

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj
Faculté des Mathématiques et d'Informatique
Département d'informatique



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

MEMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme

Master en informatique

Spécialité : Réseau et Multimédia

THEME

**Intégration de la réalité virtuelle dans les applications
mobiles de rééducation**



Présenté par :

- Belouahri Hibat Allah Rokaya
- Zerguine Dounia

Soutenu publiquement le : 19/06/2024

Devant le jury composé de :

Présidente : Chellakh Hafida

Examineur : Bendiaf Messaoud

Encadreur : Attia Safa

2023/2024

Dédicace

((وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ))

الحمد لله عند البدء وعند الختام، فما تناهى درب، ولا ختم جهد، ولا تم سعي إلا بفضلته

لم تكن الرحلة قصيرة ولا ينبغي لها أن تكون، لم يكن الحلم قريبا ولا الطريق كان محفوفًا بالتسهيلات لكني فعلتها ونلتها

أهدي وبكل حب بحث تخرجي

إلى نفسي القوية التي تحملت كل العثرات وأكملت رغم الصعوبات ...

إلى من كان دعائها سر نجاحي إلى التي كانت لي نورا في عتمتي "أمي" أهديك هذا الإنجاز الذي لولا تضحياتك لما تحقق ...

إلى من دعمني بلا حدود وأعطاني بلا مقابل "والدي"

إلى من قال فيهم: (سَنَشُدُّ عَضُدَكَ بِأَخِيكَ)

إلى اخوتي سندي في الحياة أدامكم الله ضلعا ثابتا لي

إلى ذلك الرجل الذي شجعني للوصول إلى طموحاتي "زوجي"

إلى الذين امدوني بالقوة وكانوا موضع الاتكاء في كل عثراتي "صديقاتي"

وإلى خاتم الأنبياء الرسول محمد (صلى الله عليه وسلم)

بلواهري هبة الله رقية

Dédicace

من قال أنا لها «نالها»

وأنا لها إن أبت رغما عنها أتيت بها، ما كنت لأفعل لولا توفيق من الله.

فالحمد لله الذي يسر البدايات وبلغنا النهايات بفضلته وكرمه.

أهدي هذا النجاح الى نفسي الطموحة أولا ثم إلى من سعى معي لإتمام هذه المسيرة

دمتم لي سندا لا عمر

إلى من لا ينفصل اسمه عن اسمي ذلك الرجل العظيم الذي علمني الحياة بأجمل شكل هو ملهمي، صانع قوتي، صفوة أيامي

إلى الشموع التي تنير لي الطريق «والدي الغالي»

إلى من جعل الجنة تحت أقدامها واحتضني قلبها قبل يدها وسهلت لي الشدائد بدعائها إلى القلب الحنون والشمعة التي

كانت لي في الليالي المظلمات سر قوتي ونجاحي ومصباح دربي «والدتي العزيزة»

إلى ذلك المستودع الكبير من القوة والحب «اخوتي و اخواتي»

إلى أصحاب الفضل العظيم صديقات الرحلة والنجاح إلى من وقفوا بجاني كلما أوشكت أن أتعث

«صديقاتي»

وأحب أن أختتم الإهداء الى زملائي في فلسطين الذين منعتهم الحرب ان يكونوا مكاني.

دنيا زرقين

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier **ALLAH** le tout puissant, qui nous a donné la force, le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail. Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous **les Professeurs** qui nous ont enseigné et qui par leurs compétences nous ont soutenu dans la poursuite de nos études.

En second lieu, nous tenons à remercier particulièrement notre promotrice Mme **Attia Safa**, pour son orientation, sa confiance, sa patience, qui ont constitué un apport considérable sans laquelle ce travail n'aurait pas pu être mené au bon port. Qu'elle trouve dans ce travail un hommage vivant à sa haute personnalité.

Merci à **l'équipe pédagogique** de notre faculté des mathématiques et d'informatique pour avoir répondu à nos questions tout au long de ces cinq années.

Un grand merci à **l'équipe administrative** de l'hôpital Bin Abid pour avoir accepté notre demande, un merci général au **secteur de rééducation** pour le bon accueil, et enfin un merci tout particulier aux **kinésithérapeutes**

« **Mhamadia Islam** » et « **Assas Hanan** ».

Nos vifs remerciements vont également aux **Membres du Jury** pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions. Enfin, nous souhaitons remercier du fond du cœur **nos familles** et **nos amis**. Ce mémoire est le fruit de cinq années d'étude.

Nos plus grandes reconnaissances s'adressent à **nos parents** pour leur aide et leurs conseils, mais surtout pour leur soutien et leur confiance depuis toujours.

Merci à tous.

Table des matières

Table des matières	v
Liste des abréviations	viii
Liste des figures	ix
Liste des tableaux	x
Chapitre 1 : Introduction générale	2
1.1 Contexte.....	2
1.2 Problématique.....	3
1.3 Objectifs & contribution.....	4
1.4 Plan du mémoire.....	5
Chapitre 02 : Etat de l'art	7
2.1 Introduction.....	7
2.2 La rééducation.....	7
2.2.1 Les types de rééducation.....	7
2.2.2 L'importance de la rééducation.....	9
2.3 Les applications mobiles.....	9
2.4 Les applications mobiles de rééducation.....	10
2.4.1 Les modèles existants.....	10
2.5 La réalité virtuelle.....	13
2.5.1 L'importance de la réalité virtuelle.....	13
2.5.2 Intégration de la réalité virtuelle dans la pratique rééducative.....	14
2.5.3 Les modèles existants.....	15
2.6 Description sommaire du modèle proposé.....	16
2.7 Fonctionnement de l'application « MoveEasy».....	16
2.8 Objectifs du modèle proposé.....	18
2.9 Conclusion.....	18

Chapitre 3 : Conception & Modélisation	20
3.1 Introduction	20
3.2 Méthodologie de conception	20
3.2.1 Présentation d'UML.....	20
3.2.2 Définition du processus unifié (UP).....	20
3.3 Analyse et conception	21
3.3.1 Diagramme de cas d'utilisation.....	21
3.3.2 Diagramme de cas d'utilisation de « MoveEasy ».....	22
3.3.3 Diagramme de séquence	28
3.3.4 Diagramme de classe	31
3.4 Conclusion	32
Chapitre 4 : Développement & réalisation.....	34
4.1 Introduction	34
4.2 Environnement du travail	34
4.2.1 Environnement matériel	34
4.2.2 Environnement logiciel	35
4.3 Présentation des interfaces de notre application	38
4.3.1 Interface 'Logo de l'application 'MoveEasy''	38
4.3.2 Interface 'Inscription/Connexion'	39
4.3.3 Interface ' Vous êtes'.....	40
4.3.4 Interface 'Connexion'	42
4.3.5 Interface 'Type de Rééducation'	42
4.3.6 Interface 'Recherche'	44
4.3.7 Interface 'Profil'	45
4.3.8 Interface 'Chat'	46
4.4 Test et validation.....	47
4.5 Conclusion	49
Chapitre 5 : Conclusion générale & perspectives.....	51
Les références	53

Annexe.....	54
Questionnaire destiné aux médecins spécialistes en rééducation.....	54

Liste des abréviations

RV	Réalité Virtuelle
RA	Réalité Augmentée
RPG	Rééducation Posturale globale
BPCO	Bronchopneumopathie Chronique Obstructive
VPPB	Vertige Paroxystique Positionnel Bénin
UML	Unified Modeling Language
UP	Unified Process
CU	Cas d'Utilisation
XML	Extensible Markup Language
JDK	Java Development Kit
SDK	Software Development Kit
SQL	Structured Query Language
PHP	Hypertext Preprocessor
HTML	Hyper Text Markup Language

Liste des figures

Figure 1. Kinéapp App	10
Figure 2. FeetMe Rehabilitation App.....	11
Figure 3. Physiothérapie Exercices App.....	12
Figure 4. Lumosity App	13
Figure 5. InMotion VR App	15
Figure 6. Redefine Healthcare's VR Therapy App	16
Figure 7. Diagramme de cas d'utilisation générale.	22
Figure 8. Diagramme de séquence « d'authentification ».....	30
Figure 9. Diagramme de séquence « Chater »	31
Figure 10. Diagramme de classe générale.....	32
Figure 11. Interface 'Logo de l'application 'MoveEasy' '	39
Figure 12. Interface 'Inscription/connexion de l'application 'MoveEasy'	40
Figure 13. Créer un nouveau compte dans l'application 'MoveEasy'	41
Figure 14. Interface 'Connexion'	42
Figure 15. Interface 'Type de Rééducation'	43
Figure 16. Interface 'Recherche'	44
Figure 17. Interface 'Profil'	45
Figure 18. Interface 'Chat'	47
Figure 19. VRBox	48

Liste des tableaux

Tableau 1. Cas d'utilisation « créer un compte »	23
Tableau 2. Cas d'utilisation « s'authentifier pour un Médecin»	24
Tableau 3. Cas d'utilisation « s'authentifier pour un Patient»	25
Tableau 4. Cas d'utilisation «Choisir le Type de rééducation»	26
Tableau 5. Cas d'utilisation «votre paramètre».....	27
Tableau 6. Cas d'utilisation « Chater »	28
Tableau 7. Représentation d'un diagramme de séquence.....	29



Chapitre 1

Introduction générale

Chapitre 1 : Introduction générale

1.1 Contexte

Les soins de rééducation médicale sont indispensables pour les patients qui se remettent de blessures, de maladies ou d'interventions chirurgicales. Leur objectif premier est de restaurer la force musculaire et l'amplitude articulaire, de favoriser la mobilité post-opératoire, de rétablir les fonctions motrices suite à des événements neurologiques comme les accidents vasculaires cérébraux, et de gérer la douleur chronique. Ces soins sont ainsi cruciaux pour optimiser la récupération et améliorer la qualité de vie des patients.

Les professionnels de la rééducation déploient une variété de méthodes pour favoriser la guérison. Celles-ci incluent des activités ciblées, des techniques de mobilisation, des recommandations concernant l'utilisation d'équipements orthopédiques, ainsi que des approches telles que la thérapie thermique et la cryothérapie. De plus, l'éducation des patients sur les bonnes pratiques posturales et adaptatives complète ces méthodes, renforçant ainsi leur efficacité.

Les différents domaines de la rééducation, tels que la kinésithérapie, la rééducation neurologique, respiratoire, cardiaque, l'ergothérapie, le vestibulaire et la psychomotricité, s'adaptent aux besoins spécifiques de chaque individu. Leur objectif est de restaurer, améliorer ou maintenir les capacités fonctionnelles des patients, contribuant ainsi activement à leurs processus de récupération et à leur qualité de vie.

Les professionnels de la rééducation occupent une place primordiale en combinant les différents types de rééducation avec les avancées technologiques. La montée en puissance de la technologie dans ce domaine propose des solutions novatrices pour améliorer les résultats thérapeutiques. Des outils tels que les exosquelettes robotisés, la réalité virtuelle et la télé-rééducation permettent une réadaptation plus précise, adaptée à chaque individu et facilement accessible. Ces avancées technologiques enrichissent les séances de rééducation en fournissant des données précieuses aux professionnels de la santé tout en encourageant les patients à participer activement à leur processus de récupération.

1.2 Problématique

Ces dernières années, l'Algérie a accompli des avancées significatives dans le domaine de la rééducation, notamment en ce qui concerne l'utilisation émergente de la technologie. Cependant, malgré cette évolution, l'intégration de la technologie dans la rééducation reste encore relativement limitée par rapport à d'autres pays plus développés. Cette situation soulève des défis majeurs qui entravent une gestion efficace des soins et la promotion d'une rééducation optimale à l'échelle nationale.

Afin d'évaluer l'état actuel de l'utilisation de la technologie dans le secteur de la rééducation en Algérie, une étude a été entreprise en collaboration avec des professionnels du domaine. Cette étude, menée à l'occasion d'un stage pratique réalisé au sein du service de rééducation de l'hôpital Ahmed Benabid à Bordj Bou Arréridj, a été complétée par une recherche approfondie sur internet afin de collecter des informations précises sur les activités et les équipements technologiques disponibles dans ce domaine.

Voici un aperçu des constats :

- Bien que des progrès aient été réalisés dans la mise en place d'infrastructures physiques de rééducation, notamment dans les grandes villes algériennes, l'adoption de la technologie reste limitée, voire absente, dans les zones rurales.
- L'utilisation de la technologie dans le domaine de la rééducation est peu répandue voire inexistante, ce qui engendre des lacunes dans la prestation des soins.
- De nombreux patients manquent leurs séances de rééducation avec leur médecin traitant, soit en raison de contraintes de déplacement, soit en raison de difficultés financières, ce qui peut avoir un impact négatif sur leur état de santé et retarder leur rétablissement.
- Le manque de moyens de communication à distance entre les patients et les médecins traitants, en dehors des simples appels téléphoniques pour prendre rendez-vous, constitue un obstacle supplémentaire à une prise en charge efficace.
- Un déficit de personnel qualifié, combiné à des méthodes de traitement traditionnelles, peut entraîner des retards dans la prestation des services et des disparités dans la qualité des soins.

