
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

Université Tunis El Manar

Faculté des sciences Tunis



PROJET FÉDÉRÉ

Smart Baby Incubator

Réalisé par

MOHAMED LOUAY SAIDI

SYRINE MEKSI

Encadré par

MR MOHAMED AYMEN ZERMANI

Année Universitaire : 2022 - 2023

Remerciement

De manière générale, nous tenons à remercier tous ceux, qui nous ont, de près comme de loin, aidé pendant l’élaboration de ce projet. Plus particulièrement, nous remercions Mr Mohamed Aymen Zermani du fond du cœur tout d’abord pour avoir accepté d’être notre encadreur de ce projet fédéré, et ensuite pour sa disponibilité, sa patience, son aide et le soutien qu’il nous a apporté tout au long de notre projet.

Nous voulons adresser notre gratitude envers Mr Kamel Elchaib qui nous a fournit le matériel nécessaire pour réaliser ce projet.

Table des matières

Introduction générale	1
1 Contexte du projet	2
1.1 Introduction	2
1.2 Présentation du projet	2
1.2.1 Cadre du projet	2
1.2.2 Problématique	2
1.2.3 Étude de l'existant	3
1.2.4 Solution proposée	3
1.3 Méthodologie de travail et planification	4
1.4 Conclusion	4
2 Analyse des besoins	5
2.1 Introduction	5
2.2 Sélection des composants système	5
2.2.1 Composants matériel	5
2.2.2 Composants logiciel	6
2.2.3 Plate-forme de communication	6
2.3 Architecture	7
2.3.1 Architecture générale du projet	7
2.3.2 L'architecture de l'application	8
2.3.3 Tableaux des cas d'utilisation	8
2.4 Conclusion	8
3 Conception	9
3.1 Introduction	9
3.2 Diagramme de blocs	9
3.3 Diagramme de définition de bloc	10
3.4 Diagramme d'activités	11
3.5 La connexion des capteurs avec la carte Raspberry Pi	12
3.6 Conclusion	12
4 Réalisation	13
4.1 Introduction	13
4.2 Assemblage des composants électroniques	13
4.3 Réalisation des applications	14
4.3.1 L'application web	14
4.3.2 L'application mobile pour le cadre médical	15
4.3.3 L'application mobile pour les parents	16

4.4 Partie tests	20
4.4.1 Test des capteurs : DHT11 et PIR	20
4.4.2 Test de la caméra	22
4.4.3 Test du détecteur de son KY-037	27
4.5 Conclusion	28
Conclusion Générale	29
Bibliographie	30

Table des figures

2.1	Architecture du système	7
2.2	Structure de l'application à développer	8
3.3	Diagramme de blocs	9
3.4	Diagramme définition de bloc	10
3.5	Diagramme d'activité	11
3.6	Circuit à réaliser	12
4.7	Circuit complet	13
4.8	Interface d'authentification	14
4.9	Introduction du mail et mot de passe	14
4.10	L'interface de l'application	15
4.11	L'interface de l'application Blynk	16
4.12	L'interface de l'application des parents 1	17
4.13	L'interface de l'application des parents 2	18
4.14	L'interface de l'authentification	19
4.15	Alerte pour les soignants lorsque la température est élevée avec l'application Blynk	20
4.16	La température de la couveuse en temps réel	21
4.17	L'humidité de la couveuse en temps réel	22
4.18	Image capturée	23
4.19	Photo enregistrée dans firebase	23
4.20	Photo capturé par la deuxième application	24
4.21	Appel vidéo en ligne pour la première application	25
4.22	Différentes états possible du bébé traitées par AI	26
4.23	Appel vidéo en ligne pour la deuxième application	27
4.24	Photo enregistrée dans Firebase	27
4.25	Notification	28

Liste des tableaux

2.1 Différents cas des utilisations	8
---	---

Introduction générale

Dans le cadre de notre formation en Licence IoT, nous avons réalisé un projet de fin d'année visant à développer un "Smart Baby Incubator", un dispositif connecté pour surveiller et réguler les conditions environnementales d'une couveuse pour bébé.

Le but de ce projet est de fournir une solution plus sûre et plus efficace pour les bébés, en particulier ceux qui sont prématurés ou qui ont des conditions médicales. En effet, les bébés prématurés sont souvent placés en couveuse pour maintenir leur température corporelle et assurer leur développement. Cependant, les conditions environnementales peuvent affecter leur santé et leur bien-être, ce qui rend essentiel la surveillance de ces facteurs.

