

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Projet de fin d'études dans le cadre de l'arrêté ministériel N° 1275 (Diplôme - Startup)

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Génie Biomédicale

Spécialité : Informatique Biomédicale et Hospitalière

Par : Sardou Fouad et Goudjal Ibrahim

Sujet:

Développement d'une application mobile pour le suivi des femmes enceintes

Soutenu publiquement, le 24/ 06/ 2026 , devant le jury composé de :

M.Benali Radwaen	MCA	Université de Tlemcen	Président
Mme.Beladi Asmaa	MCB	Université de Tlemcen	Examinatrice
Mme.Benchaib Yasmine	MCA	Université de Tlemcen	Encadrante

Remerciement

Nous remercions tout d'abord Dieu le Tout-Puissant de nous avoir donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nous n'aurions pas pu atteindre ce niveau sans Sa volonté, Nous remercions notre encadrante pour son accompagnement sa disponibilité et ses conseils précieux.

Son soutien a été crucial pour surmonter les difficultés et améliorer notre travail, Nous sommes également reconnaissants envers les enseignants du Département de Génie Biomédical pour la qualité de leur enseignement, Grâce à eux nous avons acquis des connaissances solides et développé des compétences essentielles.

Nous remercions toutes les personnes qui ont contribué à ce projet que ce soit par leurs conseils, leur aide technique ou leur soutien moral, Leur contribution a été très précieuse.

Nous n'oublions pas nos camarades et collègues pour leur esprit d'entraide et leurs échanges enrichissants, Les moments partagés resteront gravés dans nos mémoires.

Enfin, nous remercions nos familles pour leur amour leur patience et leur soutien permanent, Elles ont toujours été à nos côtés nous encourageant à aller de l'avant.

Nous adressons nos remerciements les plus sincères à toutes ces personnes.

Dédicace

Nous dédions ce modeste travail avec une immense fierté et une profonde gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à notre réussite.

À nos très chers parents qui ont toujours été notre source principale de motivation, nous vous remercions pour votre amour inconditionnel votre patience infinie et vos sacrifices tout au long de notre parcours.

Vous avez su nous soutenir dans les moments difficiles et nous encourager à persévérer pour atteindre nos objectifs, Nous sommes infiniment reconnaissants pour tout ce que vous avez fait pour nous.

Nous remercions également nos familles pour leur présence constante, leurs conseils précieux et leur soutien moral inestimable, Votre confiance en nous a été un véritable moteur qui nous a permis d'avancer malgré les obstacles.

Nous adressons également nos remerciements à nos amis et collègues, avec qui nous avons partagé des moments inoubliables durant notre parcours universitaire Votre aide, votre solidarité et vos encouragements ont contribué à créer un environnement de travail agréable et motivant.

Nous remercions toutes les personnes qui nous ont aidées soutenues ou encouragées, même par un simple mot un geste ou une présence, Votre contribution même discrète a eu un impact important sur l'aboutissement de ce travail.

Enfin, nous dédions ce projet à toutes les femmes enceintes en espérant que notre application puisse leur apporter un soutien utile des informations fiables et un accompagnement rassurant tout au long de leur grossesse.

Ce travail est le fruit d'un effort collectif et représente pour nous une étape importante dans notre vie académique et personnel

Résumé

Ce mémoire traite de la création d'une application mobile pour suivre la grossesse, Ce projet s'inscrit dans le domaine du génie biomedical, L'intégration des technologies numériques dans le domaine de la santé permet d'améliorer la qualité des services.

L'objectif principal est de créer une application simple et intuitive, Elle doit aider les femmes enceintes à suivre l'évolution de leur grossesse de manière régulière, L'application propose plusieurs fonctionnalités, Il y a le suivi hebdomadaire de la grossesse, Des articles informatifs sont accessibles, Ils sont basés sur des recommandations médicales fiables.

L'application dispose d'un espace personnel, Les utilisatrices peuvent enregistrer leurs observations et expériences quotidiennes, Des outils interactifs ont été ajoutés, Il y a un compteur de mouvements du bébé et un journal.

Ces fonctionnalités renforcent l'implication de la femme enceinte dans le suivi de sa grossesse Le développement de l'application a utilisé le framework Flutter, Firebase a été utilisé pour la gestion des données et l'authentification, Ce choix technologique a permis de créer une application performante.

Le travail comprend une étude théorique sur la grossesse, Une analyse des besoins des utilisatrices a été faite, Une étude économique a évalué la faisabilité et la rentabilité du projet.

Les résultats montrent que l'application répond aux objectifs, Elle est une solution efficace pour accompagner les femmes enceintes pendant leur grossesse.

Mots-clés : Application Mobile, Suivi de Grossesse, Santé Maternelle, Développement Mobile, Conception d'applications, Conseils médical

Abstract

This thesis is about creating an application for pregnancy monitoring, The project is related to engineering where technology is used to make healthcare better and support patients.

The main goal of this project is to make an application that is easy to use and helps pregnant women track their pregnancy, The application has useful features including tracking pregnancy week by week reading articles with good medical advice and a personal space to write down daily thoughts and feelings.

To make the application more interesting we added tools like a baby movement counter and a journal, These tools help pregnant women understand what is happening during their pregnancy and feel less stressed because they have information.

We used Flutter to make the application look nice and work well and Firebase to store data securely, This combination of technologies helped us make a high-performance application that's safe and easy to use. We also did some research on pregnancy and medical mobile applications.

Talked to users to understand what they need, We even did a study to see if the project could make money and be successful, The results show that the application works well and meets its goals.

It is a solution to support pregnant women during their pregnancy, The mobile application for pregnancy monitoring is a tool for pregnant women to track their pregnancy, The application is easy to use and provides information.

Pregnancy monitoring is a part of healthcare and the mobile application helps make it better.

Keywords: Mobile Application, Pregnancy Tracking, Maternal Health, App Development, User Interface Design, Health Recommendations

ملخص

هذه المذكرة تتكلم عن تصميم تطبيق هاتفي جديد لمساعدة النساء الحوامل، هذا التطبيق سيستخدم التكنولوجيا الحديثة لتحسين الرعاية الصحية للمرأة الحامل، سيكون التطبيق بسيطاً وسهل الاستخدام وسيوفر معلومات طبية موثوقة ومبسطة.

الهدف من هذا المشروع هو تطبيق يسمح للمرأة الحامل بمتابعة تطور حملها بشكل منتظم، سيتضمن التطبيق عدة وظائف مثل متابعة الحمل أسبوعياً ومقالات توعوية وواجهة خاصة لتسجيل الملاحظات اليومية.

كما سيحتوي التطبيق على أدوات تفاعلية مثل عداد حركات الجنين ودفتر يوميات رقمي، هذه الأدوات ستساعد المرأة الحامل على التفاعل مع التطبيق بشكل مستمر والشعور بمتابعة دقيقة لحالتها الصحية.

تم تطوير التطبيق باستخدام إطار العمل Flutter ، الذي يسمح بإنشاء تطبيقات حديثة وعالية الأداء، كما تم استخدام Firebase لإدارة البيانات وتأمين عملية تسجيل الدخول وتخزين المعلومات بشكل آمن.

كما تتضمن هذه الدراسة جانباً نظرياً حول الحمل والتطبيقات الطبية، بالإضافة إلى تحليل احتياجات المستخدمين كما تم إجراء دراسة اقتصادية لتحديد مدى جدوى المشروع من الناحية الاقتصادية.

النتائج أظهرت أن التطبيق المقترح يحقق الأهداف المرجوة ويوفر حلاً عملياً وفعالاً لمساعدة النساء الحوامل خلال فترة الحمل هذا التطبيق سيكون مساهمة مهمة في مجال توظيف التكنولوجيا في الخدمات الصحية.

الكلمات المفتاحية: تطبيق موبايل، متابعة الحمل، صحة الأم، تطوير التطبيقات، نصائح طبية، تصميم واجهة المستخدم.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction Générale.....	10
Chapitre 01 : Contexte général et étude préalable	12
1.1 Introduction	13
1.2 Présentation du domaine medical.....	14
1.3 Présentation du suivi des femmes enceintes.....	15
1.4 État de l'art.....	16
1.4. 1 Analyse comparative et valeur ajoutée de la solution proposée.....	18
1.5 Les objectif du projet.....	20
1.6 Solution proposée	21
1.7 Conclusion	22
Chapitre 02 : Analyse et Conception	23
2.1 Introduction	24
2.2 Analyse des besoins.....	25
2.2.1 Schéma conceptuel de l'analyse des besoins.....	26
2.3 Identification des acteurs.....	28
2.6.1 Fondements théoriques et formation des interactions.....	29
2.4 Besoins fonctionnels.....	31
2.5 Exigences non fonctionnelles.....	33
2.6 Diagramme de cas d'utilisation.....	34
2.6.1 Fondements théoriques et formation des interactions.....	34
2.6.2 Description textuelle de scénarios et cinématique des cas clés.....	34
2.7 Architecture du système.....	37
2.7.1 Fondements théoriques et organisation globale en couches.....	37
2.7.2 Flux dynamiques et rôles opérationnels des acteurs à travers l'architecture.....	37
2.8 Diagramme de classes.....	39

2.9 Conclusion	41
Chapitre 03 : Réalisation et Implémentation	42
3.1 Introduction	43
3.2 Environnement de Développement	44
3.2.1 Flutter	44
3.2.2 Dart	45
3.2.3 Android Studio	46
3.2.4 Firebase	47
3.3 Présentation des Interfaces de l'application.....	48
3.3.1 page de connexion.....	49
3.3.2 Demande du nom de l'utilisateur.....	51
3.3.3 Date de naissance.....	53
3.3.4 Informations sur la grossesse.....	55
3.3.5 Suivi hebdomadaire de la grossesse.....	57
3.3.6 Votre grossesse.....	59
3.3.7 Articles.....	61
3.3.8 Interface Journal.....	63
3.3.9 Interface d'ajout d'une nouvelle entrée.....	65
3.3.10 Interface profil.....	67
3.3.11 Interface kick counter.....	69
3.3.12 Tableau de bord administrateur.....	71
3.3.13 Interface de modification des articles.....	73
3.4 Tests et validation.....	75
3.4.1 stratégies d'évaluation et tests unitaires et d'intégration.....	75
3.4.2 Validation fonctionnelle et tests d'acceptation utilisateur.....	76
3.5 conclusion.....	77

Chapitre 04 : Tests et Validation.....	78
4.1 Introduction.....	79
4.2 Business Model canvas (BMC).....	80
4.2.1 Segments de clients.....	82
4.2.2 Proposition de valeur.....	83
4.2.3 Canaux de distribution.....	84
4.2.4 Relation Clients.....	85
4.2.5 Revenus.....	86
4.2.6 Ressources Clés.....	87
4.2.7 Activités Clés.....	88
4.2.8 Partenaires Clés.....	89
4.2.9 coûts.....	90
4.3 Étude financière.....	91
4.3.1 Estimation des coûts.....	91
4.3.2 Revenus estimés.....	92
4.3.3 Analyse.....	93
4.4 Conclusion	94
Conclusion Générale.....	95
Références.....	97
Liste des figures.....	98
Liste des tableaux.....	99

Liste des figures

<i>Figure 1.1 : Tableau Comparatif de l'état de l'art.....</i>	<i>18</i>
<i>Figure 2.1: Schéma conceptuel de l'analyse des besoins.....</i>	<i>28</i>
<i>Figure 2.2: Schéma conceptuel de Identification des acteurs.....</i>	<i>31</i>
Figure 2.3: Diagramme de cas d'utilisation.....	37
<i>Figure 2.4 :Architecture du système</i>	<i>39</i>
<i>Figure 2.5: Diagramme de classes.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 3.1 : Page de connexion.....</i>	<i>51</i>
<i>Figure 3.2 : Saisie du nom de l'utilisateur.....</i>	<i>53</i>
<i>Figure 3.3: Date de naissance.....</i>	<i>55</i>
<i>Figure 3.4 : Informations sur la grossesse.....</i>	<i>57</i>
<i>Figure 3.5 : Suivi hebdomadaire de la grosse.....</i>	<i>59</i>
<i>Figure 3.6 : Informations sur la grossesse.....</i>	<i>61</i>
<i>Figure 3.7 : Articles.....</i>	<i>63</i>
<i>Figure 3.8 : Interface Journal.....</i>	<i>65</i>
<i>Figure 3.9 : Nouvelle entrée dans le journal.....</i>	<i>67</i>
<i>Figure 3.10 : Interface Profil.....</i>	<i>69</i>
<i>Figure 3.11 : Interface Kick Counter.....</i>	<i>71</i>
<i>Figure 3.12 : Tableau de bord administrateur.....</i>	<i>73</i>
<i>Figure 3.13 : Modification d'un article.....</i>	<i>75</i>
<i>Figure 4.1 : Business Model Canvas de l'application.....</i>	<i>76</i>

Liste des tableaux

Table 4.1: Estimation des coûts.....	92
---	-----------

Introduction Générale

Au cours des dix dernières années le système mondial de santé a connu une transformation radicale, Les technologies de l'information et de la communication ont été intégrées dans les domaines médicaux et cliniques.

Le rôle de la technologie ne se limite plus à la conception d'appareils médicaux et d'équipements de diagnostic, Elle inclut maintenant le concept de santé numérique et d'applications mobiles qui visent à rapprocher les services consultatifs et préventifs de l'utilisateur final.

La grossesse est une phase sensible et importante dans la vie d'une femme, Elle nécessite des soins et une surveillance médicale précise et continue pour assurer la sécurité de la mère et du fœtus, Le corps de la femme subit des changements hormonaux, physiologiques et physiques rapides qui entraînent souvent l'apparition de symptômes soudains.

Un suivi périodique régulier est crucial pour réduire les taux de mortalité et les risques médicaux associés à la phase prénatale, Malgré l'importance du suivi de la grossesse de nombreuses femmes enceintes ont des difficultés pour accéder à des directives médicales fiables et simplifiées.

Cela est particulièrement vrai pour les femmes vivant dans des zones rurales ou isolées, Les futures mamans se tournent souvent vers les moteurs de recherche généraux et les réseaux sociaux pour chercher des réponses à leurs interrogations médicales, Cela les expose aux risques de consommer des informations erronées ou trompeuses, Il est donc nécessaire de disposer d'une plateforme numérique centralisée, scientifiquement validée et facilement accessible.

Cette plateforme devrait fournir des informations précises et fiables pour aider les femmes enceintes à suivre leur grossesse de manière sécurisée, Sur la base de ces données et des problématiques soulevées.

Ce projet de recherche vise à concevoir et développer une application mobile dédiée à accompagner et orienter les femmes enceintes tout au long de leur grossesse, Cette application devrait servir d'assistant numérique personnel alliant simplicité d'utilisation et rigueur scientifique.

L'application devrait permettre à la femme enceinte de suivre l'évolution de son fœtus semaine par semaine de manière visuelle simplifiée, Elle devrait également permettre de surveiller son activité quotidienne via des interfaces interactives intelligentes et d'enregistrer toutes les observations et symptômes quotidiens dans un journal numérique organisé.

Pour atteindre ces objectifs le framework moderne Flutter a été choisi pour assurer la flexibilité des interfaces et la rapidité des performances.

La base de données cloud Firebase sera utilisée pour gérer et stocker les données des utilisateurs de manière sécurisée et protégée.

Ce mémoire est divisé en quatre chapitres principaux, Le premier chapitre passe en revue le contexte médical et théorique de la grossesse et démontre le rôle de la technologie dans ce domaine.

Le deuxième chapitre aborde l'aspect technique et ingénierique du projet, Le troisième chapitre descend au niveau de la réalisation et de l'implémentation pratique Enfin, le quatrième chapitre conclut le mémoire par l'étude économique qui examine le modèle commercial du projet.

Enfin, ce travail de recherche se termine par une conclusion générale et des perspectives, Cette dernière section est consacrée à l'établissement d'un bilan sur l'apport scientifique et clinique de l'application mobile développée dans le domaine de la santé connectée.

Les performances techniques de l'application mobile ainsi que l'utilité des fonctionnalités biomédicales mises en place y sont résumés, De plus une réflexion sur l'avenir est menée pour discuter des progrès futurs du projet, Cela comprend notamment l'intégration d'algorithmes d'intelligence artificielle pour l'analyse prédictive des données physiologiques, ainsi que la possibilité pour l'application mobile de fonctionner avec des dispositifs médicaux intelligents et des systèmes d'information hospitaliers.

Chapitre 01 :
Étude générale du projet

1.1 Introduction

La grossesse est une période très importante pour une femme, Elle nécessite une attention spéciale pour protéger la santé de la mère et celle de son bébé.

Les femmes enceintes ont besoin d'informations précises de conseils pratiques et d'un soutien constant pour comprendre les changements physiques et émotionnels qu'elles vivent, Avec l'évolution des technologies numériques et l'utilisation croissante des téléphones intelligents les applications mobiles sont devenues des outils très utiles pour fournir des informations et des services accessibles en tout temps.

Elles permettent aux femmes enceintes de consulter facilement des contenus utiles et de bénéficier d'un accompagnement personnalisé à chaque étape de leur grossesse, Notre projet vise à créer une application mobile pour les femmes enceintes afin de les accompagner tout au long de leur grossesse.

Cette application offre des conseils des recommandations et des informations précises adaptées à chaque étape de la grossesse, Elle propose également des rappels utiles pour aider les futures mamans à mieux gérer leur vie quotidienne pendant cette période.

La grossesse est une période très importante pour les femmes, Elles ont besoin d'informations fiables et de conseils pratiques pour bien gérer cette période. Cependant, beaucoup de femmes enceintes ont du mal à trouver des informations médicales de qualité Elles utilisent souvent des sources que l'on trouve sur Internet sans les vérifier.

Certaines femmes oublient même des rendez-vous médicaux importants, Elles ne savent pas toujours quoi faire à chaque étape de la grossesse, Cela peut causer beaucoup de stress et d'anxiété, Les femmes enceintes peuvent alors avoir du mal à bien suivre leur grossesse, Il est donc nécessaire de trouver une solution pour aider les femmes enceintes.

Cette solution devrait leur fournir des informations fiables et des conseils adaptés à leurs besoins, Elle devrait également leur rappeler les rendez-vous importants, Cela aiderait les femmes à bien gérer leur grossesse et à se sentir plus en sécurité.

1.2 Présentation du domaine medical

Le domaine médical est l'un des piliers essentiels de notre société, Il regroupe de nombreuses sciences pratiques et technologies qui visent à prévenir les maladies à maintenir la santé et à améliorer la qualité de vie des individus.

Historiquement, ce secteur reposait sur des interventions cliniques et manuelles Cependant, il a connu une transformation majeure ces dernières décennies grâce aux avancées scientifiques et à l'intégration des nouvelles technologies de l'information.

Aujourd'hui, la médecine moderne combine l'expertise des praticiens à l'ingénierie biomédicale, Cela permet de concevoir des outils de diagnostic précis des équipements thérapeutiques sophistiqués et des systèmes d'information hospitaliers capables de traiter de grandes quantités de données cliniques.

L'informatique médicale et la santé numérique ont révolutionné la relation entre les professionnels de santé et les patients, Les réseaux informatiques les bases de données centralisées, les plateformes en ligne et les applications mobiles ont permis un accès généralisé à une information médicale de haute qualité.

Cela facilite également une communication instantanée entre les professionnels de santé et les patients, Cette numérisation offre des opportunités pour la sensibilisation, la prévention et la gestion à distance des pathologies chroniques.

Dans le contexte de la périnatalogie et de l'obstétrique, les technologies numériques sont prometteuses pour réinventer l'accompagnement des futures mamans, Des solutions logicielles interactives et intelligentes permettent de traduire des concepts médicaux complexes en conseils pratiques.

Ces outils technologiques fournissent des informations scientifiques validées accessibles sur smartphone, Le domaine médical moderne s'invite ainsi au quotidien dans le foyer des patients, Elles peuvent mieux comprendre leur état, adopter des comportements sains et participer activement à la gestion de leur santé tout au long du parcours de soins.

1.3 Présentation du suivi des femmes enceintes

Le suivi médical de la grossesse est très important pour assurer le bien-être de la mère et du bébé. Il s'agit d'une démarche clinique préventive qui vise à surveiller de près le développement du fœtus depuis la conception jusqu'à la naissance.

Pendant ces neuf mois, la femme enceinte doit consulter régulièrement un médecin, faire des échographies et des analyses de sang pour détecter d'éventuelles anomalies ou complications comme l'hypertension artérielle ou le diabète gestationnel.

Un suivi prénatal régulier permet de réduire les risques pour la mère et le bébé. Il offre également un soutien psychologique pour aider la future mère à se préparer à l'accouchement et à la parentalité.

Cependant, certaines femmes enceintes ont du mal à suivre ces recommandations. Elles peuvent habiter loin des centres de santé, manquer de temps ou ne pas avoir les connaissances nécessaires en matière de santé.

Pour obtenir des informations sur leur grossesse, beaucoup de femmes se tournent vers Internet et les réseaux sociaux. Mais ces sources d'information ne sont pas toujours fiables et peuvent induire en erreur. C'est là que les applications mobiles de suivi de grossesse interviennent. Elles fournissent des informations validées par des experts, des conseils pratiques et des rappels pour les rendez-vous médicaux.

Ces applications permettent aux femmes enceintes de prendre activement part à leur suivi médical. Elles peuvent ainsi surveiller leur grossesse et reconnaître les signes de complications. Cela améliore leur expérience de la maternité.