- Un besoin criant de sensibilisation et de formation du personnel sur l'importance et l'utilisation de la technologie dans le secteur de la rééducation.

Ces constats mettent en lumière les défis majeurs auxquels est confronté le secteur de la rééducation en Algérie en matière d'intégration de la technologie. Une prise de conscience et des actions concertées sont nécessaires pour surmonter ces obstacles et promouvoir une rééducation efficace et accessible à tous les niveaux du pays.

1.3 Objectifs & contribution

Dans le but de minimiser l'impact des problèmes mentionnés précédemment, notre travail s'attache à promouvoir l'utilisation de la réalité virtuelle dans le secteur de la rééducation en Algérie, à travers le développement d'une application mobile nommée « MoveEasy ». Cette initiative présente un potentiel significatif pour améliorer l'accessibilité des soins, optimiser les résultats thérapeutiques et renforcer l'autonomie des patients. En offrant une variété de fonctionnalités et de services, « MoveEasy » vise à compléter les traitements traditionnels et à surmonter certains des défis rencontrés dans le système de santé.

Tout d'abord, notre application de rééducation va permettre aux patients de bénéficier de programmes d'exercices généralisés ou personnalisés adaptés à leurs besoins spécifiques et à leur état de santé. Grâce à des fonctionnalités interactives telles que des vidéos explicatives, des instructions pas à pas via le chat et des rappels d'exercices, les patients peuvent suivre leur programme de rééducation de manière autonome, sous la supervision à distance de leur professionnel de santé.

De plus, notre application propose deux types d'exercices innovants pour la rééducation. Le premier type consiste en des vidéos explicatives simples, élaborées par les médecins traitants, offrant aux patients des instructions claires et détaillées sur la manière d'effectuer les exercices correctement. Le deuxième type d'exercices, quant à lui, repose sur l'utilisation de la réalité virtuelle (RV), une technologie qui a démontré son efficacité remarquable dans le domaine de la rééducation à l'échelle mondiale.

En outre, MoveEasy peut servir de plateforme de sensibilisation et d'éducation, en fournissant aux patients des informations utiles sur les principes de base de la rééducation et les

stratégies d'autogestion de leur santé. Cela peut contribuer à renforcer l'engagement et la motivation des patients dans leur parcours de rééducation, en les rendant plus actifs et responsables de leur propre bien-être.

Enfin, l'utilisation de cette application peut également améliorer l'efficacité des professionnels de santé en Algérie en leur fournissant un outil de contact, de suivi et de surveillance à distance des progrès de leurs patients.

1.4 Plan du mémoire

Ce mémoire a débuté par une introduction générale qui a exposé le contexte de la rééducation médicale en Algérie et l'importance de l'intégration technologique, en soulignant les limitations actuelles et les défis à relever. Ensuite, l'état de l'art présente une revue des applications mobiles dans le secteur médical et l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation, en mettant en lumière ses avantages et des exemples existants. La section suivante, consacrée à la conception et à la modélisation, décrit la méthodologie de conception de l'application à l'aide de diagrammes UML et détaille les cas d'utilisation, les séquences et les classes de l'application « MoveEasy ». La partie sur le développement et la réalisation expose l'environnement matériel et logiciel utilisé, présente les interfaces de l'application et détaille le processus de test et de validation. Enfin, la conclusion générale synthétise les résultats obtenus, propose des perspectives d'amélioration et d'évolution de l'application, et réfléchit sur son impact potentiel sur le système de rééducation en Algérie.



Chapitre 02

Etat de l'art

Chapitre 02 : Etat de l'art

2.1 Introduction

En raison de la conception d'un prototype de notre modèle, il est essentiel de comprendre tout d'abord le domaine de la rééducation et ses bases, ainsi que l'utilisation des applications mobiles et plus précisément celles basées sur la réalité virtuelle dans ce domaine et c'est ce que nous allons faire par la suite.

2.2 La rééducation

La rééducation est l'action de rétablir l'usage normal d'une fonction, d'un membre ou d'un organe après une blessure ou une affection ou chez un sujet souffrant d'une déficience ou d'une infirmité. Elle peut également désigner l'ensemble des mesures d'assistance, de surveillance ou d'éducation ordonnées par le juge à l'égard de l'enfance délinquante ou de la protection judiciaire. Enfin et surtout, la rééducation peut être une éducation spécialisée qui permet la réinsertion sociale ou familiale d'un individu mal adapté à la société [1]. La médecine physique et de réadaptation, également connue sous le nom de rééducation ou de physiatrie, est la spécialité qui consiste à prendre soin des personnes atteintes d'un handicap ou à réduire les effets physiques, psychologiques et socio-économiques de ce handicap [2].

2.2.1 Les types de rééducation

Le but de la rééducation est de restaurer, de maintenir ou d'améliorer les capacités fonctionnelles d'une personne. Les différents types de rééducation varient selon la nature de la maladie ou du problème de santé. Voici quelques types de rééducation courants :

Physiothérapie : est une profession paramédicale qui consiste à prévenir, diagnostiquer et traiter les troubles du mouvement du corps humain. Elle utilise des techniques manuelles, des exercices thérapeutiques et des agents physiques (électrothérapie, thermothérapie, etc.) pour réduire les muscles, les articulations, les tendons et les ligaments, et ainsi améliorer la mobilité, la force et la coordination du patient.

Rééducation gériatrique : est une prise en charge kinésithérapique spécifique des personnes âgées, visant à maintenir leur autonomie, leur mobilité et leur qualité de vie. Elle s'adapte aux besoins et aux pathologies fréquentes chez les seniors, telles que les troubles musculo-squelettiques, les troubles de l'équilibre et de la coordination, les troubles neurologiques ou les pathologies cardio-respiratoires.

Rééducation vestibulaire : est une spécialité de la kinésithérapie qui traite les troubles de l'équilibre et du vertige. Elle s'adresse aux patients souffrant de pathologies telles que le vertige paroxystique positionnel bénin (VPPB), la labyrinthite, la maladie de Ménière ou les traumatismes cranio-cervicaux. L'objectif de la rééducation vestibulaire est de réduire les vertiges, améliorer l'équilibre et la coordination, et habituer le patient à son déséquilibre.

Kinésithérapie du sport : est une spécialité de la kinésithérapie qui vise à prévenir, diagnostiquer et traiter les pathologies traumatiques, aiguës ou chroniques liées à la pratique sportive. Elle s'adresse aux sportifs de tous niveaux, du débutant au professionnel, et a pour objectif de leur permettre de retrouver leurs capacités physiques et de performance dans les meilleures conditions possibles.

Rééducation respiratoire : est une prise en charge kinésithérapique visant à améliorer la fonction respiratoire des patients souffrant de pathologies respiratoires chroniques telles que l'asthme, la bronchite chronique obstructive (BPCO), la mucoviscidose ou l'insuffisance respiratoire. Elle permet aux patients de respirer plus facilement, d'augmenter leur endurance à l'effort et de réduire la fréquence des crises respiratoires.

Rééducation neurologique : est une spécialité de la kinésithérapie qui prend en charge les patients souffrant de pathologies neurologiques, telles que les accidents vasculaires cérébraux, les traumatismes crâniens, les maladies neurodégénératives ou les troubles de la moelle épinière. L'objectif de la rééducation neurologique est de récupérer les fonctions motrices, sensibles et cognitives altérées par la pathologie, et de favoriser la réadaptation du patient à son environnement.

Rééducation pédiatrique : consiste en une série de soins médicaux spécialisés qui ont pour objectif d'assister les nourrissons, les enfants et les adolescents dans l'amélioration de leur motricité, de leur développement et de leur bien-être global. Le traitement des enfants de tous

âges et de toutes pathologies est assuré par des kinésithérapeutes pédiatriques ayant une formation approfondie.

Il est important de noter que chaque type de rééducation est spécifique aux besoins du patient et est généralement prescrit par un médecin en fonction du diagnostic du patient.

2.2.2 L'importance de la rééducation

D'après les études et les formations que nous avons menées, la rééducation est utile pour :

- Atténuer la douleur et les autres symptômes.
- Favoriser l'autonomie et l'indépendance des patients.
- Améliorer leur intégration sociale, familiale et professionnelle.
- Prévenir les récurrences et les complications.
- Conserver ou renforcer la mobilité et la souplesse des articulations.
- Améliorer la force musculaire.
- Améliorer l'équilibre, la coordination et la stabilité.
- Favoriser une meilleure santé sexuelle en diminuant la douleur.
- Favoriser une respiration plus efficace et éliminer les sécrétions pulmonaires.

En bref, l'objectif de la rééducation est de rétablir les capacités physiques, cognitives et psychologiques des patients, ce qui a un impact considérable sur leur qualité de vie.

2.3 Les applications mobiles

Une application mobile est un logiciel conçu pour fonctionner sur un appareil mobile, tel qu'un smartphone ou une tablette. Une fois téléchargée et installée, cette application est exécutée par le système d'exploitation du dispositif sur lequel elle est installée. Il existe trois types d'applications mobiles : les applications natives, les applications web et les applications hybrides, chacune ayant ses propres caractéristiques et avantages spécifiques. Les applications mobiles offrent aux utilisateurs des services similaires à ceux disponibles sur un ordinateur, mais adaptés à une utilisation mobile, offrant ainsi une expérience utilisateur optimisée et spécifique aux appareils mobiles. [3]

2.4 Les applications mobiles de rééducation

Les applications mobiles de rééducation sont des outils conçus pour aider les kinésithérapeutes et d'autres professionnels de la santé à prendre soin de leurs patients. Elles peuvent offrir une variété de fonctionnalités, notamment la démonstration d'exercices, le suivi des progrès des patients, la gestion des rendez-vous et la fourniture d'informations pertinentes sur les protocoles de rééducation. Par exemple, plus de 60 exercices différents pour prévenir le mal de dos sont disponibles sur l'application "Activ'Dos" [4]. Ces applications visent à rendre les séances de rééducation plus efficaces et à permettre aux patients de poursuivre leur programme de soins à domicile.

2.4.1 Les modèles existants

2.4.1.1 Kiné App

Kiné App : est une application mobile conçue pour les professionnels de la physiothérapie. Il vous permet de rédiger des rapports de physiothérapie en quelques minutes, de personnaliser des champs, de prendre des notes, d'ajouter des images à l'aide d'outils d'annotation (voir Figure 1) et de gérer les dossiers des patients de manière simple et intuitive [5].

- Fonctionnalités faciles à utiliser et suivi de mouvement efficace.
- Dépend de la connexion Internet pour exécuter certains programmes.
- Nécessite de nouveaux lecteurs de cartes biométriques, ce qui augmentera les coûts financiers.



Figure 1. Kinéapp App[5].

2.4.1.2 FeetMe Rehabilitation

Comme montré dans la figure 2, il s'agit d'une application mobile qui propose une variété d'exercices de rééducation fonctionnelle amusants et engageants pour la démarche et l'équilibre, permettant aux patients de faire de l'exercice à leur rythme dans le confort de leur foyer. L'application donne accès à une bibliothèque d'exercices approuvés pour l'équilibre, le renforcement musculaire, la qualité de la démarche et l'endurance [6].

- L'application permet aux patients de suivre leur rétablissement à la maison, ce qui est particulièrement utile pour les patients à mobilité réduite ou ayant des problèmes de transport.
- Les capteurs utilisés dans les applications peuvent dériver, ce qui peut affecter les résultats de la rééducation
- Les patients doivent calibrer le capteur avant de commencer à utiliser l'application, ce qui peut causer des désagréments à certains utilisateurs.
- Cette application peut ne pas convenir à d'autres activités physiques qui exercent une pression plus élevée sur certaines parties du pied, ce qui peut limiter la variété des exercices proposés.



Figure 2. FeetMe Rehabilitation App[6].

2.4.1.4 Physiothérapie Exercices

Cette application comme montré dans la figure 3 propose des exercices de physiothérapie pour diverses parties du corps, accompagnés d'instructions détaillées et de vidéos pour guider les utilisateurs dans leur rééducation. [7]

- Aucun suivi professionnel.
- Risque associé à l'autodiagnostic.
- Il n'y a pas d'interaction personnalisée.
- Il est possible que les exercices ne soient pas effectués correctement.
- Ignorance des conditions médicales complexes.

