

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I  
Frères Mentouri Constantine I University  
Université Frères Mentouri Constantine I

Université Frères Mentouri Constantine 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Appliquée

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا التطبيقية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master dans le cadre de l'arrêté  
ministériel 1275

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : *Bioinformatique*

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**MedLink\_CVD : Plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic  
Clinique intelligent des maladies cardiovasculaires**

**Présenté par :** HADJ KHELLOUF ZINEB / SAIB KENZA

**Jury d'évaluation :**

**Président :** Pr. HAMIDECHI M.A

**Incubateur :** Pr. BELIL I

**Encadreur :** Dr. BOUCHEHAM A

**Cati :** Dr. BETINA S

**Co-Encadreur :** Dr. CHEHLI H

**Partenaire socio-économique :**

**Examineur :** Dr. DAAS M.S

*Année universitaire 2022- 2023*

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Résumé.....</b>	<b>3</b>
<b>Premier axe :Présentation du projet.....</b>	<b>5</b>
<b>1.      Idée du projet (solution proposée).....</b>	<b>6</b>
<b>2.      Valeurs proposées .....</b>	<b>7</b>
<b>3.      Équipe de travail .....</b>	<b>8</b>
<b>4.      Objectifs du projet .....</b>	<b>9</b>
<b>5.      Calendrier de réalisation du projet.....</b>	<b>9</b>
<b>Deuxième axe :Aspects innovants .....</b>	<b>5</b>
<b>1.      Nature des innovations .....</b>	<b>6</b>
<b>2.      Domaines d'innovation .....</b>	<b>7</b>
<b>Troisième axe :Analyse stratégique du marché .....</b>	<b>8</b>
<b>1.      Le segment du marché .....</b>	<b>13</b>
<b>2.      Mesure de l'intensité de la concurrence.....</b>	<b>13</b>
<b>3.      La stratégie marketing.....</b>	<b>14</b>
<b>Quatrième axe :Plan de production et d'organisation.....</b>	<b>15</b>
<b>1.      Le Processus de production .....</b>	<b>13</b>
<b>2.      L'approvisionnement.....</b>	<b>13</b>
<b>3.      La main d'œuvre .....</b>	<b>13</b>
<b>4.      Les principaux partenaires.....</b>	<b>13</b>
<b>Cinquième axe :Plan Financier .....</b>	<b>43</b>
<b>1.      Les Coûts et charges.....</b>	<b>20</b>

1.1.	Matériels requis.....	20
1.1.1.	Achat du mobilier.....	20
1.2.	Coût global du projet .....	21
2.	Calcul prévisionnel du coût de revient du produit .....	21
1.3.	Tarifs des ventes .....	22
1.4.	Calcul prévisionnel du chiffre d'affaires de la 1 <sup>ère</sup> année 22	
<b>Sixième axe :Prototype expérimental .....</b>		<b>43</b>
1.	Conception de la plateforme.....	25
1.1.	Fonctionnalités .....	25
1.2.	Framework général.....	25
1.2.1.	Médecin spécialiste (Expert) .....	26
1.2.2.	Médecin non spécialiste (Utilisateur).....	26
1.2.3.	Base de connaissance (utilisée par le Système expert) .....	26
1.2.4.	Données supervisées concernant les patients.....	27
1.2.5.	Modèle de prédiction.....	31
1.2.6.	Le Moteur d'inférence de notre système expert .....	35
1.3.	Schéma de données pour la collecte et l'analyse des données de santé du patient .....	35
2.	Implémentation .....	37
1.1.	Technologies utilisées pour le développement de la plateforme.....	37
1.1.1.	Langages de programmation .....	37
1.1.2.	Les logiciels.....	39
1.2.	Listing de code représentant les fonctionnalités clés de la plateforme.....	41
1.2.1.	L'intégration du modèle intelligent dans la plateforme.....	41
1.2.2.	Remplissage du tableau de recommandation .....	43
1.3.	Interface graphique de la plateforme « MedLink_CVD »..	45

<b>3.</b>	<b>Déploiement et configuration de la plateforme .....</b>	<b>48</b>
<b>ANNEXE</b>	<b>.....</b>	<b>51</b>
	<b>Model d'affaire économique (BMC):.....</b>	<b>52</b>

# Introduction

## **Introduction**

Au fil des avancées technologiques et médicales, de nouvelles opportunités se présentent pour améliorer les soins de santé et la gestion des maladies cardiovasculaires, l'une des principales causes de décès à l'échelle mondiale. Dans ce contexte, notre projet propose une solution innovante : une plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires. Notre objectif est d'augmenter le degré de collaboration entre les médecins spécialistes et non spécialistes ainsi que de rendre cette relation automatique.

Notre plateforme informatique vise à répondre efficacement aux défis actuels de la santé, tels que la pénurie de médecins spécialistes, en favorisant une collaboration étroite et personnalisée entre les professionnels de la santé afin de diagnostiquer et traiter de manière efficace les patients atteints de maladies cardiovasculaires.

Grâce à l'intégration des techniques d'intelligence artificielle et d'analyse de données. Notre plateforme offre un diagnostic en temps réel, une analyse approfondie des données de santé des patients et fournit des recommandations personnalisées pour améliorer la prise de décision clinique. Il est important de souligner que notre plateforme vise à combler un important manque dans les régions où l'accès aux médecins spécialistes est limité. En assurant de meilleures recommandations et de prédictions thérapeutiques et un accès plus rapide à des conseils d'experts.

Grâce à une communication en temps réel, à des échanges d'informations sécurisés et à une collaboration étroite entre médecins spécialistes et non spécialistes, notre plateforme a pour ambition d'améliorer la qualité des soins de santé pour les patients atteints de maladies cardiovasculaires, réduisant ainsi les risques de complications et améliorant leur qualité de vie.

Ce guide de projet a pour but de présenter une vision complète de notre initiative, en mettant en avant son caractère novateur, sa valeur ajoutée, ses objectifs et son modèle économique. Il constitue une base solide pour le développement, la mise en œuvre et la promotion de notre projet qui apportent une réponse prometteuse aux besoins urgents des patients, des médecins spécialistes et non spécialistes dans le domaine des maladies cardiovasculaires.

En suivant ce guide, nous espérons ouvrir de nouvelles perspectives pour une meilleure collaboration entre les professionnels de la santé.

# Résumé



## **Résumé**

Notre projet vise à résoudre la problématique de la pénurie de médecins spécialistes dans de nombreuses régions, notamment en Algérie, en développant une plateforme intelligente pour le diagnostic clinique des maladies cardiovasculaires. Cette plateforme utilise des technologies d'intelligence artificielle, telles que l'apprentissage automatique et les systèmes experts, pour analyser les données de santé des patients et fournir des recommandations personnalisées aux médecins spécialistes et généralistes. En permettant une collaboration efficace entre les professionnels de la santé, la plateforme améliore la rapidité et la précision du diagnostic, ce qui permet une prise en charge médicale plus rapide et plus efficace pour les patients. De plus, la plateforme facilite le partage d'informations entre les médecins généralistes et les spécialistes, favorisant ainsi une prise de décision clinique éclairée. Grâce à ces fonctionnalités, notre plateforme contribue à améliorer l'accès aux soins de santé de qualité, en particulier dans les zones éloignées, et à fournir des solutions personnalisées pour les patients atteints de maladies cardiovasculaires.

Premier axe

:Présentation du projet

## 1. Idée du projet (solution proposée)

Il est important de noter que selon les statistiques, il existe une pénurie de médecins spécialistes dans de nombreuses régions, en particulier dans les petites villes et les zones rurales. Cas de l'Algérie, un pays avec une large superficie et des grandes villes éparpillées du nord au sud et de l'est vers l'ouest, ce qui induit de nombreuses zones éloignées (d'ombres). De plus, selon un rapport de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), environ la moitié de la population mondiale n'a pas accès aux services de soins de santé essentiels, en grande partie en raison de la pénurie de médecins spécialistes. Cette pénurie peut entraîner des retards dans le diagnostic et le traitement des maladies cardiovasculaires (médecine d'urgence), ce qui peut avoir des conséquences graves sur la santé des patients.

A cet égard, nous proposons une nouvelle solution informatique appelée : "Plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies: cas des maladies cardiovasculaires" qui représente une plateforme intelligente basée sur un système expert et l'apprentissage automatique (modèle de prédiction) permettant la collaboration entre les médecins spécialistes et généralistes et assister ces derniers afin de pouvoir diagnostiquer et traiter les patients atteints des maladies cardiovasculaires d'une manière efficace. Cette plateforme utilise des algorithmes de l'intelligence artificielle (IA) pour analyser les données de santé des patients dans un premier temps, détecter les tendances et les anomalies, et fournir par la suite des recommandations/prédictions personnalisées et automatiques aux professionnels de la santé. Afin d'aider à améliorer le diagnostic et le traitement des maladies cardiovasculaires (MCV), dans un premier temps et d'autres maladies d'urgence dans le futur. Cette plateforme rend le diagnostic et le traitement des MCV plus efficace et personnalisé et d'un autre côté le médecin non spécialiste devient capable à prendre en charge des patients dans diverses situations qui ne rentrent pas dans son champ d'expertise.

Par conséquent, la prise en charge médicale du citoyen devient plus favorable et rapide dans n'importe quelle région ou zone dans le pays. La plateforme permet également aux médecins généralistes de partager des informations concernant leurs patients avec les spécialistes, à l'image des antécédents médicaux, des résultats d'examen médicaux et des données liées aux symptômes du patient. Les spécialistes peuvent alors utiliser ces informations pour donner des recommandations personnalisées aux médecins généralistes afin d'aider à la prise de décision clinique et à la gestion des patients.

Grâce à ses fonctionnalités, la plateforme médecin\_médecin peut également améliorer la précision et les performances de son système par l'acquisition continue des données des patients saisies par leurs médecins n'importe où dans le pays.

### **2. Valeurs proposées**

Cette plateforme permettra un diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires grâce à l'analyse approfondie des données de santé des patients, ce qui donnera une prise de décision plus pertinente et rapide et une gestion plus efficace de leur état de santé. Parmi les valeurs ajoutées de cette plateforme pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires, nous pouvons citer :

- Une collaboration étroite entre les médecins spécialistes et non spécialistes pour diagnostiquer et traiter efficacement les patients atteints de maladies cardiovasculaires.
- L'utilisation de l'intelligence artificielle (apprentissage automatique et Deep learning) mènera à détecter les tendances et les anomalies dans les données de santé des patients et générer des modèles de prédiction. Ce qui améliore la précision du diagnostic et la planification du traitement.
- Le système expert développé dans notre plateforme permettra un transfert automatisé des compétences du médecin spécialiste au médecin non spécialistes.
- La possibilité de partager des informations sur les patients de manière rapide et sécurisée, ce qui peut aider à identifier les symptômes et les facteurs de risque précoces à éviter, les erreurs de diagnostic et à améliorer la qualité des soins.
- La communication en temps réel entre les médecins généralistes et les spécialistes pour obtenir des conseils et des recommandations personnalisées sur les traitements et les régimes alimentaires des patients atteints de maladies cardiovasculaires.
- L'amélioration de la coordination des soins entre les professionnels de la santé pour offrir un traitement plus adapté à chaque patient. Ce qui peut améliorer leur qualité de vie et leur santé globale.

En général, la plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique et intelligent des maladies cardiovasculaires peut contribuer à une meilleure prise en charge des patients atteints de ces maladies et à une amélioration de leur qualité de vie.