1.4 État de l'art

L'évolution des technologies numériques dans le domaine de la santé a évolué de manière progressive, Au début des années 2000 les informations médicales et prénatales étaient principalement accessibles via les ordinateurs de bureau et les premiers sites web.

Les futures mamans devaient effectuer des recherches manuelles pour obtenir des réponses à leurs questions, Cette période a marqué le début de l'Internet médical mais elle souffrait d'un manque d'ergonomie et ne permettait pas un suivi dynamique adapté à chaque grossesse.

Un tournant important s'est produit à la fin des années 2000 avec l'avènement des premiers smartphones et des magasins d'applications, Cela a marqué le passage d'une informatique statique à une informatique mobile.

Les développeurs et les institutions médicales ont rapidement compris le potentiel de ces terminaux portables, Les premières applications de suivi de grossesse sont nées à cette époque offrant des calculs automatisés de la date d'accouchement.

À partir des années 2010 le marché des applications mobiles de santé appelées mHealth, a connu un grand développement avec de nombreuses plateformes spécialisées.

L'une des premières applications était "BabyCenter Pregnancy Tracker", lancée en août 2010 par BabyCenter, LLC [1], Cette application est devenue très populaire grâce à son mélange d'expertise médicale et de forums où les utilisateurs pouvaient s'entraider.

Ensuite, en février 2012 Philips Digital UK Limited a lancé "Grossesse +" (Pregnancy+) [2], qui est devenue une référence mondiale en intégrant des outils interactifs et des modélisations fœtales en 3D.

La même année en 2012 Ovuline Inc, qui s'appelle maintenant Ovia Health a déployé "Ovia Pregnancy Tracker" [3] , Cette application a marqué un changement en utilisant la science des données pour collecter et analyser les symptômes cliniques de manière prédictive.

Plus récemment en octobre 2015 Flo Health Inc a lancé "Flo" [4], qui était à l'origine destinée à suivre le cycle menstruel, mais a ensuite ajouté un suivi de grossesse aidé par des algorithmes d'intelligence artificielle.

Chacune de ces applications mobiles de santé se distingue par son approche unique, certaines se concentrant sur le suivi clinique et biologique, tandis que d'autres mettent l'accent sur le support communautaire.

Cependant, cela oblige souvent les utilisatrices à utiliser plusieurs applications pour obtenir un suivi complet.

De plus, la majorité de ces solutions ne prennent pas en compte les spécificités contextuelles des systèmes de santé locaux, C'est face à ces limites que se justifie le développement de notre application, qui vise à centraliser et harmoniser ces fonctionnalités essentielles dans une interface unique et épurée.

Le tableau suivant présente une comparaison entre quelques applications existantes et notre solution proposée.

Fonctionnalité	Grossesse+	Ovia Pregnancy	BabyCenter	Notre application
Suivi de grossesse semaine par semaine	✓	✓	✓	✓
Conseils et recommandations	✓	✓	✓	✓
Articles éducatifs	✓	✓	✓	✓
Informations sur le développement du bébé	✓	✓	✓	✓
Notifications et rappels	✓	✓	✗	✓
Interface simple et intuitive	✓	✓	✓	✓
Contenu centralisé dans une seule plateforme	✗	✗	✗	✓

Figure 1.1 : Tableau Comparatif de l'état de l'art

1.4.1 Analyse comparative et valeur ajoutée de la solution proposée

Notre étude comparative montre que le marché des applications mobiles prénatales est rempli de solutions performantes, mais il y a une fragmentation fonctionnelle qui limite souvent l'expérience utilisateur.

Nous avons examiné des plateformes comme Grossesse+, Ovia Pregnancy et BabyCenter et nous avons constaté que chacune de ces solutions se concentre sur un axe spécifique mais en négligeant parfois les autres.

Notre application se distingue en fusionnant ces différentes dimensions au sein d'un écosystème unique et cohérent pour le suivi quotidien.

La première différence importante réside dans la centralisation du contenu, Alors que les applications existantes exigent souvent de naviguer entre plusieurs modules complexes, notre solution propose une interface unifiée qui regroupe les conseils médicaux, les articles éducatifs, le suivi hebdomadaire et les outils interactifs comme le « Kick Counter » et le journal de bord.

Cela réduit considérablement la charge cognitive de la femme enceinte, lui permettant d'accéder à l'essentiel de l'information en un minimum de clics, Contrairement à BabyCenter, qui peut parfois saturer l'utilisatrice avec un volume excessif de notifications communautaires, notre application privilégie des notifications ciblées et des rappels de rendez-vous médicaux essentiels, assurant ainsi un suivi plus serein et moins anxiogène.

Sur le plan technique et ergonomique notre utilisation du framework Flutter nous a permis de concevoir une interface qui surpasse la rigidité de certaines applications plus anciennes. Contrairement aux solutions qui présentent des interfaces parfois encombrées de publicités ou de contenus promotionnels, notre projet mise sur un design minimaliste et intuitif.

Cette simplicité n'est pas seulement esthétique, elle est fonctionnelle : elle garantit que même les utilisatrices ayant une faible maîtrise des outils numériques peuvent bénéficier d'un suivi prénatal de qualité.

En intégrant des outils tels que le journal numérique personnalisé et le suivi de l'âge gestationnel automatisé, nous offrons une précision clinique que l'on retrouve chez Ovia, mais avec une facilité d'utilisation accrue et une navigation plus fluide.

Enfin, notre application se distingue par sa capacité d'adaptation contextuelle, La plupart des applications leaders du marché sont conçues pour des systèmes de santé occidentaux, avec des

recommandations et des infrastructures qui ne correspondent pas toujours à la réalité du terrain notamment dans les zones isolées ou rurales.

Notre solution a été pensée pour combler ce vide en offrant un outil capable de fonctionner de manière autonome, servant de pont entre la patiente et le corps médical.

En centralisant les données de santé, le journal des symptômes et le compte-tours des mouvements fœtaux, l'utilisatrice dispose d'un véritable dossier médical mobile qu'elle peut présenter à son praticien lors des consultations physiques.

En conclusion, notre application n'est pas une simple alternative aux solutions existantes, mais une évolution logique qui vise à rendre le suivi de la grossesse plus accessible, plus rigoureux et plus humain.

1.5 Les objectifs du projet

Le but de ce projet est de répondre aux problèmes actuels dans le suivi prénatal en utilisant la science, la médecine et la technologie.

L'objectif principal est de créer une application mobile robuste et sécurisée pour les femmes enceintes, Cette application doit les accompagner tout au long de leur grossesse depuis le début jusqu'à la fin, Il ne s'agit pas seulement de créer un outil informatique, mais de créer une plateforme d'assistance numérique qui offre un soutien complet.

Cet objectif principal se divise en plusieurs sous-objectifs qui touchent à la diffusion de connaissances scientifiques, à la centralisation des données cliniques et à l'amélioration de l'accès aux soins, Sur le plan informatif et éducatif, le projet vise à rendre les connaissances médicales accessibles à toutes les femmes enceintes.

L'application doit fournir des conseils pratiques, des recommandations nutritionnelles et des articles éducatifs adaptés à chaque étape de la grossesse, L'objectif est de remplacer les sources d'informations non fiables et de réduire les fausses croyances et les paniques injustifiées.

L'application doit être un conseiller de santé personnel, disponible en permanence, qui explique les directives médicales de manière simple et claire, Sur le plan clinique et préventif, l'objectif est de transformer les femmes enceintes en actrices autonomes et conscientes de leur santé.

Pour cela, le projet inclut des outils de surveillance interactive à domicile, tels que le compteur de mouvements fœtaux et le journal numérique des symptômes quotidiens.

L'objectif est de permettre la collecte de données physiologiques en temps réel et de sensibiliser les femmes à l'importance des signaux d'alarme corporels, Cela leur permettra de reconnaître immédiatement les situations critiques et de partager leurs données avec leur médecin.

Enfin, sur le plan organisationnel et psychologique, le projet vise à réduire la charge mentale, le stress et l'anxiété liés à la grossesse.

L'application doit structurer le calendrier prénatal des femmes enceintes en leur envoyant des notifications et des rappels automatisés, Cela leur permettra de ne pas oublier les dates importantes, comme les consultations et les examens échographiques.

L'objectif ultime est d'améliorer les indicateurs de santé maternelle et néonatale en utilisant les technologies mobiles modernes.

1.6 Solution proposée

Pour résoudre efficacement les problèmes majeurs liés à l'accès à l'information et à la désorganisation des données médicales prénatales, notre projet propose une solution technologique innovante sous la forme d'une application mobile native.

L'idée principale de cette solution est de décentraliser les soins et d'autonomiser les patients, En permettant aux femmes enceintes de suivre leur grossesse à domicile, notre application réduit considérablement la nécessité de déplacements fréquents vers les hôpitaux, ce qui est particulièrement utile pour celles qui vivent dans des zones isolées ou ont des limitations de mobilité.

Notre application est conçue pour être simple et conviviale, Elle permet de structurer et de centraliser les données médicales, ce qui était auparavant dispersé sur des carnets de santé papier. La solution offre une visibilité totale sur l'évolution de la grossesse semaine par semaine, Les fonctionnalités clés, telles que le journal de bord numérique, permettent aux utilisatrices de consigner quotidiennement leurs symptômes, leur poids, ou leurs observations personnelles créant ainsi un historique de santé dynamique et facilement mis à jour.

Sur le plan technique, notre solution utilise des technologies de pointe pour garantir des performances optimales et une sécurité des données irréprochable.

Nous utilisons le framework Flutter de Google pour offrir une expérience utilisateur fluide et rapide, et nous avons choisi une architecture Cloud combinant Firebase et Supabase pour assurer une gestion robuste de l'authentification et du stockage des données.

La sécurité des données est un élément central de notre solution, car elle garantit la confidentialité absolue des informations médicales personnelles des utilisatrices, Le système inclut également un module de notifications push autonomes, qui agit comme un assistant personnel virtuel pour veiller au respect du calendrier médical prénatal.

En conclusion, notre solution est une réponse numérique moderne et pratique aux défis contemporains de la santé maternelle, En fusionnant l'éducation sanitaire, la surveillance physiologique autonome et la gestion logistique des rendez-vous au sein d'une unique plateforme mobile, notre application contribue à rapprocher les services de santé des populations les plus vulnérables.

Elle incarne une avancée significative dans la manière de concevoir l'accompagnement médical personnalisé à l'ère du numérique, offrant un modèle reproductible et évolutif capable de s'adapter aux futures innovations technologiques et aux besoins changeants du secteur médical.

1.7 Conclusion

En résumé, ce premier chapitre a mis en évidence l'importance cruciale d'un accompagnement attentif de la femme enceinte pendant la période prénatale.

Les défis actuels, tels que l'éloignement des structures sanitaires et la propagation d'informations médicales erronées, montrent qu'il est urgent de créer des outils d'intervention modernes.

Les technologies numériques, en particulier les applications mobiles spécialisées, sont désormais des moyens incontournables pour diffuser des informations médicales fiables, structurer les données cliniques et améliorer l'expérience de la maternité.

Les recherches menées dans ce chapitre ont également validé scientifiquement et techniquement la pertinence de notre application mobile d'accompagnement prenatal. En définissant clairement les objectifs du projet et en détaillant l'architecture globale de la solution proposée, nous avons posé les bases théoriques nécessaires à la concrétisation de ce travail.

Nous avons bien compris les besoins spécifiques de notre population cible, ce qui justifie les choix technologiques et fonctionnels qui guideront les prochaines étapes du projet.

Maintenant que ce premier jalon informatif est établi, nous pouvons passer d'une vision conceptuelle générale à une démarche d'ingénierie formelle. Le chapitre suivant sera consacré à l'analyse approfondie des besoins et à la conception architecturale détaillée du système.

Chapiter 02 :

Analyse et conception

2.1 Introduction

Dans tout projet d'ingénierie biomédicale et informatique, il y a une étape très importante qui est la phase d'analyse et de conception logicielle.

Cette étape est comme un pont entre ce que les utilisateurs veulent et comment cela sera techniquement fait, Après avoir parlé du contexte médical de la grossesse et regardé les solutions technologiques qui existent, il est maintenant temps de transformer ces informations en spécifications techniques précises.

L'objectif de ce chapitre est de structurer scientifiquement l'architecture de notre application mobile, Nous voulons définir comment le système va interagir avec ses différents utilisateurs pour offrir un service fluide, sécurisé et adapté aux besoins médicaux du suivi prénatal.

Pour faire cette modélisation complexe, nous allons utiliser une méthode d'ingénierie logicielle standard, Nous nous appuierons sur les concepts de l'approche orientée objet et sur les diagrammes de la Unified Modeling Language (UML).

Cette méthode nous aidera à décomposer le système en parties fonctionnelles plus faciles à Comprendre, Cela nous permettra d'éviter les erreurs de logique lors de la phase de codage, Nous allons mettre l'accent sur la capture précise des exigences. Nous veillerons à ce que chaque fonctionnalité corresponde à un défi réel pour la femme enceinte ou pour l'administrateur du système.

Ce chapitre sera divisé en plusieurs parties méthodologiques. Premièrement, nous analyserons en détail les besoins, Nous identifierons les acteurs du système et diviserons les exigences en spécifications fonctionnelles et non fonctionnelles, Ces dernières sont cruciales pour assurer la sécurité et la confidentialité des données médicales.

Ensuite, nous représenterons ces interactions avec un diagramme de cas d'utilisation, Nous ajouterons des descriptions textuelles détaillées de chaque scénario.

Finalement, nous présenterons la dimension statique et dynamique du système, Nous montrerons le diagramme de classes et l'architecture globale en couches, Cela posera les bases techniques nécessaires avant de commencer la phase de réalisation pratique.

2.2 Analyse des besoins

Notre application mobile d'accompagnement prénatal commence par l'analyse des besoins, Cela signifie que nous traduisons les attentes des utilisatrices et les besoins cliniques en spécifications logicielles concrètes.

Nous ne nous contentons pas de lister les fonctionnalités que nous voulons, mais nous étudions de manière approfondie les défis auxquels les femmes enceintes sont confrontées au quotidien. Cela inclut notamment l'accès à l'information médicale et la gestion de leurs données de santé.

En comprenant bien comment les utilisatrices interagiront avec l'application, nous pouvons concevoir un système qui soit non seulement techniquement viable, mais qui apporte une véritable valeur ajoutée pour la prévention médicale et le confort d'utilisation.

Nous voulons éviter de créer des outils trop complexes qui ne répondent pas aux besoins réels des utilisatrices, Dans notre projet cette analyse approfondie nous a montré qu'il est nécessaire de diviser les besoins en deux catégories : les exigences fonctionnelles et les exigences non fonctionnelles.

Les besoins fonctionnels décrivent ce que l'application doit faire pour répondre aux demandes des utilisatrices comme calculer l'âge gestationnel, suivre les mouvements fœtaux et archiver les symptômes.

Nous devons veiller à ce que les données circulent bien dans l'application et que les fonctionnalités de base soient accessibles facilement, pour que les futures mères ne soient pas trop fatiguées et restent engagées à long terme.

Les exigences non fonctionnelles sont tout aussi importantes pour le succès de notre application médicale et biomédicale, Elles définissent les qualités et les contraintes opérationnelles du système, comme la sécurité des données personnelles, la rapidité de traitement des requêtes et la réactivité de l'interface utilisateur.

Dans le domaine de la santé numérique, la confidentialité et la robustesse de l'application sont essentielles pour instaurer la confiance avec les utilisatrices, Une analyse des besoins rigoureuse et exhaustive nous permet de définir un cadre d'ingénierie formel, qui garantit que notre architecture logicielle répond aux standards d'excellence académique et professionnelle.

2.2.1 Schéma conceptuel de l'analyse des besoins

Pour avoir une vue d'ensemble claire et structurée des exigences du système, il est essentiel de créer un schéma conceptuel qui modélise le processus d'analyse des besoins.

Ce schéma fonctionnel est comme une carte technique qui montre comment les attentes des utilisatrices, la femme enceinte et l'administrateur, se transforment en réponses logicielles concrètes que le système doit fournir.

L'analyse des besoins ne consiste pas juste à lister des fonctionnalités isolées, mais à comprendre comment chaque exigence utilisateur entraîne une série de processus informatiques spécifiques.

Ces processus doivent respecter des contraintes strictes en matière de sécurité, de performance et d'ergonomie.

Le schéma conceptuel présente le flux de données dans les deux sens et les responsabilités de chaque acteur dans l'application, La femme enceinte interagit avec le système en saisissant des informations, comme des symptômes ou des mouvements fœtaux, ce qui active les modules de traitement de l'application.

L'administrateur système, quant à lui, gère la plateforme en ajoutant des articles médicaux à la base de données Firebase et en administrant les comptes utilisateurs, Le schéma montre comment ces interactions sont coordonnées et sécurisées grâce aux exigences non fonctionnelles.

Cela garantit que l'accès aux données cliniques soit fluide, confidentiel et toujours disponible. Cela pose les bases graphiques nécessaires pour créer le diagramme de cas d'utilisation (UML).

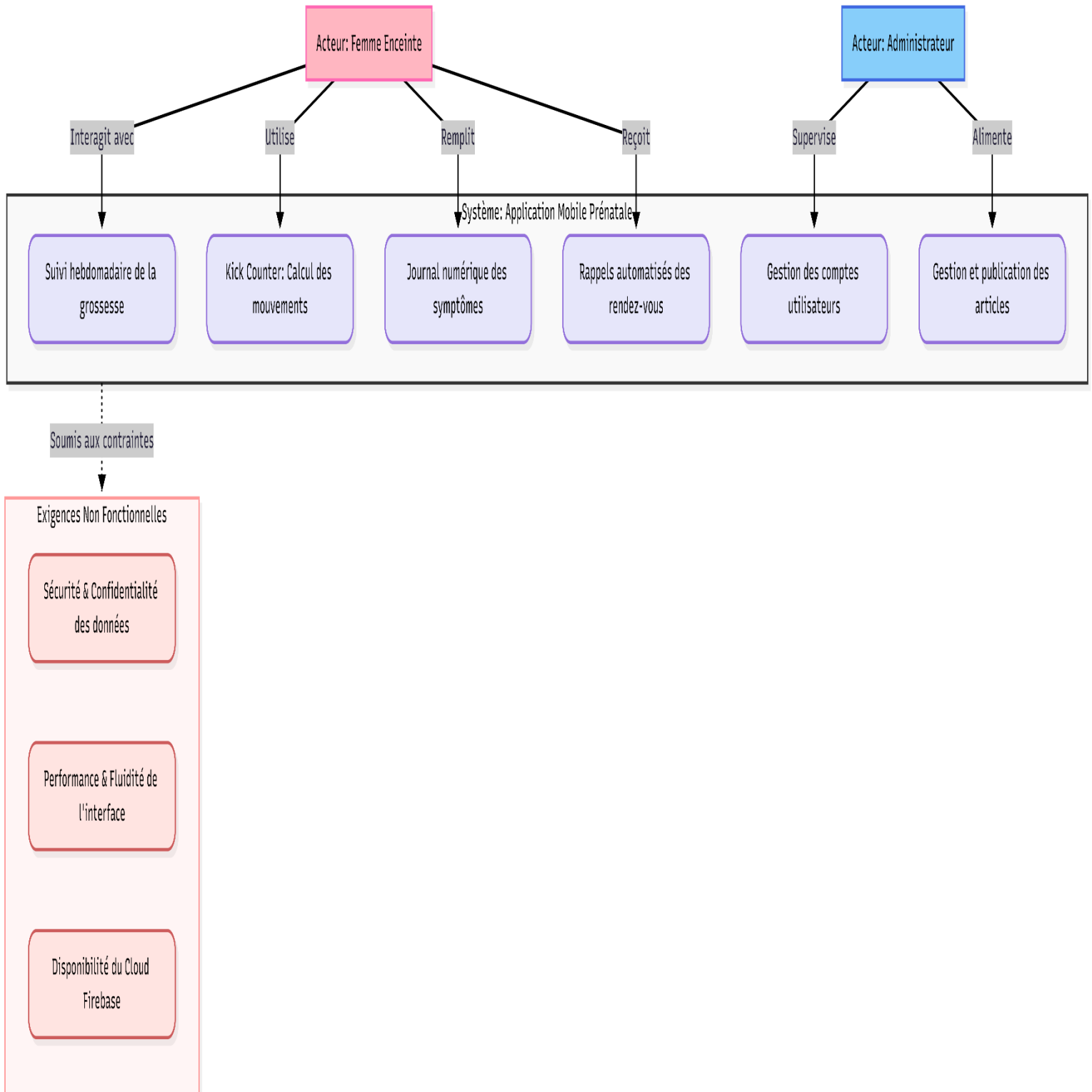


Figure 2.1: Schéma conceptuel de l'analyse des besoins

2.3 Identification des acteurs

L'identification des acteurs est une étape très importante dans la modélisation UML, Elle nous permet de définir avec précision toutes les entités externes, humaines ou matérielles, qui interagissent directement ou indirectement avec notre application mobile prénatale.

Dans le cadre d'un système d'ingénierie biomédicale numérique, il est essentiel de délimiter clairement les rôles et les responsabilités de chaque acteur pour garantir la sécurité des flux d'informations et structurer les droits d'accès aux fonctionnalités de la plateforme.

Un acteur ne représente pas toujours une personne physique unique, mais plutôt un rôle logique bien défini que l'utilisateur adopte lorsqu'il utilise l'application.

