signs and abnormal clinical and laboratory findings, not elsewhere classified

Figure I. 1 : Structure de la CIM-10

## I.3 l'intelligence artificielle et Machine learning

### I.3.1 Définition de l'intelligence artificielle

L'intelligence artificielle désigne un ensemble de théories, méthodes et techniques issues de l'informatique, des mathématiques et des sciences cognitives, visant à concevoir des systèmes capables de percevoir, apprendre, raisonner et agir de manière autonome, afin de résoudre des tâches complexes traditionnellement réservées à l'intelligence humaine. [4].

## I.3.2 Définition de Machine Learning

L'apprentissage automatique (Machine Learning) est un sous-domaine de l'intelligence artificielle qui développe des algorithmes permettant aux ordinateurs d'apprendre à partir de données et d'améliorer leurs performances sur une tâche spécifique sans être explicitement programmés pour chaque cas. [5]

Trois grandes approches sont identifiées :

- ❖ **Apprentissage supervisé** : l'algorithme s'entraîne sur des données déjà étiquetées (entrées et sorties connues). Parmi les algorithmes les plus utilisés dans ce cadre, on trouve la régression linéaire, la régression logistique, les forêts aléatoires (Random Forest), les machines à vecteurs de support (SVM) et les k-plus proches voisins (K-NN).
- ❖ **Apprentissage non supervisé** : l'algorithme découvre des structures dans des données non étiquetées. Parmi les algorithmes couramment utilisés, on peut citer le K-means, le clustering hiérarchique, l'analyse en composantes principales (ACP ou PCA) et les modèles de mélange gaussien (GMM).
- ❖ **Apprentissage par renforcement** : Un agent apprend par essais et erreurs en interaction avec un environnement, dans le but de maximiser une récompense cumulative. Parmi les algorithmes les plus connus dans ce domaine, on retrouve le Q-learning, les Deep Q-Networks (DQN), et les méthodes basées sur les gradients de politique comme Policy Gradient ou Proximal Policy Optimization (PPO).

## I.4 Concepts de base

### I.4.1 Définition de diagnostic médical

Le diagnostic médical est le processus permettant d'identifier une maladie en analysant les symptômes du patient, ses antécédents et, si nécessaire, des examens complémentaires. Il est essentiel pour orienter le traitement et garantir une prise en charge adaptée [6].

### I.4.2 Définition de prescription médicale

La prescription médicale consiste à recommander un traitement, qu'il s'agisse de médicaments, d'examens ou de soins spécifiques. Elle doit être précise et sécurisée afin d'éviter les erreurs et assurer l'efficacité du traitement [7].

### **I.4.3 Définition de la consultation médicale**

Une consultation médicale est un échange structuré entre un professionnel de santé et un patient, visant à évaluer son état de santé, établir un diagnostic et proposer un traitement adapté. Elle repose sur la collecte d'informations médicales (symptômes, antécédents, examens cliniques et complémentaires) et peut inclure des conseils de prévention, des prescriptions médicamenteuses ou une orientation vers un spécialiste. Grâce aux avancées technologiques, les consultations peuvent être réalisées en présentiel ou à distance via des plateformes numériques, facilitant ainsi l'accès aux soins et l'optimisation du suivi médical [8].

## **I.5 Problématique**

### **I.5.1 Les erreurs médicales**

Dans le domaine médical, plusieurs problèmes affectent la qualité des soins et la sécurité des patients. Les erreurs de diagnostic et de prescription restent fréquentes, pouvant entraîner des traitements inadaptés et des complications. Le manque d'accès rapide aux antécédents médicaux complique l'analyse des cas, tandis que l'absence de standardisation dans l'interprétation des symptômes peut mener à des diagnostics variés pour une même pathologie.

Un autre défi majeur réside dans l'absence d'un historique complet du patient, incluant les traitements en cours, les maladies chroniques et les allergies. Cette lacune peut entraîner des interactions médicamenteuses dangereuses ou des prescriptions inadaptées, compromettant la sécurité du patient.

Par ailleurs, la sécurité des données médicales représente un enjeu critique, avec des risques de fuite, d'altération ou d'accès non autorisé aux informations sensibles. De plus, l'intégration insuffisante des outils numériques dans la pratique médicale limite l'efficacité des prises de décision et alourdit la charge de travail des professionnels de santé. Enfin, l'absence de traçabilité et de suivi des prescriptions rend difficile la gestion des traitements administrés aux patients. Ces problématiques soulignent la nécessité d'une solution innovante et sécurisée pour optimiser le diagnostic médical, améliorer la prescription des médicaments et assurer une meilleure gestion des dossiers médicaux en intégrant un historique détaillé du patient.

## I.5.2 Historique des erreurs médicales

Depuis une trentaine d'années, l'exercice médical connaît une crise marquée par des questionnements sur l'efficacité et l'efficience des pratiques médicales. L'essor des techniques biologiques et chirurgicales, ainsi que l'accumulation des connaissances médicales, ont entraîné une spécialisation accrue, fragmentant ainsi la médecine en de multiples sous-disciplines. Parallèlement, l'augmentation constante du nombre de patients a conduit à une hausse significative des coûts des soins et à un affaiblissement de la relation médecin-patient [9].

De plus, la croissance du nombre de patients atteints de maladies chroniques a modifié les exigences en matière de prise en charge médicale. La prévention et la promotion de la santé sont devenues des enjeux majeurs, nécessitant des traitements plus complexes et un suivi à long terme. Cette évolution impose une adaptation du mode de vie des patients à leur pathologie et souligne l'importance de les inclure activement dans le processus décisionnel, afin de mieux respecter leurs valeurs et préférences [10].

## I.5.3 Impact des erreurs médicales

Au fil des décennies, les erreurs médicales liées aux diagnostics et aux prescriptions ont causé de nombreux incidents graves, parfois mortels. Plusieurs études et rapports ont mis en évidence ces défaillances, soulignant l'importance d'une meilleure gestion des informations médicales [11].

Voici un aperçu des faits marquants:

- Avant 2010 : Des erreurs médicales sous-estimées
- En 1999, un rapport de l'Institute of Medicine (États-Unis) intitulé *To Err is Human* révèle que 98 000 décès annuels sont dus à des erreurs médicales évitables [11].
- En 2006, une étude menée en France par l'Observatoire des erreurs médicamenteuses montre que plus de 12 % des patients hospitalisés subissent un effet indésirable lié à une erreur de prescription [12].

- En 2008, une analyse de la *Harvard Medical School* indique que 30 % des erreurs médicales proviennent de diagnostics erronés, souvent liés à un manque d'historique patient fiable [13].
- 2010 - 2020 : Une prise de conscience croissante
- En 2014, un rapport du *British Medical Journal (BMJ)* cite le cas d'un patient traité pour une migraine alors qu'il faisait un AVC, causant une paralysie permanente [14].
- En 2016, une étude du *Johns Hopkins Hospital* estime que 250 000 décès par an aux États-Unis sont dus à des erreurs médicales, en faisant la troisième cause de mortalité après les maladies cardiovasculaires et le cancer [14].
- En 2019, une enquête en Europe montre que 1 patient sur 20 reçoit un mauvais diagnostic lors d'une première consultation [14].
- Depuis 2020 : Vers des solutions numériques
- En 2021, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) publie un rapport insistant sur la nécessité d'améliorer la traçabilité des prescriptions et l'accès à l'historique médical [15].
- En 2022, une étude publiée dans *The Lancet Digital Health* démontre que l'utilisation de l'intelligence artificielle permettrait de réduire les erreurs de diagnostic de 35 % en moyenne [16].

Malgré ces avancées, de nombreux hôpitaux et cabinets médicaux n'ont toujours pas accès à des outils de support efficaces, laissant place à des erreurs évitables.

## I.6 Systèmes existants

Dans ce qui suit, nous allons analyser les solutions existantes en matière d'aide au diagnostic médical et de prescription de médicaments. Cette étude portera sur les plateformes, logiciels et applications mobiles disponibles dans ce domaine, en mettant en avant leurs fonctionnalités, leurs approches technologiques ainsi que les problématiques auxquelles elles tentent de répondre. L'objectif est d'identifier les forces et les limites de ces outils afin de mieux situer les améliorations et les innovations apportées par notre propre plateforme.

## I.6.1 Applications Mobiles d'aide au Diagnostic médical et prescription des médicaments :

### I.6.1.1 Isabel Healthcare :

Isabel Healthcare est une application d'aide au diagnostic médical basée sur une intelligence artificielle avancée. Elle est conçue pour aider les médecins et professionnels de santé à identifier les pathologies potentielles en fonction des symptômes saisis [17].

#### Fonctionnalités :

- **Aide au diagnostic en temps réel** : L'utilisateur entre les symptômes d'un patient et l'application génère une liste de diagnostics potentiels basés sur une base de données clinique à jour.
- **Compatibilité avec plusieurs spécialités médicales** : L'outil couvre une large gamme de spécialités, y compris la pédiatrie, la médecine interne et les urgences.
- **Accès aux bases de données médicales** : Intégration avec des bases de connaissances médicales et scientifiques pour une validation rapide des informations.
- **Utilisation de l'intelligence artificielle** : Algorithmes avancés permettant de suggérer des pathologies rares ou atypiques.
- **Intégration avec des logiciels hospitaliers** : Peut être utilisé avec d'autres Dossiers Médicaux Électroniques (DME) pour une meilleure continuité des soins.



Figure I. 2 : logo de l'application Isabel Healthcare

### I.6.1.2 Epocrates :

Epocrates est une application mobile destinée aux professionnels de santé, leur permettant d'accéder rapidement à des informations sur les médicaments, leurs interactions et les recommandations cliniques [18].

### Fonctionnalités :

- **Base de données complète sur les médicaments** : Fiches détaillées sur la posologie, les effets secondaires, les contre-indications et les interactions médicamenteuses.
- **Outil d'interaction médicamenteuse** : Permet de vérifier en un clic les interactions entre plusieurs médicaments prescrits à un patient.
- **Guides cliniques et protocoles de soins** : Accès rapide à des recommandations et lignes directrices pour différents traitements médicaux.
- **Calculatrices médicales intégrées** : Scores cliniques et outils de calcul (exemple : calcul de la clairance de la créatinine).
- **Identification des médicaments** : Recherche par apparence (couleur, forme) pour identifier un médicament inconnu.
- **Accès hors ligne** : Consultation de certaines données médicales même sans connexion Internet.



Figure I. 3 : logo de l'application mobile Epocrates

### I.6.1.3 MDCalc :

MDCalc est une application utilisée par les professionnels de santé pour accéder rapidement à des scores et calculs médicaux validés permettant d'améliorer la prise de décision clinique [19].

### Fonctionnalités :

- **Plus de 500 scores cliniques** : Utilisés en médecine interne, cardiologie, pneumologie, neurologie, et bien d'autres spécialités.
- **Guides et recommandations médicales** : Chaque calcul est accompagné d'explications et de références scientifiques validées.
- **Personnalisation des calculs** : Possibilité d'adapter les calculs en fonction des données et paramètres spécifiques du patient.

- **Utilisation intuitive** : Interface claire permettant un accès rapide aux scores essentiels selon la pathologie suspectée.
- **Intégration avec les dossiers médicaux** : Peut être utilisé en complément des DME pour affiner la prise de décision.



**Figure I. 4 : logo de l'application MDCalc**

## I.7 Synthèse applications mobiles

Dans les solutions citées précédemment des limites et des inconvénients différents pour chaque solution, parmi ces limites le manque de fonctionnalité cité dans le tableau suivant :

	<b>Isabel Healthcare</b>	<b>Epocrates</b>	<b>MDCalc</b>
Type d'application	Aide au diagnostic médical par IA	Référentiel médical et interactions médicamenteuses	Outil de calcul et scores médicaux
Public cible	Médecins, spécialistes, étudiants en médecine	Médecins, pharmaciens, infirmiers	Médecins, étudiants en médecine
Fonction principale	Générer des suggestions de diagnostics basées sur les symptômes saisis	Consultation des médicaments, interactions et protocoles de soins	Calculs médicaux pour la prise de décision clinique
Base de données médicale	Maladies et pathologies	Médicaments et traitements	Scores et indices cliniques
Aide au diagnostic	✓	✗	✗
Intégration avec d'autres systèmes médicaux	✓	✓	✓
Gestion des interactions médicamenteuses	✗	✓	✗
Accès hors ligne	✗	✓	✓
Utilisation de l'intelligence artificielle	✓	✗	✗
Gratuit ou payant ?	Payant (avec essai gratuit)	Version gratuite avec options premium	Gratuit avec certaines fonctionnalités avancées payantes

**Tableau I. 1 : Synthèse des applications mobiles**

## **I.8 Logiciel et Plateforme d'aide au Diagnostic médical et prescription des médicaments**

### **I.8.1 Medscape**

Medscape est une plateforme en ligne et un logiciel destiné aux professionnels de santé, offrant un large éventail de ressources médicales, y compris un outil d'aide au diagnostic et de prescription [20].

#### **Fonctionnalités :**

- Base de données complète sur les maladies, médicaments et traitements.
- Outil d'interaction médicamenteuse permettant d'identifier d'éventuels effets indésirables.
- Accès aux dernières publications scientifiques et recommandations cliniques.
- Aide au diagnostic basée sur les symptômes et les antécédents du patient.
- Disponible en version web et application mobile.

### **I.8.2 Dxplain**

Dxplain est un système expert développé par la Harvard Medical School. Il aide les médecins à formuler des hypothèses diagnostiques en fonction des symptômes et des résultats d'examens du patient [21].

#### **Fonctionnalités :**

- Génération de diagnostics différentiels basés sur les données cliniques saisies.
- Explication détaillée des pathologies suggérées avec des sources médicales.
- Prise en compte des antécédents médicaux et des examens complémentaires.
- Intégration avec d'autres systèmes hospitaliers pour une meilleure prise en charge.
- Disponible en version en ligne et sur certaines plateformes médicales.

### **I.8.3 UpToDate**

UpToDate est une plateforme médicale utilisée par les professionnels de santé pour la prise de décision clinique. Elle fournit des informations basées sur des preuves scientifique actualisées, facilitant ainsi les diagnostics et la prescription des traitements [22].

### Fonctionnalités :

- Accès à une base de données médicale constamment mise à jour par des experts.
- Outil de recherche avancé pour obtenir des recommandations cliniques sur les diagnostics et traitements.
- Aide à la prescription avec des informations détaillées sur les posologies et interactions médicamenteuses.
- Guides pratiques pour différentes spécialités médicales.
- Disponible en ligne et via une application mobile.

## 1.9 Synthèses logiciels et plateformes

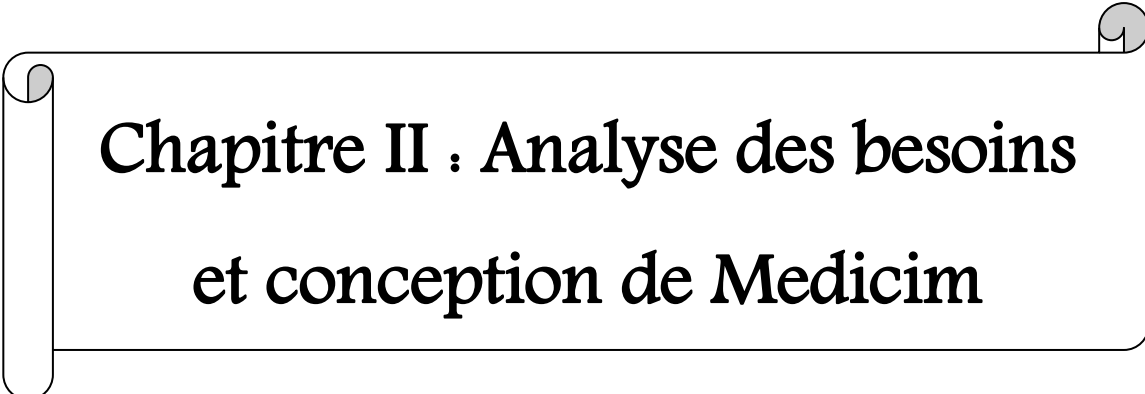
Dans les solutions citées précédemment des limites et des inconvénients différents pour chaque solution, parmi ces limites le manque de fonctionnalité cité dans le tableau suivant

	<b>Medscape</b>	<b>Dxplain</b>	<b>UpToDate</b>
Type	Plateforme et application médicale	Système expert d'aide au diagnostic.	Plateforme d'aide à la décision clinique.
Public cible	Médecins, étudiants en médecine, pharmaciens	Médecins et chercheurs	Médecins, étudiants en médecine
Fonction principale	Base de données médicale et outil d'interaction médicamenteuse	Génération de diagnostics différentiels	Accès aux recommandations et études médicales
Base de données médicale	Maladies, médicaments, interactions et traitements	Pathologies et diagnostics médicaux	Articles scientifiques, recommandations cliniques
Aide au diagnostic	✓	✓	✓
Aide à la prescription	✓	✗	✓
Accès hors ligne	✗	✗	✗
Utilisation de l'intelligence artificielle	✗	✓	✗
Utilisation gratuite	✓ Oui, mais avec des options premium	✗ Non, accès réservé aux professionnels	✗ Non, nécessite un abonnement

**Tableau I. 2 : Synthèses des logiciels et plateformes**

### I.10 Medicim

L'analyse des solutions existantes (Isabel Healthcare, Epocrates, MDCalc, etc.) révèle qu'elles répondent chacune à un besoin spécifique, mais fonctionnent de manière fragmentée, obligeant les professionnels de santé à jongler entre plusieurs outils. Cette dispersion entraîne une perte de temps et un risque accru d'erreur. Face à ces limites, **Medicim** se présente comme une solution unifiée et innovante, intégrant l'aide au diagnostic par intelligence artificielle, un module de prescription sécurisé, la gestion centralisée des dossiers médicaux, ainsi que la classification standardisée via la CIM-10. Accessible aux professionnels de santé, Medicim fournit également des statistiques dynamiques utiles pour l'analyse épidémiologique et la prévention. En combinant les forces des outils existants tout en comblant leurs lacunes, Medicim offre une approche globale axée sur l'amélioration des soins et la réduction des erreurs médicales.