### 3. Équipe de travail

Notre équipe est composée de professionnels hautement qualifiés dans divers domaines complémentaires. Ce qui nous a permis de proposer une approche multidisciplinaire pour le développement de la plateforme “médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires”. Voici un aperçu de certains membres clés de notre équipe :

- Dr. Boucheham Anouar (Encadrant) : En tant que bioinformaticiens expérimenté et expert en machine learning le Dr. Boucheham apporte une expertise dans l'analyse de données de santé et la conception de modèles d'intelligence artificielle pour le diagnostic et la prédiction des maladies cardiovasculaires. Il joue un rôle essentiel dans la supervision et l'orientation du projet.
- Dr. Chehili Hamza (Co-encadrant) : En tant que bioinformaticiens spécialisé dans les applications web, M. Chehili apporte une expertise dans le développement de la plateforme informatique et la conception d'interfaces conviviales pour les médecins spécialistes et non spécialistes. Il travaille en étroite collaboration avec l'équipe de développement pour assurer l'efficacité et la convivialité de la plateforme.
- Saib Kenza (Étudiante) : Étudiante en master 2 en bioinformatique, Mlle Saib apporte ses compétences en analyse de données et en programmation pour soutenir le développement de l'aspect technique de la plateforme médecin\_médecin. Elle participe à la collecte et à l'analyse des données de santé, ainsi qu'à la mise en œuvre des algorithmes d'intelligence artificielle.
- Hadj Khellouf Zineb (Étudiante) : Également étudiante en master 2 en bioinformatique, Mlle Hadj Khellouf apporte ses compétences en développement web pour la création d'une interface utilisateur intuitive et conviviale. Elle est responsable de la conception et de la mise en œuvre des fonctionnalités front-end de la plateforme.

En travaillant en étroite collaboration, notre équipe multidisciplinaire combine ses connaissances et ses compétences complémentaires pour assurer le succès du projet. Chaque membre contribue de manière significative à la réalisation de la plateforme médecin\_médecin, en s'appuyant sur son expertise spécifique pour garantir un produit final de haute qualité et répondant aux besoins des professionnels de la santé.

#### **4. Objectifs du projet**

Le but de la plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires est d'accélérer et d'améliorer la qualité des soins de santé pour les patients atteints des maladies cardiovasculaires quel que soit leurs emplacements ou la spécialité du médecin le plus proche, en permettant une collaboration étroite entre les médecins généralistes et les spécialistes pour diagnostiquer et traiter efficacement ces maladies. La plateforme utilise des outils d'intelligence artificielle afin d'analyser les données de santé des patients en temps réel, détecter les tendances et les modèles, et fournir des recommandations personnalisées aux professionnels de la santé pour améliorer la prise de décision clinique et la gestion des patients.

L'objectif ultime est de réduire les complications de la maladie et d'améliorer la santé des patients atteints de maladies cardiovasculaires en leur offrant un traitement rapide et personnalisé et un suivi clinique optimal.

#### **5. Calendrier de réalisation du projet**

Le développement et la mise en œuvre de la plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires suivent un planning détaillé pour assurer une progression efficace et respecter les délais. Voici un exemple de planning de réalisation du projet :





- Phase 1 : Analyse des besoins et des spécifications (Durée estimée : 2 semaines)  
Réaliser une étude approfondie des besoins des médecins généralistes et des spécialistes en matière de diagnostic des maladies cardiovasculaires. Définir les fonctionnalités clés de la plateforme, y compris l'intégration de l'intelligence artificielle, l'analyse des données et les recommandations personnalisées. Établir les spécifications techniques et les exigences de sécurité pour la plateforme.
- Phase 2 : Développement de la plateforme (Durée estimée : 7 semaines)  
Constituer l'équipe de développement et répartir les tâches en fonction des compétences de chaque membre. Concevoir l'architecture de la plateforme et développer les fonctionnalités de base, telles que l'interface utilisateur, l'authentification sécurisée et le stockage des données. Intégrer les outils d'intelligence artificielle pour l'analyse des données de santé et la génération

## PRESENTATION DU PROJET

de recommandations personnalisées. Effectuer des tests réguliers pour s'assurer de la qualité et de la fiabilité de la plateforme.

- Phase 3 : Validation et ajustements (Durée estimée : 2 semaines) Collaborer avec des médecins spécialistes et non spécialistes pour tester la plateforme et recueillir leurs retours d'expérience. Effectuer des ajustements en fonction des commentaires des utilisateurs, en optimisant l'interface utilisateur, en améliorant les fonctionnalités et en résolvant les éventuels problèmes techniques. Réaliser des tests de sécurité approfondis pour garantir la confidentialité des données des patients et la conformité aux réglementations en vigueur.
- Phase 4 : Déploiement et formation (Durée estimée : 1 semaine) Déployer la plateforme dans un environnement de production sécurisé et évolutif. Former les médecins généralistes et les spécialistes à l'utilisation de la plateforme. En mettant l'accent sur ses fonctionnalités clés, les bonnes pratiques de sécurité et la gestion des données des patients. Assurer un suivi continu pour répondre aux questions et aux problèmes rencontrés par les utilisateurs.

### Semaines

			1	2	3	4	5	6	7
1		Analyse des besoins et des spécifications	✓	✓					
2		Développement de la plateforme	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3		Validation et ajustements	✓	✓					
4		Déploiement et formation	✓						

Deuxième axe :

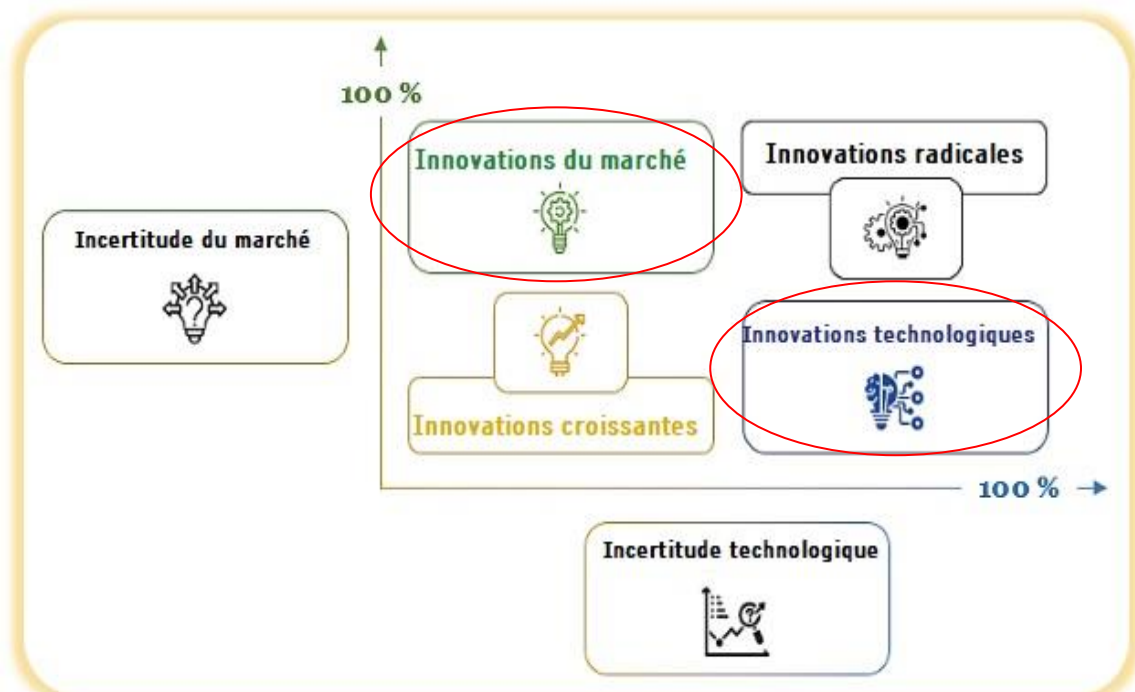
Aspects innovants



## 1. Nature des innovations

La plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires est innovante en ce qu'elle utilise des technologies de pointe, telles que l'intelligence artificielle (machine learning, Deep learning ; systèmes experts ...) et l'analyse de données en temps réel, pour accélérer et améliorer la qualité du diagnostic des maladies cardiovasculaires.

D'un autre côté, notre plateforme répond directement à un besoin d'urgence des citoyens spécialement qui habite dans des zones éloignées dit d'ombres. Également, ceci rentre dans le type d'application d'aide à la décision et au diagnostic personnalisé qui sont des services hautement demandés et avec un grand impact humain et économique. Cette approche collaborative et personnalisée entre les médecins et les spécialistes est également novatrice. Car, elle permet une gestion plus efficace et plus rapide des patients, évitant ainsi les erreurs de diagnostic et les retards dans les traitements. En outre, cette plateforme peut faciliter la coordination des soins entre les professionnels de santé et améliorer l'efficacité des traitements pour les patients. Ce qui peut contribuer à améliorer leur qualité de vie et leur santé globale.



**Figure01** : schéma représentant la nature des innovations

## 2. Domaines d'innovation

La plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires apporte des innovations significatives dans plusieurs domaines clés :

- **Technologie de l'information et de la communication (TIC) :** L'utilisation de technologies avancées telles que l'intelligence artificielle, l'analyse de données et les communications en temps réel permet d'améliorer la collecte, l'analyse et l'échange d'informations médicales pour une meilleure prise de décision clinique.
- **Médecine personnalisée :** Grâce à l'analyse des données de santé des patients, la plateforme offre des recommandations personnalisées aux médecins pour le diagnostic et le traitement des maladies cardiovasculaires, en tenant compte des caractéristiques individuelles de chaque patient.
- **Collaboration interdisciplinaire :** Notre plateforme favorise la collaboration entre les médecins généralistes, les spécialistes et les experts en bioinformatique, en créant un environnement propice à l'échange de connaissances et à la prise de décisions conjointes pour une meilleure prise en charge des patients.

Troisième

axe : Analyse

stratégique du marché

## 1. Le segment du marché

Le marché ciblé par notre plateforme MedLink\_CVD comprend les professionnels de la santé, notamment les médecins généralistes, les cardiologues et les médecins non spécialistes. Elle vise également les établissements de santé tels que les hôpitaux, les cliniques et les centres de santé qui traitent des patients atteints des maladies cardiovasculaires. En termes de marché géographique, notre plateforme peut être déployée à l'échelle nationale ou internationale, en fonction des besoins spécifiques de chaque région.

Dans un contexte spécifique, nous pouvons considérer le marché des soins de santé dans une région donnée. Dans une petite ville où il y a une pénurie de médecins spécialistes. Notre plateforme peut cibler les médecins généralistes et les établissements de santé locaux. En offrant une solution permettant la collaboration et les conseils d'experts à distance, la plateforme répondra aux besoins de cette population médicale et de leurs et de leurs patients atteints de maladies cardiovasculaires.

## 2. Mesure de l'intensité de la concurrence

Dans le cadre de notre analyse concurrentielle, nous avons identifié à la fois des concurrents directs et des concurrents indirects sur le marché du diagnostic intelligent des maladies cardiovasculaires en Algérie.

### ➤ Concurrents directs

Actuellement, il n'y a pas de concurrent direct proposant une plateforme intelligente pour le diagnostic des maladies cardiovasculaires en Algérie. Par conséquent, MedLink\_CVD occupe une position unique en tant que précurseur sur ce marché, offrant une proposition de valeur distinctive et exclusive.

### ➤ Concurrents indirects

Bien que MedLink\_CVD soit le pionnier et n'ait pas de concurrent direct dans le domaine des plateformes intelligentes pour le diagnostic des maladies cardiovasculaires en Algérie, il existe des concurrents indirects qui peuvent proposer des solutions alternatives ou partielles. Voici quelques exemples de concurrents indirects :

- Applications mobiles de suivi de santé : Il existe des applications mobiles qui permettent aux utilisateurs de surveiller leur santé cardiovasculaire en enregistrant leurs signes vitaux, en suivant leur activité physique et en fournissant des conseils de style de vie.

Bien qu'elles ne proposent pas un diagnostic complet, ces applications peuvent être considérées comme des concurrents indirects en termes de suivi de la santé cardiovasculaire.

- Services de téléconsultation médicale : Certaines plateformes de téléconsultation médicale permettent aux patients de consulter des médecins en ligne, y compris des spécialistes en cardiologie. Bien que ces services ne proposent pas spécifiquement un diagnostic intelligent des maladies cardiovasculaires, ils offrent une alternative pour obtenir des conseils médicaux à distance.