Pour notre application, nous avons identifié deux acteurs principaux : la femme enceinte et l'administrateur système, Ces deux acteurs opèrent dans des environnements fonctionnels distincts mais complémentaires.

La femme enceinte est l'utilisateur final et le cœur cible de notre solution biomédicale, Son rôle est centré sur l'utilisation des fonctionnalités applicatives prénatales pour son suivi personnel, la prévention sanitaire et l'éducation médicale, Elle interagit de manière intensive avec l'interface de l'application pour introduire des données physiologiques quotidiennes, telles que son poids, son humeur et la fréquence des mouvements fœtaux, et consulter des ressources scientifiques personnalisées.

La femme enceinte a des droits exclusifs sur la modification de son profil personnel et sur l'alimentation de son journal de bord numérique, mais elle n'a aucun droit d'accès aux configurations techniques de l'application ou aux données cliniques des autres utilisatrices.

L'administrateur système est indispensable à la pérennité, à la modération et à la maintenance opérationnelle de la plateforme, Ce rôle est purement technique et de supervision, et il possède les privilèges les plus élevés au sein de l'architecture Cloud du projet.

L'administrateur système supervise les comptes des utilisatrices, gère les mécanismes d'authentification Firebase et intervient en cas de dysfonctionnement technique des serveurs, Il est également responsable de la validation, de la publication et de la mise à jour des articles et conseils médicaux qui alimentent l'application.

En séparant le rôle clinique de l'utilisatrice finale du rôle de contrôle de l'administrateur système, nous garantissons une architecture logicielle sécurisée, structurée et conforme aux exigences académiques de la conception orientée objet.

2.3.1 Analyse textuelle et hiérarchisation des rôles

Avant de représenter graphiquement les entités liées à notre système, il est essentiel de procéder à une analyse textuelle détaillée.

Cette analyse permet d'identifier et de classer les acteurs en fonction de leurs privilèges opérationnels. Dans le domaine de l'ingénierie des systèmes d'information médicaux, il est crucial de distinguer les utilisateurs finaux des administrateurs.

Cette distinction est nécessaire non seulement pour des raisons ergonomiques, mais aussi pour garantir la sécurité logicielle. Chaque catégorie d'acteur a un périmètre d'action défini par des droits d'accès spécifiques aux ressources de la base de données Firebase.

Cette organisation garantit que les flux de données cliniques soient protégés contre toute manipulation incorrecte ou accès non autorisé. Elle permet également d'offrir une expérience utilisateur fluide et adaptée aux compétences techniques de chaque profil.

Pour illustrer clairement cette répartition des responsabilités au sein de notre écosystème mobile, nous avons créé un diagramme d'identification des acteurs. Ce schéma met en évidence la dualité du système.

D'un côté, il y a la sphère de l'utilisatrice finale, la femme enceinte, qui utilise les modules de suivi prénatal et de surveillance physiologique.

De l'autre côté, il y a la sphère de contrôle, l'administrateur, qui assure la modération éditoriale et la maintenance technique de l'infrastructure Cloud.

Cette cartographie visuelle permet de valider la séparation des tâches et de poser les bases conceptuelles nécessaires avant d'aborder la modélisation formelle des cas d'utilisation UML comme le montre la figure ci-dessous.

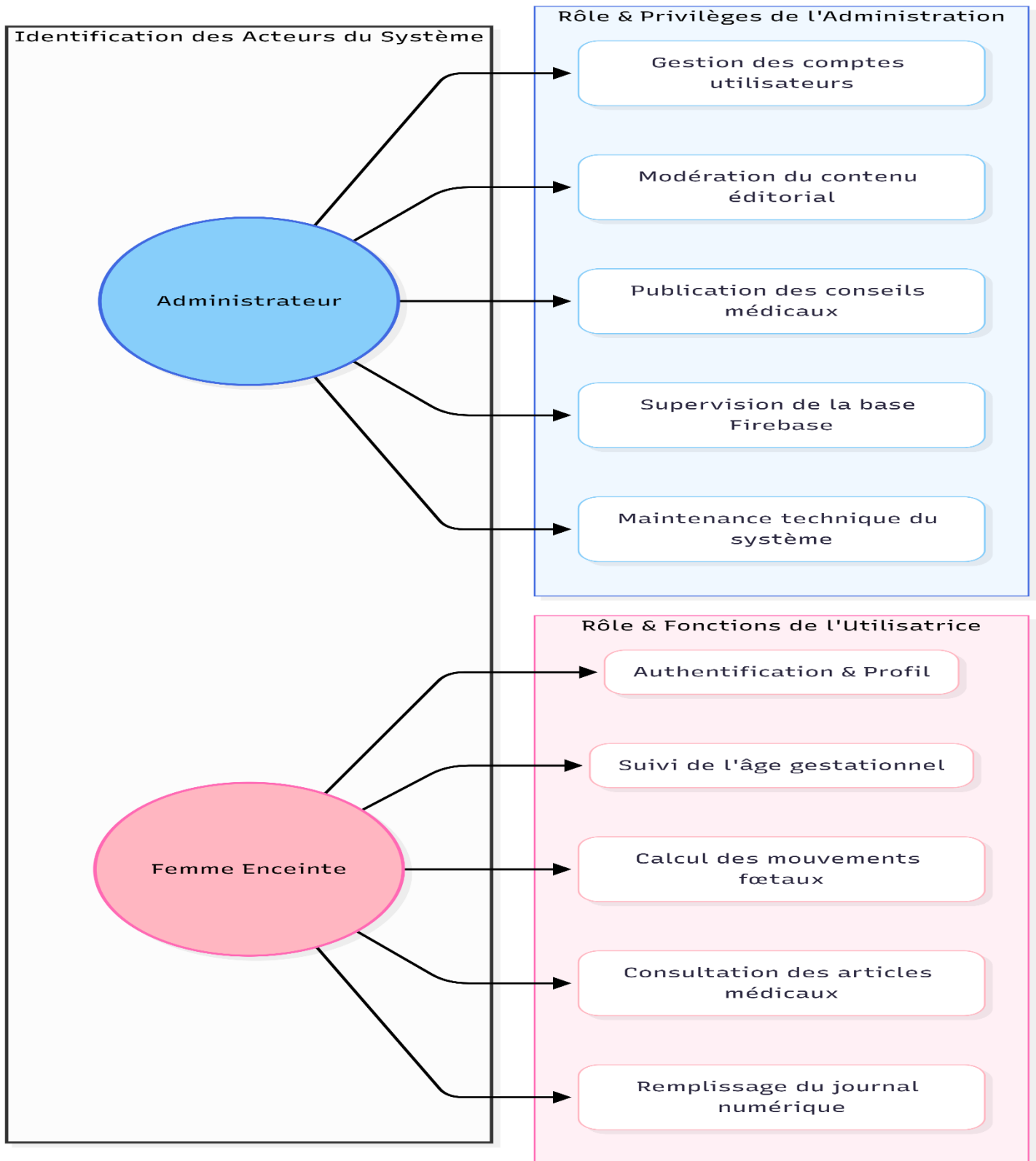


Figure 2.2: Schéma conceptuel de Identification des acteurs

2.4 Besoins fonctionnels

Exigences fonctionnelles liées au rôle de l'utilisatrice (la femme enceinte) Les besoins fonctionnels décrivent explicitement les comportements attendus du système et les fonctionnalités spécifiques que l'application mobile doit exécuter pour répondre aux demandes directes de la femme enceinte.

Dans le cadre de notre solution biomédicale, les besoins fonctionnels liés au rôle de la femme enceinte sont structurés pour offrir un accompagnement prénatal complet, interactif et personnalisé.

La femme enceinte a besoin d'un module d'authentification et de gestion du profil, qui lui permet de s'inscrire de manière sécurisée et d'introduire ses données initiales, telles que la date des dernières règles ou la date présumée de l'accouchement.

Le système active alors automatiquement le moteur de calcul gestationnel pour afficher un suivi hebdomadaire dynamique, permettant à la femme enceinte de visualiser l'évolution de son fœtus à travers des descriptions textuelles et des illustrations graphiques.

La femme enceinte peut ainsi suivre l'évolution de son fœtus, Outre le suivi chronologique, les besoins fonctionnels englobent des outils de surveillance physiologique autonome à domicile, conçus pour responsabiliser la femme enceinte et renforcer la prévention médicale.

La femme enceinte peut enregistrer de manière interactive l'activité motrice de son enfant sur des plages horaires définies, grâce au module "compte-tours des mouvements fœtaux", Le système se charge de stocker ces sessions pour générer des statistiques quotidiennes, La femme enceinte peut également consigner ses symptômes physiques, ses variations de poids et son état d'esprit général dans un journal de bord numérique.

La femme enceinte a également accès à un système de consultation d'articles médicaux validés, organisés par thématiques, et à un module logistique de gestion des rendez-vous qui déclenche des notifications automatiques pour rappeler les dates des consultations cliniques et des échographies obligatoires.

Exigences fonctionnelles liées au rôle de l'administration (l'administrateur) Pour garantir la pérennité, la sécurité et la pertinence scientifique de la plateforme, le système intègre un ensemble de besoins fonctionnels exclusivement dédiés au rôle de l'administrateur.

L'administrateur n'interagit pas avec les modules cliniques de suivi personnel, mais il possède les privilèges nécessaires pour superviser et réguler l'ensemble de l'écosystème applicatif via une interface de gestion centralisée.

Le premier besoin fonctionnel de ce rôle concerne la gestion des comptes utilisateurs, ce qui inclut la capacité de valider les inscriptions, de suspendre des profils en cas de non-respect des conditions d'utilisation, et de surveiller les statistiques globales de fréquentation de l'application pour optimiser les ressources des serveurs Cloud.

L'administrateur est également responsable de la gestion et de la modération du contenu éditorial et médical diffusé sur l'application, L'administrateur est le seul acteur habilité à créer, modifier, catégoriser et publier de nouveaux articles éducatifs, des conseils nutritionnels et des alertes sanitaires prénatales.

Enfin, l'administrateur gère l'infrastructure technique en arrière-plan, ce qui comprend la supervision des bases de données, la configuration des paramètres de notification push globale, et la maintenance des liaisons de stockage, assurant ainsi la cohérence fonctionnelle globale du système.

2.5 Exigences non fonctionnelles

Spécifications de sécurité, de confidentialité et de performance technique Les exigences non fonctionnelles concernent les contraintes de qualité, de performance et d'environnement opérationnel que le système doit respecter pour garantir une exploitation robuste, fiable et conforme aux normes de l'ingénierie logicielle médicale.

Contrairement aux besoins fonctionnels qui définissent ce que l'application fait, les exigences non fonctionnelles déterminent comment elle le fait, Dans le domaine de la santé numérique, la sécurité et la confidentialité des données cliniques sont cruciales.

Le système doit mettre en œuvre des protocoles de chiffrement avancés pour protéger les données lors de leur transfert et de leur stockage sur Firebase, Cela garantit que les informations médicales de la femme enceinte, telles que le journal des symptômes, le profil et l'historique médical, restent confidentielles et inaccessibles à des tiers non autorisés.

Cela répond aux normes éthiques et juridiques de la déontologie biomédicale, En plus de la sécurité, la performance et la fluidité de l'interface utilisateur sont des contraintes importantes.

L'application doit garantir des temps de réponse rapides et un taux de rafraîchissement optimal, même sur des smartphones de milieu de gamme, Le chargement des articles médicaux et la synchronisation des données doivent être rapides.

Spécifications de disponibilité, de fiabilité et d'ergonomie applicative La disponibilité et la fiabilité du système sont essentielles pour une application liée à la surveillance de la santé humaine, La plateforme doit avoir un taux de disponibilité proche de 100%, permettant à l'utilisatrice d'accéder à ses données médicales à tout moment.

Le système doit également être tolérant aux pannes et capable de fonctionner en mode local en cas de perte de connexion Internet.

Enfin, l'ergonomie, la portabilité et la maintenabilité sont importantes, L'interface graphique doit être intuitive, inclusive et adaptée à des utilisatrices ayant des niveaux de culture numérique variés.

L'application doit être capable de s'adapter à différentes tailles d'écrans et résolutions de smartphones, Le code source doit être structuré de manière modulaire pour assurer une excellente maintenabilité.

2.6 Diagramme de cas d'utilisation

2.6.1 Fondements théoriques et formalisation des interactions

Le diagramme de cas d'utilisation est très important pour la modélisation fonctionnelle avec le langage UML, Il aide à organiser et à formaliser les interactions entre les acteurs et le système applicative, Dans le domaine de l'ingénierie logicielle pour la santé biomédicale, ce diagramme permet de définir clairement les fonctionnalités du projet, Il montre qui fait quoi dans l'application, sans entrer dans les détails techniques.

C'est un outil essentiel pour communiquer et valider que le système répond aux besoins exprimés, L'intérêt de cette modélisation est qu'elle permet de classer et de hiérarchiser les fonctionnalités selon les privilèges d'accès de chaque acteur.

Pour notre application mobile prénatale, le diagramme présente deux parties distinctes mais liées Pour la femme enceinte les cas d'utilisation incluent des processus cliniques et personnels, comme l'authentification sécurisée, le suivi de la grossesse, l'utilisation du compteur de mouvements fœtaux, et la mise à jour du journal des symptômes.

Pour l'administrateur, les cas d'utilisation comprennent des privilèges de supervision technique et éditoriale pour réguler l'écosystème Cloud et valider les articles médicaux, La représentation claire de ces cas d'utilisation, avec les relations d'inclusion et d'extension, garantit la robustesse du logiciel avant de commencer la programmation.

2.6.2 Description textuelle des scénarios et cinématique des cas clés

Pour bien comprendre comment fonctionne le système, il est essentiel de décrire par écrit les cas d'utilisation les plus importants, Cela aide à répondre aux exigences de la documentation académique de manière rigoureuse.

Deux cas d'utilisation principaux seront étudiés : l'interaction avec le module « Kick Counter » pour compter les mouvements du bébé et la publication d'articles médicaux par un administrateur.

Cas 1 : Utilisation du module « Kick Counter » Lorsqu'une femme enceinte utilise l'application mobile développée sous Flutter, elle peut accéder à l'interface du « Kick Counter », Dès qu'elle ouvre cette interface, le système affiche un tableau de bord simple avec l'historique des sessions précédentes et un bouton pour commencer une nouvelle session.

Quand elle clique sur ce bouton, un chronomètre se déclenche et incrémente le compteur à chaque fois qu'elle signale un mouvement du bébé.

Une fois la session terminée, les données sont envoyées automatiquement à Firebase Firestore, Le système confirme l'envoi des données avec un message de succès et met à jour les graphiques pour un suivi médical optimal.

Cas 2 : Publication d'articles médicaux Lorsqu'un administrateur se connecte au système, il accède à une console de gestion, Le système lui propose un espace pour gérer les publications : il peut voir les articles actifs ou créer un nouveau contenu, Pour publier un article, l'administrateur remplit les informations nécessaires (titre, contenu et catégorie) et soumet le formulaire.

Le système vérifie que toutes les informations sont complètes et stocke les données dans le cloud Firebase. Aussitôt, une notification est envoyée aux smartphones de toutes les utilisatrices connectées pour les informer d'un nouveau contenu éducatif validé, Cela renforce la cohérence et l'interactivité du système.

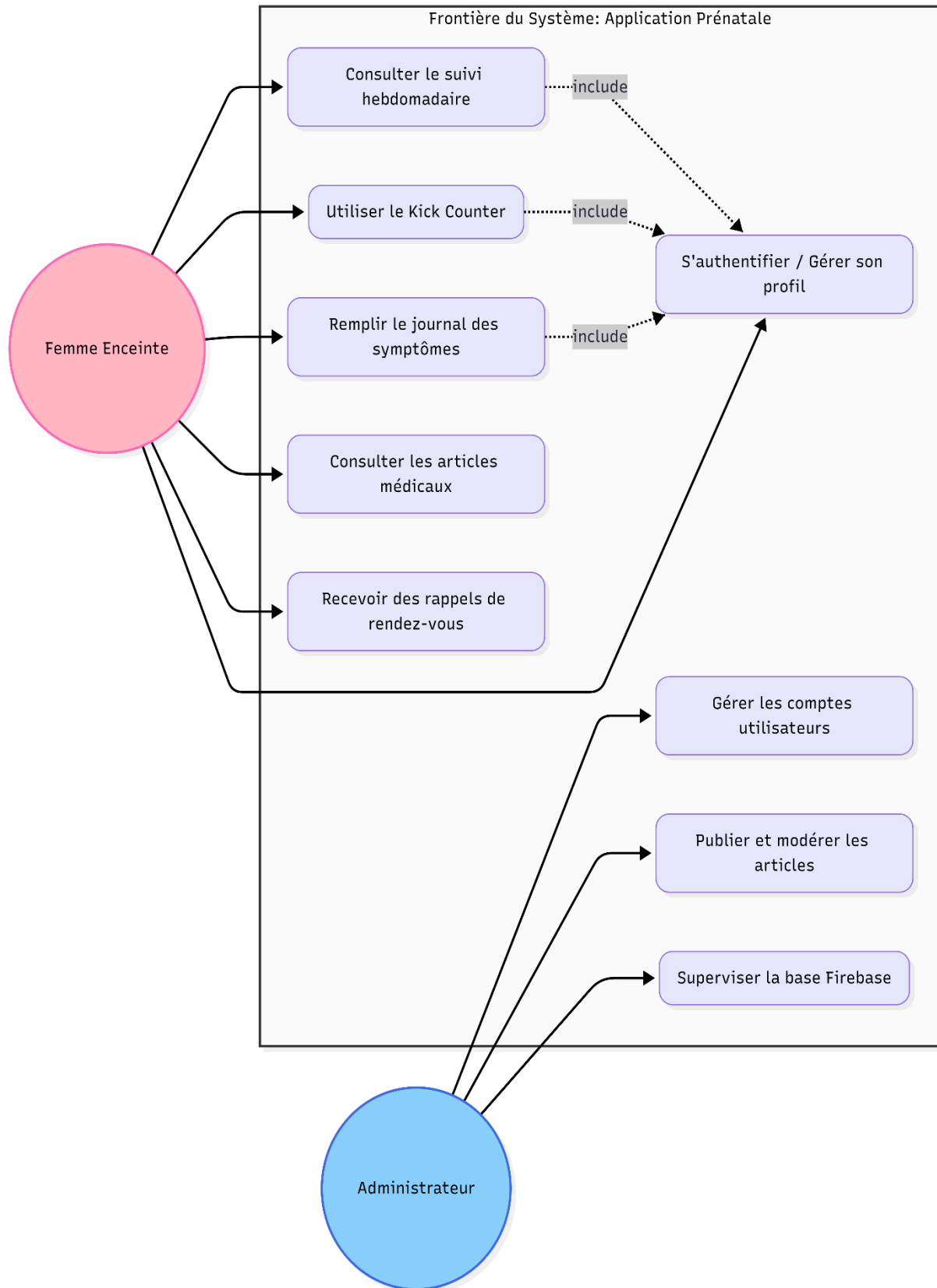


Figure 2.3: Diagramme de cas d'utilisation

2.7 Architecture du système

2.7.1 Fondements théoriques et organisation globale en couches

L'architecture du système est la structure qui garantit que tous les composants logiciels du projet fonctionnent bien ensemble, Elle définit comment les données sont acheminées, traitées et sécurisées entre l'interface utilisateur et les serveurs cloud.

Pour ce projet, nous avons choisi une architecture en couches, qui sépare l'interface de présentation, la logique métier et la couche de stockage, Cette séparation est importante car elle permet de maintenir, de tester et de mettre à jour chaque couche de manière indépendante.

La première couche, la couche de présentation, est développée avec Flutter et est responsable des interfaces graphiques interactives.

La deuxième couche, la couche logique ou métier, orchestre les règles de gestion et les calculs biomédicaux complexes.

La troisième couche, la couche de données, utilise l'infrastructure cloud de Firebase pour le stockage en temps réel et la persistance des informations de santé.

2.7.2 Flux dynamiques et rôles opérationnels des acteurs à travers l'architecture

L'architecture logicielle en couches permet de segmenter, sécuriser et fluidifier les actions de chaque acteur du système, Lorsqu'une femme enceinte utilise l'application mobile pour enregistrer un symptôme, l'action est captée par la couche de présentation, qui transforme l'interaction en une requête logicielle standardisée.

La couche métier valide les données saisies et applique les filtres de sécurité nécessaires avant d'envoyer l'information à la couche de données, qui met à jour le dossier prénatal numérique en temps réel.

L'architecture en couches offre également à l'administrateur du système un canal de contrôle et de supervision sécurisé et isolé de la sphère des utilisatrices finales, Lorsque l'administrateur se connecte à sa console de gestion, ses requêtes passent par un module d'authentification strict situé dans la couche métier.

Une fois l'accès validé, les modifications éditoriales sont injectées dans la couche de données, et la couche de présentation répercute ces mises à jour sur les smartphones de toutes les femmes enceintes connectées. Cette séparation garantit la sécurité et l'intégrité scientifique des informations médicales diffusées.