Dans ce contexte, notre projet a pour objectif de développer un dispositif connecté pour surveiller et réguler la température, l'humidité et d'autres facteurs environnementaux dans une couveuse pour bébé. Ce dispositif permettra aux parents et aux soignants d'avoir des informations en temps réel sur l'environnement du bébé, leur permettant de prendre des décisions éclairées sur les soins à apporter. En outre, notre projet intègre un modèle d'IA pour détecter si le bébé pleure ou non, permettant de capturer des photos et d'alerter les soignants en cas de besoin.

Dans la suite de ce rapport, nous présenterons en détail les différentes étapes de conception et de réalisation de notre "Smart Baby Incubator", ainsi que les résultats obtenus.

chapitre 1

Contexte du projet

1.1 Introduction

En premier, nous commençons ce chapitre en évoquant une présentation du notre projet, la problématique, étude de l'existence et notre solution proposée.

1.2 Présentation du projet

1.2.1 Cadre du projet

Le cadre du projet vise à concevoir et mettre en place un smart incubateur qui permettrait aux parents de suivre la santé de leur bébé prématuré à distance, tout en assurant une surveillance de qualité pour le personnel médical. Ce projet s'inscrit dans le contexte actuel des hôpitaux confrontés à une pénurie de lits pour les nouveaux nés et de la difficulté des mères à se déplacer pour visiter leur bébé après l'accouchement. La conception d'une telle solution permettrait ainsi de répondre à une problématique actuelle et de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie des parents et des bébés prématurés. Ce cadre implique de prendre en compte les aspects techniques, éthiques et pratiques liés à la mise en place d'un smart incubateur, ainsi que les normes éthiques et légales en vigueur. La réalisation de ce projet nécessite une réflexion approfondie et une collaboration entre des professionnels de la santé, des ingénieurs et des experts en informatique.

1.2.2 Problématique

L'accouchement est un moment éprouvant pour les mères, qui ont souvent besoin de repos et de récupération. Cependant, la présence de leur bébé est essentielle pour leur bien-être et leur rétablissement. Dans de nombreux cas, les mères ne peuvent pas se rendre dans la nurserie ou dans l'unité de soins intensifs néonatals pour voir leur bébé en raison de leur état de santé ou des restrictions de l'hôpital.

Pour répondre à ce besoin, nous avons pensé à concevoir un incubateur intelligent qui permettrait aux mères de voir leur bébé à distance. Cette solution offrirait une tranquillité d'esprit aux mères qui peuvent ainsi surveiller leur bébé tout en se reposant. De plus, cette technologie pourrait également être utilisée dans les cas de prématurité où l'hôpital oblige

les mères à quitter leur bébé en raison du manque de lits.

En Tunisie, par exemple, de nombreux bébés prématurés sont admis dans les unités de soins intensifs néonatals. Les mères sont souvent confrontées à la difficulté de trouver un lit pour rester à proximité de leur bébé. Dans ce contexte, un incubateur intelligent pourrait être une solution pour permettre aux mères de surveiller leur bébé à distance tout en libérant des lits pour les autres familles dans le besoin.

En résumé, l'incubateur intelligent pourrait améliorer le bien-être des mères en leur permettant de voir leur bébé à distance, offrir une solution pour les bébés prématurés et libérer des lits dans les unités de soins intensifs néonatals.

1.2.3 Étude de l'existant

Dans cette partie, nous allons examiner l'existence des solutions similaires à notre smart incubateur sur le marché actuel. Les technologies de surveillance à distance des bébés prématurés ont connu un essor considérable ces dernières années, avec l'arrivée de nombreux systèmes de télé-médecine et de télématique destinés à surveiller les paramètres vitaux des patients à distance. Cependant, il convient de noter que la plupart des solutions existantes ne sont pas spécifiquement conçues pour les bébés prématurés et ne répondent pas nécessairement aux besoins particuliers des parents et du personnel médical dans ce contexte.