- Solutions logicielles de gestion des dossiers médicaux : Certaines entreprises proposent des solutions logicielles de gestion des dossiers médicaux électroniques qui permettent aux médecins de stocker, organiser et consulter les informations médicales de leurs patients. Bien que ces solutions ne se concentrent pas exclusivement sur le diagnostic des maladies cardiovasculaires, elles peuvent être considérées comme des concurrents indirects en termes de gestion des données de santé des patients.

### **3. La stratégie marketing**

La stratégie marketing de notre plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires a pour objectif principal d'accroître la visibilité de notre solution, de susciter la demande et d'encourager l'adoption par les professionnels de la santé. Nous mettrons en œuvre une combinaison de stratégies de marketing traditionnelles et numériques pour atteindre notre public cible.

Cela implique la réalisation de campagnes de sensibilisation, la présentation de démonstrations de nos services, l'établissement de partenariats stratégiques avec des établissements de santé et des experts de renom, ainsi que la mise en place d'initiatives de marketing en ligne. Visant à générer des prospects et à convertir ces prospects en utilisateurs de notre plateforme. Nous envisageons également de participer à des conférences médicales

Et à des salons professionnels pour présenter notre plateforme aux médecins généralistes et aux spécialistes. Des séminaires éducatifs pourront être organisés afin de partager des études de cas et des résultats cliniques obtenus grâce à l'utilisation de notre plateforme. De plus, nous chercherons à collaborer avec des associations médicales et des organismes de santé pour promouvoir notre solution et obtenir leur soutien dans l'adoption et la recommandation de notre plateforme auprès de leurs membres.

Quatrième axe : Plan de  
production et  
d'organisation

## 1. Le Processus de production

Le processus de production de notre plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent des maladies cardiovasculaires est organisé en différentes étapes afin d'assurer un développement efficace et de qualité. Voici un aperçu plus détaillé des principales phases du processus de production :

➤ **Analyse des besoins** : Cette phase consiste à identifier les besoins des professionnels de la santé et des patients en matière de diagnostic clinique des maladies cardiovasculaires. Une analyse approfondie est réalisée pour comprendre les fonctionnalités requises, les exigences techniques et les attentes des utilisateurs finaux.

➤ **Conception** : Sur la base de l'analyse des besoins, une équipe multidisciplinaire composée de développeurs, de concepteurs d'interfaces utilisateur et d'experts en intelligence artificielle travaillera sur la conception de la plateforme. Cette étape implique la création de maquettes et de prototypes pour visualiser l'interface utilisateur et définir l'architecture logicielle.

➤ **Développement** : Une fois la conception validée, l'équipe passe à la phase de développement. Les développeurs utilisent des langages de programmation et des outils de développement web pour coder les différentes fonctionnalités de la plateforme. Les algorithmes d'intelligence artificielle seront développés et intégrés pour l'analyse des données de santé des patients.

➤ **Tests et validation** : Tout au long du processus de développement, des tests seront effectués pour garantir la fiabilité, la sécurité et les performances optimales de la plateforme. Des tests fonctionnels, des tests de charge et des tests de sécurité seront réalisés pour identifier et corriger les éventuels problèmes.

➤ **Déploiement** : Une fois que la plateforme aura été rigoureusement testée et validée, elle sera déployée dans un environnement de production. Cela implique la configuration des serveurs, la mise en place des bases de données et la gestion des infrastructures nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de la plateforme.

➤ **Formation et support** : Avant la mise à disposition des professionnels de la santé, une formation sera proposée pour les familiariser avec l'utilisation de la plateforme. Un support continu sera également assuré pour répondre aux questions et résoudre les éventuels problèmes rencontrés par les utilisateurs.

Nous pouvons utiliser un schéma qui explique les étapes du processus de production :



**Figure02** : schéma explique les étapes du processus de production

## 2. L'approvisionnement

Pour assurer un approvisionnement efficace, nous établirons des partenariats avec des fournisseurs de services informatiques de confiance. Cela inclura l'acquisition de serveurs et d'équipements informatiques nécessaires à l'infrastructure de la plateforme, ainsi que l'achat de licences logicielles et de technologies d'intelligence artificielle. Nous évaluerons attentivement les fournisseurs potentiels en fonction de leur fiabilité, de leur expertise technique et de leur capacité à répondre à nos besoins spécifiques en matière d'approvisionnement.

## 3. La main d'œuvre

Notre équipe sera composée de développeurs informatiques, d'experts dans l'intelligence artificielle, des concepteurs d'interfaces utilisateurs et des spécialistes en gestion de projet. Ces professionnels joueront un rôle clé dans le développement, la mise en œuvre et la maintenance de la plateforme. Nous veillerons à ce que notre équipe dispose des compétences nécessaires et à jour dans les domaines de la bioinformatique, de l'informatique et de l'intelligence artificielle pour assurer le succès du projet.



#### **4. Les principaux partenaires**

Nous chercherons à établir des partenariats stratégiques avec des hôpitaux, des cliniques et des établissements de santé renommés. Ces partenariats nous permettront d'accéder à leurs bases de données diversifiées de patients atteints de maladies cardiovasculaires, ainsi qu'à des experts médicaux qui pourront contribuer à la validation et à l'amélioration continue de notre plateforme.

De plus, nous pourrions collaborer avec des entreprises de technologie médicale pour intégrer notre solution dans leurs systèmes existants et développer des synergies pour améliorer les soins de santé cardiovasculaire. En travaillant en étroite collaboration avec nos fournisseurs, notre équipe et nos partenaires, nous assurons une production efficace de notre plateforme médecin\_médecin tout en garantissant la qualité, la sécurité et la performance de notre solution pour répondre aux besoins des professionnels de la santé et des patients.

# **Cinquième axe : Plan Financier**

## 1. Les Coûts et charges

### 1.1. Matériels requis

#### 1.1.1. Achat du mobilier

Mobilier	Prix	Quantité	Total
Bureau	30.000 DA	7	210.000 DA
Chaises	5.000 DA	7	35.000 DA
Banquettes de salle d'attente	30.000 DA	2	60.000 DA
Imprimante + Fax	30.000 DA	1	30.000 DA
Pc portable	120.000 DA	3	360.000 DA
Pc bureau puissant	110.000 DA	3	330.000 DA
Modem	9.000 DA	1	9.000 DA
Téléphone fixe	2.000 DA	1	2.000 DA
Climatiseur	60.000 DA	1	60.000 DA
Caméra de surveillance	32.500 DA	3	97.500 DA
Totale			<b>1.193.500</b>

#### 1.1.1. Financement pour lancer notre projet : (fonds de roulement)

- Matière première: 00 DA
- Matières diverses (Électricité, internet, l'eau, téléphone fix, Hébergement) : 45.000 DA
- ✓ **Fonds de roulement (période 6 mois):** matière première + matière divers = 45.000 DA
- ✓ **Pour location du locale:**
  - Loyer : 600.000 DA ou coût symbolique dans le cas d'avoir un local au niveau du technopole Constantine.
- ✓ **Les services annexes à prendre en compte lors de l'ouverture du projet :**
  - Assurance:20.000 DA

## 1.2. Cout globale du projet

Achat du mobilier + Font de roulement + Assurance

= 1.193.500 DA + 45.000 DA + 20.000 DA

= 1.258.500 DA

## 2. Calcul prévisionnel du coût de revient du produit

- Matière divers (Électricité, internet, l'eau, téléphone fixe, Hébergement) : 45.000 DA
- Matière divers (12 mois) : 45.000 DA \* 12 = 540.000 DA
- Amortissement = Coût totale des équipements / 5 (l'âge de tous les équipements est 5 ans)  
= 1.193.500 DA / 5  
= 238.700 DA
- Loyer : **600.000 DA (12 mois)**
- Salaire

Employés	Salaire
1 Secrétaires	30.000 DA
1 Développeur Frontend	50.000 DA
1 Développeur Backend	50.000 DA
1 Expert en expérience utilisateur	30.000 DA
1 Expert en sécurité informatique	50.000 DA
2 Responsables du support client	35.000 DA (pour chacun)
Totale	280.000 DA

- Salaire (12 mois) : 280.000 DA \* 12 = 3.360.000 DA

- Totale des charges fixes = salaire des employés + amortissement + loyer + assurance = 3.360.000 DA + 238.700 DA + 600.000 DA + 20.000 DA = 4.218.700 DA
- Totale des charges variables= matières diverses = 540.000 DA
- Charge totale = Totale des charges fixes +Totale des charges variables  
 = 4.218.700 DA +540.000 DA  
 = 4.758.700 DA

**1.3. Tarifs des ventes**

- Horaire de travail : 5/7 et 8 h/24 pendant 11 mois
- Nous comptons intégrer 25 médecins par mois, donc275 médecins par an.
- Le coût d'abonnement =charge totale / 275  
 =4.758.700 DA/ 275 = 17.304 DA
- Le bénéfice est de 30%, calculé comme suit :

$(17.304 \text{ DA} * 30) / 100 = 5.191 \text{ DA}$

Donc :le prix de vente est =17.304 DA +5.191 DA  
 = 22.495 DA

Ou: 17.304 DA \* 1.3 =22495 DA

Désignations	Prix d'abonnement
Abonnement	26.0

**1.4. Calcule prévisionnel du chiffre d'affaires de la 1' ère année**

- Vente mensuelle : (26.000 DA\*25) =650.000 DA

- Chiffre d'affaires annuel est de : 650.000 DA \* 11 mois = 7.150.000 DA
- Le bénéfice attendu de l'entreprise pour la première année est Chiffre d'affaires annuel - Charge totale : 1930200 DA

- Détails du calcul :

**Chiffre d'affaires annuel - Charges Totales = 7.150.000 DA - 4.758.700 DA = 2.391.300 DA**

**Sixième axe**  
:Prototype  
expérimental

## 1. Conception de la plateforme

La conception de la plateforme est une étape fondamentale dans le développement de nombreux types de produits et de services numériques. Elle implique la création d'une architecture de système qui permettra à différents utilisateurs et systèmes de communiquer et de manipuler des données de manière efficace.

La conception de la plateforme prend en compte les besoins des différents utilisateurs et parties prenantes, ainsi que les exigences techniques et les tendances du marché.