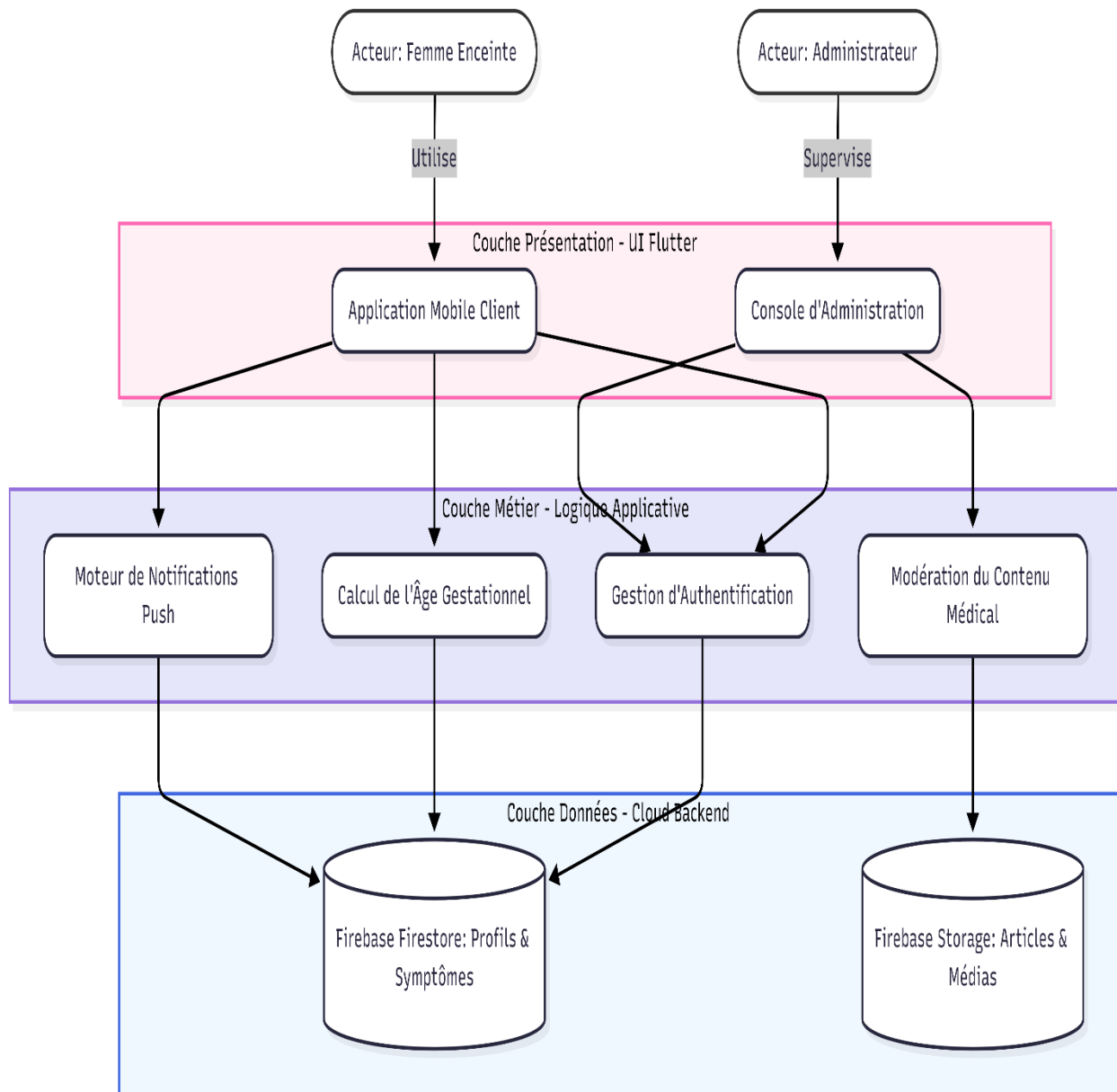


Figure 2.4 : Architecture du système

2.8 Diagramme de classes

2.8.1 Fondements théoriques et modélisation statique du système

Le diagramme de classes est le fondement principal de la modélisation statique et orientée objet dans le langage UML. Il permet de décrire la structure interne du système en listant les entités conceptuelles, leurs caractéristiques, leurs actions et les relations qui les lient.

Dans le développement de notre application mobile prénatale, ce diagramme est utilisé comme plan d'ingénierie pour la transition vers la programmation sous Flutter et la structuration des données au niveau du backend Firebase. Il permet de définir de manière permanente l'architecture des données, garantissant ainsi l'intégrité, la modularité et la cohérence des informations médicales.

L'analyse de ce diagramme montre comment les concepts métiers sont traduits en classes logicielles bien définies. Chaque classe représente un composant du monde réel ou une entité logique du système. Les caractéristiques de l'entité sont définies par les attributs, tandis que les actions sont spécifiées par les méthodes.

La définition rigoureuse des relations et des associations permet d'établir des règles de gestion strictes. Par exemple cela garantit que le journal de bord d'une femme enceinte est lié exclusivement à elle, structurant ainsi les flux d'informations prénatales.

2.8.2 Spécification des entités et droits d'accès des acteurs

Le diagramme de classes illustre clairement la séparation des rôles et des privilèges entre la femme enceinte et l'administrateur du système. La classe centrale est l'entité « FemmeEnceinte », qui contient les attributs spécifiques au suivi clinique personnel.

Cette classe est liée à d'autres entités comme « JournalSymptomes », « SessionKickCounter » et « RendezVous ». Cela garantit que la femme enceinte dispose d'un espace de données personnel et sécurisé, où elle peut créer et modifier ses propres enregistrements quotidiens, préservant ainsi la confidentialité de ses données de santé.

L'administrateur système est représenté par une entité distincte nommée « Administrateur », dotée d'attributs de sécurité et de rôles de gouvernance spécifiques. Cette classe n'intervient pas dans les collections de données physiologiques des utilisatrices, ce qui garantit l'isolation des

données personnelles.

En revanche, la classe « Administrateur » est liée à l'entité « ArticleMedical », ce qui lui permet de créer, modifier, modérer et publier des contenus éducatifs et scientifiques sur la plateforme. Ainsi, cette modélisation statique exhaustive valide la robustesse de notre conception orientée objet en assurant un cloisonnement étanche des accès et une cohérence parfaite au sein de la base de données.

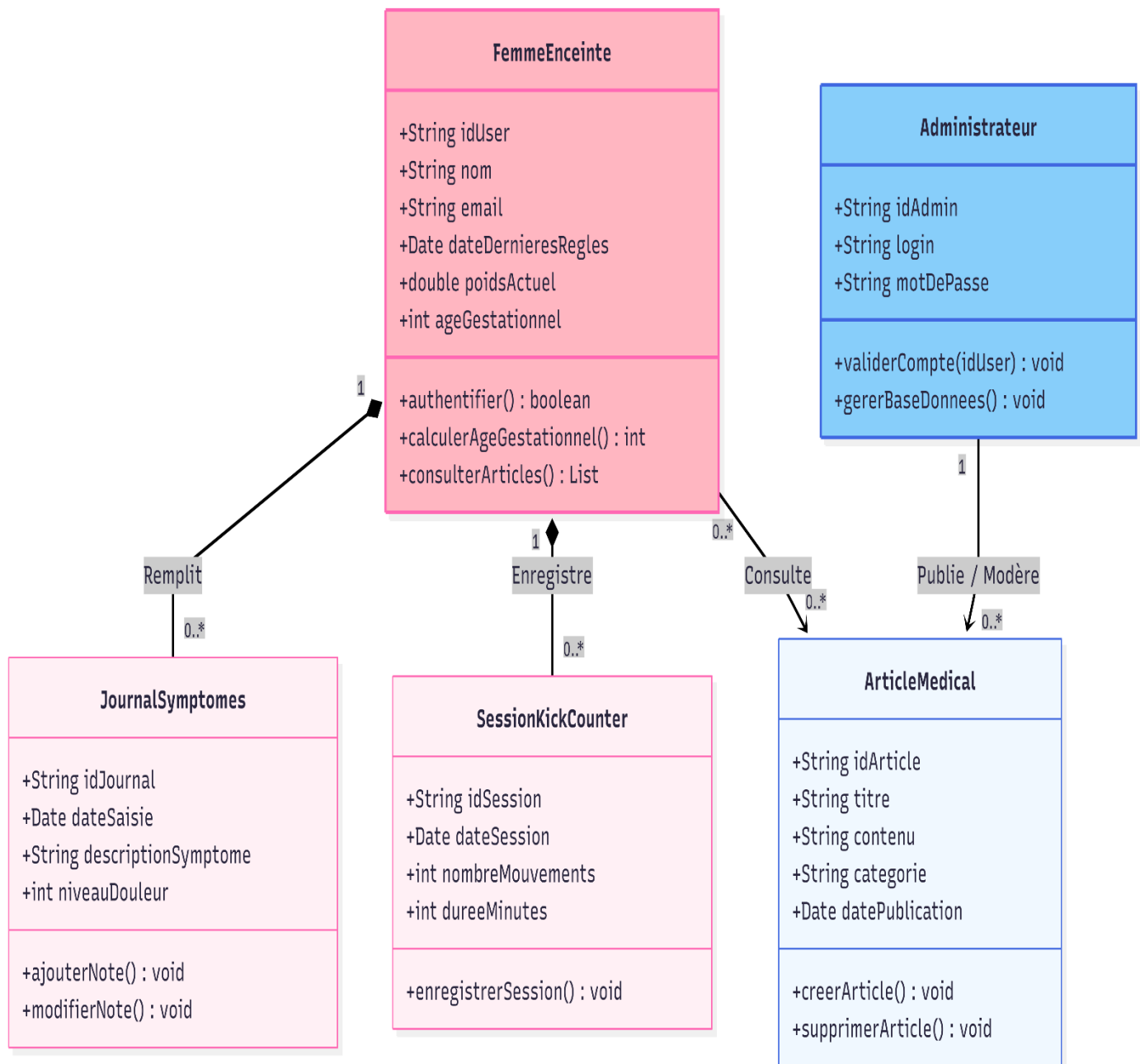


Figure 2.5: Diagramme de classes

2.9 Conclusion

Pour conclure ce deuxième chapitre sur l'analyse et la conception, nous devons souligner que notre travail de modélisation a bien structuré les fondements architecturaux de notre application mobile prénatale.

En utilisant le langage UML, nous avons traduit les besoins cliniques et ergonomiques en spécifications techniques détaillées, Nous avons identifié clairement les acteurs, formalisé les exigences fonctionnelles et non fonctionnelles, et élaboré le diagramme de cas d'utilisation.

Cela nous a permis de délimiter avec précision les périmètres opérationnels de la femme enceinte et de l'administrateur, garantissant ainsi un système adapté au suivi médical à domicile, Nous avons également introduit les diagrammes structurels, comme le diagramme de classes et l'architecture en couches, pour créer une infrastructure logicielle stable, modulaire et sécurisée.

Cela est très important, car cela assure une transition fluide vers les phases de développement technique, tout en minimisant les risques d'erreurs logiques ou de failles de sécurité lors de la gestion des données médicales sur le cloud Firebase.

Maintenant que les plans de notre système sont solidement établis et validés, nous sommes prêts pour le chapitre suivant, Le troisième chapitre sera consacré à la réalisation pratique, à la présentation de l'environnement de développement sous Flutter et à l'implémentation concrète des interfaces graphiques de l'application.

Chapitre 3 :

Réalisation et Implémentation

3.1 Introduction

Dans ce troisième chapitre « Réalisation et implémentation » nous passons à l'étape pratique de notre projet d'ingénierie biomédicale numérique, Après avoir présenté le contexte médical de la grossesse dans le premier chapitre et défini l'architecture logicielle et les spécifications fonctionnelles dans le deuxième chapitre, nous allons maintenant créer notre application mobile d'accompagnement prénatal.

L'objectif de cette section est de décrire en détail comment nous avons développé l'application, configuré l'infrastructure technologique et créé les interfaces graphiques qui composeront la solution finale pour les futures mères et l'administrateur.

Pour réussir à transformer notre modèle conceptuel en un produit logiciel opérationnel, nous expliquerons les choix technologiques que nous avons faits, Développer une application de santé mobile nécessite non seulement de bonnes performances et une fluidité visuelle, mais aussi une gestion robuste et sécurisée des données cliniques en arrière-plan.

Nous présenterons d'abord notre environnement de développement, en détaillant les frameworks, langages, environnements de développement intégrés (IDE) et services cloud que nous avons utilisés pour structurer notre code.

Ensuite, nous montrerons des captures d'écran des interfaces réelles de l'application pour illustrer notre démarche d'ingénierie.

3.2 Environnement de Développement

3.2.1 Flutter

Le choix du framework de développement est très important pour la réussite technique et l'acceptabilité ergonomique de notre application mobile prénatale.

Nous avons choisi Flutter, un kit de développement logiciel créé par Google, La particularité de Flutter est qu'il permet de concevoir une application pour iOS et Android à partir d'une base de code unique.

Cela représente un avantage majeur dans le domaine de l'ingénierie biomédicale, car cela réduit le temps de développement et les coûts de maintenance, tout en garantissant que toutes les utilisatrices bénéficient de la même qualité de suivi et des mêmes fonctionnalités, Sur le plan technique, Flutter se distingue des autres frameworks par son moteur de rendu graphique autonome.

Contrairement aux solutions basées sur des ponts JavaScript, Flutter dessine chaque pixel directement sur l'écran de l'appareil, Cela garantit des performances graphiques exceptionnelles, avec un taux de rafraîchissement constant, ce qui est indispensable pour offrir une navigation fluide à la femme enceinte.

De plus, Flutter utilise un système d'architecture basé sur des composants réutilisables appelés « Widgets », ce qui facilite la création d'interfaces utilisateur personnalisées et adaptées aux exigences de notre population cible.

Flutter permet ainsi de concevoir des interfaces utilisateur minimalistes et accessibles, Nous avons donc choisi Flutter pour notre application mobile prénatale.

3.2.2 Dart

Le choix de Flutter est étroitement lié à notre utilisation de Dart pour l'implémentation algorithmique de notre application.

Dart est un langage de programmation orienté objet développé par Google, conçu pour créer des applications client rapides, Dart combine la puissance des langages fortement typés avec la flexibilité des langages modernes, offrant ainsi un cadre de codage sécurisé et structuré, essentiel pour manipuler des variables de santé prénatales.

Dart peut être compilé de deux manières différentes, selon la phase du projet, Durant la phase de développement, Dart utilise la compilation “Just-In-Time” qui permet la fonctionnalité de “Hot Reload”.

Cela signifie que nous pouvons modifier le code source et voir les changements sur l'émulateur sans perdre l'état de l'application, ce qui a accéléré la conception et le test de nos modules interactifs, Pour la phase de production et de déploiement final, Dart utilise une compilation de type “Ahead-Of-Time”.

Cette compilation traduit le code directement en code machine natif pour l'architecture du processeur du smartphone, Cela élimine le besoin d'un interpréteur intermédiaire, ce qui donne un démarrage quasi instantané de l'application et une exécution ultra-rapide de la logique métier, comme les algorithmes de calcul automatique de l'âge gestationnel et de la date présumée d'accouchement.

De plus, Dart intègre des concepts avancés de programmation asynchrone, ce qui permet à notre application de gérer les flux de données en arrière-plan sans bloquer l'interface utilisateur graphique principale.

3.2.3 Android Studio

Pour travailler sur notre code source Flutter et Dart, nous utilisons Android Studio comme environnement de développement intégré principal.

Android Studio est un outil développé par Google, basé sur IntelliJ IDEA, C'est l'outil officiel pour créer des applications mobiles pour Android, Il offre de nombreux outils avancés pour faciliter le travail des ingénieurs logiciens, comme un éditeur de code intelligent avec autocomplétion et coloration syntaxique.

Nous avons également utilisé les plugins officiels Flutter et Dart dans Android Studio, ce qui nous a permis de travailler dans un espace unifié où nous pouvons gérer les dépendances, compiler et déboguer facilement.

Un des avantages clés d'Android Studio pour nous a été son gestionnaire d'émulateurs intégrés, l'Android Virtual Device, Cet outil permet de simuler différents smartphones avec des tailles d'écrans et des versions de systèmes d'exploitation différentes.

Nous avons pu tester notre application pour nous assurer qu'elle s'affiche correctement sur différents écrans, Nous avons également utilisé les outils d'analyse de performances d'Android Studio pour surveiller la consommation de mémoire, l'utilisation du processeur et l'impact énergétique de notre application, Cela nous a permis d'optimiser notre application avant de la mettre en production.

3.2.4 Firebase

Notre application mobile d'accompagnement prénatal utilise Firebase pour gérer l'infrastructure d'arrière-plan et stocker les données de manière persistante.

Firebase est une plateforme développée par Google qui offre des services cloud hautement disponibles et scalables, Cela nous permet de centraliser la gestion des utilisatrices et de leurs données cliniques de manière sécurisée.

Nous utilisons Firebase pour plusieurs choses, Tout d'abord, nous utilisons Firebase Authentication pour que les femmes enceintes et l'administrateur puissent s'inscrire et se connecter de manière sécurisée, Cela signifie que les mots de passe sont chiffrés et que les sessions sont validées de manière transparente.

Nous utilisons également Firebase Cloud Firestore pour gérer les données, C'est une base de données de type NoSQL qui fonctionne en temps réel, Elle permet de stocker des profils évolutifs, le journal des symptômes quotidiens et les sessions du « Kick Counter » de manière flexible.

Lorsque l'administrateur apporte des modifications, comme la publication d'un nouvel article médical, les utilisatrices voient ces modifications instantanément, Nous utilisons aussi Firebase Storage pour stocker les fichiers médias lourds, comme les illustrations du développement fœtal. L'architecture de Firebase intègre des règles de sécurité strictes que nous avons configurées pour garantir que chaque femme enceinte ne puisse lire et écrire que sur ses propres données.

Cela signifie que les informations médicales sont traitées de manière confidentielle et sécurisée, conformément aux exigences de notre état de l'art.

En résumé, Firebase nous permet de gérer l'infrastructure d'arrière-plan et les données de manière efficace et sécurisée, Cela nous permet de nous concentrer sur le développement de l'application et de fournir un service de qualité aux femmes enceintes.

3.3 Présentation des Interfaces de l'Application

La conception des interfaces utilisateur et de l'expérience utilisateur est l'aboutissement visuel et interactif de notre démarche d'ingénierie biomédicale numérique.

L'objectif de cette section est de présenter de manière structurée les différents écrans de notre application mobile d'accompagnement prenatal, Cela permet de valider la transition entre les modèles conceptuels UML et le produit logiciel final.

Dans le contexte de la santé connectée, le design d'interface ne se limite pas à l'esthétique, Il répond à des exigences ergonomiques strictes pour minimiser la fatigue cognitive de la femme enceinte et maximiser l'accessibilité des fonctionnalités cliniques.

Chaque écran a été développé sous Flutter en respectant les principes du Material Design de Google, Des contrastes visuels apaisants, des typographies lisibles et une navigation intuitive sont ainsi garantis.

Cette présentation guide le lecteur à travers le parcours d'une utilisatrice au sein de l'application Elle met en relief la dualité fonctionnelle du système qui sépare l'espace clinique de la future mère de l'espace de contrôle de l'administrateur.

Pour chaque interface, nous analyserons l'agencement des composants graphiques, les choix colorimétriques et le comportement dynamique du système lors des interactions, Les captures d'écran intégrées montrent la fidélité de l'implémentation par rapport aux besoins exprimés, Elles illustrent comment les modules complexes ont été traduits en écrans mobiles interactifs, fluides et adaptés aux compétences numériques de notre population cible.

3.3.1 Page de connexion

La page de connexion est l'unique point d'entrée de notre application mobile prénatale, Elle est sécurisée et joue un rôle crucial pour protéger l'accès aux données de santé personnelles, Cette page a été conçue pour offrir une expérience utilisateur agréable.

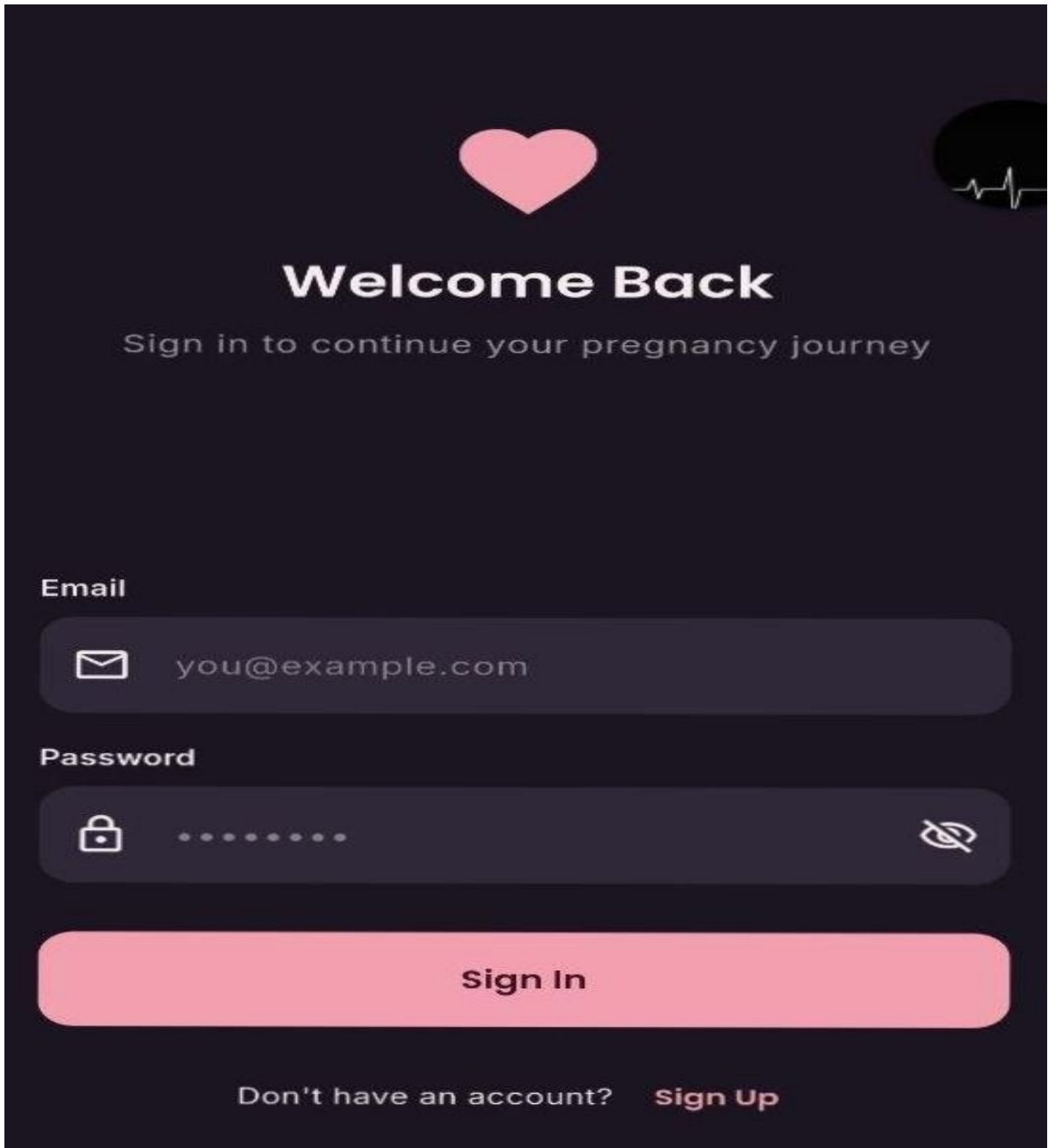
La future mère ou l'administrateur est accueilli avec une interface épurée et rassurante, Les tons utilisés sont doux et symbolisent la maternité et la sérénité médicale, L'interface se compose de deux champs pour saisir l'adresse e-mail et le mot de passe.