A decorative frame resembling a scroll, with a vertical bar on the left side and rounded corners. The text is centered within this frame.

## **Chapitre II : Analyse des besoins et conception de Medicim**

### II.1 Introduction

Afin de définir avec précision les objectifs de notre travail, il est essentiel de passer par une phase d'analyse des besoins. Ce chapitre vise à identifier et comprendre les attentes des utilisateurs finaux ainsi que les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles du système à développer. Cette démarche nous permettra de dégager les éléments constitutifs de notre solution et d'établir une base solide pour la conception future. L'analyse des besoins constitue ainsi une étape clé pour assurer la pertinence, l'efficacité et l'adéquation de notre plateforme avec les problématiques ciblées.

### II.2 Spécification des besoins

La spécification des besoins constitue la phase initiale de tout projet de développement. Dans cette partie, nous allons identifier les besoins spécifiques de notre application Medicim. L'application doit :

- ❖ Permettre aux médecins de rechercher un patient à l'aide d'un code d'identification unique.
- ❖ Afficher l'historique médical du patient, comprenant ses consultations, diagnostics, traitements et examens.
- ❖ Permettre au médecin de saisir les symptômes du patient.
- ❖ Proposer deux modes de diagnostic :
  - Diagnostic classique, où le médecin entre manuellement le diagnostic et les traitements appropriés sans l'aide de l'IA.
  - Diagnostic assisté par intelligence artificielle, où le système propose automatiquement un diagnostic basé sur les symptômes saisis.
- ❖ Permettre au médecin de valider ou de corriger le diagnostic proposé par l'IA.
- ❖ Proposer des suggestions de traitements en fonction du diagnostic validé.
- ❖ Permettre au médecin de générer, modifier, valider ou annuler une ordonnance médicale.

## Chapitre II : Analyse des besoins et conception de Medicim

---

- ❖ Enregistrer automatiquement le diagnostic et l'ordonnance dans l'historique du patient.
- ❖ Permettre au médecin d'orienter le patient vers une spécialité adaptée selon le diagnostic ou les symptômes.
- ❖ Permettre au médecin de demander des examens biologiques ou radiologiques, et de consulter les résultats fournis par le laboratoire.
- ❖ Permettre aux laboratoires de saisir, ajouter ou supprimer les résultats d'analyses médicales.
- ❖ Sécuriser l'accès aux données médicales via une authentification et une gestion des droits d'accès selon le rôle utilisateur.
- ❖ Proposer une interface web intuitive et adaptée aux usages des médecins et laboratoires.
- ❖ Assurer la traçabilité et la sauvegarde de toutes les actions effectuées sur les dossiers patients.
- ❖ Permettre l'exportation des diagnostics et ordonnances sous format PDF pour impression ou archivage.
- ❖ Intégrer une API facilitant l'extension future ou l'intégration avec d'autres plateformes médicales.
- ❖ Afficher des statistiques détaillées sur les maladies diagnostiquées, notamment :
  - La liste des maladies les plus fréquentes.
  - Le nombre total de cas par maladie.
  - La répartition géographique des cas (lieu où la maladie est présente).
  - Un système de filtrage des statistiques par mois, par tranche d'âge (adulte/enfant) et par sexe (homme/femme).

## **II.3 Aperçu sur la solution**

Pour remédier aux erreurs de diagnostic et de prescription, nous proposons une solution baptisé : Medicim, c'est une plateforme intelligente basée sur la classification CIM-10 et l'intelligence artificielle. Elle permet aux professionnels de santé d'accéder rapidement à l'historique médical des patients, d'analyser les symptômes et de recevoir des suggestions de diagnostics et de traitements adaptés. Grâce à des mécanismes de sécurité avancés, les données sont protégées, garantissant la confidentialité, l'intégrité et la disponibilité des informations médicales. Medicim vise à améliorer la qualité des soins, réduire les erreurs et optimiser la prise en charge des patients.

## **II.4 Smart Diagnostic et Prescription des Médicaments : Medicim**

Le diagnostic et la prescription médicale sont deux étapes fondamentales du processus de soin. Un diagnostic précis permet d'identifier correctement la pathologie d'un patient, tandis qu'une prescription adéquate garantit un traitement efficace et sécurisé. Cependant, ces étapes sont complexes et nécessitent une expertise approfondie.

Avec la croissance exponentielle des connaissances médicales et la multiplication des maladies émergentes, il devient de plus en plus difficile pour un médecin de se baser uniquement sur son expérience personnelle. C'est ici que les technologies basées sur l'intelligence artificielle interviennent pour assister les professionnels de santé.

Ce système est un outil conçu pour répondre à ces défis. Il repose sur des bases de données médicales fiables, notamment la CIM-10, et sur des algorithmes avancés d'apprentissage automatique pour fournir aux médecins des recommandations pertinentes et personnalisées.

## II.5 Les étapes générales d'une consultation médicale sur la plateforme Medicim :

### ❖ Identification et Accès au Dossier du Patient

- Le médecin s'authentifie sur la plateforme via un compte sécurisé.
- Il recherche le patient via un identifiant unique.
- Accès à l'historique médical : maladies antérieures, traitements en cours, allergies, examens passés.

### ❖ Recueil des Symptômes et Examen Clinique

- Le médecin interroge le patient sur ses symptômes actuels.
- Il peut entrer les symptômes dans l'interface de la plateforme.
- Possibilité d'ajouter des résultats d'examens complémentaires (analyses biologiques, imageries, etc.).

### ❖ Analyse et Suggestion de Diagnostic

- L'IA de Medicim analyse les symptômes en se basant sur la classification CIM-10.
- Elle propose une ou plusieurs maladies probables avec un pourcentage de correspondance.
- Le médecin valide, ajuste ou modifie le diagnostic suggéré.

### ❖ Prescription Médicamenteuse et Recommandations

- En fonction du diagnostic, la plateforme propose une liste de traitements possibles.
- Le médecin choisit le traitement adapté et ajuste la posologie si nécessaire.
- Génération automatique d'une ordonnance détaillée.

### ❖ Suivi et Orientation du Patient

- Si besoin, le médecin peut recommander une consultation avec un spécialiste.
- Ajout de recommandations sur le mode de vie ou les précautions à prendre.
- Enregistrement des nouvelles données dans l'historique médical du patient.

## II.6 Sécurité de la plateforme Medicim

La protection des données médicales est une priorité pour assurer la gestion sécurisée des informations des patients et des professionnels de santé. Notre plateforme applique plusieurs mesures garantissant l'intégrité, la confidentialité et la disponibilité des données.

### ❖ Intégrité des données

- Seuls les professionnels autorisés peuvent modifier ou valider les dossiers.
- Chaque action est enregistrée pour assurer la traçabilité.
- Des mécanismes de validation garantissent l'exactitude des informations.

### ❖ Confidentialité des données

- Accès restreint selon le rôle des utilisateurs.
- Chiffrement avancé des données stockées et transmises.
- Anonymisation possible pour protéger les informations sensibles.

### ❖ Disponibilité des services

- Serveurs redondants pour éviter la perte de données.
- Sauvegardes automatiques pour restaurer les informations en cas d'incident.

Ces mesures assurent un haut niveau de sécurité, garantissant un accès fiable aux informations médicales tout en protégeant leur confidentialité.

## II.7 Conception

### II.7.1 Introduction

Notre système Medicim consiste à assister les médecins dans l'analyse des symptômes, la proposition de diagnostics, la prescription de traitements, ainsi que la gestion des dossiers médicaux des patients.

L'étape de conception permet de structurer les différentes fonctionnalités du système, de modéliser les interactions entre les acteurs concernés, et de définir l'organisation des données et des traitements.

Pour formaliser cette modélisation, plusieurs outils ont été mobilisés, notamment les diagrammes UML (Unified Modeling Language). Ces représentations graphiques offrent une vision claire des cas d'utilisation, des scénarios d'interaction et de la structure logique des entités du système.

### II.7.2 Acteurs du système Medicim

Dans l'application *Medicim*, les utilisateurs sont répartis en plusieurs rôles, chacun disposant de droits d'accès spécifiques et de fonctionnalités adaptées à ses responsabilités. Cette organisation garantit une gestion efficace, une meilleure sécurité des données médicales, et une interface ciblée selon le profil de l'utilisateur.

#### II.7.2.1 Administrateur

L'administrateur est chargé de la gestion globale de la plateforme. Ses principales fonctions incluent :

- Créer et gérer les comptes des médecins et des laboratoires.
- Enregistrer les fiches patients avec leurs informations personnelles de base.
- Modifier ou supprimer les données des utilisateurs (médecins, patients).
- Gérer les droits d'accès selon le profil.
- Superviser l'intégrité des données médicales.
- Consulter les statistiques globales via le tableau de bord.

### II.7.2.2 Médecin

Le médecin est l'acteur principal de la plateforme. Il prend en charge les diagnostics et le suivi médical des patients. Ses principales fonctionnalités sont :

- ❖ Rechercher un patient via un identifiant unique.
- ❖ Consulter l'historique médical du patient.
- ❖ Saisir les symptômes observés.
- ❖ Choisir un mode de diagnostic :
  - **Classique** : diagnostic manuel par le médecin.
  - **Intelligent** : diagnostic assisté par le système d'intelligence artificielle.
- ❖ Valider, modifier ou justifier le diagnostic proposé.
- ❖ Prescrire un traitement et générer une ordonnance complète.
  
- ❖ Demander des analyses médicales (biologiques, radiologiques...).
- ❖ Orienter un patient vers une autre spécialité si nécessaire.
- ❖ Consulter les statistiques d'activité depuis le tableau de bord.

### II.7.2.3 Laboratoire d'analyses

Le laboratoire intervient pour répondre aux demandes d'analyses médicales émises par les médecins. Son rôle est le suivant :

- ❖ Recevoir les demandes d'analyses (biologiques, radiologiques, etc.).
- ❖ Saisir les résultats d'analyse dans le dossier médical du patient.
- ❖ Mettre à jour ou compléter les informations liées aux examens effectués.
- ❖ Consulter l'historique des analyses pour assurer un suivi.

### II.7.2.4 Système intelligent (IA)

Le module d'intelligence artificielle intégré à Medicim joue un rôle d'assistant médical. Bien qu'il ne soit pas un utilisateur humain, il est essentiel dans le processus de diagnostic. Il permet de :

- ❖ Analyser automatiquement les symptômes saisis par le médecin.
- ❖ Proposer un ou plusieurs diagnostics probables.
- ❖ Suggérer des traitements ou médicaments adaptés.

### II.7.3 Les diagrammes UML

Cette section présente les principaux diagrammes utilisés pour concevoir notre système.

#### II.7.3.1 Diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme suivant montre le cas d'utilisation des différents acteurs du projet Medicim :

- ❖ **Médecin** : Utilise l'application web Medicim pour rechercher les patients, consulter leur historique médical, diagnostiquer leurs symptômes (de manière classique ou assistée par intelligence artificielle), demander des analyses médicales, prescrire des traitements via une ordonnance, et orienter les patients vers un spécialiste si nécessaire.
- ❖ **Laboratoire** : Utilise l'application web Medicim pour accéder aux dossiers des patients, renseigner ou mettre à jour les résultats d'analyses, interpréter les examens radiologiques, et consulter l'historique des analyses afin de contribuer au processus de diagnostic.

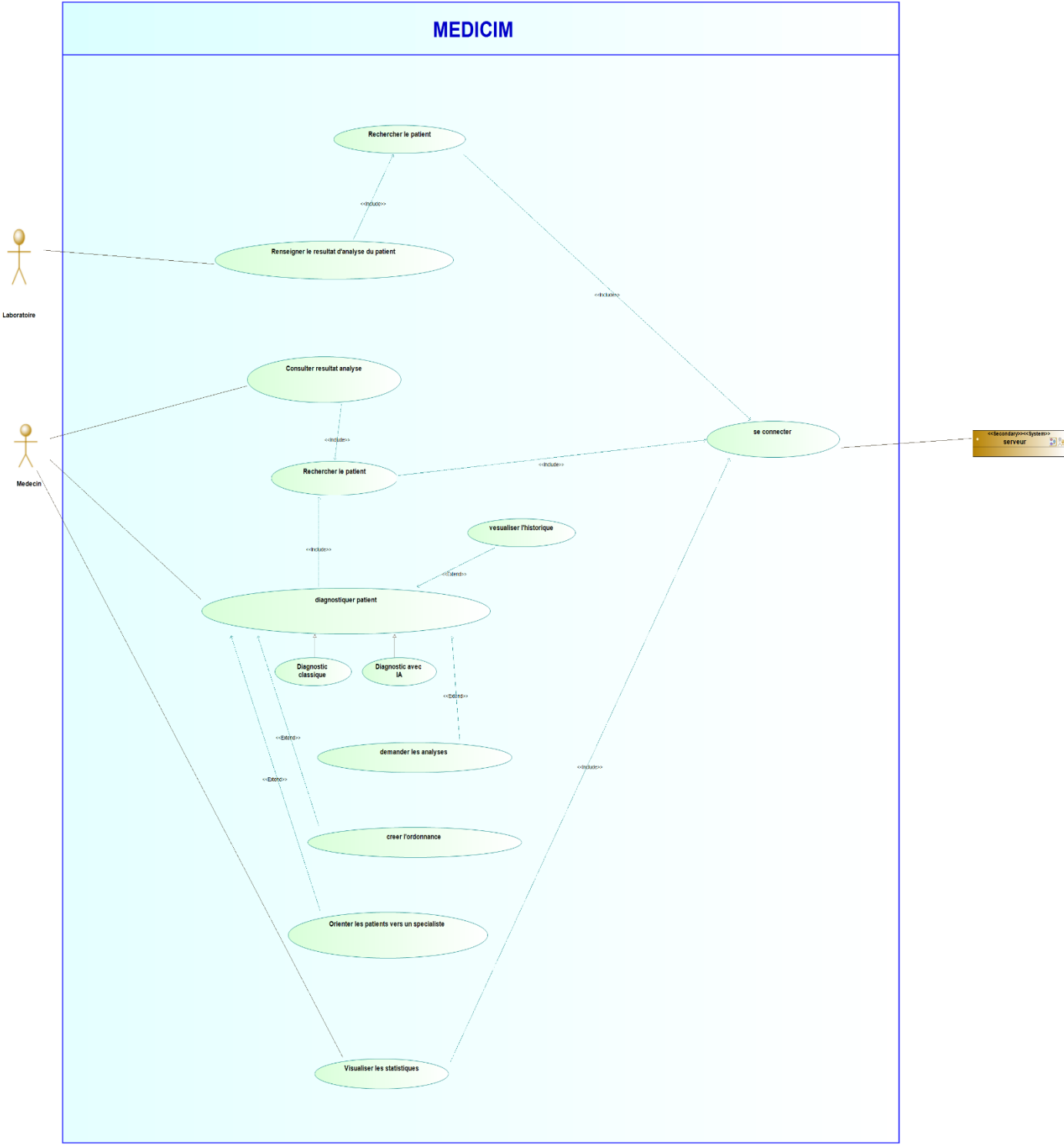


Figure II. 1 : Diagramme de cas d'utilisation du Médecin et du Laboratoire

- ❖ **Administrateur** : Utilise l'application web Medicim pour gérer les comptes utilisateurs (médecins et laboratoires), créer les profils des patients, superviser les accès au système, et veiller au bon fonctionnement ainsi qu'à la sécurité globale de la plateforme.