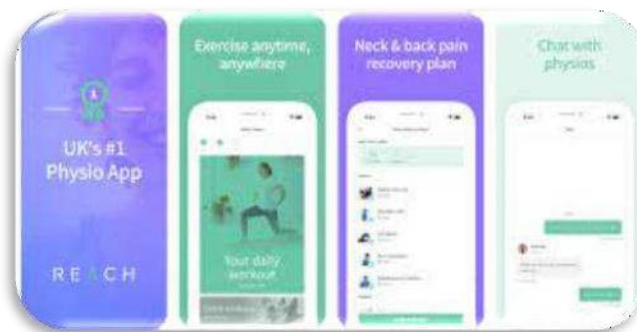


Figure 3. Physiothérapie Exercices App[7]

2.4.1.4 Lumosity

Lumosity est une application qui utilise une série de jeux et d'exercices pour stimuler divers aspects des fonctions cognitives et mentales (voir figure 4) [8].

- Limitations de l'apprentissage en ligne.
- Dépenses liées.
- Il n'y a pas de personnalisation médicale.
- Il n'y a pas de preuves concluantes.



Figure 4. Lumosity App[8].

2.5 La réalité virtuelle

La réalité virtuelle (RV) est une technologie qui permet d'immerger une ou plusieurs personnes dans un environnement virtuel créé numériquement, reproduisant plus ou moins exactement un décor réel ou un univers complètement imaginaire. L'expérience est visuelle, auditive et parfois haptique avec des retours d'effets. La réalité virtuelle n'utilise pas seulement la vue de l'environnement recréé par les logiciels pour rendre l'immersion totale. Il est possible de stimuler d'autres sens, tels que l'odorat (diffusion d'odeurs), l'ouïe (émission de bruits) et le toucher. La réalité virtuelle ne doit pas être confondue avec la réalité augmentée (RA), qui utilise des éléments virtuels pour créer un environnement réel. De nombreux domaines utilisent la RV, tels que l'industrie, l'éducation, la santé, la défense et le sport [9].

2.5.1 L'importance de la réalité virtuelle

La RV est perçue comme une technologie puissante qui trouve de nombreuses applications et a un impact significatif dans différents secteurs, tels que la santé mentale, la formation professionnelle et l'apprentissage. Voici quelques-uns des bénéfices et des conséquences de la rétroaction :

- Dans le domaine de la santé, la RV peut être utilisée comme outil thérapeutique pour le traitement de divers troubles, tels que les phobies et les troubles anxieux, en offrant une méthode pour confronter et traiter ces peurs dans un environnement contrôlé [10].

- Dans le domaine de la formation professionnelle, la RV offre des avantages conséquents dans le processus d'apprentissage, notamment face aux cours théoriques classiques, en permettant une meilleure prise en main d'un processus ou d'un environnement de travail, ainsi qu'une immersion et une interactivité améliorées [10].
- La RV permet également de simuler ou capturer à 360° n'importe quel environnement et de le scénariser, ce qui permet de recréer des situations rarement répétables ou impossibles à simuler en conditions réelles, assurant ainsi que les utilisateurs effectuent les bons gestes au bon moment [10].

En résumé, la technologie de la réalité virtuelle présente des bénéfices importants dans différents secteurs, tels que la santé mentale et la formation professionnelle, en offrant des interactions plus immersives et des apprentissages plus efficaces.

2.5.2 Intégration de la réalité virtuelle dans la pratique rééducative

L'intégration de la RV dans la pratique rééducative nécessite une synergie étroite entre le kinésithérapeute et le patient. Cette collaboration est essentielle pour définir les objectifs thérapeutiques spécifiques du patient, identifier les environnements virtuels les plus appropriés et adapter les exercices à son profil et à son évolution. La RV s'inscrit comme un outil complémentaire aux méthodes de rééducation traditionnelles, offrant de nouvelles possibilités pour motiver, engager et optimiser les programmes de rééducation. La sélection des environnements virtuels et des exercices doit être individualisée en fonction de chaque patient et de ses objectifs spécifiques. L'encadrement par un kinésithérapeute qualifié est indispensable pour garantir une utilisation sûre et efficace de la RV. Le thérapeute guide le patient dans cette expérience immersive, assure son confort et sa sécurité, et adapte le programme en fonction de ses progrès.

En résumé, la RV ouvre de nouvelles perspectives pour la rééducation, permettant une prise en charge individualisée et motivante, favorisant ainsi une récupération fonctionnelle optimisée et une meilleure qualité de vie pour les patients.

2.5.3 Les modèles existants

2.5.1.1 InMotion VR

Cette application est conçue pour la rééducation physique, offrant aux patients des exercices en réalité virtuelle qui sont à la fois engageants et adaptés à leurs besoins spécifiques. InMotion VR comme montré dans la figure 5 aide à améliorer la coordination, l'équilibre, et la force tout en rendant la rééducation plus ludique et motivante [11].

- Engagement accru.
- Amélioration de la coordination et de l'équilibre.
- Personnalisation et suivi des progrès.
- Limitations techniques.
- Formation requise.
- Coût.



Figure 5. InMotion VR App[11].

2.5.1.2 Redefine Healthcare's VR Therapy

Elle est utilisée principalement pour la gestion de la douleur et la rééducation, cette application de la RV, voir figure 6, permet aux patients de naviguer dans des environnements virtuels qui visent à distraire de la douleur tout en engageant des exercices spécifiques pour la rééducation [12].

- Gestion de la douleur.

- Rééducation immersive.
- Accessibilité.
- Adaptabilité.
- Coût initial de l'entretien.
- Formation nécessaire.
- Limitations techniques.



Figure 6. Redefine Healthcare's VR Therapy App[12].

2.6 Description sommaire du modèle proposé

Après avoir étudié les modèles existants, nous avons développé une application mobile de rééducation intégrant la réalité virtuelle, appelée « MoveEasy ». Notre application combine les avantages de la rééducation traditionnelle avec l'immersion interactive de la réalité virtuelle, offrant ainsi aux utilisateurs une expérience unique et efficace de rééducation. Avec MoveEasy, les utilisateurs peuvent créer un compte et accéder à une bibliothèque d'exercices spécialement conçus pour être réalisés en réalité virtuelle. Grâce à des environnements virtuels stimulants et des feedbacks en temps réel, les utilisateurs peuvent améliorer leur mobilité, leur force et leur flexibilité de manière engageante et motivante.

2.7 Fonctionnement de l'application « MoveEasy»

L'application « MoveEasy » est une solution mobile destinée à faciliter la rééducation des patients en Algérie. Elle permet de créer des comptes « Médecin » ou « Patient », avec enregistrement des informations nécessaires telles que : le nom, prénom, date de naissance, sexe,

adresse, email, mot de passe, numéro de téléphone, et « spécialité et diplôme » pour les médecins. L'application se distingue par sa capacité à proposer des exercices de rééducation personnalisés et à offrir une communication facile entre les médecins et les patients.

➤ **Utilisateur : Médecin**

Les médecins doivent créer un compte en saisissant leurs informations déjà cités. Après la création du compte et l'authentification, les médecins peuvent :

- Gérer leurs comptes.
- Choisir le type de rééducation approprié pour leurs patients.
- Ajouter et envoyer des exercices, qu'ils soient sous forme de vidéos explicatives simples ou basés sur la réalité virtuelle, adaptés spécifiquement pour chaque patient ou de manière générale.
- Contacter les patients via le chat pour offrir des conseils et un suivi personnalisé.

➤ **Utilisateur : Patient**

Les patients doivent également créer un compte en fournissant leurs informations personnelles. Après la création du compte et l'authentification, les patients peuvent :

- Gérer leurs comptes.
- Choisir le type de rééducation adapté à leurs besoins.
- Sélectionner et pratiquer les exercices, qu'ils soient simples ou basés sur la réalité virtuelle.
- Choisir et contacter un médecin traitant via des messages privés pour obtenir des conseils et un suivi médical.

Grâce à ces fonctionnalités interactives et personnalisées, « MoveEasy » vise à améliorer l'accessibilité et l'efficacité de la rééducation, en renforçant la communication entre les patients et les professionnels de santé en Algérie.

2.8 Objectifs du modèle proposé

Les grands objectifs de notre modèle proposé sont :

- Rendre la rééducation plus accessible, plus efficace et plus agréable, tout en offrant aux patients ou leurs proches la possibilité de suivre leur progression et de se connecter avec des professionnels de la santé pour un suivi personnalisé.
- Développer une application avec une interface plus large, plus claire et simple à utiliser afin de faciliter la rééducation d'une manière rapide et simple à tout moment en tous lieux.
- Promouvoir une meilleure continuité des soins et une plus grande responsabilité des patients dans leur réadaptation.
- Intégrer la réalité virtuelle pour fournir un espace interactif afin de rendre les séances de rééducation plus engageantes et motivantes pour les patients. Cela peut les aider à rester intéressés et engagés tout au long de leur processus de rétablissement.
- Offrir aux utilisateurs la possibilité de récupérer et de se renforcer dans un environnement virtuel immersif, depuis leur téléphone portable.
- Ouvrir de nouvelles perspectives dans le domaine de la rééducation.

2.9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exploré diverses applications mobiles et examiné spécifiquement celles dédiées à la rééducation. Nous avons discuté des différents types de rééducation, de l'utilisation de la réalité virtuelle, et de leurs bénéfices significatifs, soulignant leur importance croissante. Nous avons également présenté certains modèles existants à travers le monde, en mettant en lumière leurs caractéristiques et leurs succès. Par la suite, nous avons brièvement introduit notre propre modèle, en détaillant ses fonctionnalités et les améliorations qu'il propose. Après avoir conclu ce chapitre, nous passerons au chapitre suivant où nous fournirons une conception détaillée de notre modèle avant de commencer son développement.



Chapitre 3

Conception & Modélisation

Chapitre 3 : Conception & Modélisation

3.1 Introduction

La réalisation d'un modèle nécessite une modélisation préalable afin d'anticiper, de prévoir et d'analyser les informations relatives à ce dernier. Pour ce faire, nous avons choisi d'utiliser le langage UML (Unified Modeling Language), qui permet de représenter graphiquement des concepts et de modéliser les différentes composantes des applications de manière structurée et compréhensible. La modélisation UML offre une vue d'ensemble claire des différents acteurs impliqués dans le système ainsi que des rôles et interactions qu'ils peuvent avoir. Cela nous permet de conceptualiser et de planifier efficacement la structure et le fonctionnement du système avant de procéder à sa réalisation concrète.

3.2 Méthodologie de conception

Dans ce qui suit nous présentons le langage UML.

3.2.1 Présentation d'UML

UML «Unified Modeling Language» est un langage de modélisation orientée objet développé en réponse à l'appel de la proposition lancée par l'OMG dans le but de définir une notation standard pour la modélisation des applications construites à l'aide d'objets et aussi pour la conception des logiciels.

Aussi, UML est un langage visuel constitué d'un ensemble de schémas, appelés des diagrammes, qui donnent chacun une vision différente du projet à traiter.

3.2.2 Définition du processus unifié (UP)

Le processus unifié (Unified Process) est un processus de développement logiciel itératif, centré sur l'architecture, piloté par des cas d'utilisations et orienté vers la diminution des risques. C'est un patron de processus pouvant être adapté à une large classe de systèmes logiciels, à différents domaines d'application, à différents types d'entreprises, à différents niveaux de

compétences et à différentes tailles d'entreprises. Nous définissons dans ce qui suit les différents principes de ce processus

UML nous fournit donc des diagrammes pour représenter le logiciel à développer : son fonctionnement, sa mise en route, les actions susceptibles d'être effectuées par le logiciel, etc. [13]

3.3 Analyse et conception

3.3.1 Diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme de cas d'utilisation est utilisé pour la modélisation des besoins des utilisateurs.

Les cas d'utilisations décrivent le comportement du système étudié du point de vue de l'utilisateur, et les possibilités d'interactions fonctionnelles entre le système et les acteurs, ils permettent de définir les limites et les relations entre le système et son environnement [14].

3.3.1.1 Les composants d'un diagramme de cas d'utilisation

Les composants de base des diagrammes de cas d'utilisation sont l'acteur, le cas d'utilisation, et l'association [14].

- Acteur : Un acteur est un utilisateur qui communique et interagit avec les cas d'utilisation du système. C'est une entité ayant un comportement comme une personne ou système.
 - ✓ L'acteur principal : directement concerné par le cas d'utilisation décrit. Il sollicite le système pour obtenir un résultat perceptible.
 - ✓ L'acteur secondaire : est sollicité pour des informations complémentaires nécessaires au déroulement du cas d'utilisation décrit
- Cas d'utilisation : un cas d'utilisation représente une fonctionnalité fournie par le système, typiquement décrite sous la forme Verbe+objet (par exemple immatriculer voiture, effacer utilisateur). Les cas d'utilisation sont représentés par une ellipse contenant leurs noms.

- Association : les associations sont utilisées pour lier des acteurs avec des cas d'utilisation. Elles indiquent qu'un acteur participe au cas d'utilisation sous une forme quelconque. Les associations sont représentées par une ligne reliant l'acteur et le cas d'utilisation.