Certains incubateurs connectés ont déjà été développés pour permettre aux parents de rester en contact avec leur bébé à distance, mais ces solutions présentent souvent des limites en termes de qualité de la surveillance ou d'accessibilité pour les parents. Par exemple, certains incubateurs connectés ne permettent pas aux parents de voir leur bébé en temps réel, ou ne proposent pas une interface conviviale et intuitive.

En outre, il est important de souligner que la mise en place d'un smart incubateur soulève des questions éthiques et légales complexes, notamment en termes de protection de la vie privée et de sécurité des données. Il est donc essentiel de veiller à ce que notre solution respecte les normes éthiques et légales en vigueur et garantisse la confidentialité des informations personnelles des parents et des bébés.

En conclusion, l'étude de l'existant nous permet de constater que les solutions actuelles de surveillance à distance des bébés prématurés présentent certaines limites en termes de qualité de surveillance ou d'accessibilité pour les parents. Cependant, il existe un potentiel pour une solution plus spécifiquement conçue pour répondre aux besoins particuliers des parents et du personnel médical dans ce contexte. Notre smart incubateur doit donc être conçu avec soin pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs, tout en respectant les normes éthiques et légales en vigueur.

1.2.4 Solution proposée

La solution proposée consiste en la conception d'une application qui permettrait aux parents de suivre en temps réel les paramètres vitaux de leur bébé prématuré, de recevoir

des alertes en cas de variations significatives et de visualiser leur bébé via une caméra intégrée. Cette application doit être facilement accessible depuis un smart-phone ou un ordinateur et doit offrir une interface intuitive et conviviale.

Pour garantir la qualité de cette application, il est nécessaire de respecter certains critères techniques et pratiques, tels que la fiabilité des mesures des paramètres vitaux, la précision des alertes, la fluidité de la communication avec le personnel médical, l'ergonomie de l'interface et la facilité d'utilisation pour les parents et le personnel médical.

En conclusion, la solution proposée d'une application permettant aux parents de suivre en temps réel les paramètres vitaux de leur nouveau né à distance représente une avancée importante pour améliorer la qualité de vie des parents et des bébés prématurés tout en garantissant une surveillance de qualité pour le personnel médical.

1.3 Méthodologie de travail et planification

Pour ce projet, une méthodologie agile a été choisie, en particulier l'utilisation de sprints. Le projet a été divisé en petites parties ou sprints, chacun durant deux semaines, où le développement a été effectué de manière itérative et incrémentale.

Le premier sprint s'est concentré sur la compréhension des besoins et des attentes des parties prenantes du projet grâce à la recherche utilisateur et au développement d'histoires utilisateur. À partir de là, l'équipe a travaillé sur le développement d'un prototype fonctionnel ou d'un produit minimum viable (MVP) dans les sprints suivants, avec des tests et des retours d'information constants incorporés tout au long du processus.

La flexibilité de la méthodologie agile a permis des modifications basées sur les commentaires et les résultats de test, ce qui a assuré que le produit final répondait aux besoins des parties prenantes. La communication entre les membres de l'équipe et les parties prenantes était essentielle, avec des réunions régulières et des examens de sprint permettant de résoudre rapidement tout problème ou préoccupation.

L'utilisation de sprints a permis un processus de développement plus rapide et une approche plus réactive aux changements et aux commentaires, aboutissant à un produit répondant aux besoins des parties prenantes en temps

1.4 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons présenté notre projet, qui est incubateur intelligent. On a aussi évoqué la problématique, l'étude de l'existant ainsi que la méthodologie utilisée lors du développement du projet. On passe au chapitre suivant ou on passe à l'analyse des besoins.

chapitre 2

Analyse des besoins

2.1 Introduction

Dans ce chapitre, les composants matériels et logiciels que nous avons utilisés pour concevoir et mettre en œuvre le système proposé sont discutés.

2.2 Sélection des composants système

2.2.1 Composants matériel

La carte Raspberry pi :

Nous avons choisi la Raspberry Pi 3 Model B+ [1] en raison de sa puissance et de sa capacité à prendre en charge plusieurs capteurs et modèles d'AI. Nous avons vérifié que les capteurs que nous avons choisis étaient compatibles avec la Raspberry Pi et que nous avions les bibliothèques logicielles nécessaires. Nous avons également pris en compte la facilité de programmation offerte par la Raspberry Pi et sa compatibilité avec de nombreux logiciels et bibliothèques tiers.