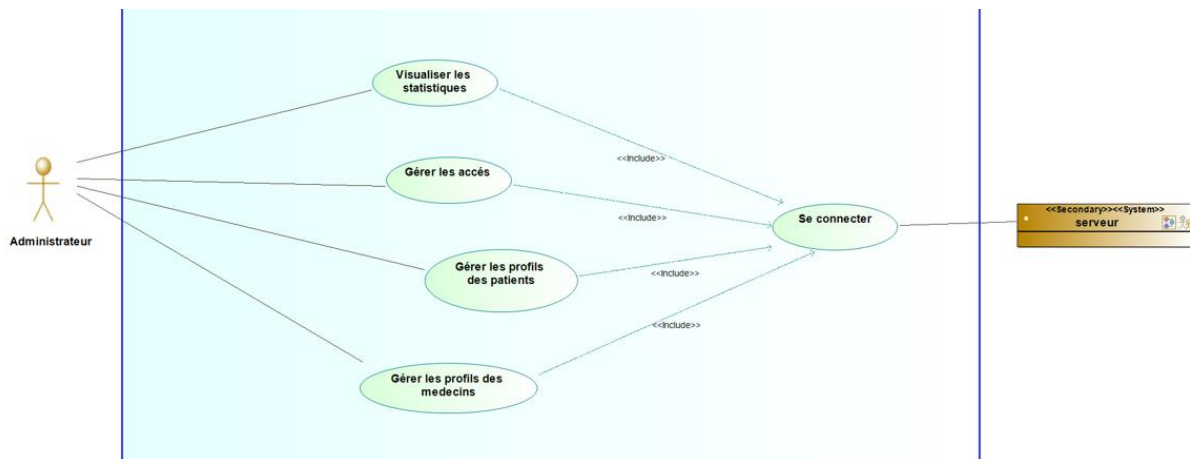


Figure II. 2 : Diagramme de cas d'utilisation de l' Administrateur

### Remarques :

- Les acteurs du projet Medicim doivent être authentifiés pour pouvoir utiliser l'application web et chaque acteur selon ses droits d'accès.
- Avant d'accéder aux fonctionnalités liées au diagnostic, à l'historique médical ou à la prescription, le médecin doit impérativement rechercher le patient à l'aide de son code personnalisé.

### II.7.3.2 Diagramme de classe

Le diagramme de classes du système Medicim modélise les entités principales et leurs relations dans le cadre d'un processus de diagnostic médical assisté. Il repose sur trois grands axes : la gestion des patients, le suivi médical (consultation, diagnostic, ordonnance), et l'appui par les laboratoires.

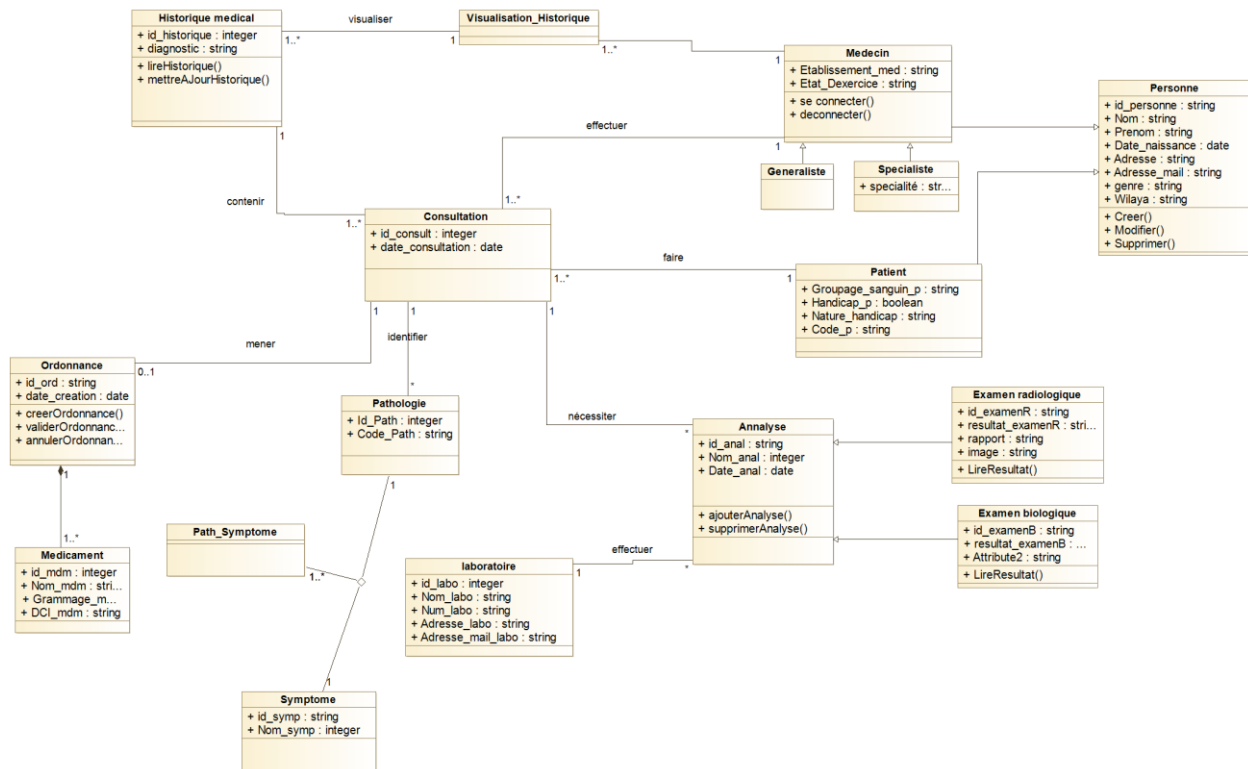


Figure II. 3 : Diagramme de classe

### II.7.3.3 Diagrammes de séquences

À titre d'exemples, deux diagrammes de séquence ont été réalisés, l'un décrit le déroulement d'un diagnostic classique, et l'autre représente un diagnostic intelligent assisté par l'IA.

- ❖ **Diagramme de séquence « Diagnostic classique »** : Le premier diagramme de séquence représente le scénario d'un diagnostic classique réalisé par un médecin via l'application web *Medicim*. Après s'être authentifié, le médecin commence par rechercher le patient à l'aide de son code personnel. Il consulte ensuite la maladie précédemment suggérée pour ce patient. Une fois la maladie affichée par le système, le médecin saisit son rapport, qui est automatiquement enregistré.

## Chapitre II : Analyse des besoins et conception de Medicim

Il procède ensuite à la prescription en ajoutant les médicaments nécessaires avec leurs détails : dosage, posologie, durée et quantité. Le système affiche les médicaments ajoutés dans une liste.

En cas de champ vide (comme le dosage ou la posologie), un message d'erreur s'affiche invitant le médecin à le compléter. Une fois toutes les informations saisies, le médecin soumet le rapport. Le système enregistre l'ensemble des données, génère l'ordonnance correspondante, puis l'affiche. Le médecin peut alors lancer l'impression de l'ordonnance.

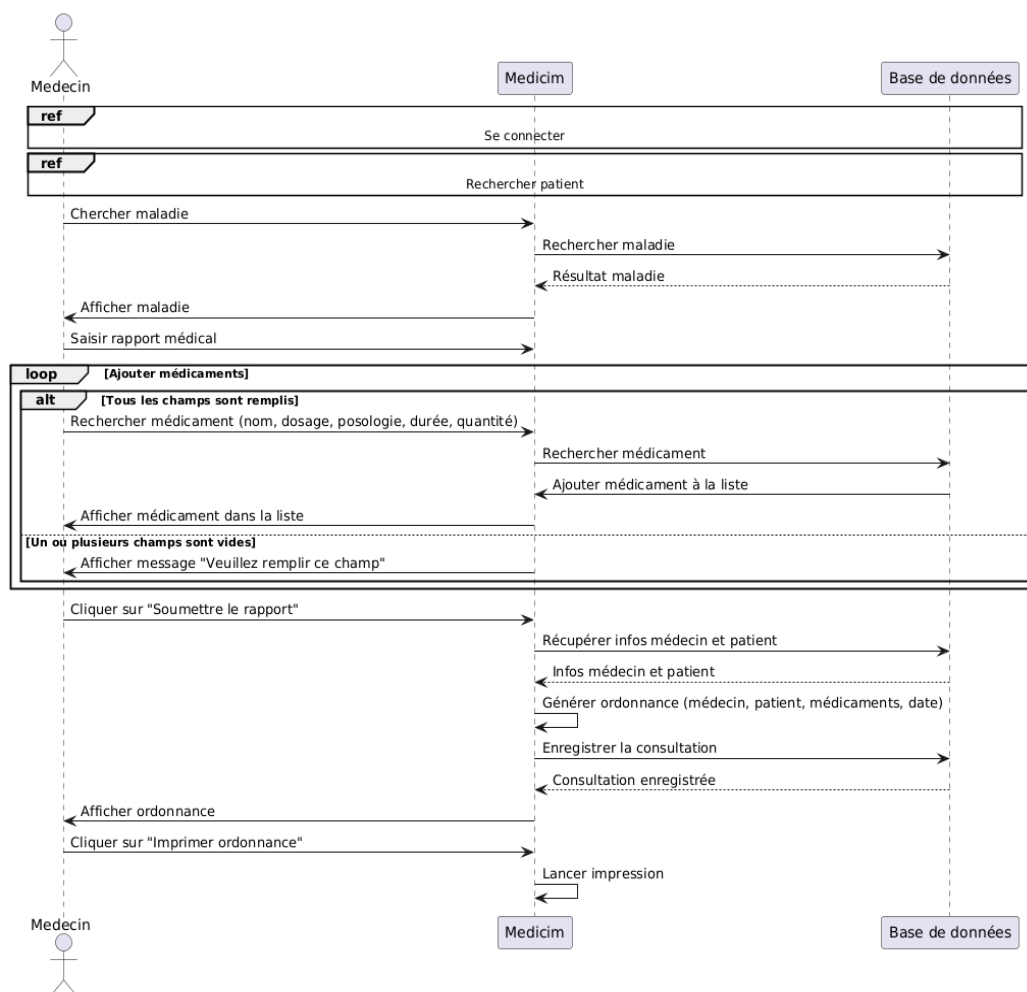


Figure II. 4 : Diagramme de séquence « Diagnostic classique »

- ❖ **Diagramme de séquence « Diagnostic intelligent »** : Le médecin se connecte à l'application web Medicim puis recherche un patient en saisissant son code personnalisé. Une fois le dossier du patient ouvert, il accède à l'interface de diagnostic intelligent. Le médecin saisit les symptômes observés chez le patient.

Le système transmet alors ces données au module d'intelligence artificielle, qui les traite afin de suggérer une pathologie probable en fonction des éléments cliniques

## Chapitre II : Analyse des besoins et conception de Medicim

renseignés. Le médecin examine le résultat proposé, qu'il peut valider tel quel ou ajuster en fonction de son expertise, puis saisit ensuite un rapport complémentaire sur la situation du patient.

Le système enregistre automatiquement le rapport. Le médecin sélectionne les médicaments à prescrire, saisit les détails nécessaires (dosage, posologie, durée, quantité), puis valide l'ordonnance. Le système vérifie les champs obligatoires (comme le dosage ou la posologie) et affiche un message d'alerte si certains sont vides. Une fois tous les champs complétés, le médecin clique sur "Soumettre". Le système enregistre l'ensemble des informations, génère l'ordonnance, l'affiche à l'écran, et le médecin peut alors l'imprimer.

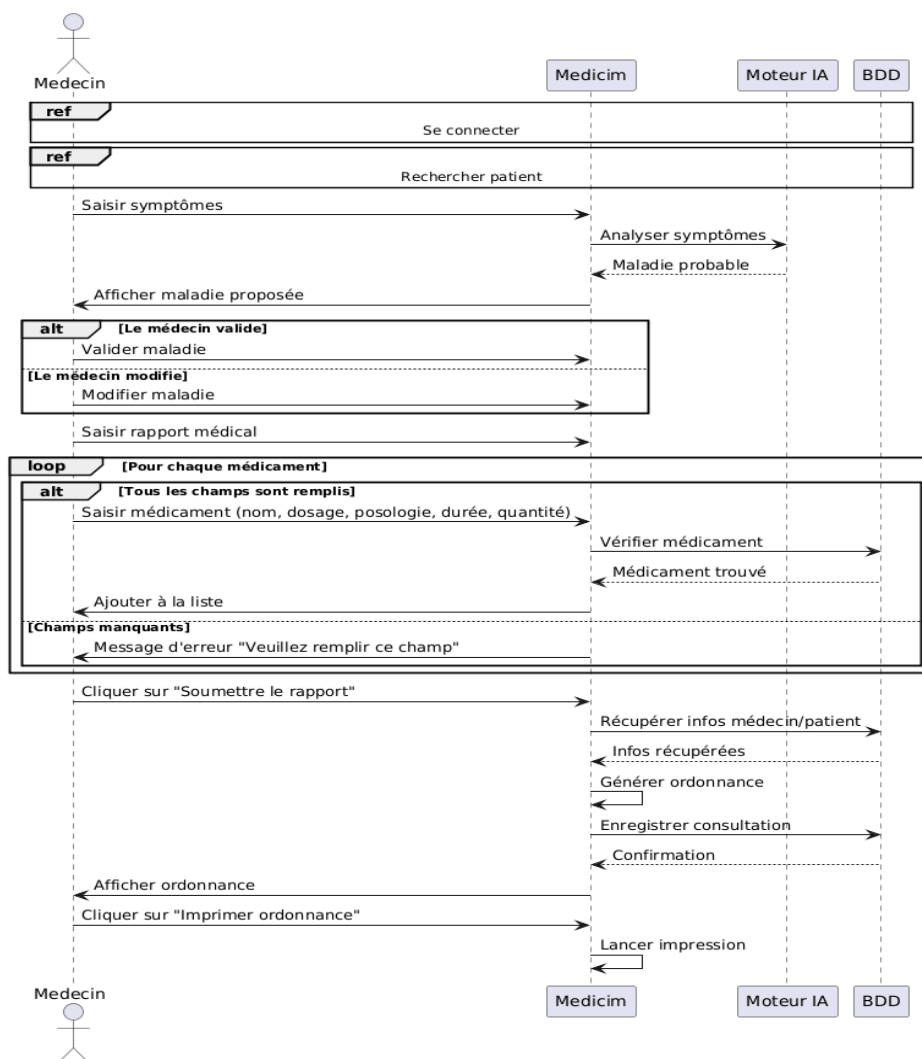


Figure II. 5 : Diagramme de séquence « Diagnostic intelligent »

### II.8 Conclusion

À travers cette phase de conception, nous avons pu traduire les besoins fonctionnels et techniques du système Medicim en une architecture cohérente et structurée. Les différents diagrammes UML réalisés ont permis de visualiser avec précision les rôles des utilisateurs, les flux d'information, ainsi que les interactions entre les composants du système. Cette modélisation a également permis d'anticiper les contraintes liées à l'intégration du module intelligent de diagnostic, tout en garantissant une bonne organisation des données médicales. La conception posée ici servira de socle solide pour la phase suivante d'implémentation, en facilitant le passage vers une application fonctionnelle et fiable.

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and a horizontal strip at the top, both with rounded ends and small circular details.

## **Chapitre III : Implémentation**

### III.1 Introduction

Ce chapitre présente l'architecture et l'implémentation de l'application web Medicim. Il décrit comment les besoins définis ont été concrètement réalisés à travers le développement du système. On y retrouve l'organisation technique de l'application, les technologies utilisées, ainsi que les principales fonctionnalités mises en œuvre, notamment celles liées au diagnostic médical, à la gestion des patients et à l'intégration du module d'intelligence artificielle.

### III.2 Processus de réalisation

La première phase a consisté en l'organisation de réunions de collecte des besoins avec des médecins généralistes et des spécialistes du CHU de Tlemcen. Ces réunions, organisées à raison d'une fois par semaine, ont permis de mieux cerner les attentes des futurs utilisateurs du système. Durant cette étape, nous avons réalisé des maquettes d'interface utilisateur et des prototypes fonctionnels du site Medicim, ce qui nous a permis d'affiner progressivement les fonctionnalités du projet.

Avant de débiter la phase de développement, une étude approfondie de la classification CIM-10 et des méthodes de diagnostic assisté par intelligence artificielle a été menée. Cette étape a également inclus l'analyse comparative d'autres systèmes existants et la définition de l'architecture technique du projet.

La deuxième phase a été consacrée au développement technique du site Medicim, d'une durée de trois mois. Elle comprenait la création de l'API de gestion des diagnostics et des dossiers médicaux, le développement de l'interface web destinée aux médecins, ainsi que l'intégration du moteur d'IA pour la proposition de diagnostics et de traitements.

Tout au long de cette phase, des réunions d'intégration et de suivi ont été organisées avec notre encadrante afin d'assurer la cohérence des travaux et de garantir un avancement structuré du développement.