3.3.2 Diagramme de cas d'utilisation de « MoveEasy »

Le diagramme de cas d'utilisations de notre application est modulé comme montré dans la figure suivante :

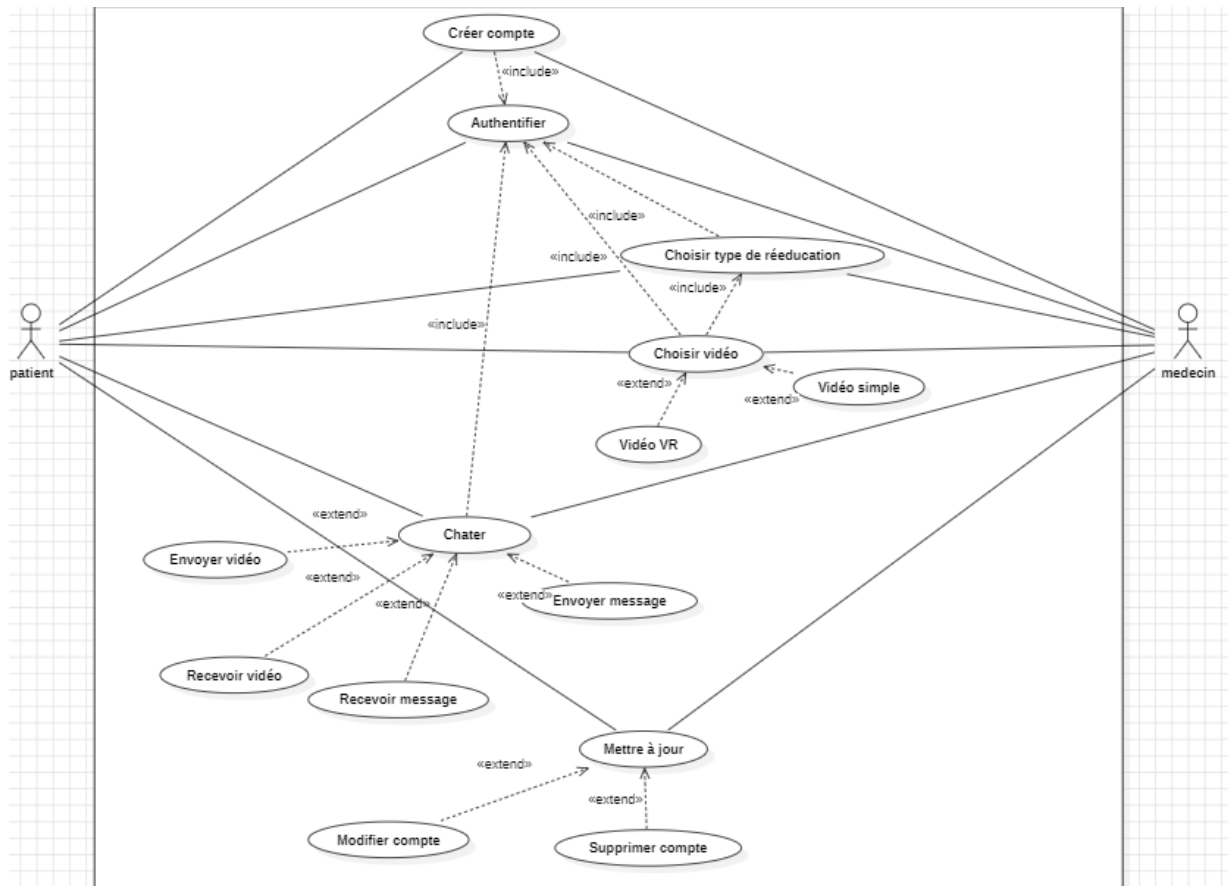


Figure 7. Diagramme de cas d'utilisation générale.

3.3.2.1 Description textuelle des cas d'utilisation

Un cas d'utilisation 'CU' permet de mettre en évidence les relations fonctionnelles entre les acteurs et le système étudié [14].

- Pré condition : définissent les conditions qui doivent être satisfaites pour que la CU puisse démarrer.

- Post condition : définissent ce qui doit être vrai lorsque le CU se termine avec succès, qu'il s'agisse d'un scénario nominal ou alternatif.

3.3.2.2 Cas d'utilisation « Créer compte »

Ce tableau illustre le cas d'utilisation de 'Créer compte' et présente les différents acteurs qui ont accès à ce service.

Identification

Nom du cas d'utilisation : Créer un compte

But : Création d'un nouveau compte

Acteur : Médecin, Patient

Séquencement

L'utilisateur lance l'application.

Précondition : Aucune.

Enchainements nominaux :

- L'utilisateur accède à l'espace création ;
- L'application demande de remplir un formulaire d'informations ;
- L'utilisateur saisit les informations du compte à créer ;
- L'application crée le nouveau compte.

Enchainements alternatifs :

- Données saisies non valides.
- Le compte existe déjà.
- L'oublie d'un champ.

Post-conditions :

- Mise à jour de la base de données.

Tableau 1. Cas d'utilisation « créer un compte »

3.3.2.3 Cas d'utilisation « Authentifier »

Les tableaux 2 et 3 illustrent le cas d'utilisation de 'Authentifier' et présentent les différents acteurs qui ont accès à ce service.

Identification

Nom du cas d'utilisation : Authentifier.

But : Avoir accès à l'application.

Acteur : Médecin

Séquencement

Précondition : Créer un compte.

Enchainements nominaux :

- L'utilisateur saisie son email et son mot de passe.

Enchainements alternatifs :

- Identifiants saisis non valides.
- Mot de passe non valide.

Post-conditions :

- L'utilisateur accède à la fenêtre d'accueil.

Tableau 2. Cas d'utilisation « s'authentifier pour un Médecin »

Identification

Nom du cas d'utilisation : Authentifier.

But : Avoir accès à l'application.

Acteur : Patient

Séquencement

Précondition : Créer un compte.

Enchainements nominaux :

- L'utilisateur saisie son email et son mot de passe.

Enchainements alternatifs :

- Identifiants saisis non valides.
- Mot de passe non valide.

Post-conditions :

- L'utilisateur accède à la fenêtre d'accueil.

Tableau 3. Cas d'utilisation « s'authentifier pour un Patient »

3.3.2.4 Cas d'utilisation « Choisir le type de rééducation »

Le tableau 4 illustre le cas d'utilisation de 'Choisir le type de rééducation' et présente les différents acteurs qui ont accès à ce service.

Identification

Nom du cas d'utilisation : Choisir le type de rééducation.

But : Choisir le type de rééducation parmi les types proposés selon les besoins.

Acteur : Patient, Médecin.

Séquencement

Précondition : Authentification.

Enchainements nominaux :

- L'utilisateur s'authentifie.
- L'utilisateur accède à l'interface de type de rééducation.
- L'utilisateur clique sur le bouton « Un type de rééducation ».
- L'utilisateur choisit la vidéo (exercice simple ou avec la réalité virtuelle).

Enchainements alternatifs :

-Aucun.

Post-conditions :

- Mise à jour de la base de données

Tableau 4. Cas d'utilisation «Choisir le Type de rééducation»

3.3.2.5 Cas d'utilisation «vos paramètre »

Le tableau suivant illustre le cas d'utilisation de 'vos paramètre' et présente les différents acteurs qui ont accès à ce service.

Identification

Nom du cas d'utilisation : votre paramètre.

But : Supprimer ou modifier leur Compte.

Acteur : Médecin, Patient

Séquencement

Précondition : Authentification.

Enchainements nominaux :

- L'utilisateur supprime leur compte.
- L'utilisateur modifie leur compte.

Enchainements alternatifs :

-Aucun.

Post-conditions :

-Mise à jour de la base de données.

Tableau 5. Cas d'utilisation «votre paramètre».

3.3.2.6 Cas d'utilisation «Chater »

Le tableau 6 illustre le cas d'utilisation de 'Chater' et présente les différents acteurs qui ont accès à ce service.

Identification

Nom du cas d'utilisation : Chater.

But : Chater entre le patient et le médecin.

Acteur : Médecin, Patient

Séquencement

Précondition : Authentification.

Enchainements nominaux :

- L'utilisateur s'authentifie.
- L'utilisateur accède à l'interface de liste médecin ou patient
- L'utilisateur clique sur le bouton «Rechercher ».
- L'utilisateur accède à la liste de médecin ou patient.
- L'utilisateur choisit la personne à qui il veut envoyer un message.

Enchainements alternatifs :

- Aucun.

Post-conditions :

- Mise à jour de la base de données

Tableau 6. Cas d'utilisation « Chater »

3.3.3 Diagramme de séquence

Le diagramme de séquence permet de représenter les interactions entre différents objets, selon un point de vue temporel en se basant sur la chronologie des envois de messages. Le temps est représenté comme s'écoulant du haut vers le bas le long des « lignes de vie ».

Des flèches représentant les messages qui transitent d'une entité vers l'autre, le message est synchrone. Si l'extrémité de la flèche est creuse, le message est asynchrone [14]. Pour plus de détail, le tableau suivant est donné :


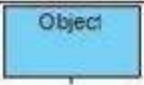

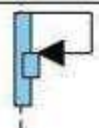


	Acteur	Les acteurs peuvent communiquer avec des objets, ainsi ils peuvent eux aussi être énumérés en colonne. Un acteur est modélisé en utilisant le symbole habituel: Stickman.
	Objet	Les objets sont des entités appartenant au système (instance d'une classe) ou se trouvant à ses limites (acteurs)
	Ligne de vie	Elle est représentée par une ligne verticale en dessous des objets, représente la période de temps durant laquelle l'objet "existe".
	Message récursif	L'envoi de messages récursifs se représente par un dédoublement de la bande d'activation.
	Message	Les objets communiquent en échangeant des messages représentés sous forme de flèches, ils sont étiquetés par le nom de l'opération ou du signal invoqué.
	Message de retour	Représenté par une flèche discontinue, c'est la réponse au message envoyé.

Tableau 7. Représentation d'un diagramme de séquence

3.3.3.1 Diagramme de séquence « Authentification »

L'authentification consiste à assurer la confidentialité des données, elle se base sur la vérification du login et du mot de passe. Ces informations sont préétablies dans une base de données. Lors de l'authentification de l'utilisateur (voir figure 8), deux cas peuvent se présenter : informations correctes ou incorrectes, ce qui explique l'utilisation de l'opérateur « alt ». Si les informations fournies sont correctes, alors le système accorde l'accès à l'interface appropriée. En revanche, si l'utilisateur saisit des informations incorrectes, le système génère un message d'erreur et réaffiche la page d'authentification d'où l'utilisation de l'opérateur «loop».

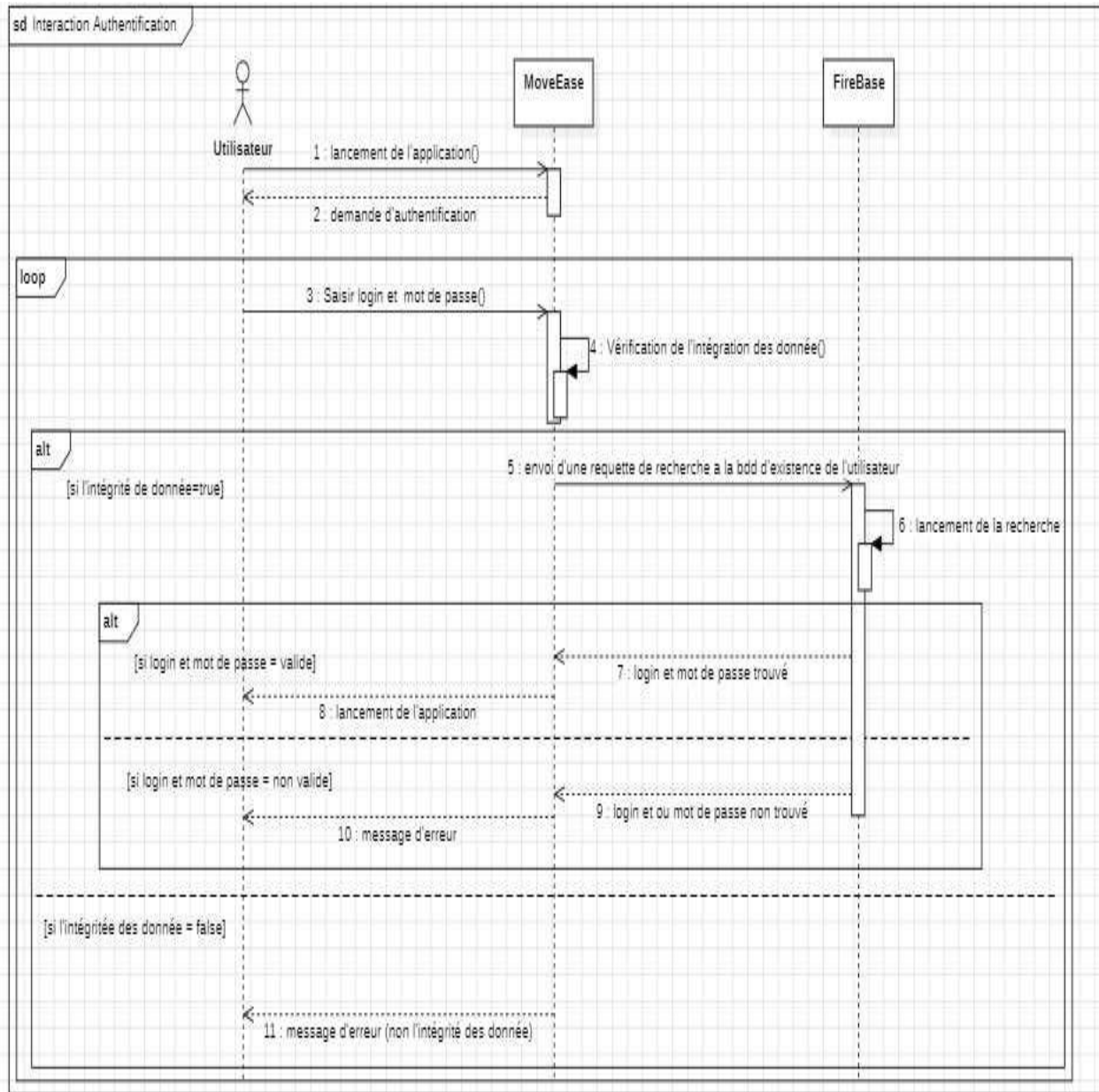


Figure 8. Diagramme de séquence « d'authentification »