Des indicateurs visuels signalent en temps réel les erreurs de formatage ou les oublis de saisie Un bouton permet de déclencher le processus d'authentification, Des liens secondaires permettent d'accéder à l'écran d'inscription ou de lancer une procédure de récupération de mot de passe, Sur le plan technique, la validation de l'interface repose sur une communication asynchrone avec le service Firebase Authentication.

Lorsque l'utilisatrice clique sur le bouton de connexion, les données saisies sont transmises de manière chiffrée vers le cloud de Google pour vérification, La logique métier intercepte la réponse du serveur et gère la redirection.

Si les identifiants correspondent à un profil de femme enceinte, l'application redirige l'utilisatrice vers son tableau de bord prénatal hebdomadaire, Si les identifiants appartiennent à l'administrateur, le système bascule vers la console de supervision éditoriale.

En cas d'échec de l'authentification, l'interface affiche une boîte de dialogue explicite, Cela empêche tout accès non autorisé aux données tout en maintenant une fluidité d'utilisation optimale.



Welcome Back

Sign in to continue your pregnancy journey

Email

 you@example.com

Password

Sign In

Don't have an account? **Sign Up**

Figure 3.1 : Page de connexion

3.3.2 Demande du nom de l'utilisateur

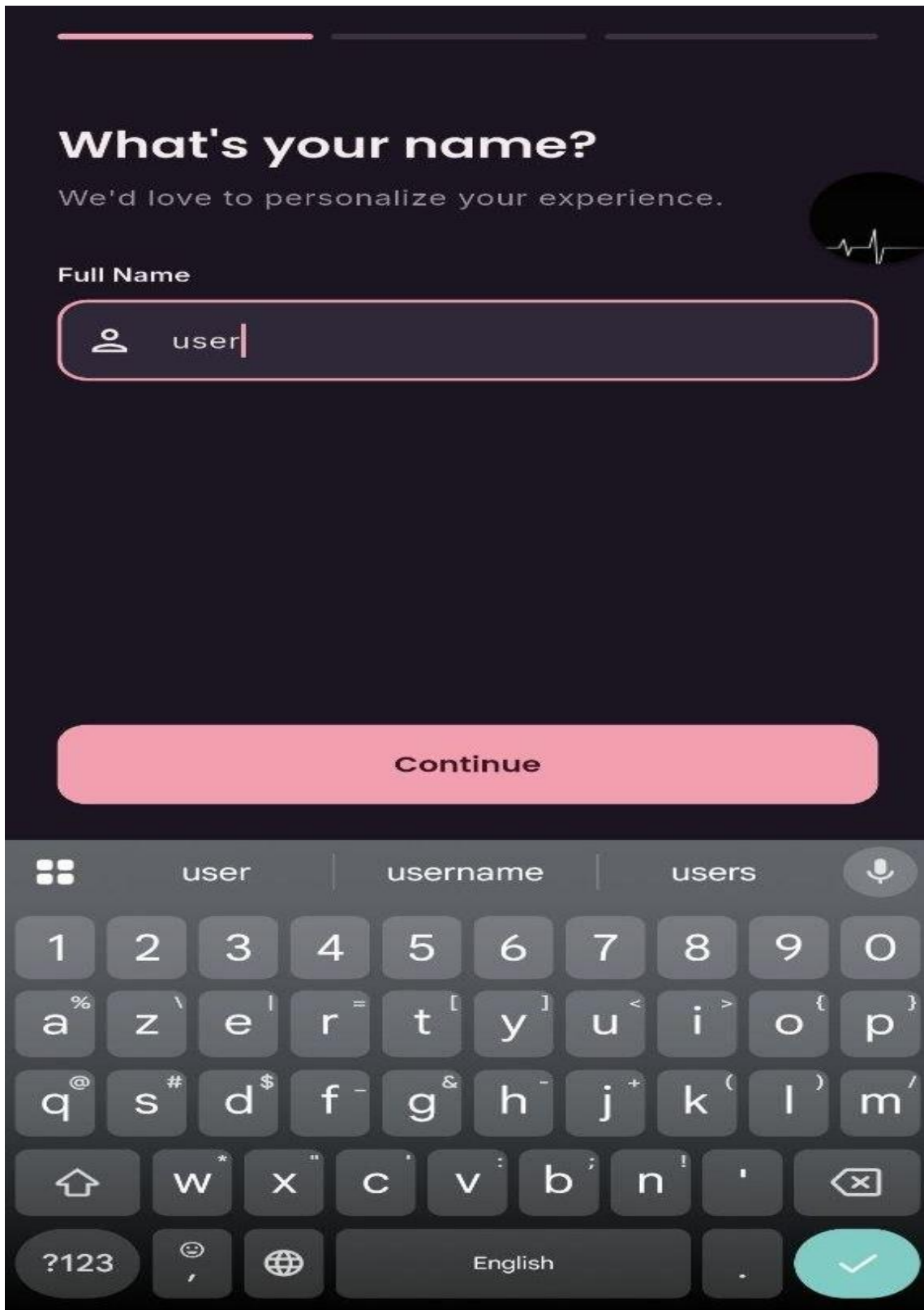
Lorsque vous créez votre compte pour la première fois, la première étape pour personnaliser votre expérience prénatale consiste à saisir votre nom.

Cette étape est très importante, L'écran qui vous demande votre nom est conçu de manière simple et accueillante, Il affiche un message de bienvenue chaleureux qui vous invite à entrer votre nom ou votre pseudonyme.

L'objectif de cet écran est de rendre l'application plus conviviale et de créer un lien avec vous, Le champ où vous saisissez votre nom est conçu pour être facile à utiliser, Il s'adapte automatiquement lorsque vous ouvrez le clavier de votre téléphone pour que tout soit visible et facile à lire.

Sur le plan technique, cette étape est cruciale pour configurer votre profil dans notre système cloud, Lorsque vous saisissez votre nom et validez, l'application vérifie que le champ n'est pas vide et que les caractères sont autorisés.

Si tout est correct, vos informations sont envoyées directement à notre base de données dans Firebase Firestore, Cela nous permet de vous reconnaître et de personnaliser vos messages d'accueil et vos rapports cliniques dans l'application.



What's your name?

We'd love to personalize your experience.

Full Name

user

Continue

user | username | users

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

a % z \ e | r = t [y] u < i > o { p }

q @ s # d \$ f - g & h _ j + k (l) m /

⬆ w * x " c ' v : b ; n ! ' ⬅

?123 , 🌐 English . ✓

Figure 3.2 : Saisie du nom de l'utilisateur

3.3.3 Date de naissance

L'interface pour la date de naissance est très importante pour créer un profil personnel et clinique précis de la femme enceinte.

Pour éviter les erreurs et la frustration, cet écran utilise un outil interactif pour sélectionner la date de naissance au lieu de la saisir manuellement, Il s'agit d'un sélecteur de date personnalisé qui permet à la future mère de choisir sa date de naissance de manière intuitive en naviguant entre les années, les mois et les jours.

Cela rend l'expérience utilisateur fluide et modern, La collecte de la date de naissance est importante pour des raisons de sécurité et d'accompagnement numérique, Lorsque l'utilisatrice sélectionne sa date de naissance, le système calcule immédiatement son âge pour s'assurer qu'il correspond aux règles du système.

Cela est crucial car l'âge de la mère peut influencer l'évaluation de certains facteurs de risque liés à la grossesse, Une fois validée la date de naissance est sauvegardée dans le document de l'utilisatrice de manière permanente, ce qui permet au système de personnaliser les notifications et les conseils ultérieurs.

.

The screenshot shows a mobile application interface with a dark theme. At the top, the title "Your Date of Birth" is displayed in a large, bold, light-colored font. Below the title, a subtitle reads "This helps us provide age-appropriate health information." To the right of the subtitle is a small white heart rate line icon. Below the subtitle, the text "Date of Birth" is partially visible. A modal dialog box is open in the center, titled "Select date". The modal shows the selected date as "Sun, Jan 1" in a large font, with a small edit icon (pencil) to its right. Below the date, a calendar for "January 1995" is displayed. The calendar has a grid of days from 1 to 31. The day "1" is highlighted with a red circle. The days of the week are abbreviated as S, M, T, W, T, F, S. At the bottom of the modal, there are two buttons: "Cancel" and "OK". Below the modal, at the bottom of the screen, there are two large buttons: "Back" and "Continue".

Your Date of Birth

This helps us provide age-appropriate health information.

Date of Birth

Select date

Sun, Jan 1

January 1995

S	M	T	W	T	F	S
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Cancel OK

Back Continue

Figure 3.3: Date de naissance

3.3.4 Informations sur la grossesse

L'interface de collecte des informations sur la grossesse est très importante pour l'initialisation clinique de l'application, C'est ici que l'utilisatrice fournit les informations nécessaires pour configurer le suivi obstétrique.

L'écran est organisé de manière claire et facile à comprendre, ce qui guide la future mère dans les choix concernant sa situation actuelle de grossesse.

Elle doit notamment indiquer la date de ses dernières règles ou la date présumée d'accouchement si elle la connaît, L'écran utilise des éléments de sélection et des boutons radio pour éviter toute confusion, permettant ainsi à la femme enceinte de configurer son profil médical de manière autonome et sans erreur.

Sur le plan technique, cette interface est très active lors de la phase d'inscription, Dès que l'utilisatrice valide ses informations, le code de l'application exécute des formules de calcul pour déterminer la semaine d'aménorrhée actuelle et l'âge du fœtus.

Ces informations sont ensuite enregistrées dans la base de données car elles déterminent le comportement futur de l'application, C'est à partir de ces données que l'application saura quel contenu afficher chaque semaine, ce qui la rend très personnalisée pour la future mère.

Pregnancy Dates

This helps us track your pregnancy week and show relevant content.

Last Period (LMP) **Due Date**

First Day of Last Period

 Tap to select

Back **Get Started**

Figure 3.4 : Informations sur la grossesse

3.3.5 Suivi hebdomadaire de la grossesse

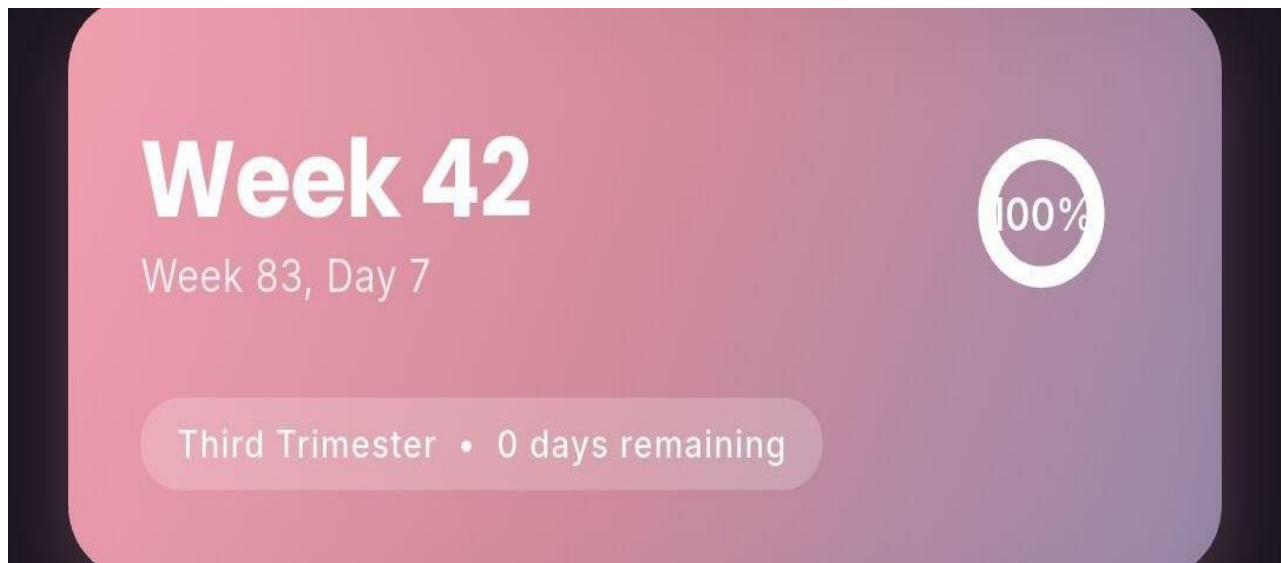
L'interface du suivi hebdomadaire est très importante pour la femme enceinte, Elle lui permet de consulter facilement des informations médicales sur son état actuel.

Sur le plan de l'expérience utilisateur, cet écran est conçu pour être facile à utiliser, Il utilise des cartes et des illustrations colorées pour montrer le stade de développement du fœtus, La femme enceinte peut voir clairement quelle semaine de grossesse elle est en train de vivre.

Elle peut également lire un résumé des changements physiologiques qu'elle traverse et obtenir des conseils pratiques pour rester en bonne santé.

L'objectif est de réduire l'anxiété de la future mère en lui fournissant des repères clairs et des icônes pour accéder rapidement à d'autres fonctionnalités, Sur le plan technique cette interface montre bien comment le framework Flutter et Firebase peuvent fonctionner ensemble en temps réel, Lorsque la femme enceinte ouvre l'écran le système se connecte à la base de données pour récupérer son profil et calculer sa semaine actuelle de grossesse.

En fonction du résultat, le système affiche alors les informations correspondantes à cette semaine comme le texte, les images et les recommandations, Cela signifie que le contenu est toujours à jour et que la femme enceinte peut suivre facilement son état de grossesse sans avoir à attendre Cette fonctionnalité est très utile pour offrir un suivi interactif et précis de la grossesse.



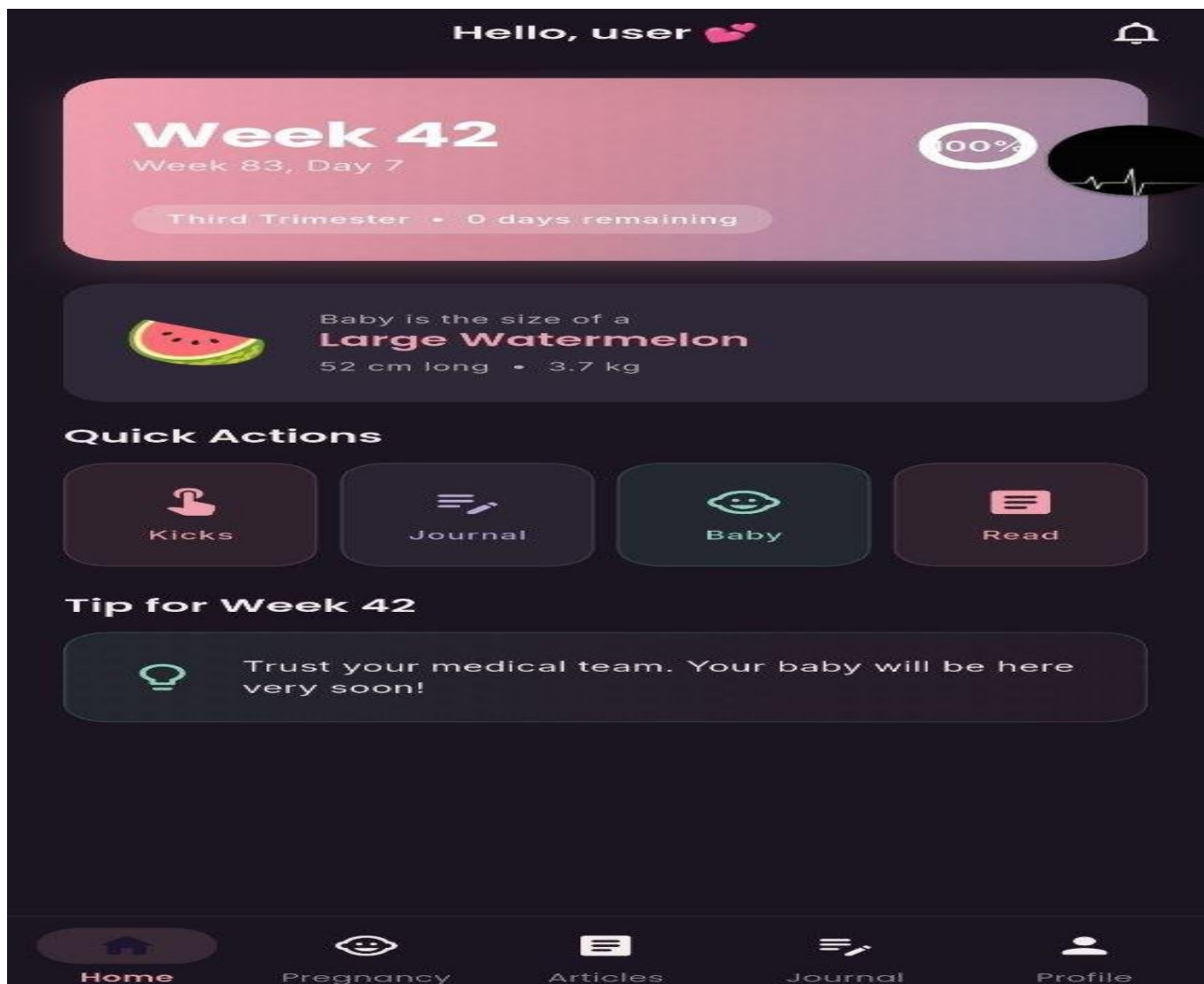


Figure 3.5 : Suivi hebdomadaire de la grosse

3.3.6 Votre grossesse

L'écran intitulé « Votre grossesse » vous donne une vue d'ensemble complète de votre grossesse Il complète le suivi hebdomadaire avec des indicateurs généraux.

Graphiquement, cet écran montre une barre de progression linéaire et des compteurs numériques qui affichent le nombre de jours restants avant l'accouchement, le trimestre en cours et l'évolution de votre poids.

L'agencement visuel est conçu pour vous donner une perception claire de votre parcours de santé, en regroupant des données médicales sur une seule page, Cela favorise une prise de conscience positive de l'évolution de votre corps.

En ce qui concerne le développement et le traitement des données, cet écran utilise des fonctions temporelles avancées en Dart pour manipuler les dates stockées dans le cloud.

En soustrayant la date d'aujourd'hui de la date présumée d'accouchement, le système met à jour le compte à rebours affiché à l'écran de manière dynamique.

De plus, cette interface communique avec le journal des symptômes pour extraire les dernières mesures anthropométriques que vous avez introduites, Elle trace ensuite une courbe d'évolution simplifiée.

Cette intégration de données au sein d'une interface unifiée démontre la modularité de notre code Flutter et sa capacité à centraliser l'information pour la rendre utile et lisible.



Figure 3.6 : Informations sur la grossesse

3.3.7 Articles

L'interface de consultation des articles est comme une bibliothèque pour les femmes enceintes Elle leur donne accès à des informations médicales fiables et faciles à comprendre.

L'écran est conçu comme une liste que l'on peut faire défiler, avec des onglets pour filtrer les articles par catégories comme la nutrition, la psychologie, les examens cliniques ou l'activité physique.

Chaque article apparaît sous forme de vignette avec un titre qui attire l'attention, une image qui illustre le sujet et un petit texte qui donne envie de cliquer pour lire la suite, Lorsqu'une femme enceinte clique sur un article, elle peut lire tout le contenu rédigé par des professionnels de santé.

En ce qui concerne la façon dont cela fonctionne en arrière-plan, cette interface est directement connectée à la collection d'articles gérée par l'administrateur sur Firebase. Les articles sont chargés à l'aide de requêtes rapides qui récupèrent le texte depuis Cloud Firestore et les images de haute qualité depuis Firebase Storage.