## Chapitre III : Implémentation

Ci-joint une vue globale sur le processus de réalisation du projet, schématisé avec le diagramme de Gantt :

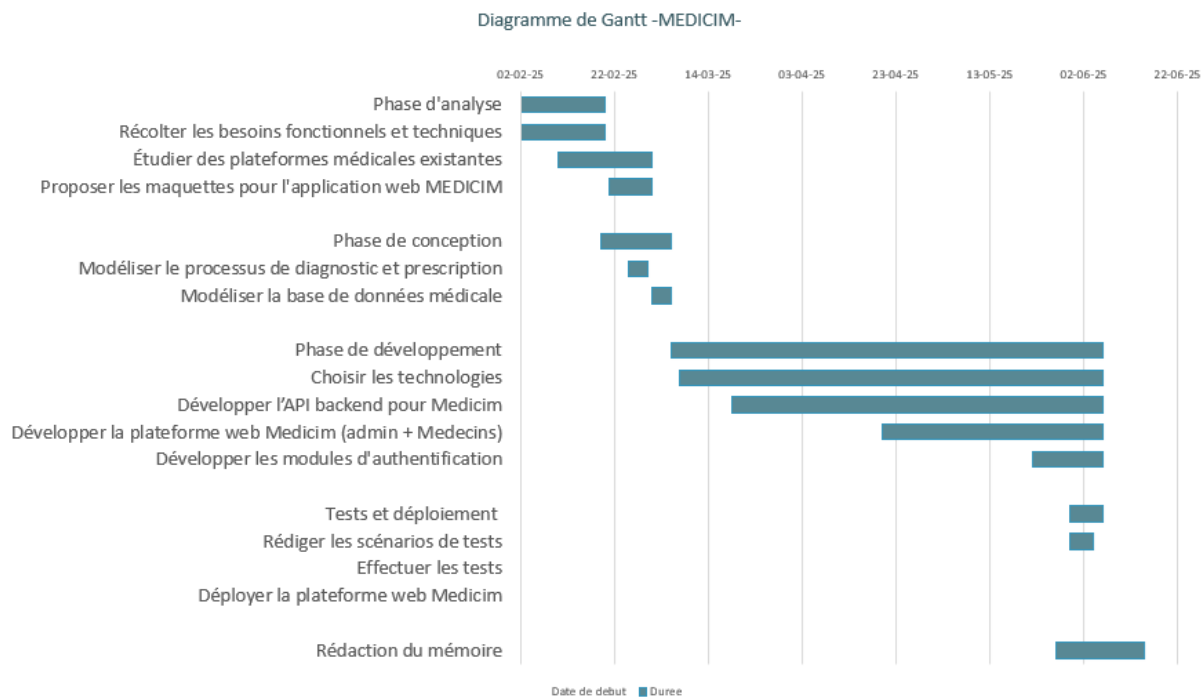


Figure III. 1 : Diagramme de Gantt

## III.3 Implémentation

### III.3.1 Architecture de l'application web Medicim

L'application web Medicim adopte une architecture trois tiers (Three-Tier Architecture), qui sépare clairement les responsabilités entre l'interface utilisateur, la logique métier et la gestion des données. Cette approche permet une meilleure maintenabilité, une scalabilité facilitée et une sécurité accrue.

Les trois couches sont les suivantes :

#### ❖ Couche présentation (Client) :

Il s'agit de l'interface utilisateur accessible via un navigateur web. Elle est développée en **Blade (Laravel)** et propose des pages ergonomiques pour les médecins, administrateurs et laboratoires. Cette couche gère l'interaction avec l'utilisateur et l'affichage des données, par exemple formulaires de diagnostic, tableaux, cartes interactives....

#### ❖ Couche métier (serveur d'application) :

## Chapitre III : Implémentation

Cette couche contient toute la **logique de traitement**. Elle est implémentée principalement en **Laravel (PHP)**, et intègre également un microservice développé avec **FastAPI (Python)** pour le traitement intelligent des symptômes via un algorithme **Random Forest**. C'est ici que sont traitées les requêtes des utilisateurs, les diagnostics, les prescriptions, et l'interfaçage avec l'intelligence artificielle.

### ❖ Couche données (base de données) :

Elle contient toutes les informations persistantes de l'application : patients, utilisateurs, symptômes, diagnostics, ordonnances, résultats d'analyses . Une base de données relationnelle est utilisée pour stocker et gérer ces données de façon structurée et sécurisée.

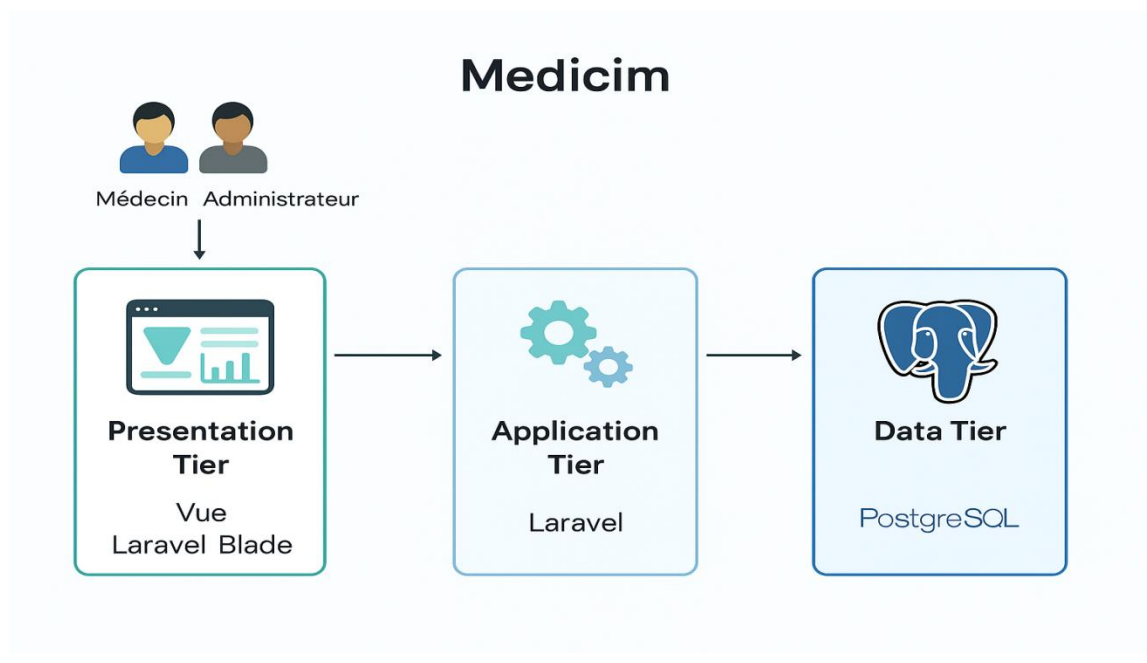


Figure III. 2 : Architecture de l'application web Medicim

### III.3.2 Environnement et technologies de développement

Dans le cadre de la réalisation de notre application web *Medicim*, nous avons mis en place un environnement de développement cohérent avec les exigences fonctionnelles et techniques du projet. Cet environnement regroupe plusieurs langages, outils, frameworks et technologies choisis pour leur robustesse, leur compatibilité et leur capacité à accélérer le processus de développement.

#### III.3.2.1 Langages utilisés

Le développement de *Medicim* repose sur l'utilisation combinée de plusieurs langages, chacun dédié à une couche particulière de l'application :

## Chapitre III : Implémentation

---

- ❖ **HTML5** : utilisé pour la structure des pages web. Il permet de créer un contenu sémantiquement riche et bien organisé [23].
- ❖ **CSS3** : utilisé pour le style et la mise en forme des éléments HTML. Il permet de garantir une interface moderne, épurée et responsive [24].
- ❖ **JavaScript** : utilisé pour dynamiser les interactions côté client et améliorer l'expérience utilisateur à travers des fonctionnalités comme les alertes, les transitions, ou la validation de formulaires [25].
- ❖ **PHP** : utilisé comme langage principal côté serveur. Il permet de gérer la logique métier, l'authentification, les requêtes vers la base de données, et la gestion des rôles et permissions [26].
- ❖ **Python** : utilisé pour le module d'intelligence artificielle, notamment avec le framework FastAPI et l'algorithme Random Forest [27].
- ❖ **SQL (PostgreSQL)** : utilisé pour concevoir, gérer et interroger la base de données relationnelle. PostgreSQL est reconnu pour sa stabilité, sa conformité aux standards SQL, sa gestion avancée des transactions et sa capacité à manipuler des données complexes (types JSON, tableaux, etc.) [28].

### III.3.2.2 Framework utilisé :

- ❖ **Laravel** : Nous avons choisi le framework Laravel, un framework PHP moderne et orienté objet qui adopte l'architecture MVC (Modèle–Vue–Contrôleur). Laravel propose de nombreuses fonctionnalités prêtes à l'emploi : système de routage, gestion des migrations de base de données, moteur de template Blade, ORM Eloquent, sécurité intégrée (CSRF, cryptage des mots de passe), gestion des sessions et des rôles, etc. Cela nous a permis de structurer notre code proprement, de gagner du temps et de garantir un niveau de sécurité élevé dans la manipulation des données sensibles du domaine médical [29].
- ❖ **Laravel Breeze** : système d'authentification léger intégré à Laravel, utilisé pour gérer les fonctionnalités d'inscription, connexion, réinitialisation de mot de passe, etc [30].
- ❖ **FastAPI** : framework Python rapide et moderne utilisé pour exposer une API REST destinée au traitement des symptômes et à la génération de diagnostics [31].

- ❖ **Random Forest** : est un algorithme basé sur l'agrégation de plusieurs arbres de décision construits aléatoirement, dont les prédictions sont combinées pour obtenir un résultat final plus robuste et précis.

Dans le cadre de notre projet, nous avons utilisé cet algorithme pour entraîner un modèle capable de prédire automatiquement une maladie à partir des symptômes renseignés par le médecin, en tirant parti de sa capacité à gérer efficacement des données complexes et à réduire le risque de surapprentissage [32].

### III.3.2.3 Outils de développement

- **MAMP (Macintosh, Apache, MySQL/MariaDB, PHP)** : Nous avons utilisé **MAMP** comme environnement local de développement, notamment pour héberger un serveur Apache et exécuter notre code PHP. Bien que MAMP soit initialement configuré avec MySQL/MariaDB, il est entièrement compatible avec PostgreSQL via une configuration adaptée. Il offre une interface simple permettant de démarrer ou arrêter les services rapidement, sans avoir à les installer séparément [33].
- **PostgreSQL** : Système de gestion de base de données relationnelle utilisé pour stocker toutes les données du système, notamment les comptes utilisateurs (médecins, laboratoires), les patients, les diagnostics, les prescriptions, les symptômes, etc. Son intégration avec Laravel via Eloquent ORM est fluide et permet de bénéficier de migrations, de seeders, et de requêtes expressives [34].
- **pgAdmin** : Interface graphique officielle pour la gestion de bases de données PostgreSQL. Elle permet de créer, modifier, visualiser et exécuter des requêtes SQL, ainsi que de superviser les performances et les connexions. pgAdmin a été utilisé pour gérer les schémas de données, les clés primaires/étrangères, et pour tester les requêtes en phase de conception [35].
- **Visual Studio Code (VS Code)** : Éditeur de code principal utilisé pour développer l'application. Il offre une expérience de développement fluide grâce à son support de PHP, JavaScript, Blade et SQL. Des extensions comme *Laravel Blade Snippets*, *PHP Intelephense*, *Laravel Artisan* et *GitLens* ont été installées pour améliorer la productivité [36].

- **Git** : Système de gestion de versions distribué utilisé pour suivre les évolutions du code source. Chaque membre de l'équipe peut cloner le projet, travailler sur des branches indépendantes, et fusionner ses modifications via des commits, tout en conservant un historique propre du développement [37].
- **GitHub** : Plateforme de collaboration utilisée pour héberger le dépôt du projet, gérer les branches, suivre les bugs et organiser le travail via des issues et des pull requests. GitHub a facilité le travail collaboratif à distance et permis d'assurer un suivi rigoureux du code [38].

### III.3.2.4 Outils de conception et design

- **Modelio** : outil de modélisation UML utilisé pour la réalisation des diagrammes de cas d'utilisation, de classes, de séquence et de base de données. Il a été essentiel dans la phase de conception du système [39].
- **Canva** : plateforme graphique en ligne utilisée pour la création du **logo officiel** de Medicim, ainsi que des visuels de communication. Elle a permis d'obtenir une identité visuelle moderne, cohérente et professionnelle [40].

## III.3.3 Présentation de l'application web Medicim

### III.3.3.1 Nom et Logo de l'application web

#### ❖ Signification du nom Medicim :

Le nom Medicim est une combinaison entre les mots "Médecin" et "CIM", qui fait référence à la Classification Internationale des Maladies (CIM-10). Ce nom reflète clairement l'objectif de la plateforme : assister les médecins dans le diagnostic médical en s'appuyant sur les standards internationaux de classification des pathologies.

### ❖ Présentation du logo

Le logo de Medicim incarne l'identité de la plateforme en combinant un symbole médical universel avec une esthétique moderne, exprimant ainsi la mission du projet de mettre la technologie au service des médecins pour un diagnostic précis et une prescription sécurisée.



**Figure III. 3 : logo de Medicim**

### III.3.3.2 Pages principales de l'application web Medicim

L'application web Medicim est structurée autour de plusieurs pages principales, chacune dédiée à un rôle ou une fonctionnalité spécifique. Cette organisation permet de simplifier la navigation, tout en assurant un accès rapide et sécurisé aux outils essentiels du diagnostic médical.

### ❖ Page de connexion :

Chaque utilisateur peut se connecter à la plateforme en utilisant son adresse e-mail comme identifiant, accompagnée d'un mot de passe sécurisé. L'accès est protégé et redirige automatiquement l'utilisateur vers l'espace dédié à son rôle.



Figure III. 4 : page d'accueil de la plateforme Medicim



Figure III. 5 : Page de connexion de la plateforme Medicim

**Remarque :** seul l'administrateur peut créer des comptes.

### ❖ Page de tableau de bord :

La page de tableau de bord constitue une vue synthétique et dynamique des données épidémiologiques collectées par la plateforme. Elle est accessible aux médecins et à l'administrateur, leur permettant ainsi d'observer l'évolution des maladies, d'identifier les foyers à risque, et de faciliter la prise de décision sanitaire.

En premier lieu, trois cartes informatives sont présentées :

- La première carte affiche la maladie la plus fréquente du mois, en tenant compte des filtres sélectionnés. Ces filtres permettent de restreindre l'analyse selon le mois, la tranche d'âge (enfant, adulte, ou tous), et le genre (homme, femme, ou tous).
- La deuxième carte montre l'évolution mensuelle des maladies, c'est-à-dire une représentation comparative de la fréquence des maladies au fil des mois. Cela permet de détecter des tendances ou des pics inhabituels d'apparition.
- La troisième carte présente les différentes maladies détectées durant le mois en cours, offrant une vue globale de la diversité des pathologies recensées.

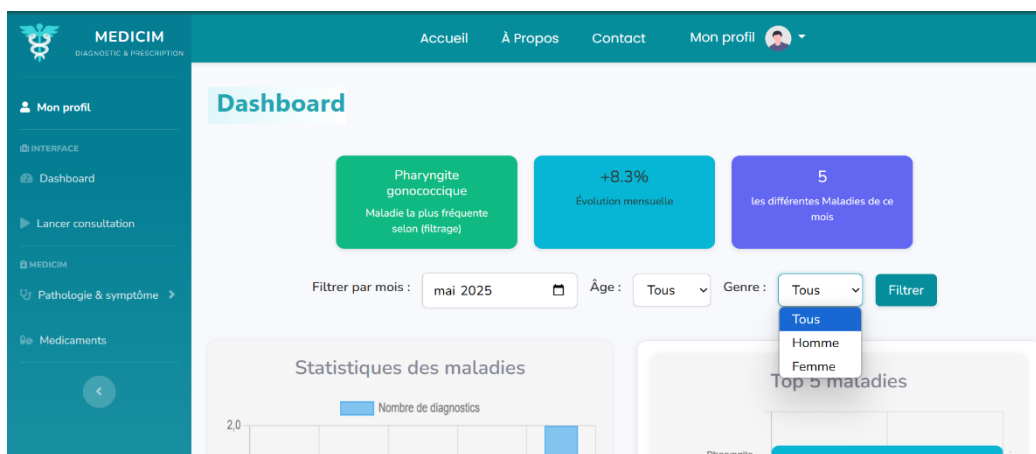


Figure III. 6 : page Dashboard de la plateforme Medicim

## Chapitre III : Implémentation

Ensuite, la section située à droite comporte deux graphiques :

- Le premier graphique ("Statistiques des maladies") illustre le nombre total de diagnostics enregistrés durant le mois, ou selon les filtres actifs.
- Le deuxième graphique est un bar chart du Top 5 des maladies les plus fréquentes, classées de la plus présente à la moins fréquente.