3.3.3.2 Diagramme de séquence «Chater»

Le diagramme de séquence "Chater", présenté dans la figure 9, illustre les interactions entre un médecin et un patient via l'application "MoveEasy" en utilisant Firebase pour la messagerie. Le processus commence avec le médecin qui ouvre l'interface de chat et saisit un message à envoyer. MoveEasy transmet ce message à Firebase, qui confirme l'envoi et notifie le patient d'un nouveau message. Le patient ouvre ensuite l'interface de chat, et MoveEasy charge les

messages depuis Firebase pour les afficher. Le patient peut alors saisir et envoyer un message en réponse, que MoveEasy envoie à Firebase. Firebase confirme l'envoi et notifie le médecin du nouveau message. Ce diagramme montre clairement le flux de communication bidirectionnelle entre le médecin et le patient, ainsi que les interactions avec le serveur Firebase pour assurer la transmission et la réception des messages.

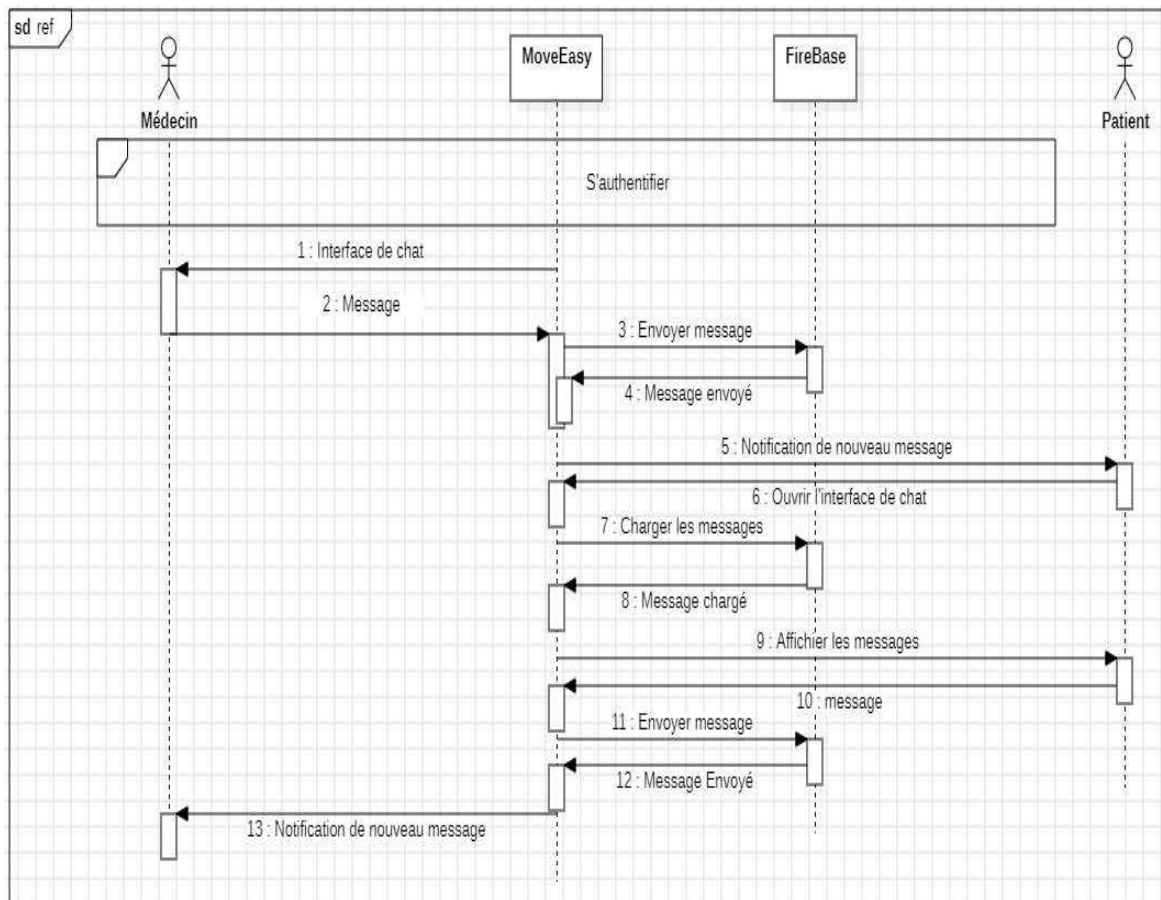


Figure 9. Diagramme de séquence « Chater »

3.3.4 Diagramme de classe

Après l'étude détaillée des cas d'utilisation, nous avons déduit le diagramme de classe global du système. Ce diagramme est considéré comme la phase finale de la conception théorique de notre système et sera pris comme la référence à partir de laquelle va se dérouler le développement logiciel, et l'écriture du code source de notre application.

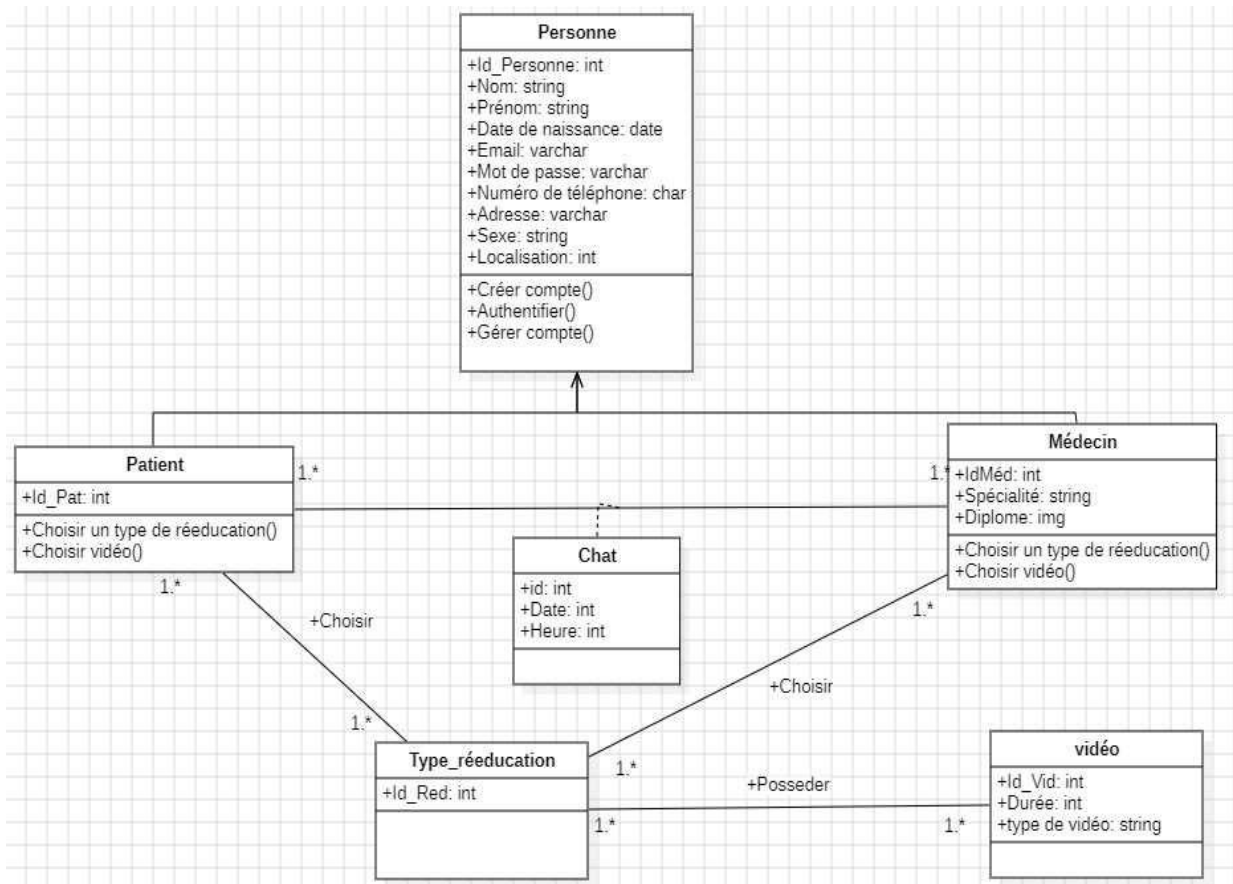


Figure 10. *Diagramme de classe générale.*

3.4 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons introduit les diagrammes UML essentiels pour la mise en œuvre de notre application. Nous avons spécifié les différents cas d'utilisation possibles et présenté les scénarios normaux réalisés par les acteurs à l'aide des diagrammes de séquence. De plus, nous avons fourni un aperçu du diagramme de classe général. Cette étude constitue une introduction à la partie de réalisation qui sera présentée dans le prochain chapitre.



Chapitre 04

Développement & réalisation

Chapitre 4 : Développement & réalisation

4.1 Introduction

Pour pouvoir mener à bien un projet informatique, il est nécessaire de choisir des technologies permettant de simplifier sa réalisation. Pour cela, après avoir complété le contenu du chapitre précédent ‘Conception et modélisation’, nous abordons la partie développement dans ce qui suit. Dans ce chapitre nous présentons la description des environnements matériels et logiciels qui nous ont permis de réaliser notre projet, des technologies et des langages de programmation que nous avons utilisée. Ensuite nous expliquons le fonctionnement de notre application mobile ‘MoveEasy’ en présentant ses différentes interfaces qui permettent l'interaction entre l'utilisateur et le système.

4.2 Environnement du travail

4.2.1 Environnement matériel

Pour la réalisation de notre projet, nous avons utilisé un ordinateur Acer caractérisé par :

- Système d'exploitation : Windows 10- 64bit.
- Processeur : Intel ® Celeron ® CPU 3350 @ 1.10 GHz.
- Mémoire vive : 10Go.

Pour les différentes étapes de test, d'installation et de déploiement de l'application nous avons eu besoin d'une terminale mobile supportant le système d'exploitation Android dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Nom de l'appareil : Samsung M21.
- Système d'exploitation : Android 12.0.
- Connexion : lte, ADSL.

- Mémoire vive : 4Go.
- Disque Dur : 128Go.

Pour traiter les vidéos de réalité virtuelle, nous avons utilisé des lunettes VR, dont les caractéristiques sont :

- Nom de modèle : VRBOX
- Marque : tempo di saldi
- Couleur : noir, blanc
- Technologie de connectivité : Auxiliaire
- Composants inclus : Sangle de tête
- Appareils compatibles Smartphone
- Système d'exploitation : iOS, Android
- Champ de vision : 360 degrés

4.2.2 Environnement logiciel

4.2.2.1 Le langage JAVA



Java est un langage de programmation orienté objet, développé par Sun Microsystems. Il permet de créer des logiciels compatibles avec de nombreux systèmes d'exploitation (Windows, Linux, Macintosh, Solaris). Java donne aussi la possibilité de développer des programmes pour téléphones portables [15].

4.2.2.2 Android Studio



Android Studio est un environnement de développement intégré (IDE) pour le développement sur la plateforme Android. Il a été annoncé en mai 2013. Android est disponible librement sous la licence Apache 2.0, basé sur le logiciel IDEA de JetBrains 'Intellos.