Pour que l'application mobile fonctionne bien et n'utilise pas trop de bande passante, un système de mise en cache est utilisé, Cela signifie que les femmes enceintes peuvent relire les articles qu'elles ont déjà consultés, même sans connexion Internet, comme le montre la figure ci-dessous.

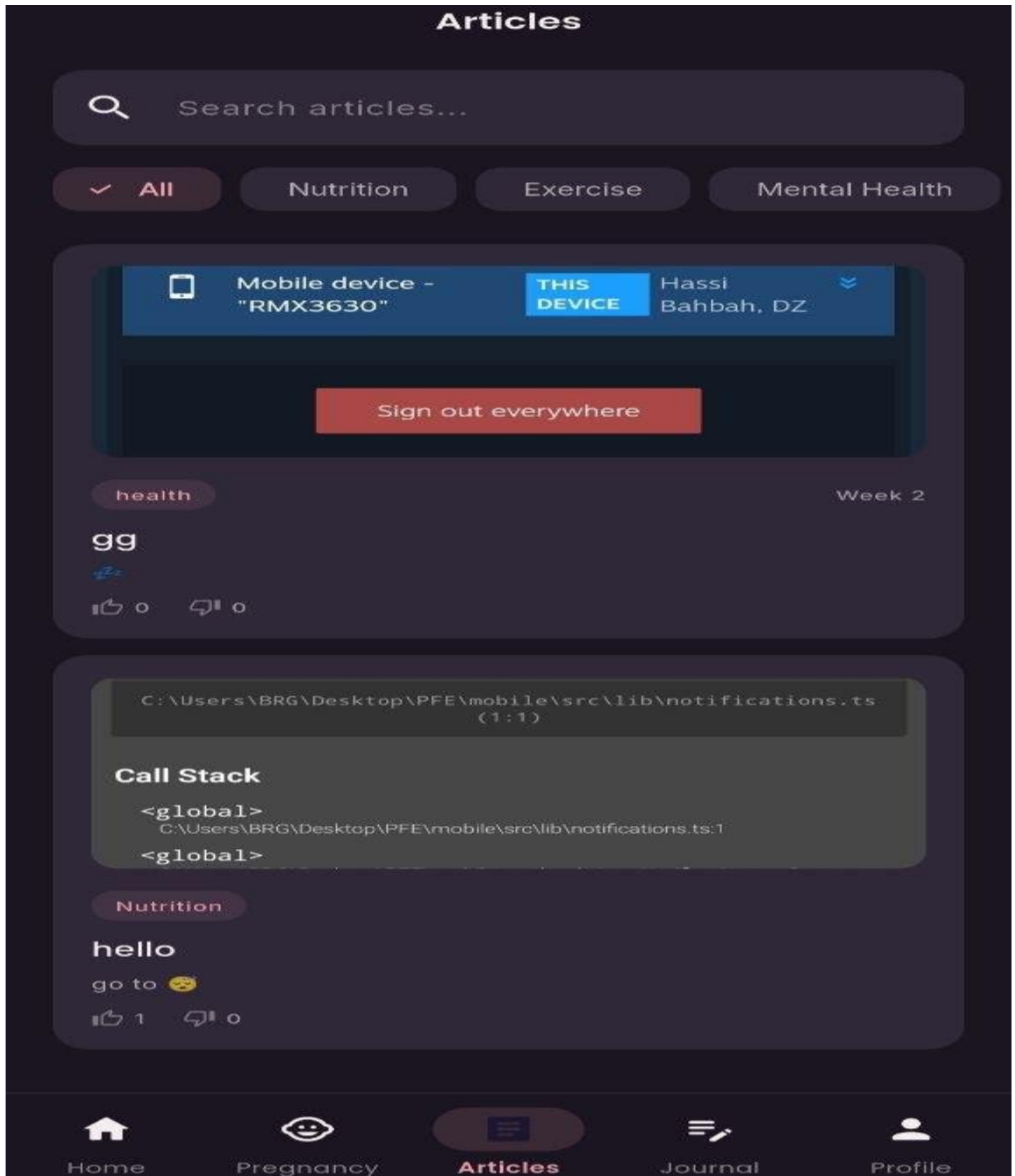


Figure 3.7 : Articles

3.3.8 Interface Journal

L'interface du journal de bord numérique est l'historique personnel et chronologique où la femme enceinte peut voir comment son bien-être quotidien évolue pendant sa grossesse, Cet écran ressemble à un fil d'actualité bien organisé par date.

Chaque carte graphique résume les notes que l'utilisatrice a prises, ses symptômes comme les nausées, la fatigue et les contractions, ainsi que ses états d'âme.

Les codes couleur et les pictogrammes médicaux spécifiques permettent à la future mère de voir son historique d'un coup d'œil, Cela facilite la détection de schémas récurrents qu'elle peut partager avec son gynécologue ou sa sage-femme lors des consultations.

Techniquement, cette interface logicielle a été créée avec Flutter, Elle utilise un widget d'affichage dynamique qui est connecté en temps réel à la base de données Firestore, Les données sont triées par ordre décroissant en fonction de la date.

Dès que l'application détecte une modification ou un ajout de nouvelle entrée dans la collection de l'utilisatrice connectée, l'interface se met à jour automatiquement sans recharger l'écran, Cela garantit que les données affichées sont toujours à jour et offre une expérience utilisateur interactive de haute qualité.

C'est idéal pour la surveillance clinique continue à domicile, comme le montre la figure ci-dessous.

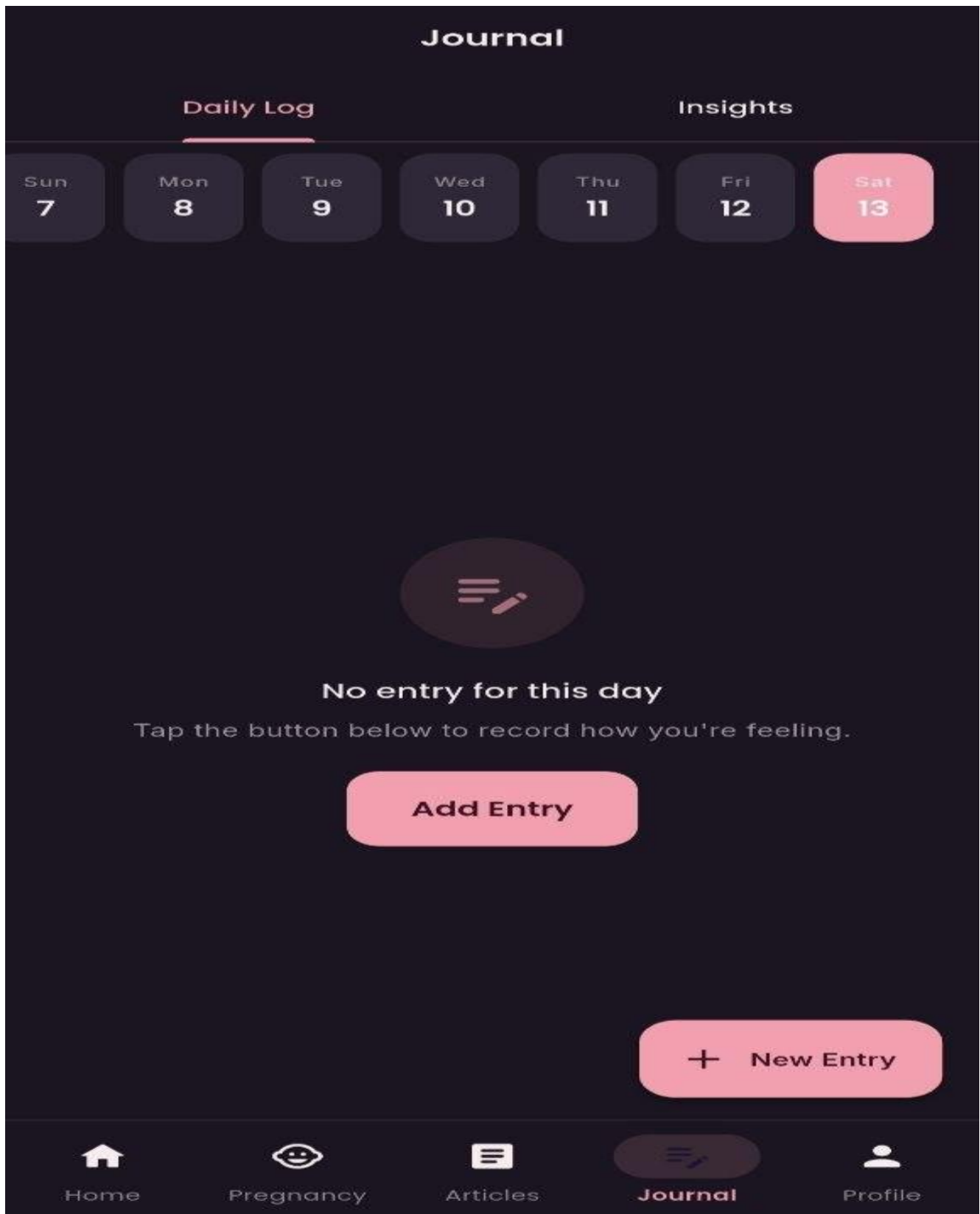


Figure 3.8 : Interface Journal

3.3.9 Interface d'ajout d'une nouvelle entrée

L'interface d'ajout d'une nouvelle entrée au journal est un écran interactif qui permet à la femme enceinte de saisir des données sur sa santé.

Cet écran est conçu pour être facile à utiliser et ressemble à un formulaire médical simple, Il comprend des curseurs pour évaluer l'intensité des symptômes, des cases à cocher pour les maux ressentis et un espace pour rédiger des notes personnelles, L'interface est agréable et encourage la femme enceinte à utiliser l'application régulièrement, ce qui est essentiel pour collecter des données précises.

Lorsque la femme enceinte clique sur le bouton de sauvegarde, l'application vérifie les informations saisies et les organise en un objet contenant la date, les symptômes et l'identifiant de l'utilisatrice.

Cet objet est ensuite envoyé à la base de données Firebase Firestore, Cette opération met à jour les informations en ligne et rafraîchit l'écran précédent, garantissant ainsi la sécurité et l'intégrité des données.

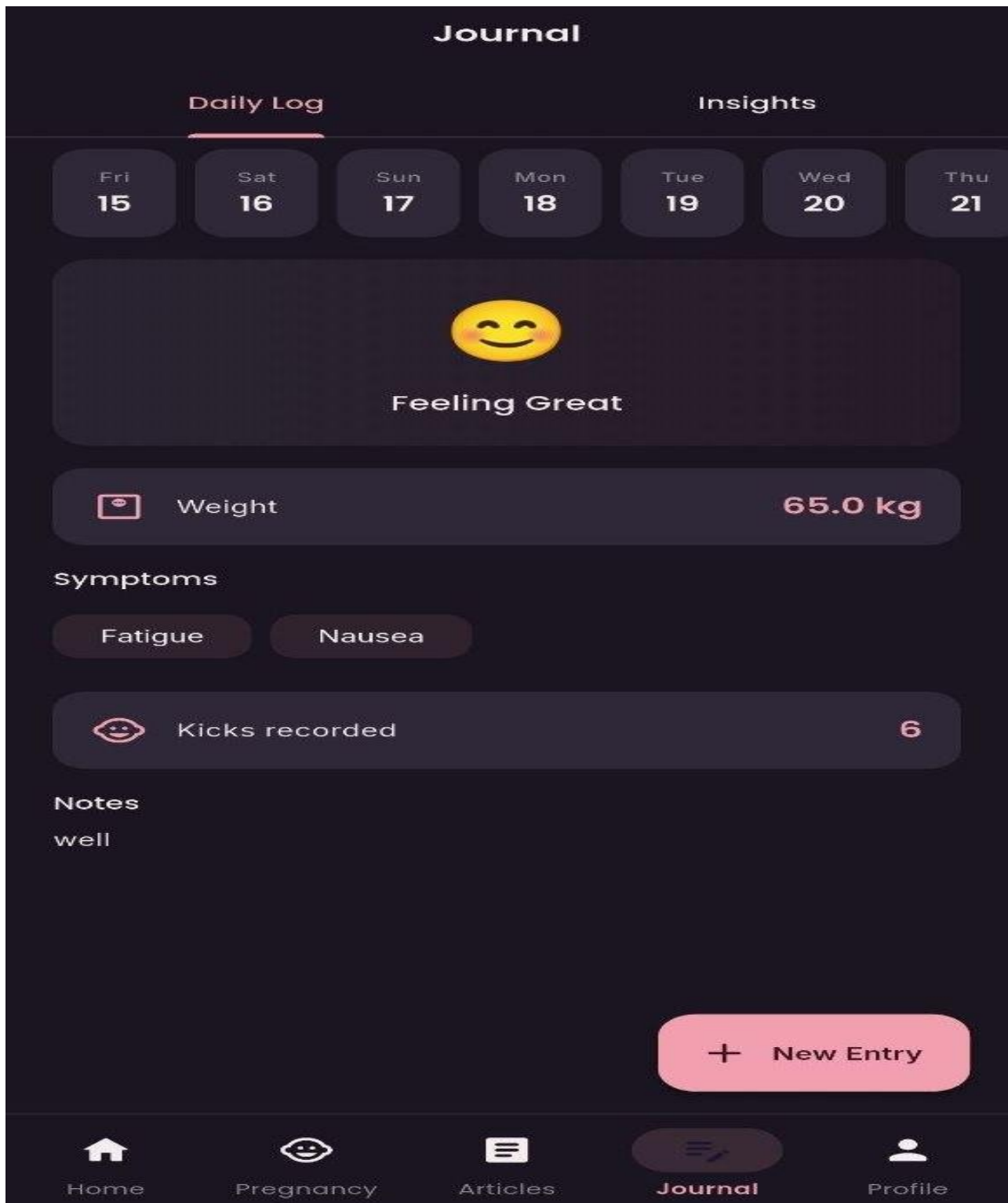


Figure 3.9 : Nouvelle entrée dans le journal

3.3.10 Interface Profil

L'interface du profil utilisateur est très utile car elle regroupe toutes les informations administratives, personnelles et de configuration technique liées au compte de la femme enceinte. Sur le plan graphique, cette page a une mise en page très simple et moderne.

En haut de la page, vous trouverez un avatar visuel accompagné du nom de l'utilisatrice et de son adresse e-mail, En dessous, il y a une liste ordonnée d'options de configuration qui permet à la future mère d'accéder aux paramètres de modification de ses données initiales.

Elle peut également configurer les rappels automatisés pour ses rendez-vous médicaux ou consulter la politique de confidentialité de l'application, Un bouton de déconnexion est positionné en fin de page pour permettre la fermeture sécurisée de la session.

Ce bouton est facile à repérer grâce à sa couleur contrastée, Sur le plan de l'architecture logicielle, cette page interagit directement avec deux modules majeurs de notre infrastructure cloud de Google.

Lorsque vous ouvrez la page, l'application lit les informations de l'utilisatrice dans Firebase Firestore pour afficher les informations textuelles dans les champs correspondants, Lorsque vous vous déconnectez ou modifiez les paramètres de sécurité, l'application utilise les méthodes de l'instance Firebase Authentication pour détruire le jeton de session local et vous rediriger vers la page de connexion initiale, Cela signifie que les données de santé ne restent pas accessibles sur le smartphone après la déconnexion, ce qui garantit la confidentialité du profil.

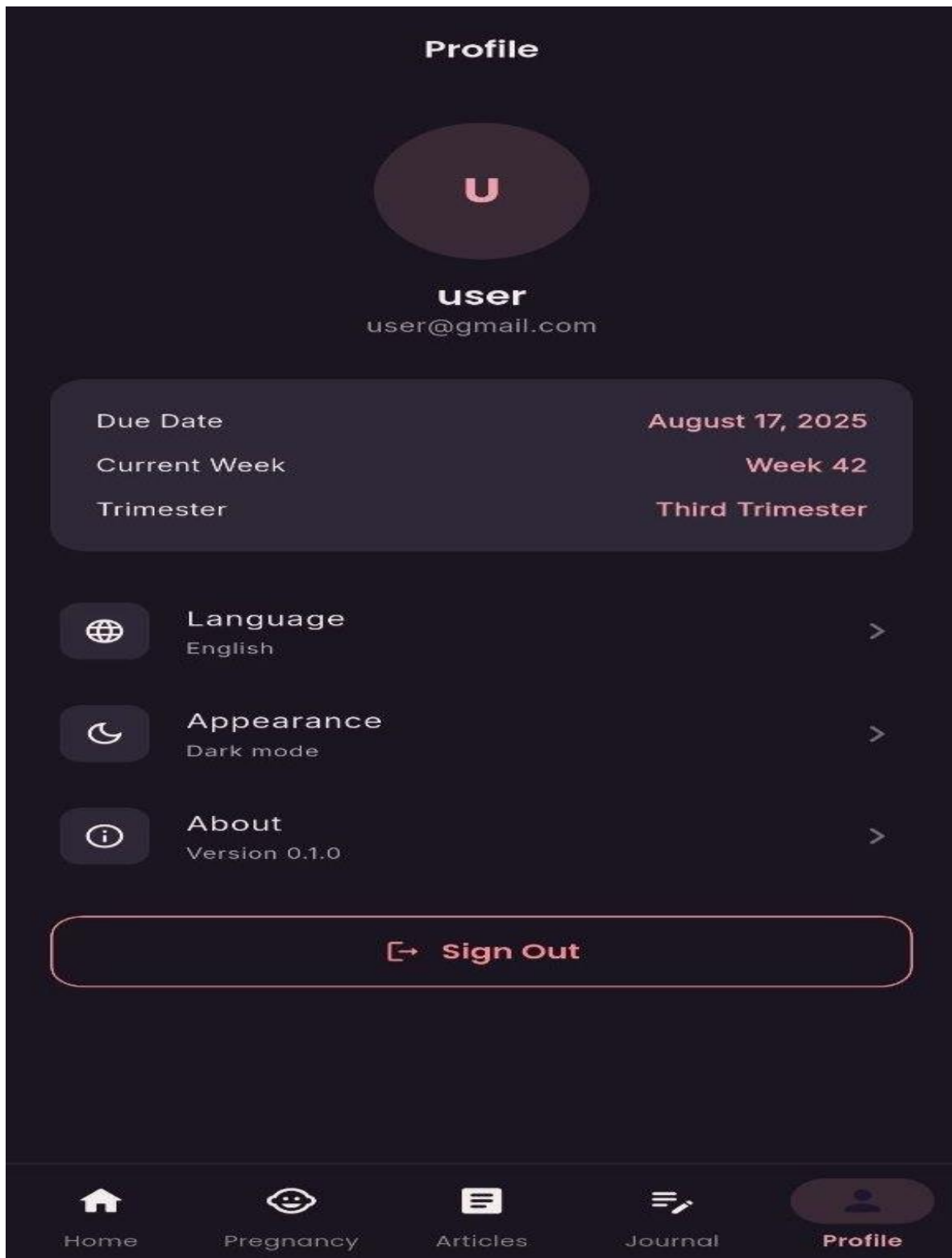


Figure 3.10 : Interface Profil

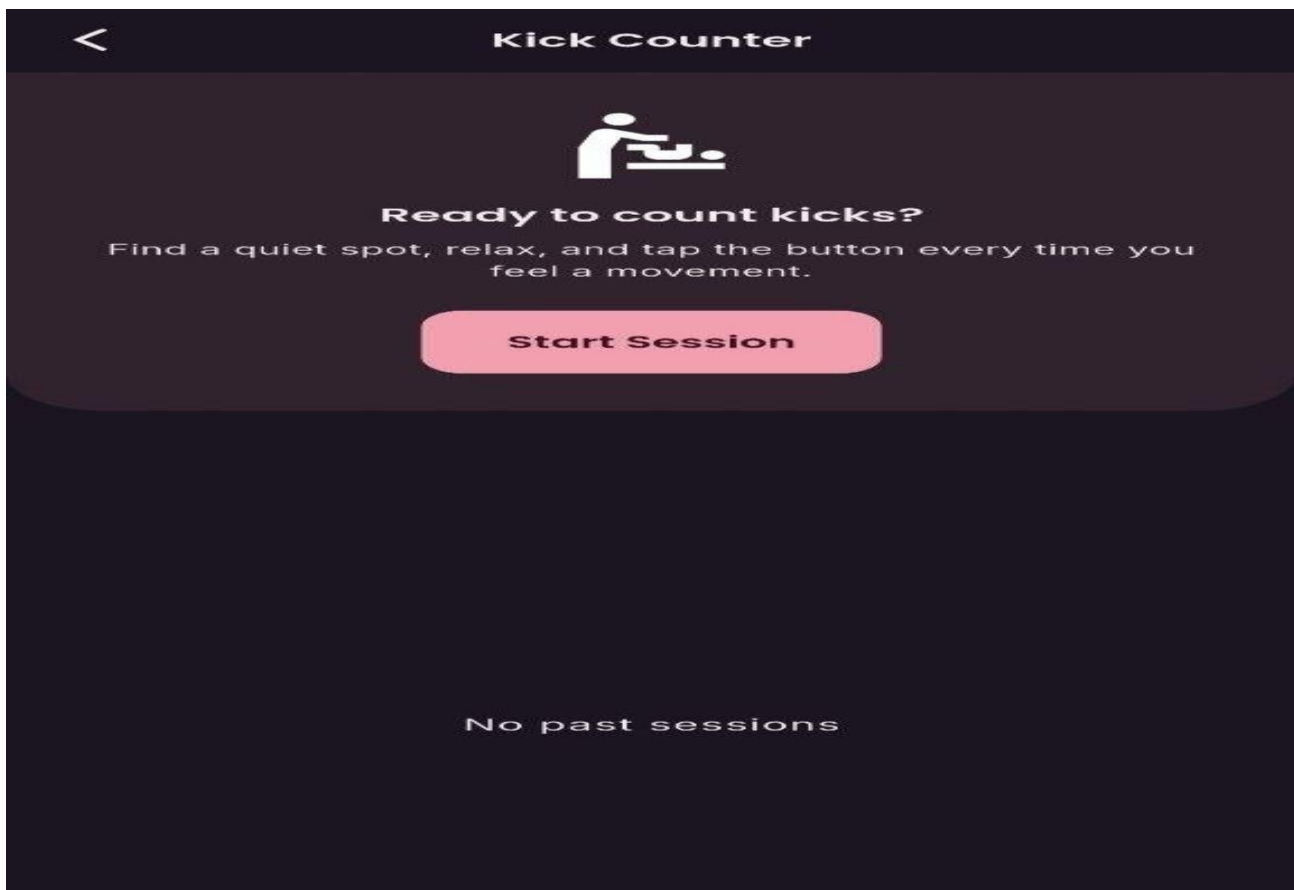
3.3.11 Interface Kick Counter

Interface de comptage des mouvements fœtaux L'interface de comptage des mouvements fœtaux est un outil interactif qui permet aux femmes enceintes de surveiller la vitalité de leur enfant chez elles.