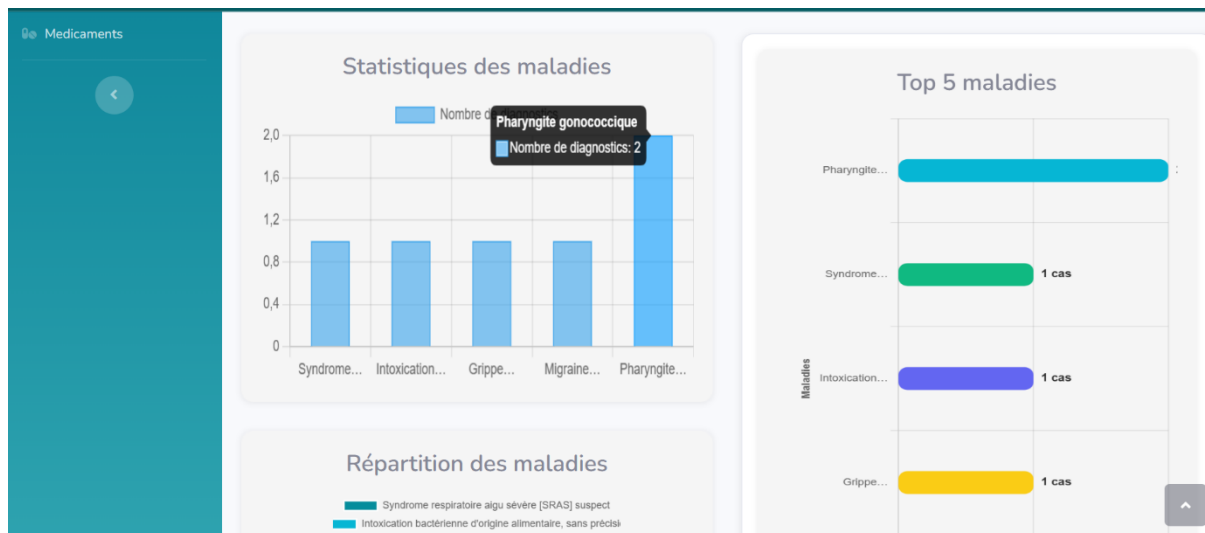


Figure III. 7 : page statistique de la plateforme 1 Medicim

En dessous de ces éléments, un graphique en camembert reprend la même information que le premier graphique, en visualisant la proportion des diagnostics sous forme circulaire.

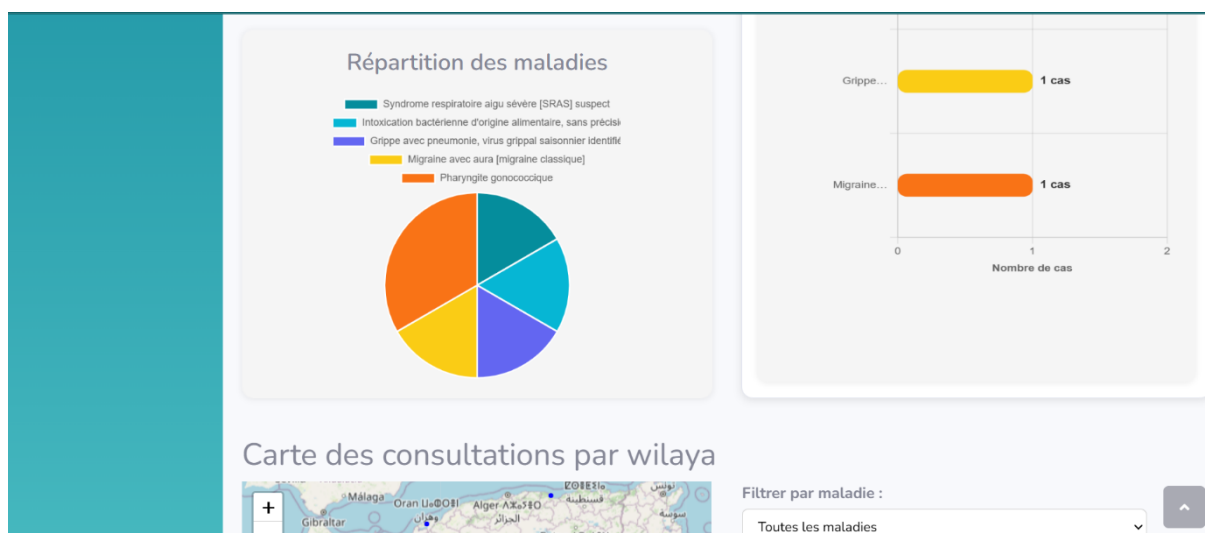
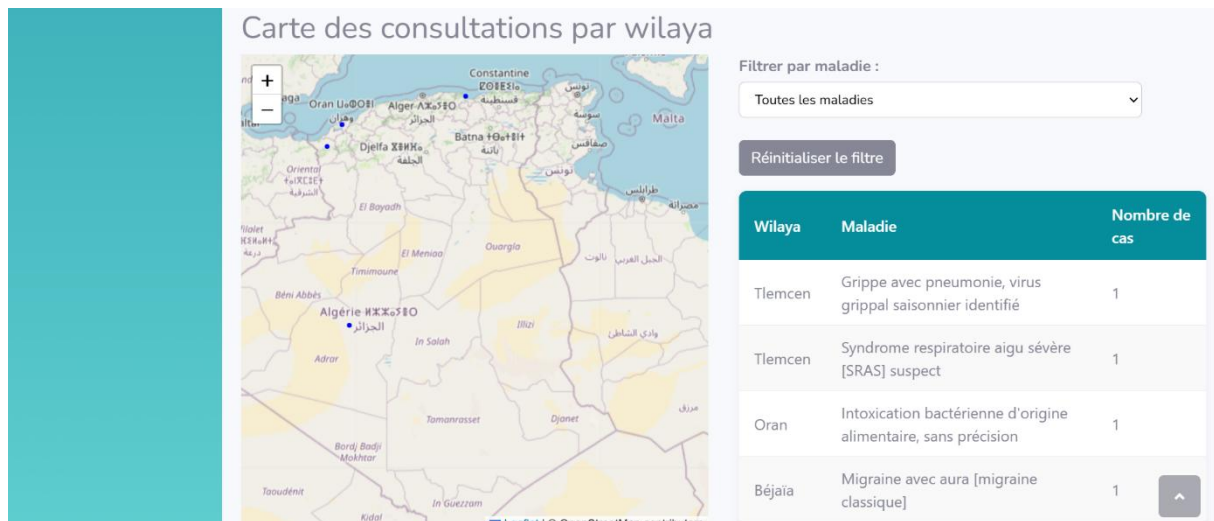


Figure III. 8 : page statistique de la plateforme 2 Medicim

Enfin, la partie inférieure de la page est dédiée à l'analyse géographique :

- Une carte interactive affiche les wilayas touchées par différentes maladies. Les wilayas concernées sont visuellement distinguées afin de permettre une identification rapide des zones impactées.
- Un tableau associé à la carte vient détailler ces données : pour chaque wilaya touchée, on retrouve la maladie identifiée ainsi que le nombre de cas recensés.



**Figure III. 9 : page statistique de la plateforme 3 Medicim**

**Remarque :** en l'absence de filtrage, l'ensemble des visualisations affichent par défaut les statistiques globales du mois en cours. Cette interface a ainsi été conçue pour offrir une analyse rapide, visuelle et pertinente des données médicales, tant pour la gestion administrative que pour l'aide au diagnostic et à la prise de décision.

### ❖ Page de consultation

La page de consultation constitue un point central de l'application Medicim, permettant au médecin d'accéder rapidement et efficacement aux données médicales d'un patient. À l'ouverture de cette page, une barre de recherche permet de retrouver un patient en saisissant son code unique attribué lors de son enregistrement.



**Figure III. 10 : page de consultation de l'application Medicim**

Une fois le code renseigné, l'application affiche automatiquement les informations personnelles du patient, notamment : le code, le nom, le prénom, la date de naissance, le sexe, le numéro de téléphone, la wilaya de résidence, le groupe sanguin ainsi que la présence éventuelle d'un handicap. Cette section assure au médecin une identification claire du patient avant toute interaction médicale.



**Figure III. 11 : page rechercher patient**

## Chapitre III : Implémentation

Sur le côté gauche des informations du patient, plusieurs boutons d'action sont mis à la disposition du médecin pour lui permettre d'interagir efficacement avec le dossier médical.

- **Voir l'historique** : ce bouton permet de faire défiler la page vers la section dédiée à l'historique médical du patient. On y retrouve la liste des consultations précédentes, chacune affichant sa date ainsi qu'un résumé du rapport. En cliquant sur une consultation spécifique, le médecin accède aux détails complets du diagnostic effectué ainsi qu'au traitement prescrit à ce moment-là.
- **Diagnostic classique** : ce bouton initie un processus de diagnostic manuel dans lequel le médecin saisit lui-même les symptômes observés afin d'établir un diagnostic fondé sur son expertise.
- **Diagnostic intelligent** : ce bouton déclenche le module d'intelligence artificielle intégré, qui analyse les symptômes saisis pour proposer automatiquement un ou plusieurs diagnostics probables à partir de données apprises.
- **Imprimer justification** : cette option permet au médecin de générer un document de justification médicale, notamment en cas de besoin de repos ou de congé pour le patient, en lien avec son état de santé.

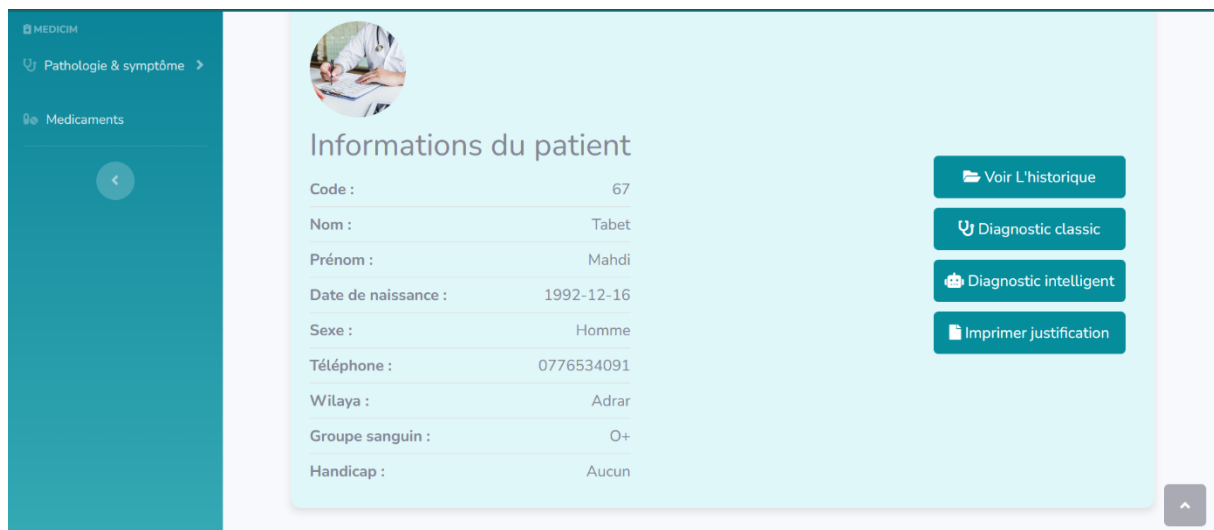


Figure III. 12 : page d'informations personnelles du patient

En bas de la page, deux sections complètent la vue d'ensemble :

- **L'historique des consultations** : regroupe les rapports des consultations précédentes, accompagnés de leur date respective. Lorsqu'un médecin clique sur une consultation donnée, tous les détails s'y rapportant s'affichent : la maladie détectée, le rapport rédigé, le traitement prescrit ainsi que la date exacte de la consultation.
- **Les maladies chroniques** : une liste des pathologies à long terme dont souffre le patient est affichée, fournissant des informations cruciales pour orienter les choix médicaux.



**Figure III. 13 : L'historique des consultations et des maladies chroniques du patient**

Grâce à cette interface claire et fonctionnelle, le médecin bénéficie d'une vue d'ensemble complète et rapide sur le profil médical du patient, lui permettant ainsi d'entamer un diagnostic ou une prescription avec efficacité, rigueur et sécurité.

### ❖ Page de diagnostic :

- **Diagnostic classique :**

Après avoir recherché et sélectionné un patient à l'aide de son code unique, le médecin accède à l'interface de diagnostic classique. Dans cette page, il sélectionne la maladie qu'il a détectée à partir d'une liste structurée selon la classification CIM-10, où chaque pathologie est associée à un code.

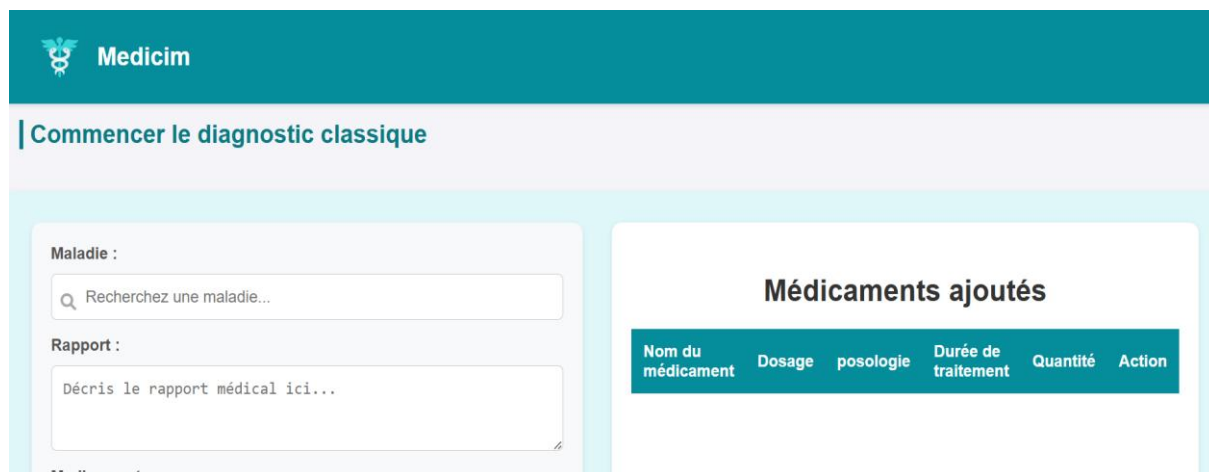
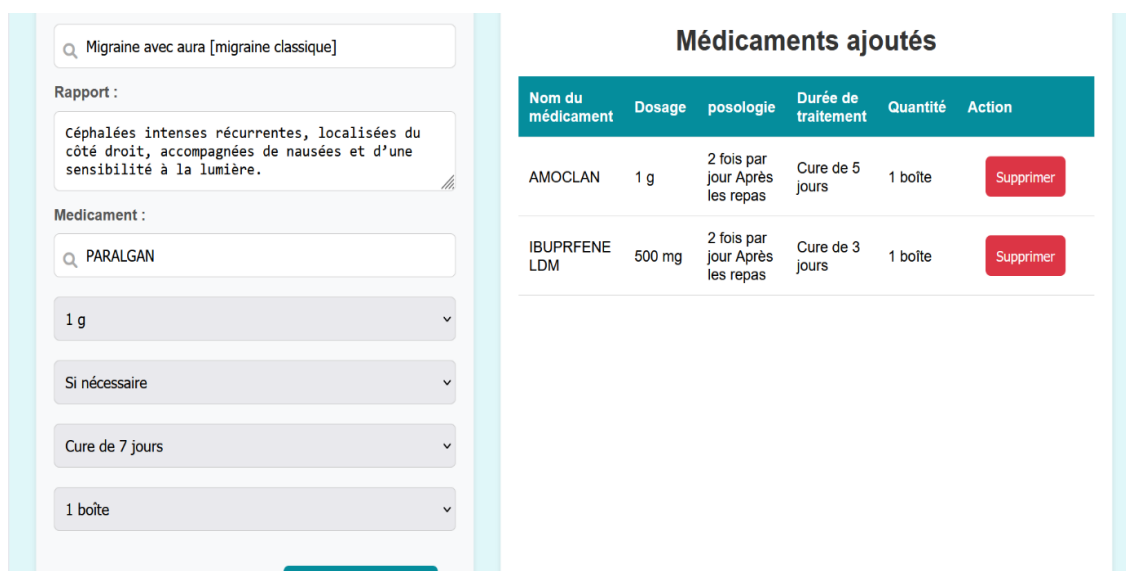


Figure III. 14 : page diagnostic classique

Ensuite, le médecin rédige un rapport médical détaillé, et procède à la prescription en choisissant un ou plusieurs médicaments. Pour chaque médicament, il spécifie le dosage, la posologie, la durée du traitement et la quantité.



Nom du médicament	Dosage	posologie	Durée de traitement	Quantité	Action
AMOCLAN	1 g	2 fois par jour Après les repas	Cure de 5 jours	1 boîte	Supprimer
IBUPRFENE LDM	500 mg	2 fois par jour Après les repas	Cure de 3 jours	1 boîte	Supprimer

Figure III. 15 : rapport médical

L'interface propose également plusieurs actions complémentaires :

- Le bouton « Ajouter médicament » permet au médecin d'ajouter les médicaments souhaités à une liste récapitulative affichée à gauche, comprenant pour chaque médicament son nom, dosage, posologie, durée du traitement et quantité. À côté de chaque entrée figure un bouton « Supprimer » pour retirer un médicament si nécessaire.
- Le bouton « Annuler », quant à lui, sert à réinitialiser les champs de saisie si le médecin décide de ne pas conserver l'ajout en cours.
- Par ailleurs, le bouton « Orienter le patient » permet au médecin d'adresser le patient à un spécialiste. Il sélectionne la spécialité concernée et saisit la raison de l'orientation ; une lettre d'orientation est ensuite automatiquement générée, prête à être imprimée.