### 1.1. Fonctionnalités

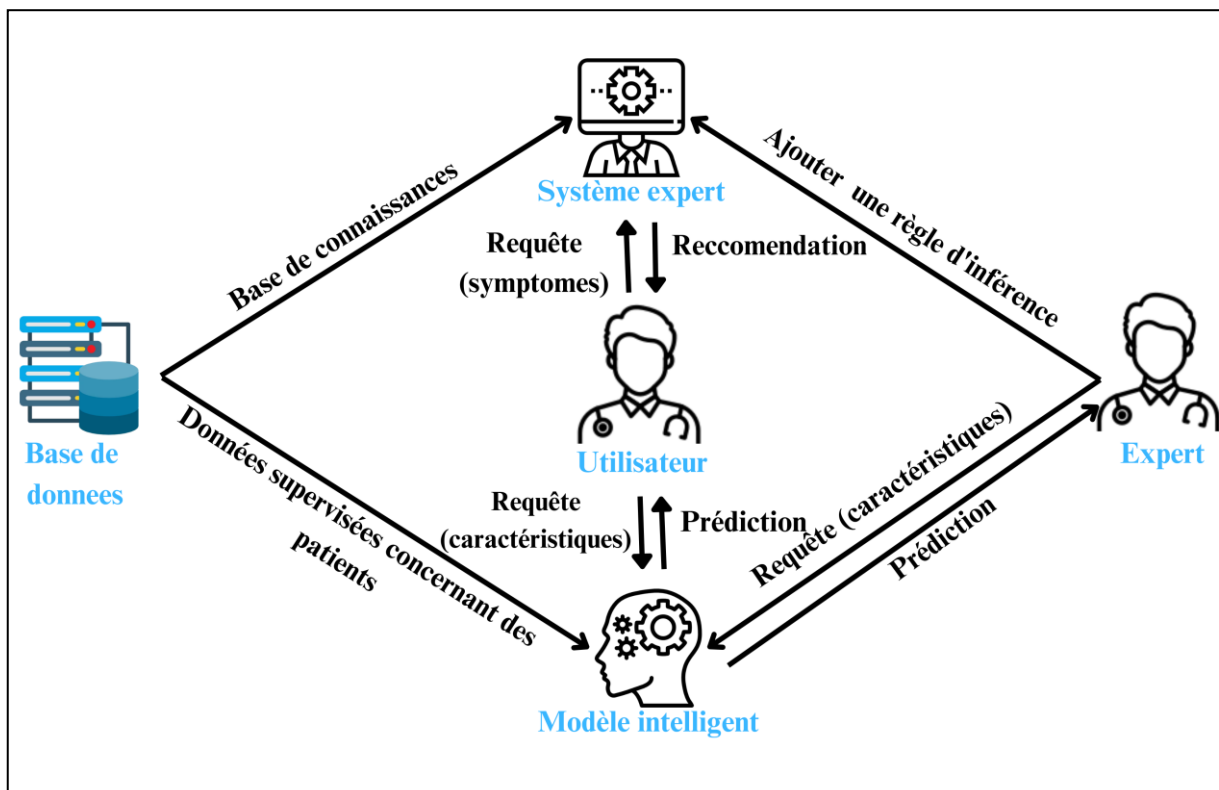
- Le diagnostic intelligent en ligne des maladies cardiovasculaires en utilisant un modèle déjà entraîné afin de prédire les événements cardiovasculaires.
- Le diagnostic intelligent en ligne et en temps réel en fonction des symptômes des patients à travers un système expert.
- La collaboration (envoi et réception des messages personnalisés) avec un médecin spécialiste.
- La gestion des situations et des données liées aux patients (dossier de patients) de chaque médecin.
- La gestion de rôles/permissions des différents profils appartenant à une structure médicale.
- Dashboard intelligent avec statistiques, calendrier ainsi que la messagerie et les notifications.

### 1.2. Framework général

Le domaine médical est complexe et en constante évolution, avec une multitude de symptômes, de maladies et de traitements à prendre en compte. En effet, le développement des deux premières fonctionnalités intelligentes de la plateforme nécessite une vision globale sous forme d'un Framework. Pour faciliter le processus de diagnostic, un Framework a été développé afin d'intégrer l'expertise médicale avec des outils de prédiction bioinformatiques. Également, il met en place un système expert et des modèles intelligents pour soutenir les médecins dans leurs décisions.



La Figure3 représente le Framework général de la partie fonctionnelle de la plateforme proposée (Backend).



**Figure 3:** diagramme du Flux de données.

### 1.2.1. Médecin spécialiste (Expert)

Le médecin spécialiste joue le rôle d'expert dans notre Framework. Il possède une expérience dans un domaine médical spécifique et est responsable d'alimenter notre système par des règles d'inférence. Les règles d'inférence sont utilisées pour guider le processus de diagnostic en fonction des informations fournies. Également, Il répond sur les requêtes (messages) des utilisateurs en donnant des avis et des recommandations.

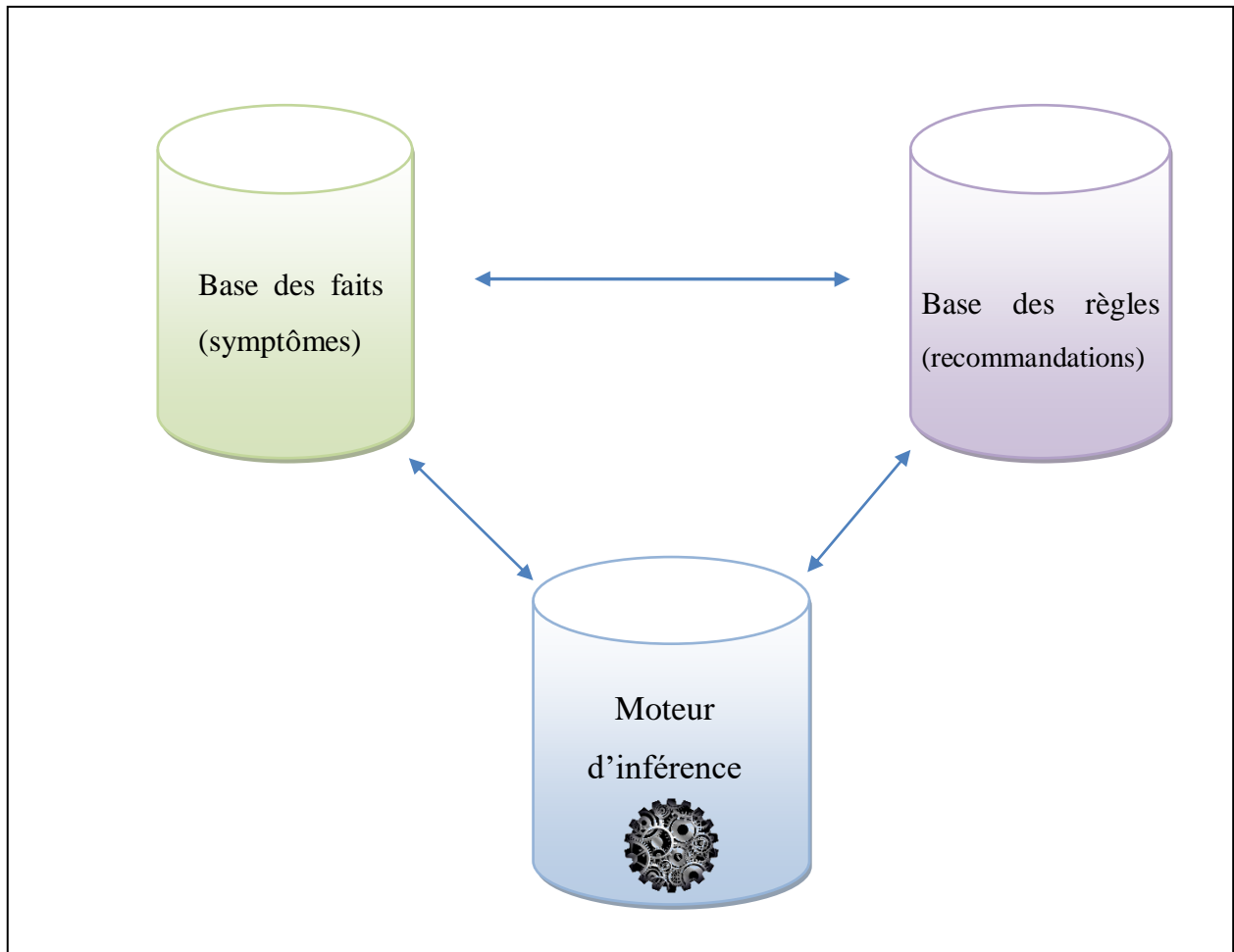
Remarque : Le médecin spécialiste peut faire usage des différentes fonctionnalités de la plateforme (modèle de prédiction...).

### 1.2.2. Médecin non spécialiste (Utilisateur)

Le médecin non spécialiste utilise les différentes fonctionnalités offertes par notre plateforme MedLink\_CVD.

### 1.2.3. Base de connaissance (utilisée par le Système expert)

La base de connaissances est une collection structurée d'informations médicales utilisées par le système expert. Elle contient des règles, des faits et des relations entre les symptômes, les maladies, les traitements, etc. Le système expert utilise cette base de connaissances pour effectuer des inférences et fournir des conseils et des recommandations médicales.



**Figure 4:**Base de connaissance

#### 1.2.4. Données supervisées concernant les patients

Dans le cadre de notre étude, nous avons adopté la base de données 'CVDPrediction' qui représente un projet Américain contenant des données cliniques provenant de 109 490 patients. Ces données sont disponibles en téléchargement gratuit depuis GitHub à partir de <https://github.com/zhaojuanwendy/CVDPrediction/blob/master/data/benchmark/data.csv>.

Le Professeur Zhao et Juan ont collecté toutes ces données et ont publié l'étude dans la revue "Scientific Reports" de Nature<sup>1</sup>.

Le tableau ci-dessous représente les 55 attributs des données cliniques utilisées

**Tableau 2: les attributs cliniques utilisés**

Types de caractéristique	Caractéristiques	Description
<b>Démographie</b>	Âge	Continu
	Sexe	Binaire
	Race	Catégorique
<b>Modes de vie</b>	Indice de masse corporelle (IMC)	Données résumées
	Fumer	Binaire
<b>Mesures physiques ou de laboratoire</b>	Tension artérielle systolique (TAS)	Données résumées
	Pression sanguine diastolique (DBP)*.	Données résumées
	Cholestérol total (Cholestérol)*.	Données résumées
	Cholestérol HDL (C-HDL)*.	Données résumées
	Cholestérol LDL (LDL-C)	Données résumées
	Créatinine	Données résumées
	Glucose	Données résumées

---

<sup>1</sup>Zhao, Juan, et al. "Learning from longitudinal data in electronic health record and genetic data to improve cardiovascular event prediction." Scientific reports 9.1 (2019): 717.

	Triglycérade	Données résumées
<b>Diagnostic</b>	Autres tests (phecode33 1010)	Binaire
	Tumeur bénigne de la peau (216)	
	Diabète sucré* (250)	
	Troubles du métabolisme des lipides (272)	
	Autre trouble mental, trouble mental aléatoire (306)	
	Troubles des valves cardiaques (395)	
	Hypertension (401)	
	Cardiomyopathie (425)	
	Insuffisance cardiaque congestive ; non hypertendu (428)	
	Athérosclérose (440)	
	Infections respiratoires supérieures aiguës de sites multiples ou non spécifiés (465)	
	Obstruction chronique des voies respiratoires (496)	
	Troubles de la menstruation et autres saignements anormaux de l'appareil génital féminin (626)	

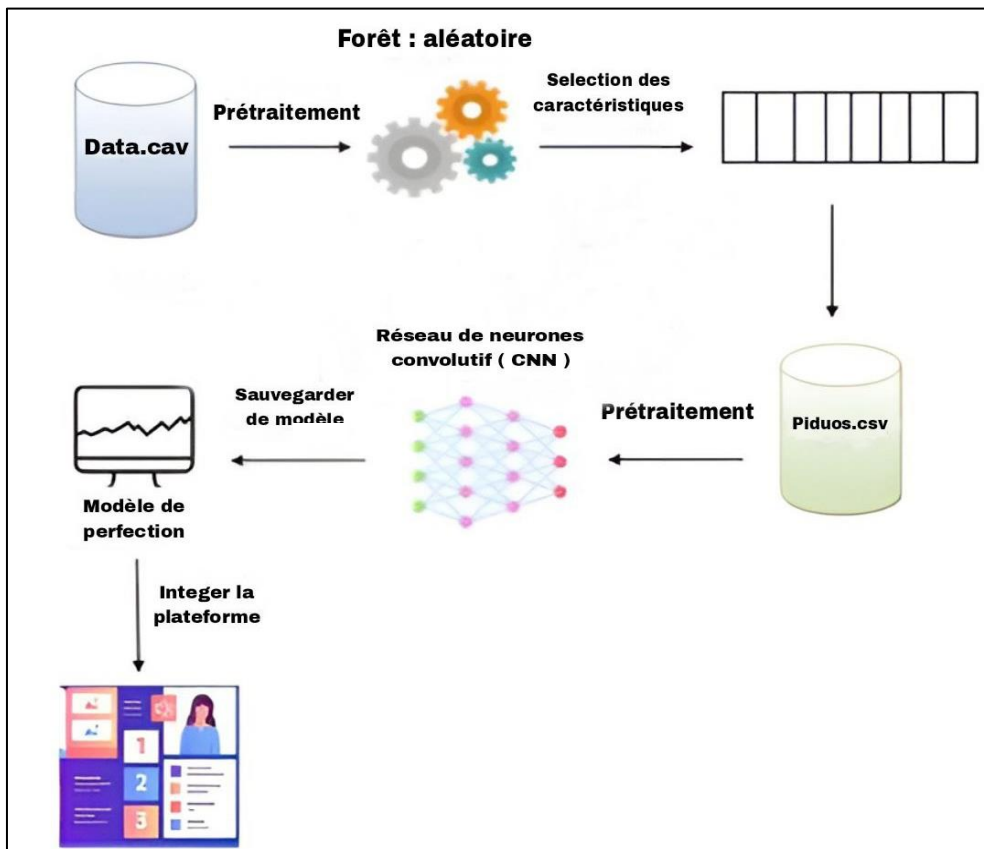
<b>Médicaments</b>	Warfarin (RXCUI 11289)	<b>Binaire</b>
	Aspirine (1191)	
	Aténolol (1202)	
	Amlodipine (17767)	
	Carvédilol (20352)	
	Lisinopril(29046)	
	Adénosine(296)	
	Clopidogrel (32968)	
	Digoxine (3407)	
	Diltiazem (3443)	
	Ramipril (35296)	
	Diurétiques (3567)	
	Dobutamine (3616)	
	Simvastatine(36567)	
	Enalapril (3827)	
	Sestamibi (408081)	
	Ethinyl Estradiol (4124)	
	Furosémide (4603)	
	Nitroglycérine (4917)	
	Hydrochlorothiazide(5487)	
Ibuprofène (5640)		

	Métoprolol (6918)	
	Vaccin anticoquelucheux acellulaire (798302)	
	Atorvastatine(83367)	
	Atorvastatine(83367) Inhibiteurs de l'ECA (836)	
	Thallium(1311633)	
	Clonidine (2599)	

**1.2.5. Modèle de prédiction**

- Description du pipeline**

Cette partie présente le processus en plusieurs étapes (pipeline)proposé afin de construire un modèle de prédiction des événements cardiovasculaires efficace et précis (voir la Figure 5).