L'écran est centré sur un grand bouton ergonomique que la future mère appuie chaque fois qu'elle sent son bébé bouger, L'interface affiche également en grand le nombre de mouvements comptés et un chronomètre.

Les couleurs utilisées sont apaisantes pour aider la maman à se concentrer. Cette interface est programmée avec Flutter et Dart, Un temporisateur est lancé pour limiter la surveillance à une heure.

Chaque pression sur le bouton augmente le compteur et déclenche une animation. À la fin de la session, le système calcule la fréquence des mouvements et enregistre les données, Il peut aussi alerter la maman si les mouvements sont trop rares.



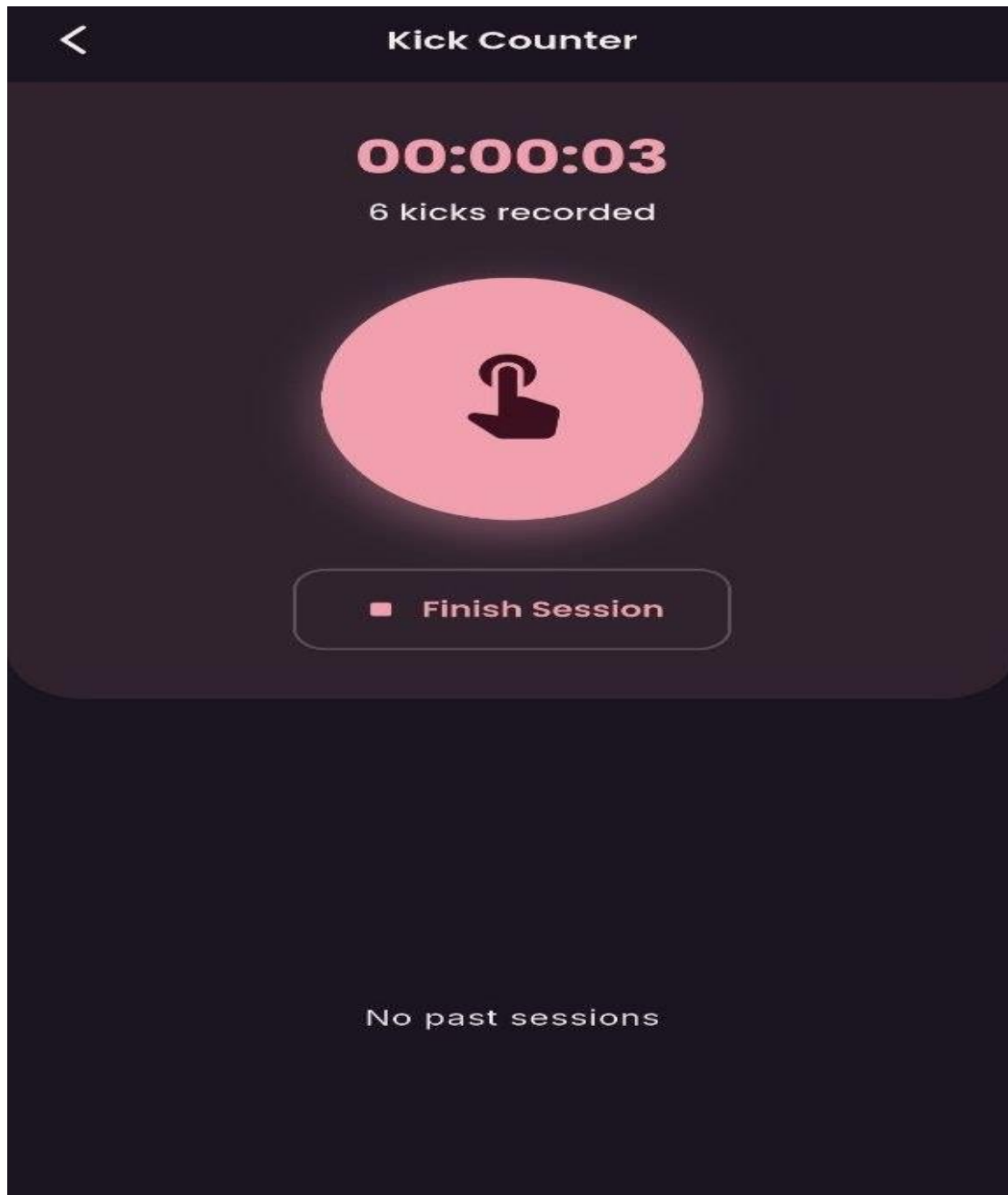


Figure 3.11 : Interface Kick Counter

3.3.12 Tableau de bord administrateur

Le tableau de bord de l'administrateur est l'endroit où l'on peut contrôler tout le système, C'est comme un poste de commande qui permet de surveiller les aspects techniques, de modérer le contenu et de gérer les éditions de l'application mobile.

Cette page a une apparence professionnelle avec des panneaux de contrôle, L'administrateur peut voir des statistiques sur le nombre d'utilisatrices actives, le nombre d'articles publiés et l'état des serveurs, Il y a aussi des boutons pour naviguer jusqu'au module de modération des comptes ou à l'espace de gestion de la bibliothèque médicale.

Cette interface est très sécurisée et ne peut être utilisée que par les comptes qui ont les droits d'administrateur, Le code utilisé empêche les utilisatrices normales d'accéder à cette page.

Lorsque l'administrateur se connecte, il peut interagir directement avec les données de l'application via des fonctions avancées, Cela lui permet de gérer la plateforme de manière centralisée, de surveiller les données en temps réel et de s'assurer que le système fonctionne correctement, comme le montre la figure ci-dessous.

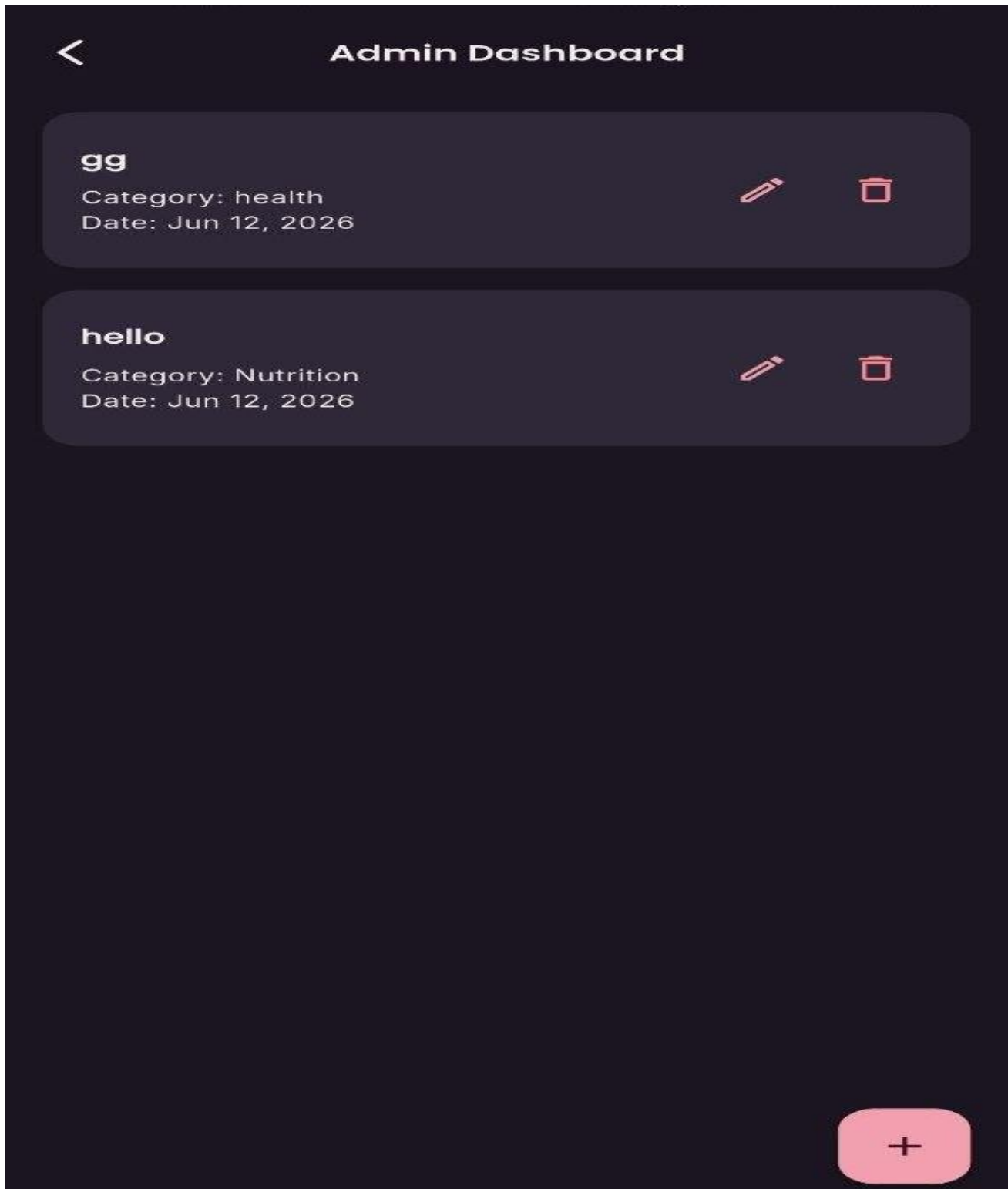


Figure 3.12 : Tableau de bord administrateur

3.3.13 Interface de modification des articles

L'interface de modification et de publication des articles est un outil pratique qui permet à l'administrateur de mettre à jour le contenu scientifique et préventif diffusé sur l'application.

Cet écran ressemble à un éditeur de texte avec des champs pour saisir le titre et le corps de l'article, ainsi qu'un menu pour choisir une catégorie médicale.

L'interface comprend également un module pour téléverser des images depuis son ordinateur ou son appareil, ce qui rend le travail plus facile.

Sur le plan technique, lorsque l'administrateur valide le formulaire, plusieurs opérations se déclenchent en arrière-plan, L'image sélectionnée est téléversée de manière asynchrone dans Firebase Storage, ce qui génère une URL d'accès sécurisée.

Ensuite, cette URL est combinée avec les données textuelles pour former un document unique qui est envoyé à la collection des articles dans Firebase Firestore, Cela peut être un nouvel article ou une mise à jour d'un article existant.

Cette architecture permet de mettre à jour instantanément le contenu sur les smartphones de toutes les femmes enceintes connectées, comme le montre la figure ci-dessous.

<

Edit Article

Save



Mobile device -
"RMX3630"

THIS
DEVICE

Hassi
Bahbah, DZ

⌵

Sign out everywhere

Title

gg

Category

health

⌵

Target Trimester

1st Trimester

⌵

Target Week

2

Publish immediately

☒

Content



Figure 3.13 : Modification d'un article

3.4 Tests et validation

3.4.1 Stratégies d'évaluation et tests unitaires et d'intégration

La phase de test et de validation est une étape très importante dans le développement de notre application mobile prénatale, Nous voulons nous assurer que notre produit logiciel final correspond exactement à ce que nous avons prévu et qu'il n'y a pas de problèmes techniques majeurs.

Dans le domaine de l'ingénierie biomédicale numérique, il est essentiel de minimiser les erreurs car un dysfonctionnement de l'application pourrait entraîner une mauvaise interprétation des données physiologiques ou perturber le suivi de la grossesse.

Pour obtenir un niveau de fiabilité optimal, nous avons mis en place une stratégie de test rigoureuse et multicouche, Nous avons combiné des tests unitaires, des tests d'intégration et des validations fonctionnelles globales, le tout géré depuis l'environnement de développement Android Studio.

Les tests unitaires ont été créés en Dart pour vérifier de manière indépendante le comportement logique des fonctions et des algorithmes les plus sensibles du système, Nous avons testé notamment le moteur de calcul de l'âge gestationnel et de la date présumée d'accouchement en fonction de la date des dernières règles.

Ensuite, nous avons effectué des tests d'intégration approfondis pour valider la communication entre le framework frontal Flutter et l'infrastructure cloud en arrière-plan, Ces tests d'intégration ont permis de vérifier que les requêtes d'authentification, l'envoi des rapports quotidiens du journal des symptômes et la mise à jour en temps réel des sessions du compteur de mouvements fœtaux s'effectuent sans perte d'information et dans le respect total des règles de sécurité configurées sur Firebase Firestore, Cela nous a permis d'assurer une cohérence transactionnelle parfaite.

3.4.2 Validation fonctionnelle et tests d'acceptation utilisateur

En plus des vérifications techniques et algorithmiques, nous avons mené des tests d'acceptation utilisateur pour évaluer l'ergonomie, la fluidité et la robustesse globale de la solution en situation réelle d'utilisation.

Nous avons déployé l'application mobile sur différents émulateurs Android et smartphones physiques avec des configurations matérielles et des tailles d'écrans différentes, Cela nous a permis de valider le comportement adaptatif de l'interface graphique, Nous avons testé de manière intensive les scénarios nominaux ainsi que les scénarios alternatifs, comme la tentative de saisie de données erronées dans les formulaires ou l'utilisation de l'application en mode hors-ligne.

Nous voulions vérifier la robustesse des mécanismes de gestion des exceptions et la persistance locale des données, Les résultats de cette campagne de tests ont montré une excellente réactivité de l'application, avec des temps de chargement minimes pour les articles médicaux et une fluidité d'affichage graphique constante.

Cela a validé l'efficacité du moteur de rendu de Flutter et la scalabilité de Firebase. Les retours d'expérience concernant l'ergonomie ont confirmé que l'agencement épuré des menus, la lisibilité des typographies et la douceur de la charte graphique répondent parfaitement aux besoins d'accessibilité de la femme enceinte en réduisant sa fatigue cognitive.

La console de gestion a également prouvé sa stabilité lors des opérations de modération et de mise à jour éditoriale, Nous pouvons donc affirmer que le système développé est stable hautement sécurisé, et prêt à être déployé pour accompagner efficacement les futures mères tout au long de leur parcours prénatal.

3.5 Conclusion

En conclusion, dans ce troisième chapitre nous avons mis en pratique notre application mobile d'accompagnement prenatal, Cela a marqué une étape importante car nous sommes passés d'idées théoriques à une solution logicielle fonctionnelle et sécurisée.

Nous avons utilisé le framework Flutter et le langage Dart pour créer des interfaces fluides, Ces outils se sont révélés puissants et complémentaires, Pour la gestion de la base de données et de l'authentification en temps réel, nous avons opté pour les services cloud de Firebase qui se sont avérés robustes.

Nous avons présenté en détail chaque écran de l'application. Cela nous a permis de montrer à quel point notre réalisation correspondait aux besoins des utilisatrices et de l'administrateur, Nous avons effectué une phase de test et de validation rigoureuse.

Les résultats ont confirmé que la plateforme biomédicale que nous avons développée est stable sécurisée et fiable, Elle répond ainsi aux standards élevés de la santé connectée.

Ce mémoire de fin d'études a porté sur l'analyse médicale, la conception orientée objet UML et la réalisation logicielle, Il démontre qu'il est possible de créer un outil numérique innovant qui responsabilise la femme enceinte et sécurise le suivi de sa grossesse à domicile, Les bases techniques et conceptuelles de ce projet sont désormais validées.

De nouvelles perspectives se dessinent pour l'évolution future de l'application, L'une des possibilités est l'intégration d'algorithmes d'intelligence artificielle pour l'analyse prédictive des symptômes, Une autre piste est la connexion avec des dispositifs médicaux connectés.

Chapitre 04 :

Étude économique et Business Model

4.1 Introduction

Le quatrième chapitre de ce mémoire, « Étude économique et viabilité commerciale », est un tournant stratégique, Il passe de la création technique de notre application mobile prénatale à sa mise en œuvre dans le monde socio-économique.

Dans l'ingénierie biomédicale moderne, une solution logicielle innovante nécessite une réflexion approfondie sur son déploiement, sa durabilité financière et son impact sur le marché de la santé numérique.

L'objectif est de montrer que notre plateforme n'est pas seulement un projet académique, mais a le potentiel de devenir une startup viable, Pour étudier cela nous utiliserons le Business Model Canvas pour modéliser notre concept.

Cela nous aidera à comprendre la proposition de valeur, les utilisatrices cibles et les revenus potentiels, Nous examinerons également les mécanismes de soutien étatiques pour les projets innovants, notamment les agences nationales de microcrédit et d'aide à l'entrepreneuriat.

Enfin, nous évaluerons les coûts d'infrastructure et de maintenance technique sur le cloud Firebase pour valider la rentabilité à long terme de notre application.

4.2 Business Model Canvas (BMC)

Le Business Model Canvas est un outil essentiel pour définir et piloter la logique économique de notre application mobile d'accompagnement prénatal, Il permet de synthétiser les neuf éléments clés qui conditionnent la réussite commerciale et la viabilité opérationnelle d'un projet de santé connectée.

Notre proposition de valeur unique consiste à offrir aux femmes enceintes une plateforme mobile intuitive sécurisée et reactive, Cette plateforme permet de centraliser le suivi gestationnel hebdomadaire, la surveillance autonome de la vitalité fœtale via un compteur de mouvements et l'accès à une bibliothèque d'articles médicaux validés.

Pour que notre modèle soit viable, nous devons bien segmenter nos clients, Nous ciblons en priorité les futures mères qui recherchent un outil d'auto-surveillance à domicile, Nous nous adressons également aux cliniques privées et aux professionnels de la santé, comme les gynécologues et les sages-femmes, qui peuvent recommander notre application pour optimiser le suivi externe de leurs patientes.

Nous utilisons principalement les plateformes de téléchargement Google Play Store et Apple App Store pour distribuer notre application, Nous complétons cela par des campagnes de sensibilisation numérique et des partenariats avec des cabinets médicaux, Nous entretenons des relations clients automatisées et personnalisées grâce aux notifications push dynamiques et à l'assistance intégrée.

Les activités clés se concentrent sur la maintenance logicielle continue et la mise à jour du contenu medical, Nous travaillons avec des partenaires clés tels que des professionnels de santé des experts en cybersécurité et l'hébergeur cloud Google Firebase.

Notre structure de coûts est maîtrisée liée à la maintenance et à l'abonnement cloud, Nous disposons de flux de revenus diversifiés, basés sur un modèle Freemium, des options de consultation premium ou des encarts publicitaires éthiques dédiés aux produits de puériculture.



Figure 4.1 : Business Model Canvas de l'application

4.2.1 Segments de clients

Définir avec précision les clients est la première étape pour que notre application mobile prénatale soit viable commercialement, Cela nous permet d'identifier exactement quels groupes de femmes et d'entités socio-économiques nous aidons.

Notre clientèle principale est composée de femmes enceintes qui recherchent un accompagnement numérique quotidien et sécurisé pour suivre leur grossesse à domicile, Cela inclut les femmes qui attendent leur premier enfant et qui ont besoin d'être éduquées sur la santé et de se sentir rassurées, ainsi que les femmes qui ont déjà eu des enfants et qui veulent moderniser et centraliser leur journal de bord médical.

Nous nous intéressons également aux femmes qui tiennent à ce que leurs données de santé soient confidentielles et qui préfèrent utiliser des outils de santé connectée validés scientifiquement.

En plus de ces utilisatrices finales, nous visons aussi les professionnels de la santé obstétrique et les structures médicales privées, Cela comprend les gynécologues-obstétriciens les sages-femmes libérales et les cliniques de maternité qui voient notre application comme un outil pour améliorer le suivi de leurs patientes entre les consultations.

En recommandant notre application, ces professionnels améliorent leur offre de soins et s'assurent que les futures mères reçoivent des informations fiables, Nous nous intéressons également aux entreprises de puériculture, aux laboratoires de parapharmacie prénatale et aux marques de nutrition maternelle qui cherchent un moyen éthique et ciblé pour promouvoir leurs produits auprès des futures mères.

4.2.2 Proposition de valeur

Notre proposition de valeur est l'élément central du Business Model Canvas, Elle comprend tous les avantages uniques, les innovations technologiques et les solutions médicales préventives que notre application mobile offre pour aider les femmes enceintes.