Android Studio est conçu spécifiquement pour le développement Android. Il est disponible en téléchargement sur les systèmes d'exploitation ; Windows, Mac OS et Linux. Android Studio permet principalement d'éditer les fichiers Java et les fichiers de configuration d'une application Android. Il propose aussi des outils pour gérer le développement d'applications multilingues et permet de visualiser la mise en page des différents types et tailles d'écrans avec des résolutions variées simultanément [16].

4.2.2.3 Java Development Kit (JDK)



Le Java Development Kit (JDK) désigne un ensemble de bibliothèques logicielles de base du langage de programmation Java, ainsi que les outils avec lesquels le code Java peut être compilé, transformé en byte code destiné à la machine virtuelle Java [17].

4.2.2.4 Android Software Development Kit (SDK)



Le SDK est un ensemble d'outils que met à disposition Google afin de nous permettre de développer des applications pour Android. Il est disponible pour Windows, MacOS X et linux et inclut des outils ainsi qu'un émulateur Android pour exécuter des applications [18].



4.2.2.5 Firebase

Firebase est un ensemble de services d'hébergement pour n'importe quel type d'application (Android, iOS, Javascript, Node.js, Java, Unity, PHP, C++ ...). Il propose d'héberger en NoSQL (Le No SQL, pour "not only SQL", c'est-à-dire pas seulement SQL ; désigne les bases de données qui ne sont pas fondées sur l'architecture classique des bases de données relationnelles. C'est développé à l'origine pour gérer les big data) et en temps réel des bases de données, du contenu, de l'authentification sociale (Google, Facebook, Twitter et Github), et des notifications, ou encore des services, tel que par exemple un serveur de communication temps réel.

Firebase a été lancé en 2011 sous le nom d'Envolv, par Andrew Lee et par James Templin. C'est une plate-forme de développement d'applications mobiles et Web qui fournit aux développeurs une pléthore d'outils et de services pour les aider à développer des applications de haute qualité, à élargir leur base d'utilisateurs et à générer davantage de profits [19].



4.2.2.6 Adobe Photoshop

C'est un logiciel de traitement et de retouche d'images et de photo produit par la société Adobe. Photoshop est devenu le standard en matière de gestion des images matricielles (ou images "bitmap", constituées d'un "tapis de points"). Un logiciel tel qu'Illustrator, lui, gère l'image numérique sous la forme de vecteurs (on parle alors d'images vectorielles). [20]



4.2.2.7 Le langage XML

Langage à balises extensibles, est en quelque sorte un langage HTML amélioré permettant de définir de nouvelles balises. Il s'agit effectivement d'un langage permettant de mettre en forme des documents grâce à des balises contrairement à HTML, qui est considéré comme un langage défini et figé (avec un nombre de balises limité). La force de XML réside dans sa capacité à

pouvoir décrire n'importe quel domaine de données grâce à son extensibilité. Il va permettre de structurer et poser le vocabulaire et la syntaxe des données qu'il va contenir [21].

4.3 Présentation des interfaces de notre application

Les interfaces graphiques jouent un rôle crucial, car elles facilitent le dialogue entre l'utilisateur et la machine, tout en améliorant les performances de l'application.

Dans cette section, nous exposons les principales caractéristiques de notre application en décrivant certaines interfaces.

4.3.1 Interface 'Logo de l'application 'MoveEasy''

Elle affiche le logo de l'application "MoveEasy". Cette interface ne dure que quelques secondes au plus (voir figure 11).

"MoveEasy est une application conçue dans le but de simplifier l'échange entre les professionnels de santé et les patients. Qui fournit des services de physiothérapie et de réadaptation physique. Il est conçu pour les individus qui éprouvent des douleurs ou des blessures et peut vous permettre de vous déplacer plus aisément et sans souffrir.



Figure 11. Interface 'Logo de l'application 'MoveEasy' '

4.3.2 Interface 'Inscription/Connexion'

La figure suivante montre le premier lancement de l'application. Cette interface contient trois boutons «**Connexion**», «**Inscription**» et «**Aide**».

- **Connexion** : ce bouton permet aux utilisateurs déjà inscrit de se connecter à leurs comptes.
- **S'inscrire** : ce bouton permet aux nouveaux utilisateurs de créer un compte pour utiliser l'application.
- **Aide** : en cliquant sur ce bouton, vous pouvez découvrir le but de cette application.



Figure 12. Interface 'Inscription/connexion de l'application 'MoveEasy'.

4.3.3 Interface ' Vous êtes'

Si l'utilisateur utilise l'application pour la première fois, il doit créer un compte en cliquant sur «**Inscription**». Une interface « **Vous êtes** » s'affiche où l'utilisateur doit sélectionner : «**Médecin**» ou «**Patient**». Par la suite, il confirme et complète les champs requis, puis il appuie sur «**Enregistrer**» pour terminer la procédure de création d'un compte comme expliquer dans la figure 13.

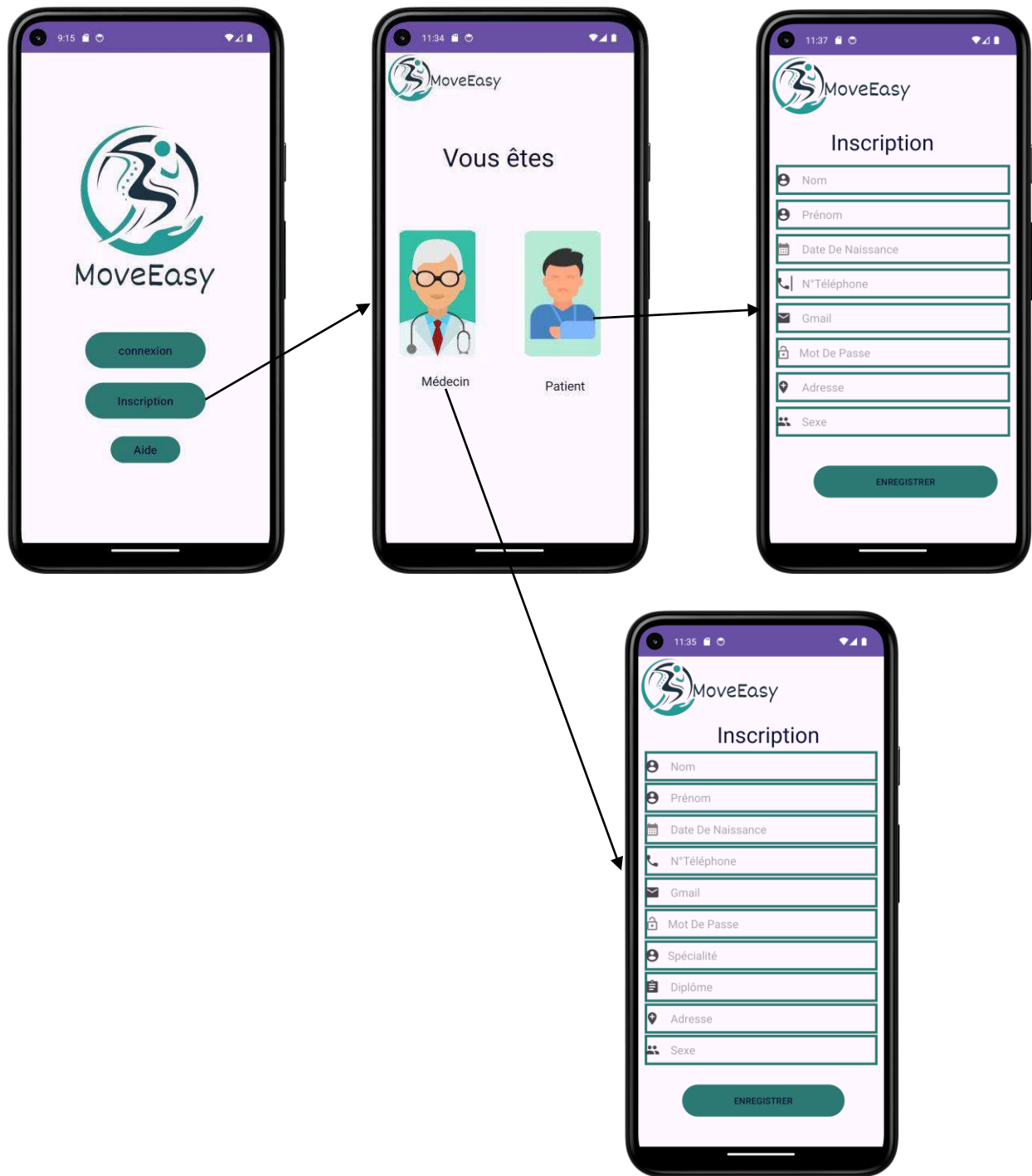


Figure 13. Créer un nouveau compte dans l'application 'MoveEasy'

4.3.4 Interface ‘Connexion’

Comme la figure 14 illustre, si l'utilisateur possède déjà un compte, il peut simplement cliquer sur le bouton « **Connexion** » pour entrer correctement son identifiant et son mot de passe, puis cliquer sur « **Connexion** » pour accéder à son compte.

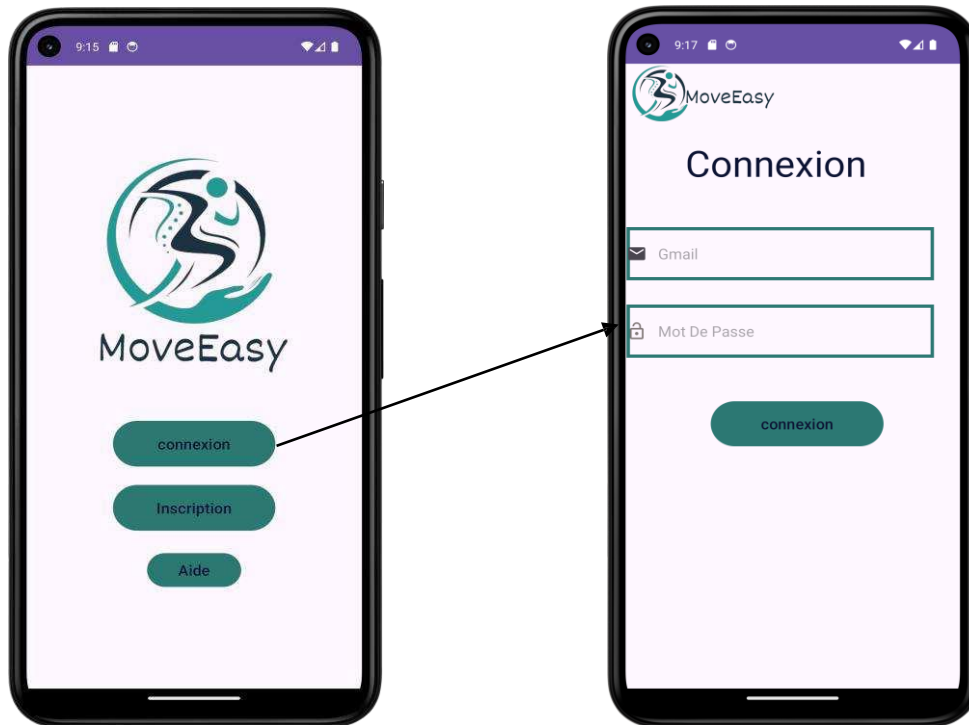


Figure 14. Interface ‘Connexion’

4.3.5 Interface ‘Type de Rééducation’

Sur cette interface (voir figure 15), une icône de chat est située à droite qui mène à la page suivante. La première interface offre une vue d'ensemble des différentes options de rééducation disponibles, tandis que la deuxième interface présente une sélection spécifique de rééducation avec un choix de type (Simple ou VR).