**Figure 5:** Pipeline général de l'approche proposée.

Ce pipeline commence par rassembler et préparer les données en appliquant des techniques de prétraitement afin de les nettoyer, les transformer et les rendre prêtes à être utilisées.

Ensuite, le modèle de forêt aléatoire (RandomForest) est appliqué avec l'algorithme de sélection de caractéristiques (feature selection) afin d'identifier les 10 caractéristiques les plus discriminantes. Par la suite, un nouvel ensemble de données sera créé en conservant que les caractéristiques sélectionnées tout en préservant les enregistrements de patients du jeu de données initial (reduceddataset). Ce nouvel ensemble de données est ensuite soumis à un prétraitement supplémentaire, suivi d'un entraînement d'un réseau de neurones convolutif (CNN). Enfin, le modèle pré-entraîné est sauvegardé, testé et intégré dans notre plateforme.

- **Pseudo-code :**

Cette partie présente des pseudos code en Python de quelques fonctionnalités développées :

- **Analyse des caractéristiques les plus importantes et préparation des données :**

Ce code permet de visualiser les caractéristiques les plus importantes pour le modèle d'apprentissage automatique. Il classe les caractéristiques en fonction de leur importance, en sélectionnant les 10 caractéristiques les plus importantes. Ensuite, il permet de créer un DataFrame contenant les noms des caractéristiques et leurs valeurs d'importance. Le code charge également des données à partir d'un fichier CSV pour une utilisation ultérieure.

```

[ ] feature_importance = model.feature_importances_

[ ] # Get the indices of the top 10 features
top_feature_indices = feature_importance.argsort()[-10:][::-1]

[ ] # Get the names of the top 10 features
feature_names = [f"Feature_{i+1}" for i in top_feature_indices]

[ ] # Get the corresponding feature importance values
top_feature_importance = feature_importance[top_feature_indices]

[ ] # Create a DataFrame with the top 10 feature importance
top_feature_df = pd.DataFrame({'Feature': feature_names, 'Importance': top_feature_importance})

[ ] # Save the DataFrame to a CSV file
top_feature_df.to_csv('top_feature_importance.csv', index=False)

[ ] # Charger les données de data.csv
data_df = pd.read_csv('data.csv')
data_df

```

**Figure 6:** Analyse des 10 principales caractéristiques

### ➤ Préparation des données et sélection des caractéristiques

Ce code extrait les noms de colonnes de caractéristiques spécifiques, charge un DataFrame avec les caractéristiques les plus importantes, sélectionne ces caractéristiques dans un nouveau jeu de données, ajoute une colonne 'Class', sauvegarde le nouveau jeu de données réduit dans un fichier CSV et puis divise les données en caractéristiques et étiquettes (label).



```

[ ] # Charger les 10 colonnes de top feature selection
top_feature_df = pd.read_csv('top_feature_importance.csv')
top_feature_df

[ ] # Sélectionner uniquement les caractéristiques les plus importantes dans le nouveau jeu de données réduit
reduced_data_df = data_df[['Race_W', 'AGE', 'MIN_SYSTOLIC', 'STD_VALUE_Creat', 'MAX_BMI', 'MIN_BMI', 'MAX_SYSTOLIC', 'MAX_VALUE_Creat', 'STD_DIASTOLIC', 'MAX_VAI

[ ] # Ajouter la colonne 'Class' au nouveau jeu de données réduit
reduced_data_df['Class'] = data_df['Class']

# Sauvegarder le nouveau jeu de données réduit dans un fichier CSV
reduced_data_df.to_csv('reduced_data.csv', index=False)
reduced_data_df

[ ] # Diviser les données en features (X) et labels (y)
feature_columns = ['Race_W', 'AGE', 'MIN_SYSTOLIC', 'STD_VALUE_Creat', 'MAX_BMI', 'MIN_BMI', 'MAX_SYSTOLIC', 'MAX_VALUE_Creat', 'STD_DIASTOLIC', 'MAX_VALUE_Trig:
X = reduced_data_df[feature_columns]
y = reduced_data_df['Class']

```

**Figure 7:** la sélection des caractéristiques clés et du nouveau jeu de données réduit.

➤ **Prédiction à l'aide du nouveau modèle en utilisant les caractéristiques les plus discriminantes :**

Ce code utilise un modèle préalablement enregistré à partir d'un fichier HDF5 à l'aide de la bibliothèque TensorFlow Keras. Ensuite, il définit un vecteur de 10 caractéristiques les plus discriminantes dans un tableau NumPy. Enfin, il effectue une prédiction en utilisant le modèle chargé et les caractéristiques fournies. Puis, il affiche le résultat de la prédiction.

```

[ ] from tensorflow.keras.models import load_model

[ ] model = load_model('/content/sample_data/my_model.h5')

[ ] # Définir un vecteur de 10 caractéristiques (exemples arbitraires)
features = np.array([[1, 35, 120, 0.8, 25, 20, 140, 1.2, 80, 1]])

▶ prediction = model.predict(features)

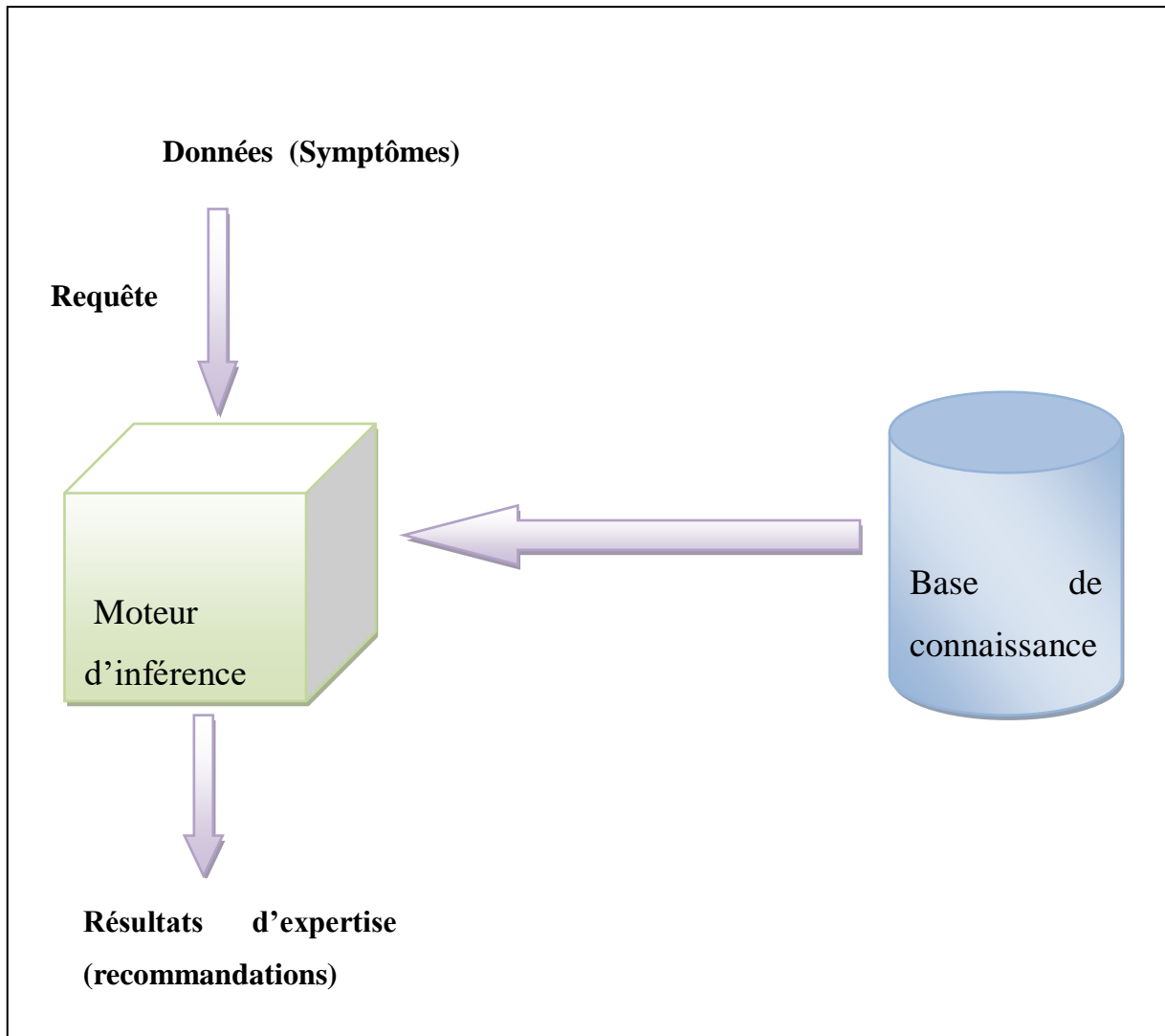
▶ print(prediction)

```

**Figure 8:**Prédiction basée sur le modèle et les caractéristiques sélectionnées

**1.2.6. Le Moteur d'inférence de notre système expert**

Le système expert est responsable de l'analyse des informations médicales fournies (symptômes) et de l'application des règles de la base de connaissances afin de parvenir à des conclusions et des recommandations médicales.



**Figure 9 :**schéma du système expert proposé.

**1.3. Schéma de données pour la collecte et l'analyse des données de santé du patient**

Dans le contexte de notre plateforme, le schéma de données se réfère à la structure et à l'organisation des informations liées à la collecte et à l'analyse des données de santé des

patients (Figure 10 et 11). Il joue un rôle crucial dans le stockage, la gestion et la manipulation des données pour permettre une utilisation efficace et sécurisée.

Dans le cadre de notre plateforme, nous utilisons PostgreSQL, un système de gestion de base de données relationnelle open-source réputé pour sa robustesse, son extensibilité et sa compatibilité élevées. PostgreSQL nous permet de créer des tables, de définir des relations entre les données et d'exécuter des requêtes complexes pour l'analyse des données.