Notre proposition de valeur principale est de fournir un compagnon prénatal numérique complet, intelligent, sécurisé et très réactif, Nous l'avons développé avec Flutter et il est synchronisé en temps réel avec le cloud Firebase.

Contrairement aux applications de divertissement génériques disponibles sur le marché, notre solution se distingue par sa rigueur biomédicale, Elle comprend un algorithme précis de calcul de l'âge gestationnel, un compteur de mouvements fœtaux calibré selon les normes obstétricales, et un journal de bord interactif pour suivre l'évolution des symptômes physiques et psychologiques de la mère.

Notre proposition de valeur est également innovante parce qu'elle garantit une information médicale fiable et protégée contre la désinformation, Nous avons créé un espace d'administration exclusif où seuls les contenus scientifiques validés et vulgarisés sont publiés.

Pour la femme enceinte, notre application offre une réduction significative de l'anxiété liée à la grossesse, une autonomisation de sa surveillance de santé à domicile, et une centralisation de ses données cliniques qui facilite le dialogue avec son médecin traitant.

Pour l'écosystème de santé, notre plateforme apporte une valeur de prévention en alertant discrètement l'utilisatrice lorsque des variations physiologiques suspectes ou une baisse de l'activité fœtale sont détectées, Cela incite à une consultation clinique rapide.

En combinant une ergonomie visuelle apaisante avec une architecture cloud robuste et confidentielle, notre application redéfinit l'accompagnement prénatal numérique en le transformant en un véritable outil de e-santé préventive.

4.2.3 Canaux de distribution

Les canaux de distribution sont les moyens par lesquels notre application mobile prénatale atteint ses clients, Notre principal canal de distribution est numérique.

Nous utilisons les plateformes de téléchargement d'applications mobiles comme le Google Play Store pour les appareils Android et l'Apple App Store pour les appareils iOS, Grâce à la technologie de Flutter notre application est disponible sur ces deux plateformes mondiales ce qui signifie que les utilisatrices peuvent facilement télécharger et utiliser notre application.

Les mises à jour sont également gérées de manière transparente et automatisée, En plus de ce canal numérique, nous utilisons un autre canal de distribution basé sur les professionnels de santé.

Nous distribuons des brochures et des affiches avec des codes QR dans les cabinets de gynécologie, les centres de protection maternelle et infantile, et les cliniques de maternité privées. De cette façon, les professionnels de santé peuvent parler de notre application aux femmes enceintes au moment où elles commencent leur parcours de soins prénataux.

Nous utilisons également les réseaux sociaux, les blogs sur la maternité et les moteurs de recherche pour que notre application soit plus visible en ligne, Cela nous permet de toucher un plus grand nombre de femmes enceintes et de réduire le coût d'acquisition des utilisatrices.

Notre objectif est de rendre notre application facilement accessible à toutes les femmes enceintes qui en ont besoin.

4.2.4 Relation Clients

Notre plateforme vise à créer une relation étroite et personnalisée avec les femmes enceintes qui l'utilisent, Nous voulons les accompagner tout au long de leur parcours, les fidéliser, stimuler leur engagement quotidien et instaurer un climat de confiance mutuelle.

Pour cela, nous misons sur une approche qui combine assistance automatisée et personnalisation. Notre application s'adapte à l'état de chaque utilisatrice et lui envoie des notifications personnalisées, Par exemple elle peut lui rappeler ses prochains rendez-vous médicaux, la féliciter lorsqu'elle atteint une nouvelle semaine de grossesse ou l'encourager à compléter son journal des symptômes ou à suivre ses mouvements fœtaux.

Mais nous proposons également une approche communautaire et d'accompagnement, Les utilisatrices peuvent accéder à un support technique et utilisateur directement depuis l'application. Elles peuvent ainsi soumettre des commentaires, signaler des problèmes techniques ou faire des suggestions d'amélioration.

Nous écoutons activement nos utilisatrices pour améliorer leur expérience, Nous sommes transparents sur la gestion et la confidentialité des données de santé stockées sur Firebase.

Cela renforce la confiance de nos utilisatrices et leur donne un sentiment de sécurité, Notre but est de ne pas être juste un outil logiciel, mais un véritable partenaire technologique, empathique et fiable, présent à chaque étape de la maternité. Nous voulons être là pour nos utilisatrices, à chaque instant, pour les soutenir et les accompagner dans cette aventure.

4.2.5 Revenus

Notre application mobile a besoin de générer des revenus pour être rentable et couvrir ses coûts. Pour cela, nous avons choisi un modèle de monétisation appelé "Freemium". Cela signifie que les fonctionnalités de base, comme les alertes et la surveillance, sont gratuites, tandis que les services plus avancés sont payants.

Les utilisateurs peuvent souscrire à un abonnement premium pour accéder à des fonctionnalités supplémentaires, comme l'exportation de leur journal de symptômes ou des vidéos de relaxation. Un autre moyen de générer des revenus est la publicité.

Nous avons choisi une approche publicitaire ciblée et non intrusive, qui respecte les règles de la déontologie biomédicale. Nous avons des espaces publicitaires dans la section des articles, réservés à des partenaires certifiés du secteur de la puériculture, des vêtements de maternité, des compléments nutritionnels prénataux et des assurances familiales.

Nous pouvons également avoir des partenariats avec des cliniques privées ou des laboratoires d'analyse, où nous percevons une commission pour chaque rendez-vous ou service logistique facilité via l'application.

Ces différentes sources de revenus nous permettent d'avoir une rentabilité financière durable, sans compromettre l'expérience utilisateur. Nous pouvons ainsi financer l'évolution continue de notre logiciel et la maintenance de nos serveurs sans problème.

Notre objectif est de proposer une application de qualité, qui soit utile et fiable pour les futures mères, tout en générant des revenus pour nous permettre de continuer à l'améliorer.

4.2.6 Ressources Clés

Les ressources clés sont très importantes pour notre structure. Elles sont constituées d'actifs stratégiques humains, technologiques, intellectuels ou financiers.

Nous devons impérativement les posséder ou les maîtriser pour faire fonctionner notre modèle économique, concevoir notre proposition de valeur et maintenir nos avantages compétitifs.

Sur le plan technologique, la ressource clé la plus importante est le code source de notre application développée sous Flutter et Dart, Nous utilisons également l'infrastructure backend cloud fournie par Google Firebase.

Cela inclut les bases de données Cloud Firestore sécurisées, les modules de stockage Firebase Storage et les algorithmes d'authentification, La maintenance et l'optimisation continue de cette architecture technique sont essentielles pour notre future startup, Sur le plan humain et intellectuel, les ressources clés comprennent l'expertise de notre équipe de développement en ingénierie logicielle biomédicale.

Cela est indispensable pour coder les fonctionnalités complexes et assurer la maintenance du système, Nous travaillons également avec un réseau d'experts et de professionnels de la santé, tels que des gynécologues, des pédiatres et des sages-femmes, Ils nous aident à rédiger, à vérifier et à valider scientifiquement le contenu textuel de notre bibliothèque d'articles prénataux.

La propriété intellectuelle est également très importante pour nous, Elle comprend les algorithmes de calcul obstétrical personnalisés, les bases de données d'articles exclusifs et la charte graphique de notre marque déposée.

Enfin, les ressources financières initiales sont nécessaires pour couvrir les frais de déploiement et de marketing initiaux, Nous comptons sur des fonds propres, des subventions de l'ANADE ou des microcrédits de l'ANGEM pour financer notre démarrage.

4.2.7 Activités Clés

Notre organisation doit exécuter certaines actions très importantes pour que la plateforme fonctionne bien, Il faut maintenir la qualité de notre proposition de valeur et garder de bonnes relations avec les clients.

La première chose à faire est de travailler sur le développement logiciel, Cela signifie améliorer l'application mobile sous Flutter, corriger les erreurs et optimiser les performances, Nous devons surveiller les bases de données Firebase en temps réel pour éviter les problèmes et corriger les bugs rapidement, Nous devons aussi mettre à jour l'application régulièrement pour qu'elle soit compatible avec les nouvelles versions d'Android et d'iOS.

La deuxième chose très importante est de gérer le contenu de l'application, Nous devons publier de nouveaux articles éducatifs, mettre à jour les recommandations nutritionnelles en fonction des dernières études et vérifier les informations de santé pour nous assurer qu'elles sont exactes et ne causent pas d'inquiétude pour les femmes enceintes.

Enfin, nous devons faire du marketing numérique, communiquer sur les réseaux sociaux et travailler avec les cliniques et les professionnels de la santé partenaires, Cela nous aide à faire connaître l'application, à augmenter la notoriété de la marque et à attirer de nouvelles utilisatrices chaque mois.

4.2.8 Partenaires Clés

Notre projet repose sur un réseau solide d'alliances stratégiques, de collaborations externes et de partenariats avec des fournisseurs technologiques.

Ces partenariats sont essentiels pour assurer le bon fonctionnement de notre projet, minimiser les risques opérationnels, nous concentrer sur nos compétences clés et accélérer notre entrée sur le marché de la santé numérique.

Nous avons établi un partenariat avec Google notamment avec ses divisions Flutter et Firebase. Flutter nous permet de faire évoluer notre framework de développement, tandis que Firebase nous offre des serveurs d'hébergement cloud, du stockage de données et une sécurité renforcée pour nos infrastructures réseaux.

Collaborer avec un géant de l'informatique comme Google nous assure une disponibilité technique exceptionnelle et une conformité avec les standards mondiaux de protection des données numériques. Les professionnels de la santé, tels que les gynécologues, les sages-femmes, les pédiatres et les cliniques de maternité privées, sont également des partenaires clés. Ils valident scientifiquement nos contenus éducatifs et recommandent notre application à leurs patientes.

Ces recommandations constituent un canal de prescription indirect de premier ordre. Sur le plan institutionnel et financier, nous bénéficions du soutien d'agences d'aide à l'entrepreneuriat de l'État, comme l'ANADE et l'ANGEM, ainsi que de banques nationales partenaires.

Ces alliés nous offrent un soutien logistique précieux, des dispositifs de financement et des microcrédits essentiels pour la création et la structuration juridique de notre jeune entreprise. Cela maximise nos chances d'insertion socio-économique.

4.2.9 coûts

Notre structure de coûts comprend toutes les dépenses nécessaires pour déployer notre infrastructure, faire fonctionner nos activités clés et maintenir notre plateforme logicielle sur le marché.

Le premier poste de dépenses concerne les coûts liés à l'utilisation des services de Google Firebase, Nous commençons avec le forfait gratuit initial mais à mesure que notre communauté de femmes enceintes actives grandit, nous devons passer au forfait payant.

Le coût de ce forfait évolue en fonction de la taille de notre communauté, Un autre axe important de notre structure de coûts concerne les frais de développement, de maintenance technique et de personnel.

Cela inclut les coûts liés à l'achat de matériel informatique, à la rémunération des ingénieurs logiciels et de l'administrateur système qui veille à la sécurité de notre infrastructure, Nous avons également des coûts de marketing et de communication pour lancer notre application.

Cela comprend les frais d'abonnement annuels sur les stores, ainsi que les budgets alloués aux campagnes publicitaires en ligne et à l'impression de brochures physiques pour les cabinets médicaux, En gérant rigoureusement ces coûts et en choisissant une architecture logicielle évolutive, nous pouvons atteindre un seuil de rentabilité rapide et assurer une excellente viabilité économique pour notre projet.

4.3 Étude Financière

4.3.1 Estimation des coûts

Élément	Description	Coût estimé (DA)
Développement	Conception et développement de l'application mobile	0 DA
Hébergement	Hébergement de la base de données et du serveur	10 000 DA/an
Design (UI/UX)	Conception de l'interface utilisateur	0 DA
Marketing	Promotion de l'application (réseaux sociaux , publicité)	5 000 DA
Maintenance	Mise à jour et correction des bugs	0 DA (assurée par l'équipe)
Autres frais	Divers et imprévus	0 DA
Total		15 000 DA/an

Table 4.1: Estimation des coûts

4.3.2 Revenus estimés

Notre étude de viabilité financière se concentre sur la projection et l'estimation rigoureuse des revenus, Cela permet de montrer que notre application mobile prénatale peut se financer elle-même et générer des excédents de capitaux stables pour soutenir sa croissance future.

Dans le domaine de la e-santé, il est important d'évaluer les flux financiers prévisionnels de manière réaliste, en analysant les comportements de consommation du marché cible.

Nous avons donc créé un modèle de monétisation hybride, appelé Freemium, qui comprend des scénarios financiers prévisionnels à court et à moyen terme, Nous segmentons les entrées d'argent selon leur origine, qui peut être les abonnements des utilisatrices premium ou les partenariats publicitaires éthiques.

La première source de revenus vient de la conversion d'une partie de notre audience de femmes enceintes gratuites vers l'offre premium payante, Cela donne accès à des fonctionnalités cliniques exclusives, comme l'extraction de rapports pour le médecin et le suivi algorithmique avancé.

En supposant un taux de conversion standard de trois à cinq pour cent de l'ensemble des utilisatrices actives, nous pouvons générer des ressources importantes dès la première année, Ce flux est renforcé par le caractère récurrent de l'abonnement, qui peut être calculé sur une base trimestrielle ou forfaitaire.

La modélisation mathématique de ces revenus montre une courbe de croissance exponentielle qui s'accélère à mesure que notre application devient plus connue auprès des cabinets de gynécologie et des cliniques de maternité.

La seconde composante majeure de nos revenus prévisionnels repose sur le levier publicitaire et l'affiliation éthique avec des partenaires sélectionnés de l'écosystème de la puériculture et de la nutrition maternelle, Contrairement aux modèles publicitaires intrusifs, notre application intègre des espaces d'affichage natifs et contextualisés au sein de la section des articles médicaux, Les annonceurs sont facturés selon un modèle de coût par mille impressions ou de coût par clic.

L'évaluation financière de ce canal montre que à mesure que notre base de données s'enrichit de nouveaux profils d'utilisatrices actives, la valeur de notre espace publicitaire augmente de manière significative, Cela garantit une résilience économique remarquable et assure le financement pérenne des mises à jour technologiques.

4.3.3 Analyse

L'analyse globale et la confrontation des résultats de notre étude de coûts et d'estimation des revenus nous permettent de formuler un diagnostic stratégique définitif sur la viabilité socio-économique et la pertinence entrepreneuriale de notre projet de santé connectée. Nous avons constaté que le coût d'exploitation annuel est très maîtrisé, principalement en raison de l'utilisation de l'infrastructure cloud Google Firebase, qui offre une tarification flexible en fonction de l'usage.

Par conséquent, nous pouvons affirmer que les flux de revenus sont diversifiés et récurrents, ce qui met en évidence un retour sur investissement particulièrement rapide. Ce dynamisme financier est dû à la nature immatérielle et logicielle de notre produit, développé sous Flutter.

En effet, le coût marginal de duplication du système pour une nouvelle utilisatrice est quasi nul, ce qui permet à notre startup de réaliser d'importantes économies d'échelle dès que le seuil de rentabilité critique est atteint. En ce qui concerne la gestion des risques et la robustesse opérationnelle, notre analyse confirme que la plateforme est capable d'absorber des scénarios de crise, tels qu'un taux d'adoption initial inférieur aux prévisions ou une augmentation soudaine des frais d'hébergement cloud.

La flexibilité de l'architecture cloud Blaze de Firebase nous permet d'ajuster nos dépenses en temps réel, évitant ainsi les lourdes charges fixes liées aux serveurs physiques traditionnels. De plus, notre analyse d'impact socio-économique démontre que la valeur créée par notre application dépasse le simple cadre de la rentabilité financière pour toucher à l'utilité publique.

Notre application offre un outil d'autonomisation et de prévention prénatale qui s'inscrit parfaitement dans les orientations nationales de modernisation du système de santé à travers le numérique et l'entrepreneuriat innovant.

Enfin, notre évaluation stratégique de notre modèle économique, validée par l'équilibre structurel du Business Model Canvas, démontre que notre projet réunit toutes les conditions d'ingénierie et de viabilité pour postuler avec succès aux dispositifs de soutien étatiques et aux financements bancaires.

La clarté de notre proposition de valeur couplée à une segmentation de clientèle précise et à une maîtrise totale de la chaîne de valeur technique, positionne notre startup comme une solution hautement compétitive sur le marché émergent de la e-santé en Algérie.

Cette analyse conclusive confirme ainsi que notre démarche d'ingénierie biomédicale ne trouve pas seulement son accomplissement dans la réussite algorithmique et visuelle des interfaces mobiles, mais qu'elle ouvre la voie à une véritable entreprise innovante, pérenne et capable d'apporter une contribution majeure à l'accompagnement et à la sécurité des futures mères.

4.4 Conclusion

Pour terminer ce quatrième et dernier chapitre consacré à l'étude économique et à la viabilité commerciale, il est important de noter que cette analyse a permis de transformer notre application mobile prénatale en un véritable projet de startup innovant et durable.

Nous avons utilisé le Business Model Canvas pour structurer les différents aspects de notre projet de manière logique, en montrant comment notre proposition de valeur, axée sur la santé préventive et la sécurité biomédicale, peut répondre aux besoins réels des femmes enceintes et des professionnels de la santé.

Cette analyse a mis en évidence la solidité de notre organisation et la pertinence de nos choix sur un marché de la santé connectée en plein essor. En outre, notre évaluation financière a montré que notre modèle économique, basé sur le Freemium et reposant sur une structure de coûts maîtrisée, est viable et rentable à long terme.

Nous avons démontré que notre système est financièrement indépendant et a le potentiel de s'autofinancer, ce qui nous permet de postuler avec confiance aux aides de l'État et aux microcrédits nationaux.

Maintenant que nous avons développé, validé et consolidé les aspects médicaux, techniques, ergonomiques et financiers de notre recherche, nous sommes prêts à conclure ce travail en formulant la conclusion générale de notre mémoire de fin d'études.

Conclusion Générale

Maintenant que nous avons terminé ce projet de fin d'études sur la création d'une application mobile pour accompagner les femmes enceintes, il est temps de faire un bilan de tout ce que nous avons accompli.

Nous avons réussi à combiner les besoins de la médecine obstétrique, les exigences techniques du développement de logiciels et les réalités du monde des affaires, Le point de départ de ce projet était la nécessité de moderniser la façon dont les femmes enceintes sont suivies à domicile pour réduire les risques de complications et pour leur donner des outils numériques fiables pour les aider à prendre soin d'elles-mêmes de manière autonome et sécurisée.

En utilisant l'ingénierie biomédicale pour améliorer la santé grâce aux technologies numériques nous avons créé une réponse concrète qui accompagne les femmes tout au long de leur grossesse Notre première étape a consisté à étudier en profondeur l'état actuel de la médecine pour identifier les facteurs physiologiques clés et les protocoles de surveillance nécessaires pour notre solution numérique.

Cela nous a permis de concevoir une architecture solide pour notre système et de définir clairement comment les utilisatrices interagiront avec l'application, Nous avons utilisé des outils de conception pour créer une infrastructure de données stable et nous avons défini les bases de notre système de manière à ce que la transition vers la phase de programmation soit fluide et sans problème.

L'application a pris forme lorsque nous avons commencé à la développer sous Android Studio Nous avons utilisé Flutter et Dart pour créer des interfaces graphiques réactives et ergonomiques qui minimisent la fatigue cognitive des femmes enceintes.

En utilisant les services cloud de Google Firebase pour gérer le backend et le stockage des données, nous avons donné à notre application une infrastructure robuste, scalable et sécurisée pour protéger les données médicales privées, Les tests que nous avons menés sur différents terminaux ont montré que notre application est stable et fiable, notamment les outils pour compter les mouvements du fœtus et le journal des symptômes.

Enfin, nous avons étudié la viabilité commerciale de notre plateforme pour nous assurer qu'elle puisse être viable sur le marché, Nous avons utilisé le Business Model Canvas pour évaluer notre modèle économique et nous avons constaté que notre approche était équilibrée et prometteuse.

Nous avons également étudié la rentabilité et nous avons trouvé que notre structure de coûts et de revenus était solide, ce qui nous permettra de récupérer nos investissements rapidement et de rester sur le marché de la santé numérique, Ce projet montre qu'une approche rigoureuse en

développement de logiciels peut mener à un outil médical numérique de haute qualité. Maintenant que nous avons terminé, nous voyons des perspectives prometteuses pour l'avenir, notamment l'intégration d'algorithmes d'intelligence artificielle pour analyser les symptômes ou la synchronisation avec des objets connectés biomédicaux, consolidant ainsi le rôle des technologies numériques dans la protection de la vie humaine et l'accompagnement des femmes enceintes.

Références

[1] BabyCenter, LLC "BabyCenter Pregnancy Tracker & Baby App" Plateforme de santé périnatale (Everyday Health Group), lancée en août 2010. Disponible sur Google Play Store / Apple App Store.

[2] Philips Digital UK Limited "Grossesse + (Pregnancy+)" Application de suivi prénatal et d'imagerie fœtale 3D, lancée en février 2012. Disponible sur Google Play Store / Apple App Store.

[3] Ovia Health (Ovuline, Inc.). "Ovia Pregnancy Tracker" Plateforme d'analyse algorithmique des données de santé maternelle, lancée en 2012. Disponible sur Google Play Store / Apple App Store.

[4] Flo Health Inc "Flo Period & Pregnancy Tracker" Application de suivi du cycle et de la grossesse assistée par intelligence artificielle, lancée en octobre 2015. Disponible sur Google Play Store / Apple App Store