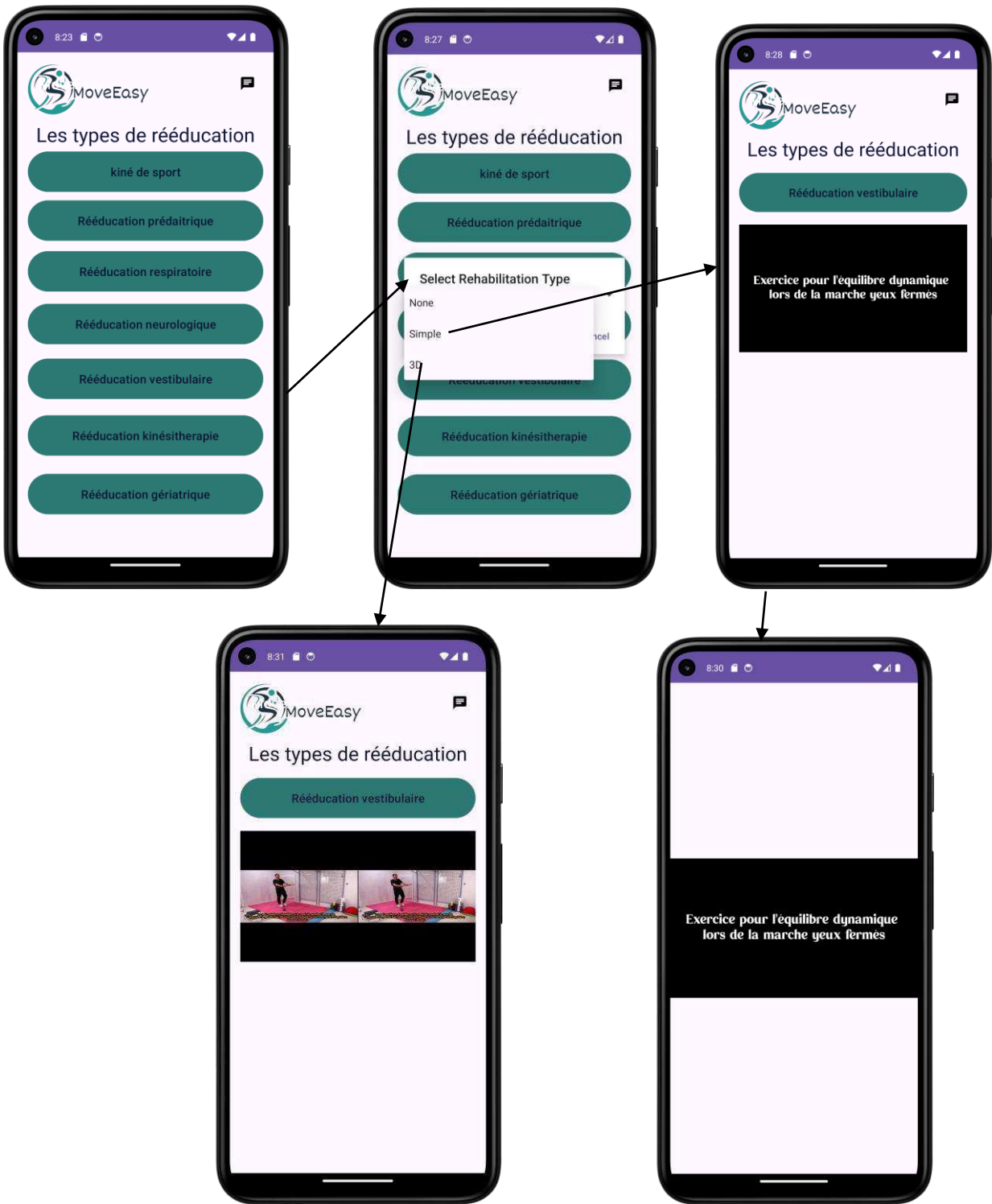


Figure 15. Interface 'Type de Rééducation'

4.3.6 Interface 'Recherche'

Cette interface, montrée dans la figure 16, favorise une communication fluide entre les patients et les médecins, optimisant ainsi la prise en charge et le suivi des patients.

➤ Pour les patients

Recherche des médecins : Trouvez le médecin adéquat en saisissant simplement sa spécialité.

➤ Pour les médecins

Recherche des patients : Sélectionnez le patient avec qui vous souhaitez communiquer.

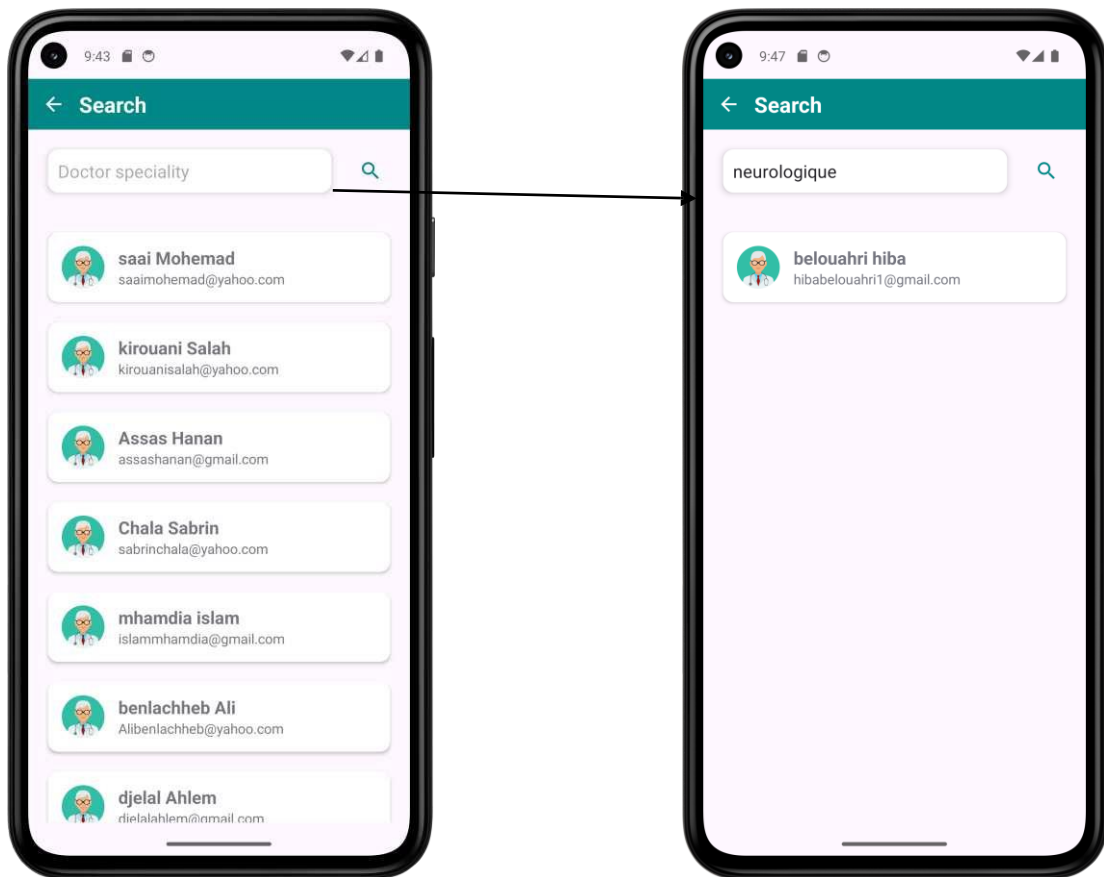


Figure 16. Interface 'Recherche'

4.3.7 Interface 'Profil'

L'interface, présentée dans la figure 17, illustre un profil personnel au sein de notre application mobile. Ce profil est accessible à la fois aux médecins et aux patients, permettant une personnalisation individuelle.

➤ Fonctionnalités du profil

- **Modification du nom** : l'utilisateur a la possibilité de modifier son nom.

- **Gestion de la photo de profil** : l'utilisateur peut choisir de télécharger sa propre photo de profil, représentant son visage ou un logo professionnel. S'il ne souhaite pas personnaliser sa photo, l'application lui attribue automatiquement une photo associée à son rôle, qu'il soit médecin ou patient. Cette photo générique permet de différencier les utilisateurs tout en préservant l'anonymat si l'utilisateur le souhaite.

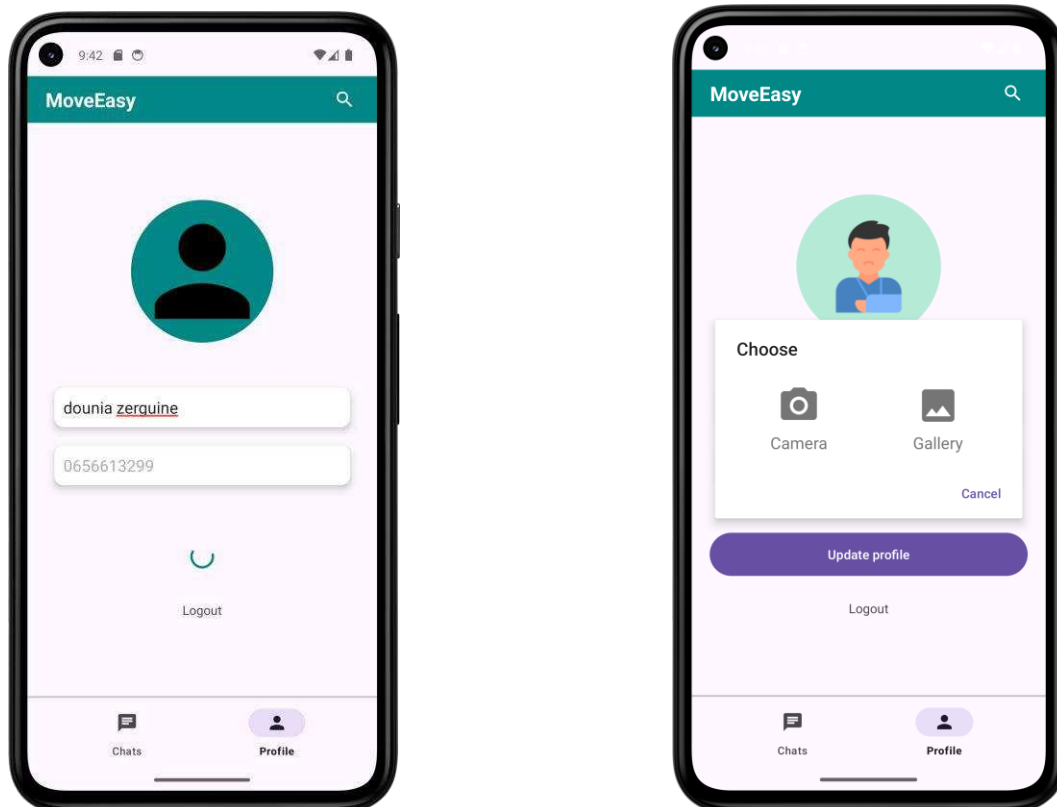


Figure 17. Interface 'Profil'

4.3.8 Interface ‘Chat’

Cette interface (voir figure 18) favorise la mise en relation des patients avec les médecins, simplifiant la communication et optimisant ainsi la prise en charge et le suivi des patients. Elle est conçue pour rendre la communication plus fluide et efficace, tout en garantissant la confidentialité des échanges.

➤ Fonctionnalités du chat

Pour les patients :

- Contact direct : cette interface permet aux patients d'envoyer des messages directement aux médecins de leur choix. Ils peuvent poser des questions, demander des conseils ou suivre leur traitement de manière simple et rapide.
- Échange de vidéos et d'images personnalisées : les patients peuvent envoyer des vidéos et des images personnalisées à leurs médecins pour une meilleure explication de leurs symptômes ou pour un suivi visuel de leur condition.

Pour les médecins :

- Communication efficace : grâce à cette plateforme, les médecins ont la possibilité d'échanger des messages de manière sécurisée et confidentielle avec leurs patients. Cette fonctionnalité favorise une communication fluide et directe, renforçant ainsi le lien entre le personnel médical et les patients. De cette manière, le suivi des patients est facilité, permettant aux médecins de répondre rapidement aux préoccupations et aux questions de leurs patients, tout en assurant la confidentialité des informations échangées.
- Optimisation de la prise en charge : cette interface simplifie la gestion des consultations et le suivi des patients, permettant aux médecins de répondre plus rapidement et de manière plus précise aux besoins de leurs patients.
- Envoi d'exercices de rééducation personnalisés selon les besoins de chaque patient, que ce soit par des exercices simples ou par le biais de la réalité virtuelle : cette plateforme permet aux médecins de créer et d'envoyer des programmes d'exercices de rééducation adaptés à chaque patient. En prenant en compte les besoins spécifiques et les capacités de chaque individu, les médecins peuvent personnaliser les exercices pour maximiser les

résultats. De plus, l'intégration de la réalité virtuelle offre une approche innovante et immersive pour la rééducation, permettant aux patients de s'engager davantage dans leur processus de guérison et de réadaptation.

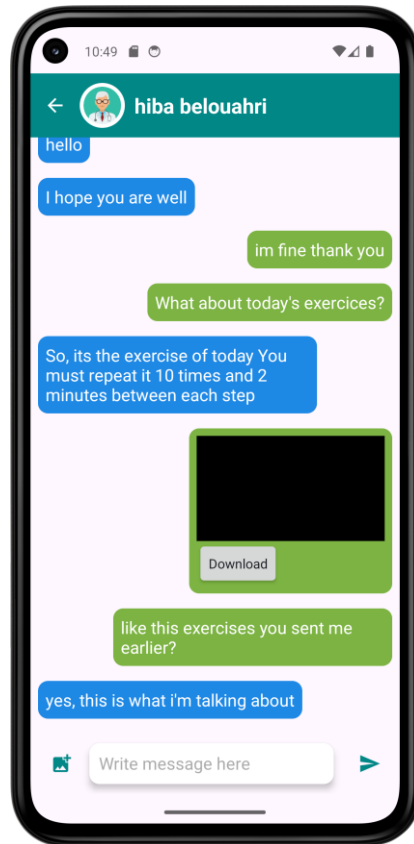


Figure 18. Interface 'Chat'

4.4 Test et validation

Les tests de performances et la validation de l'application ont été menés selon un processus en trois phases, appuyé par des données tangibles :

Première phase : évaluation de la facilité d'utilisation

Dans cette première phase, nous avons soumis l'application à un panel diversifié de parties prenantes, comprenant des professionnels de la santé et des patients. Sur une échelle de satisfaction allant de 1 à 10, les utilisateurs ont attribué une moyenne de 8,7 pour la facilité de

compréhension et de mise en œuvre de l'application, confirmant ainsi son accessibilité, son utilité et son adaptation aux besoins des utilisateurs finaux.