1 boîte

Annuler + Ajouter un médicament

Orienter le patient

Annuler le Diagnostic

Soumettre le rapport

**Lettre d'orientation :**

Je vous adresse ce jour M./Mme (*nom du patient*),  
âgé(e) de (*âge du patient*) ans, que je suis actuellement pour :

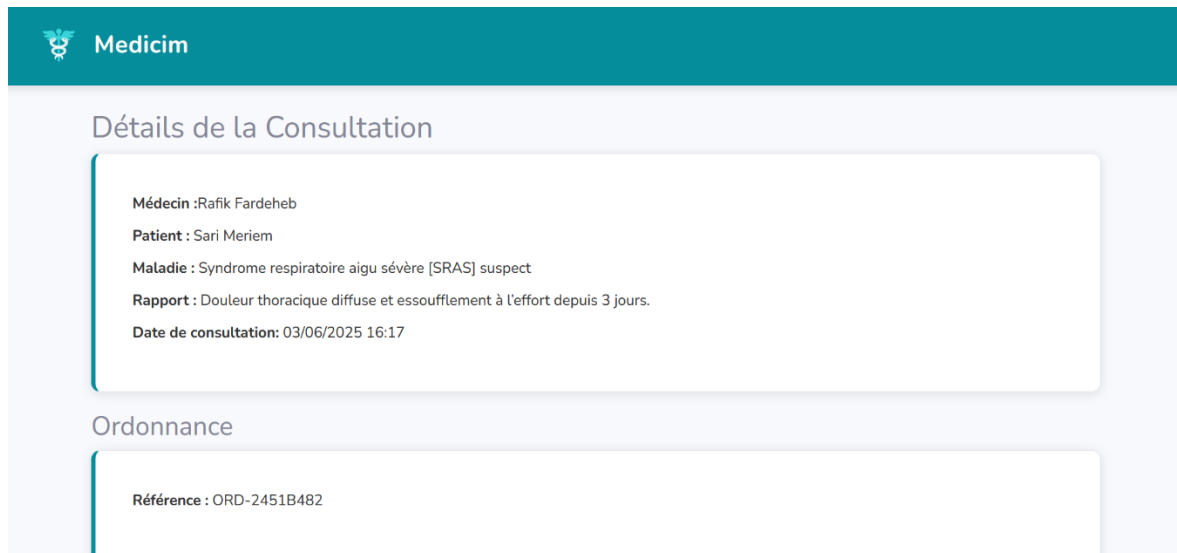
Saisissez ici le motif ou le rapport médical...

Je sollicite votre expertise pour un avis spécialisé, un suivi ou des examens complémentaires.

Figure III. 16 : Ajouter médicament

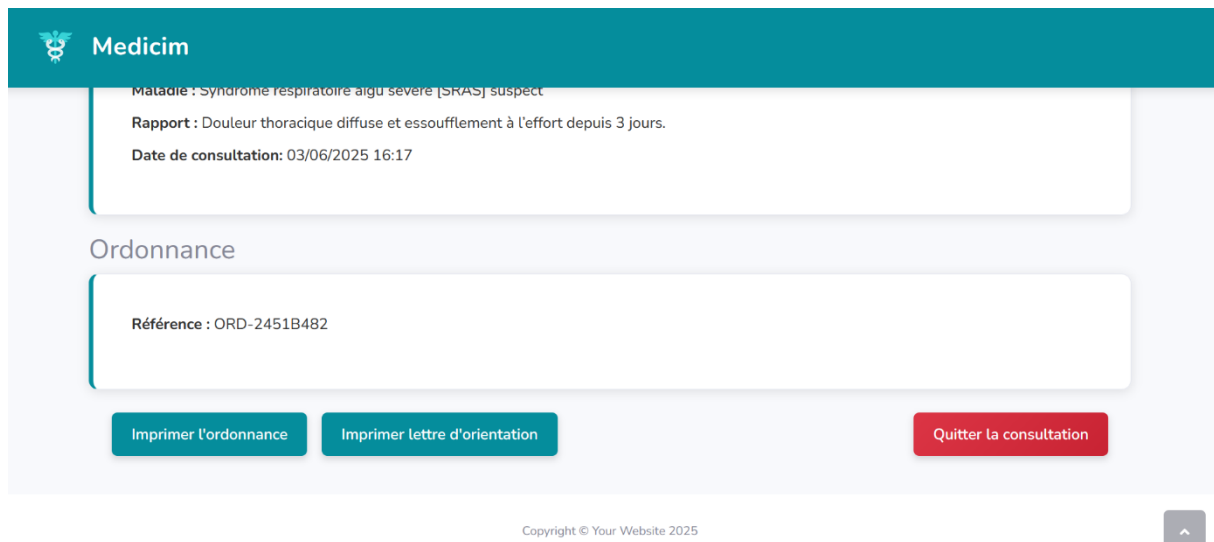
## Chapitre III : Implémentation

Une fois toutes les informations saisies, le médecin valide la consultation en cliquant sur le bouton « Soumettre le rapport ». Une page récapitulative s'affiche alors, contenant l'ensemble des détails de la consultation, ainsi que deux options : imprimer l'ordonnance et imprimer la lettre d'orientation (si elle a été générée). Cette étape marque la fin de la consultation.



The screenshot shows the 'Détails de la Consultation' page. At the top is a teal header with the 'Medicim' logo and name. Below the header, the page title 'Détails de la Consultation' is displayed. The main content area contains a white box with the following information: 'Médecin : Rafik Fardeheb', 'Patient : Sari Meriem', 'Maladie : Syndrome respiratoire aigu sévère [SRAS] suspect', 'Rapport : Douleur thoracique diffuse et essoufflement à l'effort depuis 3 jours.', and 'Date de consultation: 03/06/2025 16:17'. Below this box, the section 'Ordonnance' is visible, containing a white box with the text 'Référence : ORD-2451B482'.

Figure III. 17 : détails de la consultation




The screenshot shows the 'Soumettre le rapport' page. It features the same teal header with the 'Medicim' logo and name. The main content area contains a white box with the following information: 'Maladie : Syndrome respiratoire aigu sévère [SRAS] suspect', 'Rapport : Douleur thoracique diffuse et essoufflement à l'effort depuis 3 jours.', and 'Date de consultation: 03/06/2025 16:17'. Below this box, the section 'Ordonnance' is visible, containing a white box with the text 'Référence : ORD-2451B482'. At the bottom of the page, there are three buttons: 'Imprimer l'ordonnance' (teal), 'Imprimer lettre d'orientation' (teal), and 'Quitter la consultation' (red). The footer contains the text 'Copyright © Your Website 2025' and a small grey button with an upward arrow.

Figure III. 18 : Soumettre le rapport

### Chapitre III : Implémentation

---

Lorsqu'on clique sur le bouton « Imprimer l'ordonnance », une ordonnance est automatiquement générée, reprenant les informations du patient, du médecin, la date de la consultation ainsi que la liste des médicaments prescrits avec leurs détails.



**Dr.Rafik Fardeheb**  
*Spécialiste en: Médecine générale*

Téléphone : 0791488005  
Email : RafikFardeheb13@gmail.com  
Adresse : 123 Rue du Cabinet, 75000 Paris


**Nom du patient :** \_\_\_kazi Hind\_\_\_  
**Adresse :** \_\_\_Béjaïa\_\_\_  
**Âge :** \_35ans\_

- **AMOCLAN - 1 g - 2 fois par jour Après les repas - Cure de 5 jours - 1 boîte**
- **IBUPRFENE LDM - 500 mg - 2 fois par jour Après les repas - Cure de 3 jours - 1 boîte**
- **PARALGAN - 1 g - Si nécessaire - Cure de 7 jours - 1 boîte**

**Date :** \_03/06/2025\_ **Signature :** \_\_\_\_\_

Figure III. 19 : l'ordonnance

De la même manière, en cliquant sur le bouton « Imprimer la lettre d'orientation », un document est généré automatiquement, contenant les informations du patient, du médecin, la spécialité vers laquelle le patient est orienté ainsi que la justification médicale de cette orientation.

 **MEDICIM**  
Diagnostic & Prescription

**Dr. Rafik Fardeheb**  
Spécialiste en: Médecine générale  
Numéro: 0791486005

### Lettre d'orientation médicale

**Nom du patient :** \_\_Sari Meriem\_\_  
**Date de naissance:** \_\_1997-01-16\_\_  
**Adresse :** \_\_Tlemcen\_\_  
**Diagnostic :** \_\_Syndrome respiratoire aigu sévère [SRAS] suspect\_\_  
**spécialité orienté :** \_\_Pneumologie\_\_

cher confrere Docteur,

Je vous adresse ce jour **M./Mme Sari Meriem**, âgé(e) de 28 ans, que je suis actuellement pour :

Toux persistante depuis plus de trois semaines, dyspnée modérée, et sifflements respiratoires occasionnels..

Je sollicite votre expertise pour un avis spécialisé, un suivi ou des examens complémentaires.

Je reste à votre disposition pour toute information supplémentaire.

Veuillez agréer, Docteur, l'expression de mes salutations distinguées.

Date : \_\_03/06/2025\_\_

Signature du médecin : \_\_\_\_\_

. 01 23 45 67 89 | . docteur@email.com | . www.moncabinet.fr  
12 rue de la Santé, 75000 Paris

Figure III. 20 : la lettre d'orientation

- **Diagnostic intelligent (avec IA)**

Une fois le patient identifié via son code, le médecin accède à l'interface de diagnostic intelligent en cliquant sur le bouton correspondant. Dans cette page, il saisit les symptômes constatés chez le patient. Une fois la saisie validée, Le système analyse automatiquement les données saisies et propose une pathologie probable. Le médecin peut alors la valider telle quelle ou l'ajuster en fonction de son évaluation, puis passer à la prescription. Comme dans le diagnostic classique, il peut ajouter des médicaments en précisant le dosage, la posologie, la durée du traitement et la quantité, qui s'affichent dans une liste récapitulative. L'ensemble des fonctionnalités comme l'orientation du patient, la soumission du rapport, ainsi que la génération de l'ordonnance et de la lettre d'orientation sont également disponibles, assurant un processus médical simplifié et assisté.



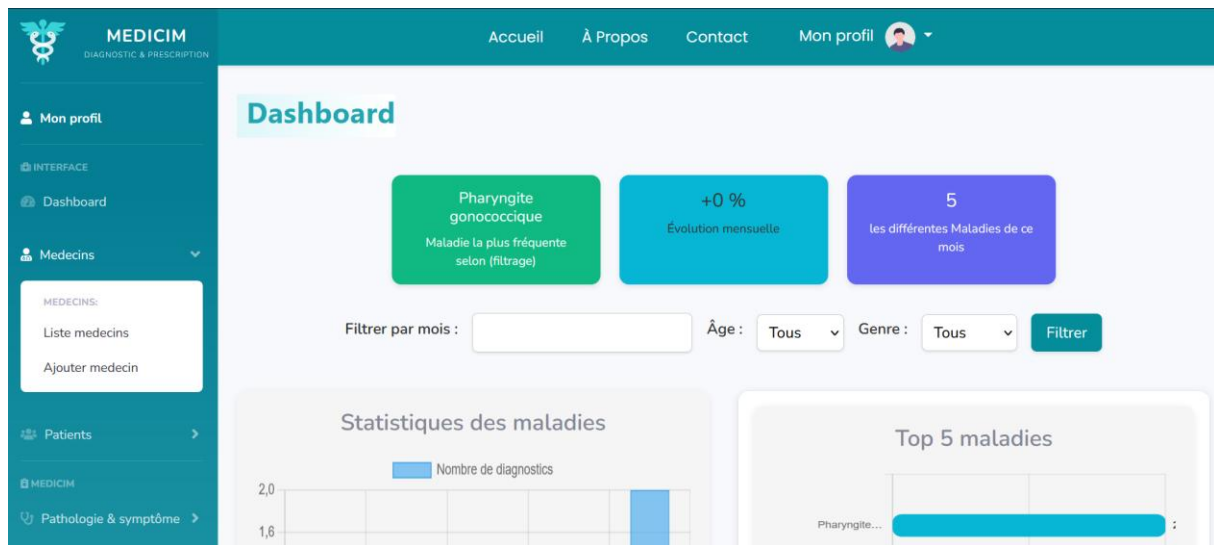
The screenshot displays the 'Diagnostic intelligent' interface. At the top, there is a teal header with the 'Medicim' logo and name. Below the header, a light blue bar contains the text '| Commencer le diagnostic intelligent'. The main content area is a light blue box with a white background. It is divided into two sections. The left section, titled 'Sélectionnez des symptômes', contains five buttons: 'essoufflement', 'faiblesse générale', 'fatigue', 'fièvre', and 'insomnie'. The right section, titled 'Maladie détectée', contains a text box with the text 'Maladie détectée : réaction de stress aigu'. A teal 'Valider' button is located between the two sections.

**Figure III. 21 : Diagnostic intelligent**

### ❖ Pages administratives

Lorsqu'un administrateur se connecte à la plateforme Medicim, il accède directement au dashboard principal, présenté précédemment, qui lui offre une vue synthétique sur les statistiques médicales du mois en cours.

Depuis la barre latérale, l'administrateur dispose également d'un accès aux fonctionnalités de gestion suivantes :



**Figure III. 22 : Pages administratives**

- **Gestion des comptes des médecins**

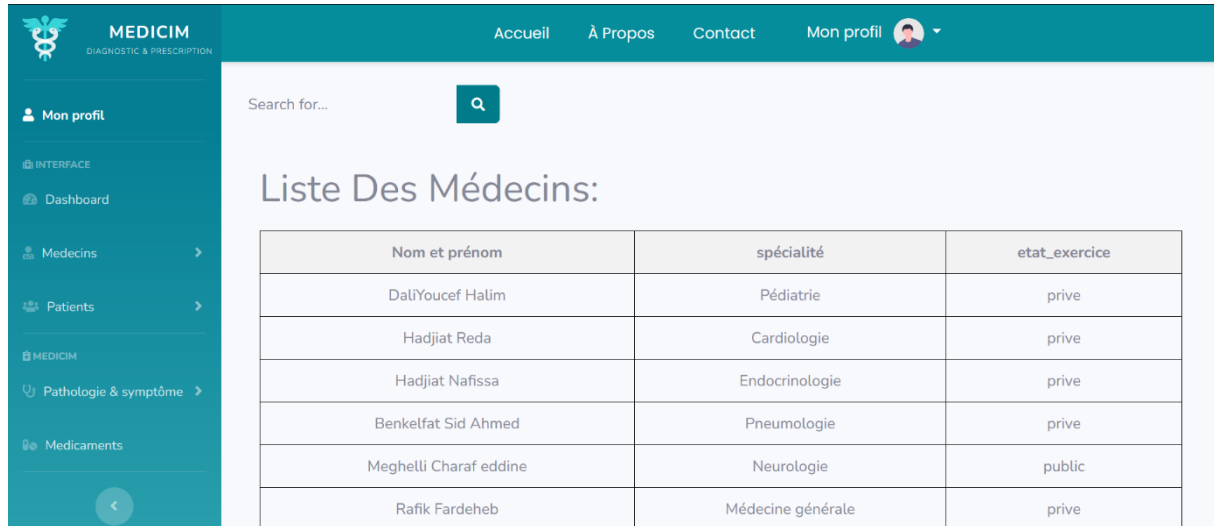
L'administrateur peut créer un nouveau compte médecin en renseignant les informations nécessaires : nom, prénom, spécialité, adresse e-mail, mot de passe, etc. Une fois le compte créé, le médecin pourra se connecter à la plateforme à l'aide de ces identifiants pour accéder à son espace de travail personnalisé.

The screenshot displays the 'Créer un nouveau médecin' (Create new doctor) form within the MEDICIM application. The interface features a teal header with navigation links: 'Accueil', 'À Propos', 'Contact', and 'Mon profil'. A sidebar on the left lists menu items such as 'Mon profil', 'INTERFACE', 'Dashboard', 'Medecins', 'Patients', 'MEDICIM', 'Pathologie & symptôme', and 'Médicaments'. The form itself is titled 'Créer un nouveau médecin' and is divided into two main sections: 'Informations personnelles' and 'Informations professionnelles'. The 'Informations personnelles' section includes fields for 'Sexe' (with radio buttons for 'Homme' and 'Femme'), 'Nom' (with a sub-field for 'Nom et prénom'), 'Date de naissance' (with a date picker), and 'Adresse email'. The 'Informations professionnelles' section includes a 'Mot de passe' field with a toggle for visibility, a 'Numéro de téléphone' field, and several dropdown menus for 'Spécialité', 'Wilaya', and 'État d'exercice'. There are also text input fields for 'Adresse' and 'Etablissement'. At the bottom of the form, there are two buttons: 'Valider' and 'Annuler'. The footer of the page contains the text 'Copyright © Your Website 2025'.

Figure III. 23 : page Créer nouveau médecin

## Chapitre III : Implémentation

Il est également possible de consulter la liste des médecins existants, de modifier leurs informations ou de supprimer un compte si nécessaire (en cas de mise à jour ou de désactivation).