Le capteur DHT11 :

C'est un capteur de température et d'humidité [2]. Il est facile à utiliser et fournit des données précises pour mesurer la température et l'humidité à l'intérieur de l'incubateur. Ce capteur se compose d'un thermistor pour mesurer la température et d'un capteur d'humidité pour mesurer l'humidité relative. Les données sont ensuite envoyées à la carte Raspberry Pi pour être traitées et affichées sur l'application mobile et web.

Le capteur de mouvement PIR (Passive Infrared) :

C'est un capteur de détection de mouvement qui mesure les changements de température dans son champ de vision [3]. Il est utilisé pour détecter les mouvements du bébé à l'intérieur de l'incubateur. Lorsque le capteur détecte un mouvement, il envoie un signal à la carte Raspberry Pi pour déclencher des actions spécifiques, telles que l'envoi d'une alerte aux parents via l'application mobile et web.

Microphone et détecteur de son KY-037 :

Sont utilisés pour détecter les sons émis par le bébé [4]. Le microphone capte les sons dans l'incubateur, tandis que le détecteur de son KY-037 les analyse pour déterminer s'ils sont des pleurs, des cris, des rires ou d'autres types de sons. Ces données sont ensuite traitées par la carte Raspberry Pi et affichées sur l'application mobile et web pour que les parents puissent les voir.

Caméra :

Nous avons également installé une caméra dans l'incubateur pour permettre aux parents de voir leur bébé et de prendre des photos. Pour stocker les données collectées par l'incubateur, nous avons utilisé une base de données qui permet la communication en temps réel avec les parents.

2.2.2 Composants logiciel

Raspbian :

C'est un système d'exploitation[5] basé sur Linux qui est utilisé sur la carte Raspberry Pi. Il est pré-installé avec des outils de développement et de nombreux packages logiciels qui sont nécessaires pour faire fonctionner l'incubateur.

Python

c'est un langage de programmation utilisé pour écrire le code de l'incubateur. Ainsi, il est bien adapté pour les projets IoT.

2.2.3 Plate-forme de communication

Application Blynk pour les soignants

Blynk[6] a été utilisé dans le projet pour permettre aux soignants de surveiller l'état du bébé et de la couveuse en temps réel, notamment la température et l'humidité. Si la température dépasse un certain seuil critique, l'application déclenche une alerte pour les informer. De plus, lorsque le bébé bouge, une LED s'allume dans l'application pour alerter les soignants. Le cadre médical peuvent également prendre des photos et ouvrir des flux de streaming en temps réel pour voir leur bébé.

Application pour les parents

Cette application est développée avec Flutter[8] a été utilisé dans le projet pour permettre aux parents de surveiller l'état du bébé et de la couveuse en temps réel, notamment la température et l'humidité. De plus, les parents peuvent également prendre des photos et ouvrir des flux de streaming en temps réel pour voir leur bébé.

FireBase

Dans le contexte de notre projet, Firebase[7] a été utilisé pour stocker les données en temps réel dans la base de données, ce qui permet aux parents de suivre en temps réel les paramètres vitaux de leur bébé, de recevoir des alertes en cas de variations significatives,

de communiquer avec le personnel médical et de visualiser leur bébé via une caméra intégrée.

De plus, Firebase offre une authentification basée sur l'adresse e-mail, qui permet de contrôler l'accès à la base de données. Cela garantit que seuls les utilisateurs autorisés peuvent accéder aux données stockées dans la base de données, assurant ainsi la sécurité et la confidentialité des informations relatives au bébé.

En outre, Firebase permet également de stocker les photos prises, permettant ainsi aux parents de visualiser l'historique des images de leur bébé. Cette fonctionnalité est particulièrement utile pour les parents qui ne peuvent pas se rendre régulièrement à l'hôpital pour voir leur bébé prématuré, car ils peuvent avoir une vue d'ensemble de l'évolution de leur bébé depuis leur domicile ou leur lieu de travail.