Deuxième phase : étude comparative avec des solutions traditionnelles

Dans la deuxième phase, l'application a ensuite été mise en œuvre efficacement pour mener une étude comparative avec des solutions traditionnelles couramment utilisées. À partir de données recueillies auprès de l'équipe de rééducation de l'hôpital Ahmed Bin Abid, nous avons observé une amélioration de 27% dans la performance des exercices de rééducation lorsqu'ils étaient effectués à l'aide de notre application de réalité virtuelle, par rapport aux méthodes traditionnelles, via les vidéos de réalité virtuelle et les simples vidéos d'exercices de rééducation produites et filmées avec l'équipe de rééducation de l'hôpital Ahmed Bin Abid ce qui a créé un affichage visuel immersif des exercices de rééducation.

Troisième phase : application sur le terrain avec des patients

Dans la dernière phase, nous avons fourni des lunettes de réalité virtuelle "VRBox" à un groupe de patients pour des séances de rééducation (Voir figure 19). Sur la base d'enquêtes de satisfaction remplies par les patients après chaque session, nous avons constaté une augmentation de 35% dans le niveau de motivation et d'engagement avec des retours positifs des patients lorsqu'ils utilisaient la réalité virtuelle par rapport aux exercices traditionnels, confirmant que ces exercices étaient particulièrement efficaces par rapport aux autres.

Cette approche scientifique démontre que la réalité virtuelle peut améliorer les résultats de la réadaptation en offrant une expérience plus engageante et interactive aux patients. L'application développée s'est avérée être un outil efficace pour mettre en œuvre cette approche.



Figure 19. VRBox

4.5 Conclusion

La phase de réalisation est l'étape la plus importante dans le cycle de vie d'une application. Dans ce chapitre, nous avons décrit brièvement le processus de réalisation de notre application en spécifiant l'environnement, les outils et les langages de développement associés à notre système. En effet, nous avons achevé l'implémentation tout en respectant la conception élaborée. Les résultats ont confirmé de manière scientifique que l'intégration de la réalité virtuelle dans la réadaptation peut améliorer de manière significative les résultats thérapeutiques.

Notre application s'est avérée être un outil efficace pour mettre en œuvre cette approche, offrant une expérience plus engageante et interactive pour les patients, tout en optimisant les performances de rééducation.



Chapitre 05

Conclusion générale & perspectives

Chapitre 5 : Conclusion générale & perspectives

À l'ère du numérique, les applications mobiles sont devenues une composante essentielle de notre quotidien grâce à la prolifération des technologies mobiles. Elles ont démontré un potentiel immense dans divers domaines, notamment la réhabilitation. Exploitant ces capacités, nous avons développé une application mobile Android intégrant la réalité virtuelle, destinée à aider les patients à récupérer et à améliorer leur qualité de vie à travers une expérience de rééducation immersive, motivante et interactive.

Pour atteindre cet objectif, nous avons adopté une méthodologie scientifique rigoureuse. Nous avons d'abord mené des recherches approfondies sur la réadaptation et l'impact de la réalité virtuelle dans ce domaine. Une enquête a également été réalisée pour guider nos recherches et comprendre les besoins des utilisateurs potentiels.

Une description détaillée du modèle proposé a été fournie, suivie d'une explication de notre sujet en utilisant la conception détaillée par le langage de modélisation UML. Par la suite, nous avons présenté les outils utilisés pour développer cette application et révélé certaines de ses interfaces. Enfin, le processus de test de performance et de validation de notre application a été bien illustré.

Ce projet a produit de nombreux résultats positifs, notamment une compréhension approfondie du domaine de la rééducation et de l'impact de la réalité virtuelle. Nous avons également acquis de nouvelles compétences en recherche scientifique, développement d'applications, résolution de problèmes, et création de solutions innovantes pour améliorer la vie des patients.

Nous prévoyons de continuer à développer notre application en intégrant de nouvelles fonctionnalités, telles que :

- Gamification : utiliser des éléments de jeu pour rendre les exercices plus engageants et motivants.

- Intégration de l'Intelligence artificielle : personnaliser les exercices et fournir des retours plus précis aux utilisateurs.

- Utilisation de la réalité augmentée : fusionner le monde réel avec le monde virtuel pour créer une expérience de rééducation plus immersive.

Notre application représente une révolution dans le domaine de la réadaptation, combinant la puissance des applications mobiles et de la réalité virtuelle pour offrir une expérience personnalisée et efficace aux patients et aux médecins traitants. Nous pensons qu'elle a le potentiel d'aider un grand nombre de personnes à se rétablir plus rapidement et facilement, tout en améliorant leur qualité de vie.

Les références

Webographie

- [1] <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/r%C3%A9%C3%A9ducation/67385>, consulté le 24/02/2024.
- [2] <https://www.passeportsante.net/fr/specialites-medicales/Fiche.aspx?doc=reeducation>, consulté le 22/02/2024
- [3] <https://infonyet.fr/lexique/definitions/application-mobile/>, consulté le 18/02/2024.
- [4] <https://www.axomove.com/axoblog/notre-top-10-des-appli-utiles-pour-les-kines>, consulté le 10/03/2024.
- [5] <http://kineapp.com/fiches-bilans>, consulté le 24/02/2024.
- [6] <https://www.feetme.com>, consulté le 22/03/2024.
- [7] https://play.google.com/store/apps/details?hl=fr_CA&id=com.treatment.physiotherapyexercises, consulté le 20/03/2024.
- [8] <https://www.lumosity.com/en>, consulté le 24/03/2024.
- [10] <https://www.artefacto-ar.com/actualites/realite-virtuelle-outil-formation-professionnelle/>, consulté le 24/03/2024.
- [11] <https://www.inmotionvr.com>, consulté le 25/03/2024.
- [12] <https://www.redefinehealthcare.com>, consulté le 24/03/2024.
- [15] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Java_\(langage\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Java_(langage)), consulté le 10/04/2024.
- [16] <https://developer.android.com/studio/features>, consulté le 10/04/2024.
- [17] https://fr.wikipedia.org/wiki/Java_Development_Kit, consulté le 15/04/2024.
- [18] https://fr.wikipedia.org/wiki/Android_SDK, consulté le 10/04/2024.
- [19] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Firebase>, consulté le 17/04/2024.
- [20] <http://www.mosaique-info.fr/glossaire-web-referencement-infographiemultimediaminformatique/p-glossaire-informatique-et-multimedia/228-photoshopdefinition.html>, consulté le 17/04/2024.
- [21] <https://www.commentcamarche.net/contents/1332-xml-introduction-a-xml>, consulté le 17/04/2024.

Bibliographie

- [9] Berthoz A. Le Traité de la réalité virtuelle. Vol 1 : L'homme et l'environnement virtuel. Paris : Presse de l'Ecole des Mines, p. 3 – 30, 2006.
- [14] Chantal morley, Jean hugues, Bernard le blanc. UML2, pour l'analyse d'un système d'information 4e édition, 2009.
- [13] Pascal Roques, Les cahiers du programmeur UML2 modélisé une application web, Eyrolles, 4 ième édition, 2007.

Annexe

Questionnaire destiné aux médecins spécialistes en rééducation

On vous serait extrêmement reconnaissantes si vous pouviez prendre un moment pour examiner le questionnaire et y répondre de manière détaillée. Vos réponses seront d'une grande importance et contribueront à assurer un bon développement de notre application mobile de rééducation basée sur l'utilisation de la réalité virtuelle :

- Avez-vous une expérience antérieure avec des applications de réalité virtuelle dans le domaine de la rééducation ?
- Dans quelle mesure pensez-vous que la réalité virtuelle peut être efficace dans le processus de rééducation mobile ?
- Quels avantages potentiels voyez-vous dans l'utilisation de la réalité virtuelle par rapport aux méthodes traditionnelles de rééducation ?

Préoccupations et limites :

- Y a-t-il des limites que vous identifiez dans l'application de cette technologie pour des patients spécifiques ?

Intégration avec les soins traditionnels :

- Comment voyez-vous l'intégration de la réalité virtuelle avec les méthodes de rééducation traditionnelles ?

Accessibilité et coût :

- Envisagez-vous des défis liés à l'accessibilité de la réalité virtuelle pour certains patients?
- Comment évaluez-vous le coût par rapport aux avantages potentiels pour les patients et les établissements de santé ?

Suggestions d'amélioration :

- Avez-vous des suggestions spécifiques pour améliorer : efficacité ou ; acceptation de la réalité virtuelle dans les applications de rééducation mobile ?

- En quoi l'intégration de la réalité virtuelle dans les applications de rééducation mobile peut-elle améliorer la motivation des patients à suivre leurs programmes de rééducation ?
- Comment la réalité virtuelle peut-elle aider à personnaliser les exercices de rééducation pour répondre aux besoins spécifiques de chaque patient à travers des applications mobiles ?
- Pensez-vous que l'utilisation de la réalité virtuelle dans les applications de rééducation mobile peut favoriser l'indépendance des patients en les encourageant à pratiquer des exercices à domicile de manière plus régulière ?
- Quels sont les avantages potentiels de l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation des patients souffrant de conditions neurologiques ou orthopédiques ?
- Pensez-vous que la réalité virtuelle sur mobile peut jouer un rôle dans la rééducation post-opératoire en offrant des exercices adaptés et contrôlés ?
- Pouvez-vous partager des exemples de succès où l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation mobile a conduit à des résultats positifs chez les patients ?
- Quelles stratégies peuvent être mises en place pour garantir que les applications de rééducation mobiles basées sur la réalité virtuelle sont accessibles et conviviales pour un large éventail de patients ?
- Pensez-vous que l'utilisation de la réalité virtuelle dans la rééducation mobile peut contribuer à réduire les coûts associés aux soins de rééducation traditionnels ?

Résumé

Ce projet vise à promouvoir l'intégration de la réalité virtuelle dans le domaine de la rééducation en Algérie, à travers la conception d'une application mobile nommée "MoveEasy". Cette initiative présente un potentiel significatif pour améliorer l'accessibilité des soins, optimiser les résultats thérapeutiques et renforcer l'autonomie des patients. En proposant une gamme de fonctionnalités et de services, "MoveEasy" vise à compléter les approches de traitement traditionnelles et à relever certains défis du système de santé en Algérie. Pour modéliser ces fonctionnalités, des diagrammes UML ont été utilisés. Le développement de l'application a été réalisé en utilisant divers outils et langages de programmation tels que Firebase et l'environnement de développement Android Studio.

Mots clés : Rééducation, Réalité virtuelle, Application mobile

Abstract

This project aims to promote the integration of virtual reality in the field of rehabilitation in Algeria, through the design of a mobile application called "MoveEasy." This initiative presents significant potential to improve healthcare accessibility, optimize therapeutic outcomes, and enhance patient autonomy. By offering a range of features and services, "MoveEasy" aims to complement traditional treatment approaches and address certain challenges in the healthcare system in Algeria. To model these features, UML diagrams were used. The development of the application was carried out using various tools and programming languages such as Firebase and the Android Studio development environment.

Keywords: Rehabilitation, Virtual Reality, Mobile Application

ملخص

هذا المشروع يهدف إلى تعزيز دمج الواقع الافتراضي في مجال إعادة التأهيل في الجزائر، من خلال تصميم تطبيق على الهاتف المحمول يُسمى "MoveEasy". تمثل هذه المبادرة إمكانية كبيرة لتحسين الوصول إلى الخدمات الصحية، وتحسين النتائج العلاجية، وتعزيز استقلالية المرضى. من خلال تقديم مجموعة من الميزات والخدمات، يهدف "MoveEasy" إلى تكمل أساليب العلاج التقليدية والتغلب على بعض التحديات في نظام الرعاية الصحية في الجزائر. لنمذجة هذه الوظائف، تم استخدام مخططات UML. تم تطوير التطبيق باستخدام مجموعة متنوعة من الأدوات ولغات البرمجة مثل Firebase وبيئة التطوير Android Studio.

كلمات مفتاحية: إعادة التأهيل، الواقع الافتراضي، تطبيق محمول