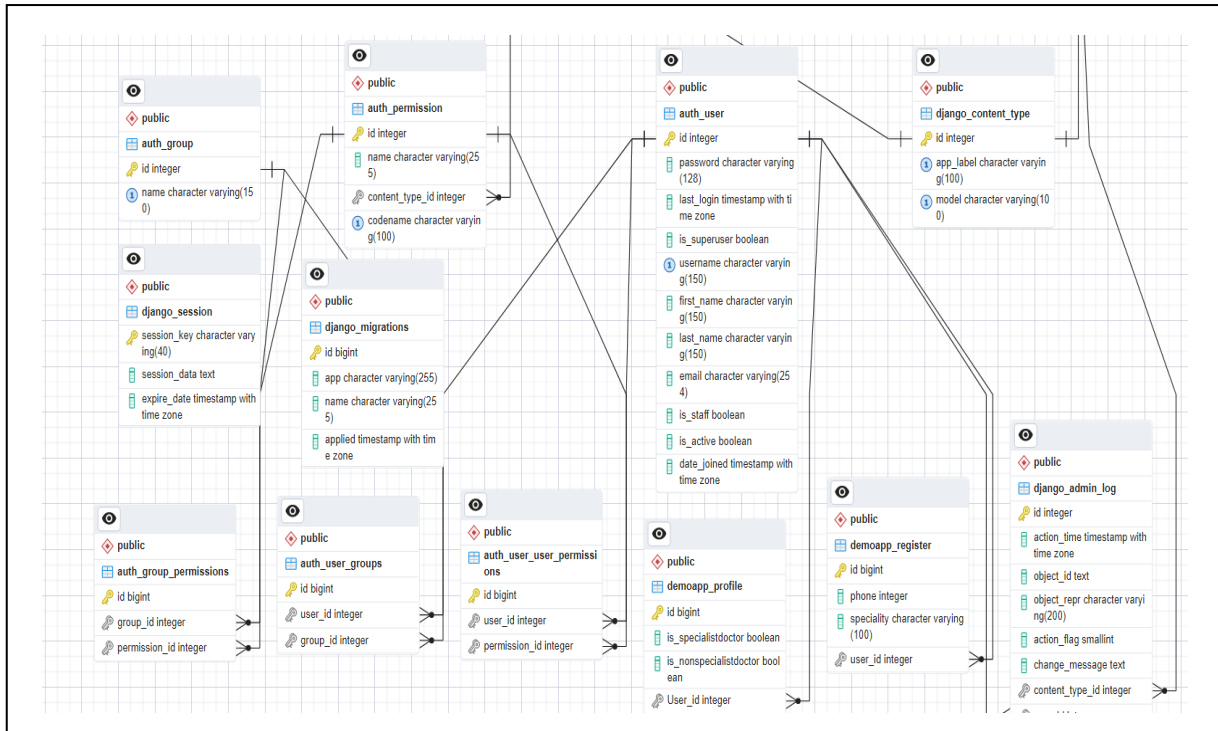


Figure 10: Relation entre les tables de la base de données (tableau de l'authentification)

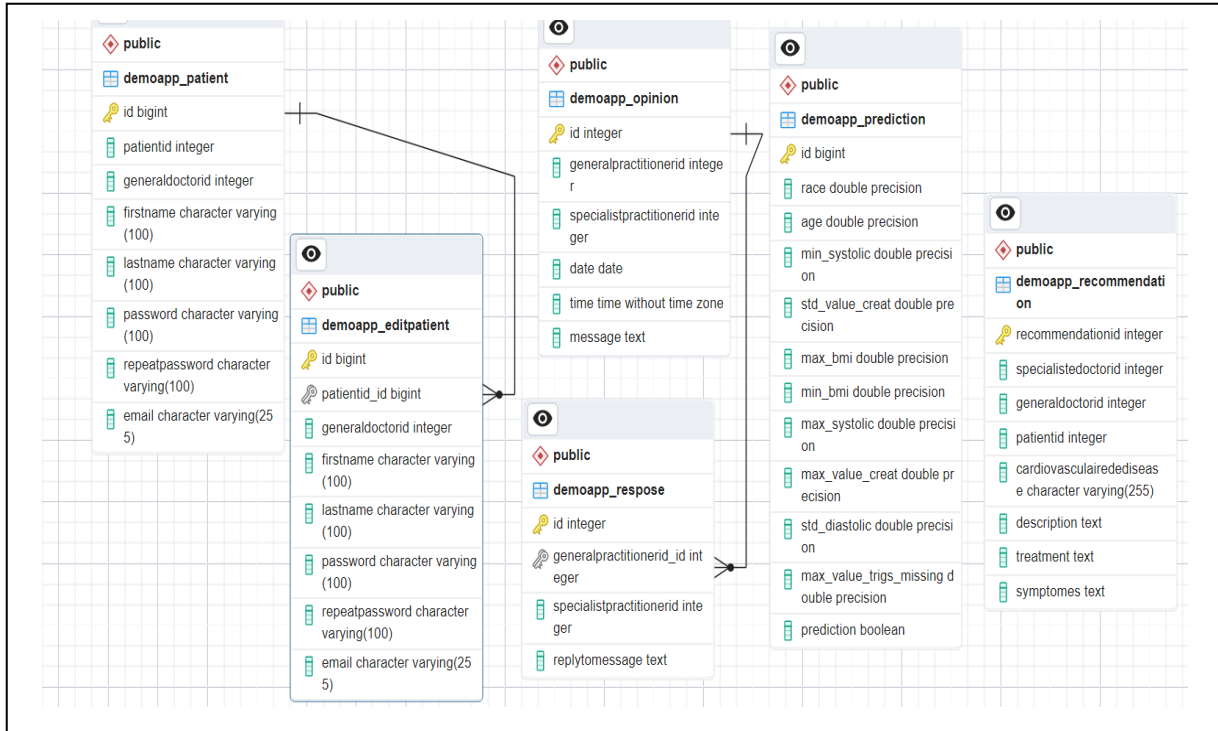


Figure 11 : Relation entre les tables de la base de données (tableau crée à partir fichier models.py)

## 2. Implémentation

### 1.1. Technologies utilisées pour le développement de la plateforme

#### 1.1.1. Langages de programmation

- **Frontend**

<b>HTML</b>	HTML est le langage de balisage utilisé pour structurer le contenu d'une page web en utilisant des éléments et des balises. Il définit la structure et l'organisation du contenu, comme les titres, les paragraphes, les liens et les images.
<b>CSS</b>	CSS est un langage de style utilisé pour contrôler l'apparence et la mise en page des éléments HTML. Il permet de définir les couleurs, les polices, les marges, les tailles et d'autres aspects visuels d'une page web.

<b>Javascripts</b>	JavaScript est un langage de programmation utilisé pour rendre les pages web interactives et dynamiques. Il permet d'ajouter des fonctionnalités telles que des animations, des formulaires interactifs, des validations de données, des requêtes AJAX, des manipulations du DOM (Document Object Model) et bien plus encore.
--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- **Backend**

### **Django :**

Django est un Framework open-source de développement web écrit en Python. Il fournit une structure solide et des outils puissants pour créer des applications web dynamiques et interactives. Django suit le principe du modèle-vue-contrôleur (MVC), ce qui facilite la séparation des préoccupations et la modularité du code.

Voici une brève explication des fichiers principaux dans une application Django :

1. Fichier settings.py : Ce fichier contient les paramètres de configuration de l'application Django, tels que la base de données utilisée, les clés secrètes, les fichiers statiques, les fichiers médias, etc.
2. Fichier urls.py : Ce fichier définit les URLs (Uniform Resource Locators) de l'application Django. Il mappe les URLs vers les vues correspondantes, qui sont responsables du traitement des requêtes HTTP et du renvoi des réponses.
3. Fichiers de modèles (models.py) : Ces fichiers contiennent les définitions des modèles de données de l'application. Les modèles définissent la structure des tables de la base de données et les relations entre elles.
4. Fichiers de vues (views.py) : Ces fichiers contiennent les vues de l'application, qui sont responsables du traitement des requêtes et de la préparation des données à afficher. Les vues renvoient généralement des réponses HTTP ou redirigent vers d'autres vues.
5. Fichiers de templates (.html) : Ces fichiers contiennent les templates HTML qui définissent la structure et l'apparence des pages web. Les templates peuvent être dynamiques en utilisant les données fournies par les vues.
6. Fichiers de migrations : Ces fichiers (situés dans le répertoire migrations) sont générés automatiquement par Django lorsqu'il y a des modifications dans les modèles de

données. Ils permettent de mettre à jour la structure de la base de données de manière transparente.

Ces fichiers représentent une partie importante de la structure d'un projet Django, mais il peut y avoir d'autres fichiers et répertoires en fonction des besoins spécifiques de l'application. Django offre également de nombreuses autres fonctionnalités telles que l'administration automatique, la gestion des formulaires, l'authentification utilisateur, etc., ce qui en fait un choix populaire pour le développement web.

**1.1.2. Les logiciels**

- **Environnements :**

<p style="text-align: center;"><b>Google colab</b></p>	<p>Google Colab est une plateforme de développement en ligne qui offre la possibilité de créer, d'exécuter et de partager des notebooks interactifs basés sur Jupyter. Ces notebooks contiennent du code, des visualisations, des textes et des médias, et permettent de travailler avec des langages de programmation tels que Python et R. Une des principales caractéristiques de Google Colab est de fournir un accès gratuit à des ressources informatiques telles que les processeurs graphiques (GPU) et les unités de traitement tensoriel (TPU), ce qui permet d'accélérer les calculs et l'entraînement des modèles d'apprentissage automatique.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Visual studio</b></p>	<p>Visual Studio est un environnement de développement intégré (IDE) conçu par Microsoft pour faciliter la création d'applications logicielles. Il offre des fonctionnalités avancées telles qu'un éditeur de code intelligent et des outils de débogage, permettant aux développeurs de travailler efficacement sur divers projets.</p>

- **Package**

<p><b>Pandas</b></p>	<p>Pandas est une bibliothèque open-source pour l'analyse et la manipulation de données, qui se caractérise par sa rapidité, son efficacité, son adaptabilité et sa facilité d'utilisation. Elle est développée en utilisant le langage de programmation Python.</p>
<p><b>NumPy</b></p>	<p>NumPy (abréviation de "Numeric Python") est une bibliothèque open-source pour le langage de programmation Python qui permet la manipulation de tableaux et de matrices multidimensionnels ainsi que des fonctions mathématiques avancées pour les opérations sur ces tableaux.</p>
<p><b>Matplotlib</b></p>	<p>Matplotlib est une bibliothèque de visualisation de données open-source pour le langage de programmation Python. Elle permet de créer des graphiques en 2D et en 3D pour représenter visuellement les données, les tendances et les modèles.</p>
<p><b>Scikit-learn</b></p>	<p>Scikit-learn (également connu sous le nom de sklearn) est une bibliothèque open-source pour l'apprentissage automatique en Python. Elle fournit des outils pour la classification, la régression, le clustering, la sélection de modèle et le prétraitement des données, ainsi que des utilitaires pour l'évaluation des modèles et la validation croisée.</p>
<p><b>Keras</b></p>	<p>Keras est une bibliothèque open-source pour l'apprentissage profond en Python, qui permet de créer facilement des réseaux de neurones artificiels tels que les CNN et les RNN, ainsi que de les entraîner, les évaluer</p>

	<p>et les prédire. Elle offre une interface simple et conviviale et est compatible avec plusieurs frameworks de calculs sous-jacents tels que TensorFlow et Theano.</p>
<b>Experta</b>	<p>Experta est un package logiciel qui offre des fonctionnalités avancées pour la gestion des connaissances et l'automatisation des processus. Il permet aux utilisateurs de capturer, organiser et exploiter efficacement les informations, tout en facilitant l'automatisation des tâches répétitives pour optimiser la productivité.</p>
<b>SHAP</b>	<p>SHAP (SHapley Additive exPlanations) est une technique d'interopérabilité des modèles de machine learning qui permet d'expliquer les prédictions individuelles en attribuant des valeurs d'importance aux différentes caractéristiques d'entrée. Elle se base sur la théorie des jeux et fournit des explications globales et locales pour aider à comprendre le fonctionnement d'un modèle et les facteurs qui influencent ses décisions.</p>

## 1.2. Listing de code représentant les fonctionnalités clés de la plateforme

Listing de code représentant les fonctionnalités clés de la plateforme, nous vous présenterons un aperçu des fonctionnalités essentielles de notre plateforme. Cette section mettra en évidence des extraits de code pertinents qui illustrent la mise en œuvre de ces fonctionnalités clés.