Nom et prénom	spécialité	etat_exercice
DaliYoucef Halim	Pédiatrie	prive
Hadjiat Reda	Cardiologie	prive
Hadjiat Nafissa	Endocrinologie	prive
Benkelfat Sid Ahmed	Pneumologie	prive
Meghelli Charaf eddine	Neurologie	public
Rafik Fardeheb	Médecine générale	prive

**Figure III. 24 : la liste des médecins existants**

Lorsqu'on clique sur une ligne correspondant à un médecin dans la liste, une carte récapitulative s'affiche. Elle présente l'ensemble des informations détaillées du médecin sélectionné, accompagnée de deux boutons : "Éditer" pour modifier les informations et "Supprimer" pour retirer le compte si nécessaire.



Spécialité :	Médecine générale
Nom et prenom :	Rafik Fardeheb
Date de naissance :	1975-07-12
Sexe :	Homme
Téléphone :	0791486005
Wilaya :	Tlemcen
Adresse email :	RafikFardeheb13@gmail.com

**Figure III. 25 : carte récapitulative de médecin**

- **Création et gestion des profils patients**

De même, l'administrateur peut enregistrer un nouveau patient en remplissant une fiche complète : nom, prénom, date de naissance, sexe, numéro de téléphone, wilaya, groupe sanguin, éventuels handicaps, ainsi qu'un code unique attribué automatiquement. Ce code permettra au médecin de retrouver rapidement le dossier du patient.

The screenshot shows the 'Créer un nouveau patient' form in the MEDICIM application. The form is titled 'Créer un nouveau patient' and is located in the center of the page. The form is divided into several sections:

- Informations personnelles:**
  - Sexe:  Homme  Femme
  - Code du patient:
  - Nom:  Prénom:
  - Date de naissance:
  - Wilaya:
- Adresse email:**
- Numéro de téléphone:**
- Informations médicales:**
  - Groupe sanguin:
  - Handicap:  Non  Oui
- Photo du patient:**

At the bottom of the form, there are two buttons: 'Valider' and 'Annuler'. The form is set against a light blue background with a teal sidebar on the left containing navigation options like 'Mon profil', 'Dashboard', 'Medecins', 'Patients', 'Pathologie & symptôme', and 'Medicaments'.

**Figure III. 26 : page Créer nouveau patient**

## Chapitre III : Implémentation

Chaque profil patient peut ensuite être modifié ou supprimé si une mise à jour des données ou une correction est requise.



Code	Nom	Prénom	Date de naissance
67	Tabet	Mahdi	1992-12-16
78	kazi	Hind	1989-09-09
31	Dali	Mohammed	1994-08-17
41	Sari	Meriem	1997-01-16
10	Ben	Amel	1989-09-23
12	Benzemra	Nadir	2006-01-27

**Figure III. 27 : liste des patients**

En cliquant sur une ligne correspondant à un patient dans la liste, une carte détaillée s'affiche, regroupant toutes les informations relatives à ce patient. Cette carte inclut également deux boutons d'action : "**Éditer**" pour modifier les données du profil et "**Supprimer**" pour le retirer du système si nécessaire.



Code :	10
Nom :	Ben
Prenom :	Amel
Date de naissance :	1989-09-23
Sexe :	Femme
Téléphone :	0770645532
Wilaya :	Alger

**Figure III. 28 : carte détaillée de patient**

### III.5 Sécurité de l'application web Medicim

La plateforme Medicim traite des données médicales sensibles telles que les dossiers patients, les diagnostics, les prescriptions et les comptes utilisateurs des professionnels de santé. À ce titre, la sécurité représente un enjeu prioritaire. La protection des données est assurée à plusieurs niveaux afin de garantir la confidentialité, l'intégrité et la traçabilité des informations manipulées.

#### ❖ Côté Laravel (backend web) :

- Un système robuste d'**authentification** avec gestion des rôles (admin, médecin) permet un contrôle précis des accès.
- Les **droits d'accès** sont définis selon le profil utilisateur, assurant une séparation stricte des responsabilités.
- **Protection contre les injections SQL** grâce à l'utilisation de l'ORM Eloquent et à la validation stricte des données entrées par les formulaires.
- **Protection contre les attaques XSS** via l'échappement automatique des entrées utilisateurs dans les vues Blade.
- **Jetons CSRF (Cross-Site Request Forgery)** intégrés par défaut dans Laravel pour empêcher les requêtes malveillantes entre client et serveur.
- Mise en place du **protocole HTTPS** grâce à un certificat SSL afin de chiffrer les échanges et sécuriser les connexions.

### III.6 Perspectives

Certaines fonctionnalités prévues initialement dans le cadre de ce projet n'ont pas pu être implémentées, principalement en raison de contraintes de temps. Néanmoins, leur ajout futur permettrait d'enrichir significativement le système et d'en améliorer l'efficacité globale. Parmi ces fonctionnalités envisagées :

#### ➤ **Interface dédiée au laboratoire et aux examens complémentaires**

Une interface spécifique destinée aux biologistes et aux spécialistes en imagerie médicale (radiologues, échographistes) était envisagée afin d'assurer une meilleure gestion et traçabilité des examens demandés par les médecins. Le processus envisagé était le suivant :

- ❖ Lorsqu'un médecin prescrit des analyses biologiques, des radios ou une échographie, ces demandes sont automatiquement enregistrées dans le dossier du patient.

### Chapitre III : Implémentation

---

- ❖ Le patient se rend ensuite au laboratoire ou au service d'imagerie et présente son code d'identification.
- ❖ Le personnel concerné accède au profil du patient et consulte les examens à réaliser.
- ❖ Une fois les analyses effectuées, les résultats (texte ou images) sont ajoutés au dossier du patient.
  - Pour les analyses biologiques : les résultats sont saisis sous forme de valeurs ou de rapports.
  - Pour les radios et échographies : les images sont téléversées avec un compte rendu rédigé par le spécialiste.

Ce mécanisme vise à permettre au médecin, lors des consultations ultérieures, d'accéder facilement à l'historique des examens réalisés, améliorant ainsi la qualité du suivi médical.

#### ➤ **Prescription intelligente de médicaments par l'intelligence artificielle**

Une autre amélioration envisagée concerne l'automatisation de la prescription de médicaments à l'aide de l'intelligence artificielle. Après validation du diagnostic, le système IA serait capable de suggérer un traitement adapté à la pathologie identifiée. Cette assistance automatisée aurait pour but de :

- ❖ Gagner du temps lors de la prescription.
- ❖ Réduire le risque d'oubli ou d'erreur.
- ❖ Proposer des traitements standardisés selon les bonnes pratiques médicales.

L'intégration de cette fonctionnalité renforcerait l'aspect décisionnel du système et soutiendrait le médecin dans le choix du traitement optimal.



## Conclusion générale

## Conclusion générale

---

La qualité de la prise en charge médicale repose aujourd'hui sur une communication fluide entre les professionnels de santé, un accès rapide à l'historique du patient et une capacité à poser des diagnostics fiables dans un délai réduit. Dans ce contexte, le dossier médical numérique devient un levier essentiel pour optimiser le suivi des patients et garantir une médecine plus sûre, plus efficace et centrée sur le patient.

Notre projet *Medicim* s'inscrit dans cette dynamique en proposant une application web innovante d'aide au diagnostic et à la prescription médicale, intégrant l'intelligence artificielle comme soutien à la décision clinique. Grâce à l'architecture mise en place (Laravel, FastAPI, PostgreSQL), aux modules développés (authentification, moteur de diagnostic, ordonnance assistée, historique patient...) et à l'exploitation de la CIM-10, notre solution vise à réduire les erreurs médicales, structurer les données de santé et améliorer la qualité des soins.

L'intelligence artificielle, via l'utilisation d'algorithmes comme Random Forest, permet une analyse pertinente des symptômes afin de suggérer des diagnostics potentiels. Le médecin conserve néanmoins un contrôle total sur la décision finale, tout en bénéficiant d'un accompagnement technique intelligent et sécurisé.

Des outils de visualisation ont également été intégrés, tels que des graphiques, cartes et tableaux, afin de faciliter la lecture des statistiques médicales à différentes échelles (établissement, wilaya, national). Ces outils ouvrent la voie à une exploitation épidémiologique des données, utile aux autorités sanitaires pour la prise de décision.

À l'avenir, plusieurs perspectives d'amélioration sont envisagées : l'intégration complète du module de laboratoire permettant de rattacher directement les résultats d'examens biologiques au dossier patient ; le renforcement du module de traitement automatisé par intelligence artificielle pour proposer des prescriptions adaptées à chaque pathologie ; le développement d'une application mobile dédiée aux médecins pour leur permettre de consulter et de mettre à jour les dossiers en situation de mobilité ; et enfin, l'implication des patients via un espace personnel sécurisé pour consulter leurs données et recevoir des rappels de traitement ou de suivi.

Ce travail constitue ainsi une première étape vers un système de santé plus intelligent, plus collaboratif et plus sûr, capable de répondre efficacement aux défis médicaux actuels et futurs.

## **Bibliographie**

- [2] Organisation mondiale de la Santé. *CIM-10 : classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes*, 10<sup>e</sup> révision, Volume 1. Genève : OMS, 1992.
- [4] Russell, S., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, 3<sup>e</sup> éd. Pearson Education.
- [5] Géron, A. (2019). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow*, 2<sup>e</sup> éd. O'Reilly Media.
- [9] Le Foll, B. (2006). *Crise de la médecine, crise du médecin ?* Revue Pratiques, n°33. Disponible sur : <https://pratiques.fr/Crise-de-la-medecine-crise-du-medecin>
- [10] World Health Organization (OMS). *Innovative care for chronic conditions: building blocks for action*. Geneva: WHO, 2002.
- [11] Institute of Medicine. *To Err is Human: Building a Safer Health System*. Washington, DC: National Academy Press, 1999.
- [12] Observatoire des erreurs médicamenteuses. *Rapport annuel*. France, 2006.
- [13] Graber, M. L., Franklin, N., & Gordon, R. (2005). *Diagnostic error in internal medicine*. Archives of Internal Medicine, 165(13), 1493–1499.
- [14] Makary, M. A., & Daniel, M. (2016). *Medical error—the third leading cause of death in the US*. BMJ, 353:i2139.
- [16] Topol, E. (2022). *High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence*. The Lancet Digital Health, 4(1), e12–e14.
- [32] Breiman, L. (2001). *Random Forests*. Machine Learning, 45(1), 5–32. Disponible sur : <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324>
- [37] Chacon, S., & Straub, B. (2014). *Pro Git* (2nd ed.). Apress. Disponible sur : <https://git-scm.com/book/en/v2>

## **Webographie**

[1] : Organisation mondiale de la Santé. *Classification internationale des maladies (CIM-10)*, 10<sup>e</sup> révision. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.who.int/classifications/icd/en/>

[3] : Direction de l'information légale et administrative (France). *La classification internationale des maladies – CIM-10*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.service-public.fr/particuliers/actualites/A14987>

[6] Collège National des Généralistes Enseignants (CNGE). *Le raisonnement clinique et le diagnostic médical*. [En ligne]. Disponible sur : [https://www.cnge.fr/ressources/raisonnement\\_clinique/](https://www.cnge.fr/ressources/raisonnement_clinique/)

[7] ANSM. *Bonnes pratiques de prescription médicale*. [En ligne]. Disponible sur : <https://ansm.sante.fr/>

[8] Haute Autorité de Santé (HAS). *Consultation médicale : principes et bonnes pratiques*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.has-sante.fr/>

[15] WHO. *Patient Safety Report*. Genève : Organisation mondiale de la Santé, 2021.

[17] Isabel Healthcare. *Clinical Diagnostic Decision Support System*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.isabelhealthcare.com/>

[18] Epocrates. *Medical reference app for healthcare providers*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.epocrates.com/>

[19] MDCalc. *Medical Calculators, Scores, and Guidelines*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.mdcalc.com/>

[20] Medscape. *Drugs, Diseases & Medical Calculators*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.medscape.com/>

[21] Dxplain – Harvard Medical School. *Clinical Decision Support System*. [En ligne]. Disponible sur : <https://lcs.mgh.harvard.edu/projects/dxplain/>

[22] UpToDate. *Evidence-Based Clinical Decision Support*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.uptodate.com/>

[23] W3C. *HTML5 – A vocabulary and associated APIs for HTML and XHTML*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.w3.org/TR/html5/>

- [24] W3C. *Cascading Style Sheets Level 3 (CSS3) Specifications*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.w3.org/Style/CSS/Overview.en.html>
- [25] Mozilla Developer Network (MDN). *JavaScript Guide*. [En ligne]. Disponible sur : <https://developer.mozilla.org/fr/docs/Web/JavaScript/Guide>
- [26] PHP Group. *PHP Manual*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.php.net/manual/fr/>
- [27] Python Software Foundation. *Python 3 Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://docs.python.org/3/>
- [28] PostgreSQL Global Development Group. *PostgreSQL Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.postgresql.org/docs/>
- [29] Laravel. *The PHP Framework for Web Artisans – Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://laravel.com/docs>
- [30] Laravel. *Laravel Breeze – Authentication Starter Kit*. [En ligne]. Disponible sur : <https://laravel.com/docs/starter-kits#laravel-breeze>
- [31] Sebastián Ramírez. *FastAPI Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://fastapi.tiangolo.com/>
- [33] MAMP GmbH. *MAMP – Local Web Development*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.mamp.info/en/>
- [34] PostgreSQL Global Development Group. *PostgreSQL Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.postgresql.org/docs/>
- [35] pgAdmin Development Team. *pgAdmin 4 Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.pgadmin.org/docs/pgadmin4/latest/>
- [36] Microsoft. *Visual Studio Code Documentation*. [En ligne]. Disponible sur : <https://code.visualstudio.com/docs>
- [38] GitHub. *Collaborative Development Platform*. [En ligne]. Disponible sur : <https://github.com/>
- [39] Modeliosoft. *Modelio – UML and BPMN Modeling Tool*. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.modelio.org/>

[40] Canva. *Design Anything. Publish Anywhere.* [En ligne]. Disponible sur : <https://www.canva.com/>



**Annexe**



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen

## **Business Model Canvas**

# **BMC**

N° de projet : FS-052

Faculté/Institut : Faculté des Sciences

Département : d'Informatique

**Nom du projet : Une plateforme support aux diagnostics médicaux et prescription du médicament basé sur la classification de la CIM-10 « Smart Diagnostic et prescription »**

Encadrant : Mme. El yebdri Zineb

Etudiants : - Bessaid Zakarya  
- Benzemra Fadia Amel

**Année universitaire : 2024/2025**

## 1- Proposition de valeur (Value Proposition) القيمة المقترحة

a. Quels problèmes résolvons-nous pour nos clients ?

ما هي المشاكل التي نحلها لعملائنا ?

- Reduction des erreurs de diagnostic médical.
- Gain de temps pour les médecins.
- Accès rapide à l'historiques des patients.
- Coordination entre professionnels de santé.
- Manque de visibilité sur les tendances sanitaires.

b. Quels besoins de nos clients satisfont nos produits ou services ?

ما هي الاحتياجات التي يلبئها منتجاتنا أو خدماتنا لعملائنا؟

- Besoin de précision dans le diagnostic.
- Besoin d'un outil d'aide à la décision rapide.
- Besoin d'un accès centralise aux données médicales.
- Besoin de collaboration entre professionnels de santé.
- Besoin de conformité aux normes médicales (CIM-10).
- Besoin de statistiques sanitaires pour anticiper les risques et décisions de santé publique.

c. En quoi notre offre est-elle différente de celle de nos concurrents ?

في ماذا تختلف عروضنا عن تلك التي يقدمها منافسوننا؟

- Intégration du CIM-10 pour un diagnostic standardisé.
- IA assistée pour suggérer diagnostics et traitements.
- Génération automatique d'ordonnances validées.
- Statistiques sanitaires en temps réel pour la veille médicale.
- Accès centralisé à l'historique médical du patient.

d. Quelles est notre proposition unique de valeur ?

ما هو العرض الفريد للقيمة لدينا؟

- Une plateforme intelligente qui assiste les médecins dans le diagnostic, la prescription et la prise de décision, tout en centralisant les données médicales et statistiques pour une meilleure qualité de soin.

## 2- Segments de clients (Customer Segment) انواع العملاء :

a. Quels sont nos clients principaux?

من هم العملاء او الزبائن الرئيسيون ؟

- Ministère de la Santé (validation et supervision).
- Administration des établissements de santé (Ajout et modifications des profils patients et médecins).
- Hôpitaux, cliniques et cabinets médicaux (utilisateurs finaux).

b. Quels sont les différents segments de clients que nous visons ?

ما هي الفئات المختلفة من العملاء التي تستهدفها؟

- Médecins
- Structures de santé : hôpitaux, cliniques, cabinets médicaux.
- Organismes publics (Ministère de la santé, agences de veille sanitaire).

c. Quels sont les besoins spécifiques de chaque segment de clients?

ما هي الاحتياجات الخاصة لكل فئة من العملاء؟

1. **Médecins** : Aide rapide au diagnostic et prescription, Accès à l'historique médical, Génération d'ordonnances et de justifications médicales, Rédaction de rapports d'orientation vers d'autres spécialités , Suivi de propagation des pathologies .
2. **Structures de santé (hôpitaux, cliniques, cabinets)** : Centralisation et traçabilité des dossiers médicaux, Suivi des diagnostics, prescriptions et orientations, Amélioration de la coordination inter-services.
3. **Organismes publics / Ministère de la Santé** : Données statistiques fiables pour le suivi sanitaire , Suivi des causes de décès et des maladies chroniques, Outil d'aide à la planification des politiques de santé.

d. Comment pouvons-nous catégoriser nos clients en groupes distincts?

كيف يمكن تصنيف عملائنا الى مجموعات مختلفة؟

1. **Par fonction dans le système de santé :**

- Prescripteurs : médecins.
- Décideurs : Ministère de la Santé, agences sanitaires.
- Structures d'accueil : hôpitaux, cliniques, cabinets.

## 2. Par niveau d'usage de la plateforme :

- Utilisateurs actifs : médecins (diagnostic, prescription).
- Utilisateurs passifs : gestionnaires, autorités sanitaires (consultation, suivi)

## 3. Par objectif d'utilisation :

- Prise en charge individuelle du patient.
- Suivi épidémiologique et veille sanitaire.
- Pilotage des politiques de santé.

## 3- Relation avec les clients (Consumer Relationships) علاقة مع العملاء :

a. Quel type de relation chaque segment de clients attend il de nous ?

اي نوع من العلاقة يتوقعه كل فئة من العملاء منا؟

- **Médecins** : support technique, mises à jour régulières, assistance personnalisée.
- **Ministère de la Santé** : accès aux statistiques, accompagnement stratégique.
- **Structures de santé** : formation du personnel, intégration fluide du système.

b. Comment entretenons-nous actuellement les relations avec nos clients ?

كيف نحافظ حاليًا على العلاقات مع عملائنا؟

- Par **démonstrations de la plateforme** et réunions de présentation.
- Via un **support technique dédié** (téléphone, mail).
- À travers des **formations** et des **ateliers pratiques**.
- Par la **collecte de retours** pour améliorer le service

c. Comment pouvons-nous améliorer ou personnaliser nos interactions avec nos clients ?

كيف يمكننا تحسين أو تخصيص تفاعلاتنا مع عملائنا؟

- Proposer des **formations ciblées** et des mises à jour guidées.
- Mettre en place un **espace client personnalisé** selon le rôle (médecin, gestionnaire, ministère).
- Offrir un **support en ligne réactif**

#### 4-Canaux de distribution ( Channels) قنوات التوزيع :

a- Par quels canaux nos clients veulent-ils être atteints ?

من خلال أي قنوات يفضل عملاؤنا أن يتم التواصل معهم؟

- Présentation directe de notre application web aux structures et autorités concernées.
- Contact en personne pour démonstration, discussion et accompagnement.
- Par des visites sur place : on se déplace dans les hôpitaux ou cliniques pour présenter le système et l'installer.
- Support par email ou téléphone pour le suivi et l'assistance.

b- Quels canaux sont les plus efficaces pour atteindre chaque segment de clients ?

ما هي القنوات الأكثر فعالية للوصول إلى كل فئة من العملاء؟

##### 1. Médecins :

- **Site web sécurisé** pour un accès rapide aux fonctionnalités et à l'historique médical.
- **Support téléphonique** pour résoudre rapidement les problèmes techniques.

##### 2. Structures de santé (hôpitaux, cliniques, cabinets) :

- **Visites sur site** pour démonstration, installation et formation.
- **Email professionnel** pour les communications formelles et les mises à jour importantes.

##### 3. Ministère de la Santé / Organismes publics :

- **Email et rapports détaillés** pour partager des statistiques et des analyses.
- **Réunions en personne** pour des échanges stratégiques et des présentations.

c- Comment pouvons-nous intégrer différents canaux pour améliorer l'expérience clients ?

كيف يمكننا دمج مختلف القنوات لتحسين تجربة العملاء؟

- **Unification des canaux de support** : permettre aux utilisateurs de passer facilement du site web au support téléphonique ou email.
- **Communication fluide** : envoyer des notifications par email pour rappeler les formations, mises à jour ou événements importants.
- **Suivi personnalisé** : offrir un accompagnement après chaque visite sur site pour garantir une adoption réussie.

### الشراكة الرئيسية : (Key Partnerships) 5-Partenaires clés

a. Qui sont nos partenaires clés ?

من هم شركاؤنا الرئيسيون؟

- **Ministère de la Santé** : pour valider et soutenir l'adoption de la plateforme dans le secteur public.
- **Hôpitaux et cliniques** : pour déployer la solution et l'intégrer dans les pratiques médicales.
- **Fournisseurs de technologie** : pour assurer la sécurité, l'hébergement et la maintenance du site web.
- **Experts en santé publique** : pour garantir la fiabilité des données et des analyses proposées par la plateforme.

b. Quels sont les partenariats qui nous aident à réduire les coûts, à accéder à de nouvelles ressources ou à améliorer notre proposition de valeur ?

ما هي الشراكات التي تساعدنا على خفض التكاليف أو الوصول إلى موارد جديدة أو تحسين قيمتنا المقترحة؟

- **Fournisseurs technologiques** : pour bénéficier d'infrastructures et d'outils de sécurité à moindre coût.
- **Partenariats avec les hôpitaux/structures de santé** : pour un déploiement plus rapide et un retour direct sur l'utilisation de la plateforme.
- **Collaboration avec des experts en santé publique** : pour valider et affiner les algorithmes d'analyse et les données de diagnostic, augmentant ainsi la précision de la plateforme.

- **Ministère de la Santé** : pour un soutien institutionnel qui facilite l'adoption à grande échelle.

c. Comment pouvons-nous aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires ?

كيف يمكننا مزامنة مصالحنا مع تلك لشركائنا؟

- **Partenariat avec les hôpitaux et cliniques** : en offrant une solution qui améliore l'efficacité des diagnostics et réduit les erreurs médicales, ce qui bénéficie directement à leurs opérations.
- **Collaboration avec le ministère de la Santé** : en contribuant à des politiques de santé publique basées sur des données précises et fiables, ce qui soutient leurs objectifs de santé nationale.
- **Fournisseurs technologiques** : en garantissant une plateforme fiable et sécurisée, ce qui les aide à promouvoir leurs produits tout en soutenant notre service.
- **Experts en santé publique** : en améliorant continuellement les outils analytiques pour offrir des diagnostics plus précis, ce qui renforce leur expertise.

#### **6-Activités clés (Key Activities) : الأنشطة الرئيسية:**

- a. Quelles sont les actions principales que nous devons entreprendre pour livrer notre proposition de valeur ?

ما هي الأنشطة الرئيسية التي يجب علينا القيام بها لتقديم قيمتنا المقترحة؟

- **Développement et mise à jour de la plateforme** : garantir une interface conviviale, sécurisée et fonctionnelle.
- **Formation des utilisateurs** : proposer des sessions régulières pour assurer une bonne prise en main du système.
- **Partenariat avec les hôpitaux et cliniques** : déployer la plateforme dans des structures de santé pour une adoption à grande échelle.
- **Collecte et analyse des retours utilisateurs** : améliorer continuellement le système en fonction des besoins des médecins et des institutions.
- **Collaboration avec le ministère de la Santé** : assurer la conformité avec les standards de santé publique et obtenir le soutien institutionnel.

b. Quelles sont les opérations essentielles pour notre entreprise ?

ما هي العمليات الأساسية لشركتنا؟

- **Développement et maintenance de la plateforme** : garantir la performance, la sécurité et les mises à jour continues.
- **Support client et assistance technique** : assurer une réponse rapide et efficace aux problèmes techniques des utilisateurs.
- **Partenariats stratégiques** : établir des relations avec les hôpitaux, cliniques et ministères pour l'adoption de la plateforme.
- **Formation continue des utilisateurs** : offrir des sessions de formation pour garantir une bonne utilisation du système.
- **Analyse des données et des retours utilisateurs** : améliorer la plateforme en fonction des besoins et des retours du terrain.

c. Quelles sont les activités qui créent le plus de valeur pour nos clients ?

ما هي الأنشطة التي تخلق أكبر قيمة لعملائنا؟

- **Analyse précise des symptômes et diagnostics** : offrir des recommandations fiables et basées sur des données précises.
- **Génération d'ordonnances et rapports médicaux** : simplifier et accélérer le processus de prescription et de suivi.
- **Fournir des statistiques de santé en temps réel** : aider à la gestion des maladies et à la prise de décisions informées pour les professionnels de santé.
- **Formation et support personnalisé** : assurer une adoption fluide et efficace de la plateforme par les utilisateurs.

## 7- Ressources clés (Key resources): الموارد الرئيسية:

a. Quels sont nos actifs matériels, immatériels et humains essentiels ?

ما هي الأصول المادية وغير المادية والبشرية الأساسية لدينا؟

- **Matériels** : Serveurs sécurisés pour héberger la plateforme, équipements informatiques pour les utilisateurs et les formations.

- **Immatériels** : La plateforme logicielle, les algorithmes d'analyse des symptômes, les données de santé collectées, les droits de propriété intellectuelle.
  - **Humains** : Équipe de développement logiciel, experts en santé publique, équipe de support technique, formateurs, responsables des partenariats.
- b. Quels sont les outils, les technologies ou les partenariats dont nous avons besoin pour réussir ?

ما هي الأدوات والتكنولوجيا أو الشراكات التي نحتاجها لتحقيق النجاح؟

- **Outils** : Logiciels de développement, systèmes de sécurité pour protéger les données de santé.
  - **Technologies** : Hébergement sécurisé, algorithmes d'analyse, solutions de protection des données.
  - **Partenariats** : Fournisseurs de services, experts en sécurité informatique, institutions de santé (hôpitaux, ministères) pour tester et valider la plateforme.
- c. Quels sont les principaux avantages concurrentiels de nos ressources ?
- ما هي المزايا التنافسية الرئيسية لمواردنا؟
- **Technologie avancée** : Des algorithmes d'analyse précis et des outils sécurisés pour le traitement des données de santé.
  - **Équipe spécialisée** : Des experts en santé publique et en technologie pour garantir une solution fiable et efficace.
  - **Partenariats stratégiques** : Des relations solides avec des institutions de santé qui facilitent l'adoption et l'intégration du système.

## 8- Charges et coûts (Coste structure) : التكاليف

- a. Quels sont les coûts fixes et variables associés à notre modèle économique ?

ما هي التكاليف الثابتة والمتغيرة المرتبطة بنموذجنا الاقتصادي؟

**Coûts fixes :**

- Développement et maintenance de la plateforme.
- Salaires des équipes (développement, support, etc.).
- Hébergement et sécurité des données.

### Coûts variables :

- Formation des utilisateurs (en ligne ou sur site).
  - Support technique et assistance selon la demande.
  - Coûts des partenariats (collaboration avec hôpitaux, cliniques, ministères).
- b. Quels sont les coûts les plus importants pour notre entreprise ?  
ما هي التكاليف الأكثر أهمية لشركتنا؟
- Développement et mise à jour de la plateforme.
  - Sécurité et hébergement des données de santé.
  - Salaires de l'équipe technique et médicale.
  - Formation et accompagnement des utilisateurs.
- c. Comment pouvons-nous réduire les coûts ou améliorer l'efficacité de nos opérations ?  
كيف يمكننا خفض التكاليف او تحسين كفاءة عملياتنا ؟
- Collaborer avec des institutions pour obtenir du soutien technique ou financier.
  - Former efficacement les utilisateurs pour réduire le support continu.
  - Mutualiser les ressources avec les partenaires (infrastructure, données).

### 9- Revenus (Revenue) : مصادر الدخل

- a. Quels produits ou services nos clients sont-ils prêts à payer ?  
ما هي المنتجات أو الخدمات التي يكون عملاؤنا على استعداد لدفع ثمنها؟
- Accès à la plateforme de diagnostic assisté.
  - Fonction de génération d'ordonnances et rapports médicaux.
  - Statistiques et tableaux de bord pour le suivi sanitaire.
  - Support technique et maintenance.
  - Sessions de formation et accompagnement personnalisé.
- b. Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ?  
ما هي الطرق المختلفة التي يمكننا من خلالها تحقيق الدخل؟
- Abonnements mensuels ou annuels à la plateforme.
  - Vente de licences aux hôpitaux, cliniques ou cabinets médicaux.
  - Frais de formation et d'accompagnement.
  - Partenariats institutionnels ou financements publics.



c. Quel est notre modèle de tarification ?

ما هو نموذج التسعير لدينا؟

- **Offres personnalisées** : tarifs adaptés selon le type et la taille de la structure (cabinet, clinique, hôpital).

# Business Model Canvas : BMC

## Partenaires clés Key Partnerships الشراكة الرئيسية

- Etablissements hospitaliers et cliniques
- Fournisseurs de solutions de cybersécurité
- Délégués médicaux
- Laboratoires d'analyses médicales

## Activités clés Key Activities الأنشطة الرئيسية

- Intégration de l'IA pour le diagnostic et la prescription
- Gestion des données médicales et statistiques
- Développement et maintenance de la plateforme (Mise à jour)
- Création et gestion d'un historique médical complet pour chaque patient

## Proposition de valeur Value Proposition القيمة المقترحة

- Intégration de l'intelligence artificielle pour un diagnostic intelligent et évolutif
- Réduction de l'erreur humaine dans le diagnostic médical.
- Le suivi des statistiques des maladies pour la politique de santé.
- Aide au diagnostic et à la prescription médicale assistée
- Gain du temps et efficacité pour les médecins
- Génération semi-automatique d'ordonnances, rapports, orientations.

## Relation clients Customer Relationship علاقة مع العملاء

- Formation initiale à l'utilisation de la plateforme
- Assistance technique et support client réactif

## Canaux de distribution Channels قنوات التوزيع

- Publicité par les réseaux sociaux
- Présentation directe de la solution aux différentes structures de santé.
- Site web hébergé dans le cloud pour l'accès à la plateforme et la tester

## Segment client Customer Segment أنواع العملاء

- Cabinets médicaux
- Cliniques privées
- Hôpitaux publics
- Laboratoires d'analyses médicales

## Key resources الموارد الرئيسية

- Base de données médicale et dataset.
- Infrastructure d'hébergement et de cybersécurité

## Coûts Coste structure التكاليف

- Frais de formation et accompagnement (450 000 DA)
- Développement et maintenance de la plateforme (3 000 000 DA)
- Ressources humaines (équipe technique) (750 000 DA/mois)
- Dépenses liées à la publicité de la plateforme (300 000 DA)
- Hébergement et sécurité des données (22 000 DA/mois)
- Equipements informatiques (pcs, data) (1 500 000 DA)

## Revenus (Revenue): مصادر الدخل

- Abonnements annuels par structure médicale (petit cabinet / clinique / hôpital) (≈ 45 000 – 225 000 DA / an)
- Abonnement par utilisateur (médecin) (≈ 2 200 DA / mois)
- Intervention en cas d'anomalies (15 000 Da)

## ***Résumé :***

L'augmentation des erreurs médicales et la surcharge d'informations dans les établissements de santé ont mis en lumière la nécessité d'outils numériques intelligents pour assister les professionnels dans leurs décisions cliniques. Notre projet Medicim répond à cet enjeu en développant une application web d'aide au diagnostic médical et à la prescription. Elle centralise les données du patient, facilite la consultation de son historique, propose des diagnostics potentiels via l'intelligence artificielle, et permet la génération d'ordonnances personnalisées. L'objectif est de réduire les erreurs, d'améliorer la qualité des soins, et de renforcer la collaboration entre les professionnels de santé.

**Mots clés:** Medicim , diagnostic médical, l'intelligence artificielle, prescription , consultation

## ***Abstract :***

The increase in medical errors and the overload of information in healthcare facilities have highlighted the need for intelligent digital tools to support professionals in their clinical decision-making. Our *Medicim* project addresses this challenge by developing a web application that assists with medical diagnosis and prescription. It centralizes patient data, facilitates the review of medical history, suggests potential diagnoses using artificial intelligence, and enables the generation of personalized prescriptions. The goal is to reduce errors, enhance the quality of care, and strengthen collaboration among healthcare professionals.

**Keywords:** Medicim, medical diagnosis, artificial intelligence, prescription, consultation.

## ***ملخص:***

أبرزت زيادة الأخطاء الطبية وكثرة المعلومات في مرافق الرعاية الصحية الحاجة إلى أدوات رقمية ذكية لمساعدة المتخصصين في اتخاذ قراراتهم السريرية. يعالج مشروعنا "Medicim" هذا التحدي من خلال تطوير تطبيق ويب " للمساعدة في التشخيص الطبي والوصفات الطبية. يركز هذا التطبيق بيانات المرضى، ويُسهّل مراجعة تاريخهم الطبي، ويقترح تشخيصات محتملة باستخدام الذكاء الاصطناعي، ويُمكن من إنشاء وصفات طبية شخصية. الهدف هو تقليل الأخطاء، وتحسين جودة الرعاية، وتعزيز التعاون بين المتخصصين في الرعاية الصحية

**الكلمات المفتاحية :** medicim ، التشخيص الطبي، الذكاء الاصطناعي، الوصفات الطبية، الاستشارة.