### 1.2.1. L'intégration d'un modèle intelligent dans la plateforme

Cette partie du code permet aux utilisateurs d'intégrer le modèle intelligent dans la plateforme. (Listing 1,2)



```

def prediction_view(request):
    if request.method == 'POST':
        # Retrieve input data from the POST request
        race = float(request.POST.get('race_w'))
        age = float(request.POST.get('age'))
        min_systolic = float(request.POST.get('min_systolic'))
        std_value_creat = float(request.POST.get('std_value_creat'))
        max_bmi = float(request.POST.get('max_bmi'))
        min_bmi = float(request.POST.get('min_bmi'))
        max_systolic = float(request.POST.get('max_systolic'))
        max_value_creat = float(request.POST.get('max_value_creat'))
        std_diastolic = float(request.POST.get('std_diastolic'))
        max_value_trigs_missing = float(request.POST.get('max_value_trigs_missing'))

        # Load the Keras model
        model = keras.models.load_model('C:\\Users\\pc\\medlinkv1.5\\medlinkv1.0\\project\\demoapp\\mon_model.h5')

        # Prepare the input data for prediction
        input_data = np.array([[race, age, min_systolic, std_value_creat, max_bmi, min_bmi,
                                max_systolic, max_value_creat, std_diastolic, max_value_trigs_missing]])

        # Perform the prediction using the loaded model
        prediction = model.predict(input_data)
        # Apply a threshold to classify the prediction as 0 or 1
        threshold = 0.5
        prediction_class = 1 if prediction > threshold else 0

```

**Listing1** : Intégration du modèle de prédiction dans le fichier "views.py"

```

# Save the input data and prediction in the database
prediction_instance = Prediction.objects.create(
    race=race,
    age=age,
    min_systolic=min_systolic,
    std_value_creat=std_value_creat,
    max_bmi=max_bmi,
    min_bmi=min_bmi,
    max_systolic=max_systolic,
    max_value_creat=max_value_creat,
    std_diastolic=std_diastolic,
    max_value_trigs_missing=max_value_trigs_missing,
    prediction=prediction_class
)
prediction_instance.save()

# Define the corresponding message based on the prediction
# Define the corresponding message based on the prediction
if prediction_class == 1:
    message = "Patient has cardiovascular disease"
    dot_color = "red-dot"
else:
    message = "Patient doesn't have cardiovascular disease"
    dot_color = "green-dot"

context = {
    'prediction': message,
    'dot_color': dot_color
}

return render(request, 'main/consultation.html', context)

return render(request, 'main/consultation.html')

```

**Listing2** : Intégration du modèle de prédiction dans le fichier "views.py"

### 1.2.2. Remplissage du tableau de recommandation

Cette partie du code permet aux utilisateurs médecin spécialiste d'ajouter des recommandations personnalisées (listings 3,4 et 5).

```
{% extends 'base.html' %}
{% load static %}
{% block content %}
    <div class="page-wrapper">
        <div class="content">
            <div class="row">
                <div class="col-lg-8 offset-lg-2">
                    <h4 class="page-title"> add recommendation</h4>
                </div>
            </div>
            <div class="row">
                <div class="col-lg-8 offset-lg-2">
                    <form action="/addrecommendation/" method="POST">
                        {% csrf_token %}
                        <div class="row">
                            <div class="col-md-6">
                                <div class="form-group">
                                    <label>Recommendationid</label>
                                    <input name="recommendationid" class="form-control" type="text" value="">
                                </div>
                            </div>
                            <div class="col-md-6">
                                <div class="form-group">
                                    <label> Specialistdoctorid</label>
                                    <input name="specialistdoctorid" class="form-control" type="text" value="" >
                                </div>
                            </div>
                        </div>
                        <div class="form-group">
                            <label>Cardiovascular disease</label>
                            <textarea name="cardio" cols="30" rows="4" class="form-control"></textarea>
                        </div>
                        <div class="form-group">
                            <label>Symptomes</label>
                            <textarea name="symptomes" cols="30" rows="4" class="form-control"></textarea>
                        </div>
                        <div class="form-group">
                            <label>Description</label>
                            <textarea name="description" cols="30" rows="4" class="form-control"></textarea>
                        </div>
                        <div class="form-group">
                            <label>Treatment</label>
                            <textarea name="treatment" cols="30" rows="4" class="form-control"></textarea>
                        </div>
                    </form>
                </div>
            </div>
        </div>
    </div>
{% endblock %}
```

**Listing3** : Remplissage du tableau de recommandation (addpatient.html)

```

def addpatient (request):
    if request.method == 'POST':
        patientid = request.POST.get('patientid')
        generaldoctorid = request.POST.get('generaldoctorid')
        firstname = request.POST.get('firstname')
        lastname = request.POST.get('lastname')
        password = request.POST.get('password')
        repeatpassword = request.POST.get('repeatpassword')
        email= request.POST.get('email')

        # Créer une instance de modèle Patient avec les données du formulaire
        patient = Patient(patientid=patientid, generaldoctorid=generaldoctorid,
                           firstname=firstname, lastname=lastname,
                           password=password, repeatpassword=repeatpassword , email=email)

        # Enregistrer les données dans la base de données
        patient.save()

        # return render(request, 'main/patients.html', {'patient': patient})
        return redirect(patientlist)
    else:
        return render (request, 'non-specialistdoctor/add-patient.html')

```

Listing 4 : Remplissage du tableau de recommandation (views.py).

```

from django.db import models
from django.contrib.auth.models import User

class Patient(models.Model):
    patientid = models.IntegerField()
    generaldoctorid = models.IntegerField()
    firstname = models.CharField(max_length=100)
    lastname = models.CharField(max_length=100)
    password = models.CharField(max_length=100)
    repeatpassword = models.CharField(max_length=100)
    email = models.EmailField(max_length=255)

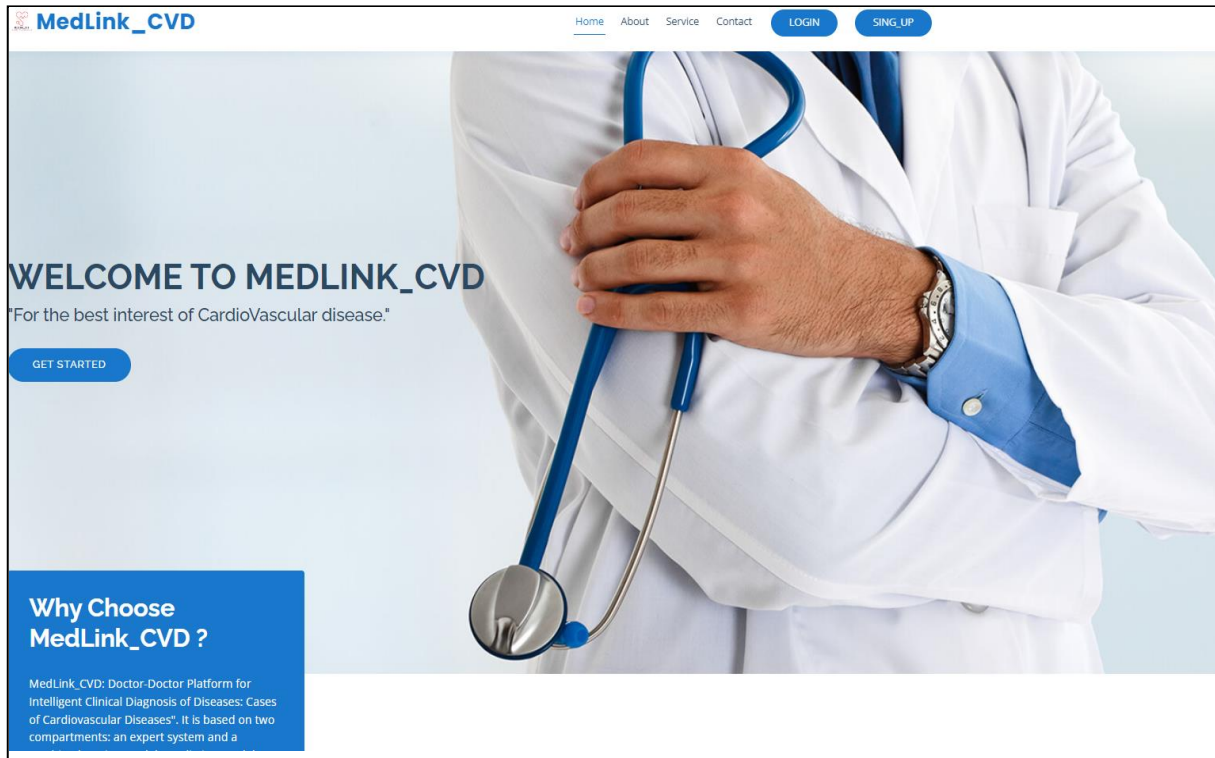
```

Listing 5: Remplissage du tableau de recommandation (models.py).

### 1.3. Interface graphique de la plateforme « MedLink\_CVD »

- **Page d'accueil :**

Elle permet à l'utilisateur de l'application de s'inscrire, ou se connecter (figure12).



**Figure 12 :**Page d'accueil de la plateformeMedLink\_CVD.

- **Espace médecin non spécialiste**

Elle permet à accéder auxlistes des recommandations qui contient les données et les recommandations relatives à chaque type de maladie cardiovasculaire (Figure13).

The screenshot shows a web application interface for a medical specialist. On the left is a sidebar menu with options: Main, Specialist\_Doctor, Diagnostic, Chat, Calls, Email, Activities, Settings, UI Elements, Calendar, and Pages. The main content area is titled 'RECOMMENDATION' and contains a search bar and a table with the following data:

Recommendationid	Specialistdoctorid	Cardiovascular disease	Symptomes	Description	Treatment
1611	1788	Hypertension artérielle	Maux de tête Fatigue Vision floue Douleurs thoraciques	L'hypertension artérielle est une pression sanguine élevée dans les artères. Elle peut causer des dommages aux organes vitaux tels que le cœur et les reins.	Changements de mode de vie, médicaments anti-hypertenseurs
1944	2099	Coronarienne	Fatigue Douleurs thoraciques	La maladie coronarienne est causée par l'accumulation de plaque dans les artères coronaires, ce qui peut entraîner une réduction du flux sanguin vers le cœur.	Changements de mode de vie, médicaments anti-angineux, chirurgie de pontage coronarien, angioplastie

**Figure 13:** Espace médecin spécialiste.

- **Espace médecin non spécialiste :**

Les médecins non spécialistes ont des accès à des graphiques et à des données relatives à l'état de santé des patients. (Figure 14)

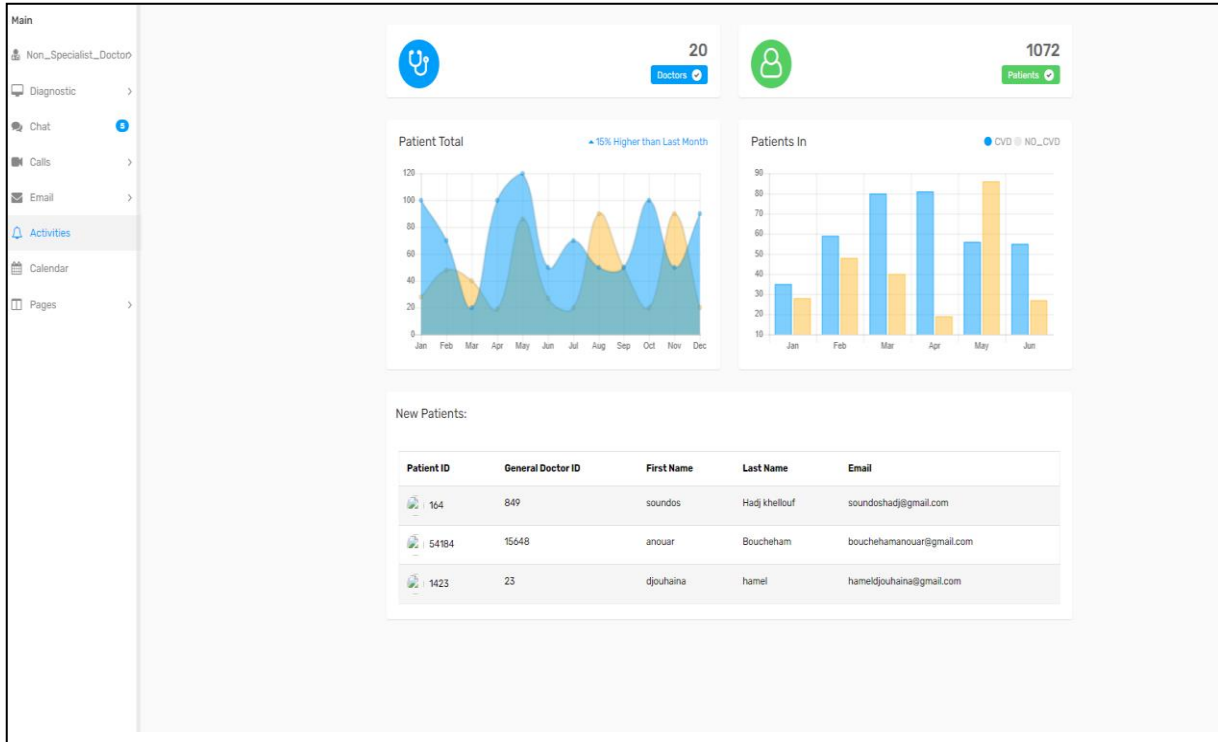
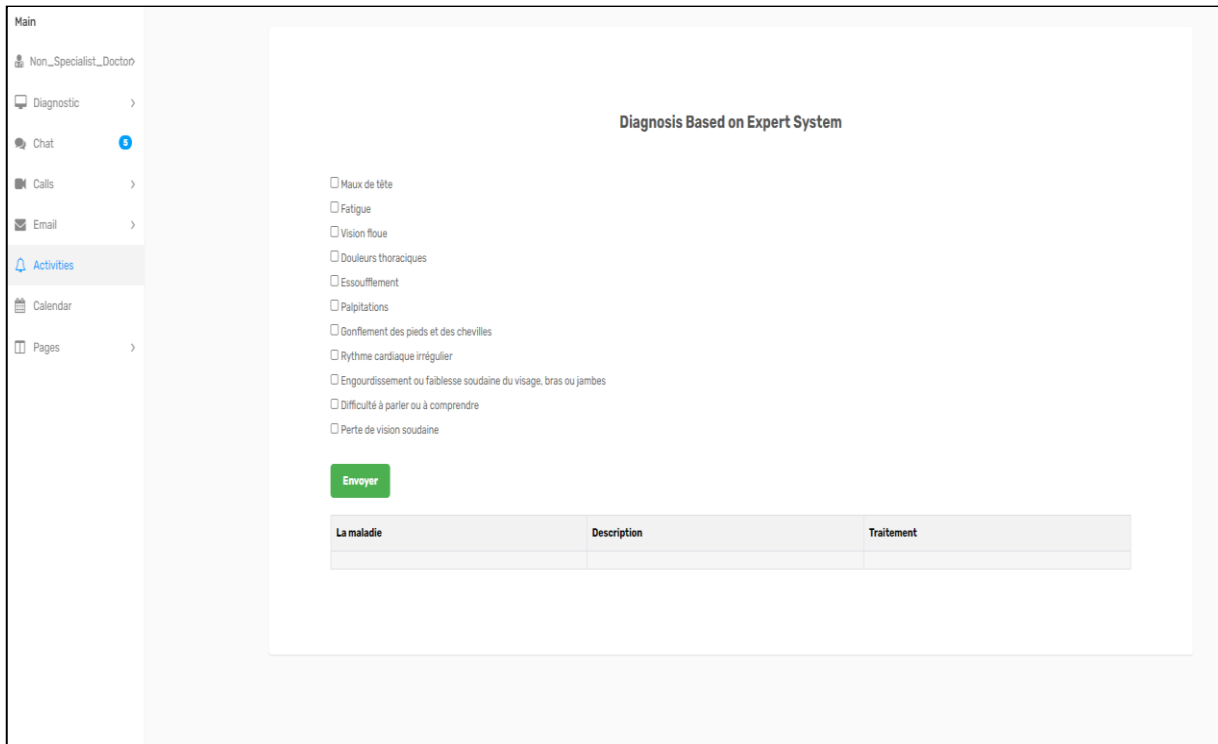


Figure 14: Espace médecin non spécialiste.

- **Système Expert**

Elle permet d’obtenir des recommandations personnalisées à partir un ensemble de symptômes (Figure 14).



**Figure 14 :** Interface d'utilisation du système d'expert.

### **3. Déploiement et configuration de la plateforme**

L'étape de déploiement et de configuration de la plateforme intervient après le développement de celle-ci. Elle implique la préparation de tous les fichiers et dossiers de l'environnement de développement afin de les rendre prêts à être déployés sur un serveur. Cette phase comprend des configurations nécessaires pour rendre la plateforme accessible et utilisable, telles que l'attribution d'une adresse IP publique avec un nom de domaine et la création d'un compte administrateur.

Voici l'adresse de déploiement de la plateforme : <http://apps.umc.edu.dz:8182/>

# ANNEXE



**Model d'affaire économique (BMC):**

Partenaires clés	Activités clés	Proposition de valeur	Relations avec les clients	Segments de clientèle
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Professionnels de la santé, tels que les médecins spécialistes et les médecins non spécialistes qui collaborent avec notre plateforme pour le diagnostic et le traitement des maladies cardiovasculaires.</li> <li>• Fournisseurs de technologie qui nous soutiennent dans le développement et la mise à jour de la plateforme.</li> <li>• Fournisseurs de services d'hébergement pour assurer la disponibilité et la sécurité de la plateforme en ligne.</li> <li>• Structures de soins et de santé qui peuvent soutenir l'utilisation de notre plateforme dans le cadre de leurs programmes de gestion des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement et amélioration continue de la plateforme pour répondre aux besoins des utilisateurs et aux avancées technologiques.</li> <li>• Intégration de technologies avancées d'intelligence artificielle pour l'analyse des données de santé des patients et la génération de modèles de prédiction.</li> <li>• Fournir une assistance technique et une résolution rapide des problèmes aux utilisateurs de la plateforme médecin_médecin .</li> <li>• Mise en place de programmes de formation pour les professionnels de la santé afin de les familiariser avec l'utilisation de la plateforme.</li> <li>• Analyse approfondie des données de santé des patients pour détecter les tendances, les anomalies et fournir des</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une collaboration étroite entre médecins spécialistes et non spécialistes pour un meilleur diagnostic et traitement des maladies cardiovasculaires.</li> <li>• Utilisation de l'intelligence artificielle pour détecter les tendances et anomalies, améliorant ainsi la précision du diagnostic et la planification du traitement.</li> <li>• Transfert automatisé des compétences des spécialistes aux médecins non spécialistes grâce à un système expert intégré dans la plateforme.</li> <li>• Partage rapide et sécurisé d'informations sur les patients pour une identification précoce des symptômes et facteurs de risque, réduisant les erreurs de diagnostic et améliorant la qualité des soins.</li> <li>• Communication en temps réel entre médecins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaction en ligne</li> <li>• Support technique</li> <li>• Formation continue</li> <li>• Gestion des données médicales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Médecins spécialistes (cardiologues)</li> <li>• Médecins non spécialistes</li> <li>• Institutions de santé (cliniques, hôpitaux, centres de soins étatiques et privés)</li> </ul>

<p>maladies.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Associations de patients et groupes de soutien qui peuvent promouvoir notre plateforme auprès des patients atteints de maladies cardiovasculaires.</li> <li>Entreprises de dispositifs médicaux qui peuvent intégrer leurs technologies avec notre plateforme pour une meilleure gestion des données et des dispositifs médicaux.</li> </ul>	<p>informations cliniques précieuses.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Collaboration avec les fournisseurs de technologie pour intégrer les dernières innovations dans la plateforme</li> </ul>	<p>spécialistes et non spécialistes pour des conseils personnalisés sur les traitements et régimes alimentaires des patients.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Amélioration de la coordination des soins entre professionnels de la santé pour des traitements plus adaptés et une meilleure qualité de vie des patients.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Université, Incubateur,</li> </ul>	<p>Ressources clés</p>		<p>Canaux de distribution</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>CATI, BLEU</li> <li>ANGEM, CNAC,....</li> <li>Technopôle</li> <li>Sponsors</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ressources humaines : <ul style="list-style-type: none"> <li>Développeurs Frontend</li> <li>Développeurs Backend</li> <li>-Experts en expérience utilisateur</li> <li>-Experts en sécurité informatique</li> <li>-Équipe de support client</li> </ul> </li> <li>Infrastructure technique : <ul style="list-style-type: none"> <li>-Serveurs et bases de données</li> <li>- Environnement de</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>sensibilisation de notre offre.</li> <li>Plateforme en ligne disponible sur divers supports numériques.</li> <li>Partenariats avec des institutions étatiques et privées de santé pour promouvoir la plateforme.</li> <li>un système de collecte de données</li> </ul>	

	développeme nt -Outils de surveillance et de maintenance <ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciels et outils</li> <li>• Données cliniques et médicales</li> <li>• Documentati on et ressources de formation</li> </ul>			
Structure des coûts		Sources de revenus		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement et maintenance de la plateforme,</li> <li>• Frais de serveur et d'hébergement</li> <li>• Sécurité et confidentialité des données</li> <li>• Support client et formation</li> <li>• Coûts de marketing et de promotion.</li> <li>• Partenariats et licences</li> <li>• Frais généraux et administratifs</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abonnements mensuels/annuels pour les professionnels de la santé,</li> <li>• Partenariats avec des établissements de santé,</li> <li>• Modèle freemium</li> <li>• Services de conseil et d'analyse des données</li> <li>• Intégration avec des appareils médicaux et des applications</li> </ul>		

Présenté par :

- HADJ KHELLOUF Zineb
- SAIB Kenza

Année Universitaire  
2022 / 2023

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Bioinformatique  
dans le cadre de l'arrêté ministériel 1275**

**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**

**Filière : Science Biologique**

**Spécialité : *Bio-informatique***

**MedLink\_CVD : Plateforme médecin\_médecin pour le diagnostic clinique intelligent  
des maladies cardiovasculaires**

Résumé

Notre projet vise à résoudre la problématique de la pénurie de médecins spécialistes dans de nombreuses régions, notamment en Algérie, en développant une plateforme intelligente pour le diagnostic clinique des maladies cardiovasculaires. Cette plateforme utilise des technologies d'intelligence artificielle, telles que l'apprentissage automatique et les systèmes experts, pour analyser les données de santé des patients et fournir des recommandations personnalisées aux médecins spécialistes et généralistes. En permettant une collaboration efficace entre les professionnels de la santé, la plateforme améliore la rapidité et la précision du diagnostic, ce qui permet une prise en charge médicale plus rapide et plus efficace pour les patients. De plus, la plateforme facilite le partage d'informations entre les médecins généralistes et les spécialistes, favorisant ainsi une prise de décision clinique éclairée. Grâce à ces fonctionnalités, notre plateforme contribue à améliorer l'accès aux soins de santé de qualité, en particulier dans les zones éloignées, et à fournir des solutions personnalisées pour les patients atteints de maladies cardiovasculaires.

Jury d'évaluation :

Président : Pr. HAMIDECHI M.A

Examineur : Dr. DAAS M.S

Encadrant : Dr. BOUCHEHAM A

CO-Encadrant : Dr. CHEHILI H

Secteur Socioéconomique : Dr. NAAMOUN S.A

Incubateur : Pr. BELIL I

CATI : Dr. BETINA S