2.3 Architecture

2.3.1 Architecture générale du projet

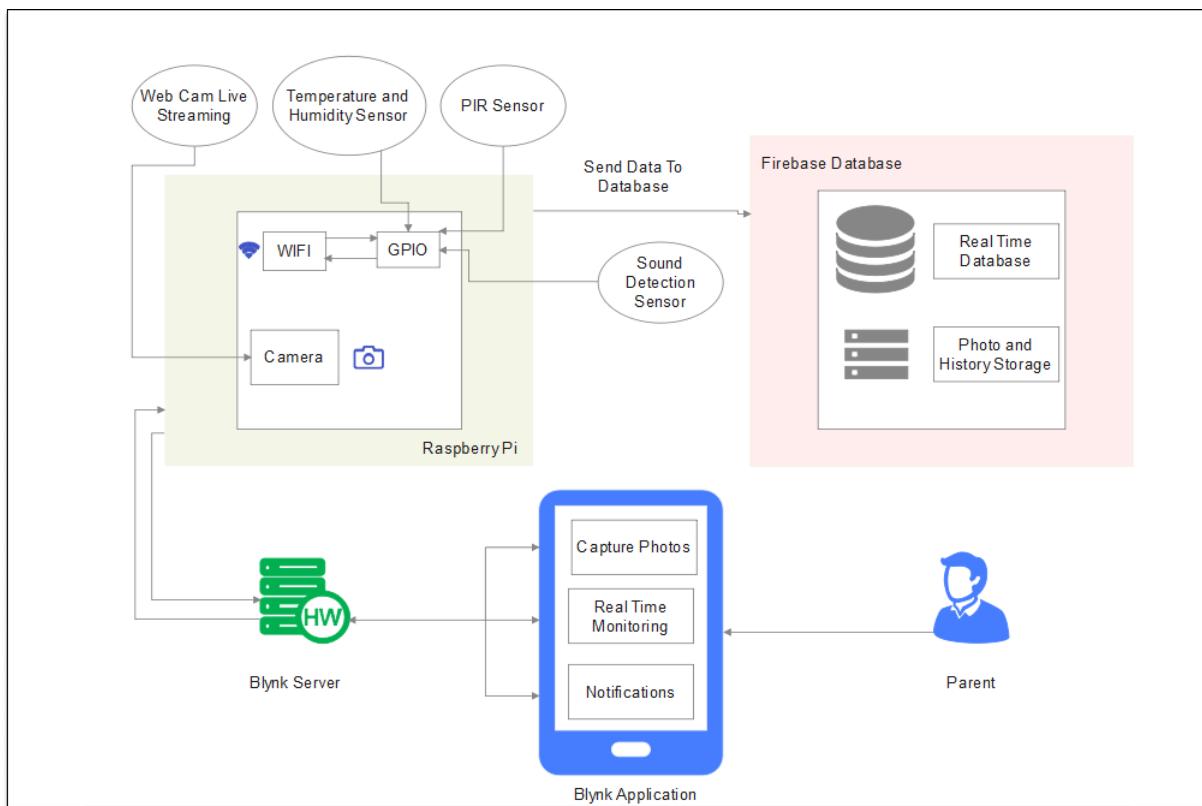


FIGURE 2.1 – Architecture du système

2.3.2 L'architecture de l'application

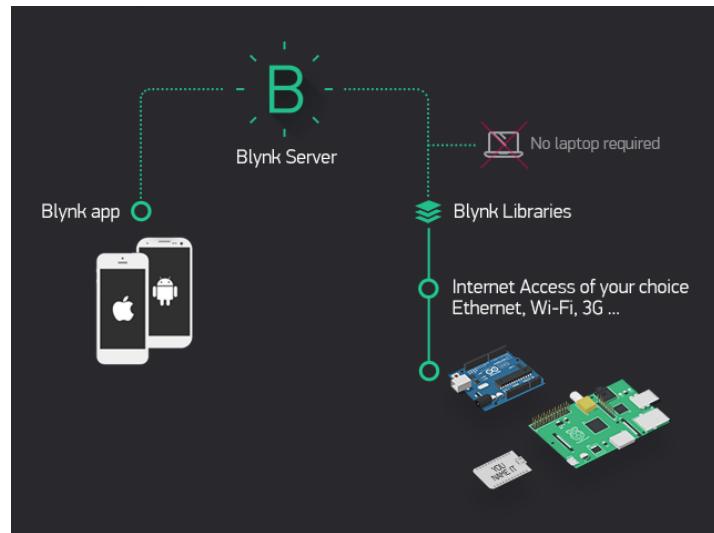


FIGURE 2.2 – Structure de l'application à développer

2.3.3 Tableaux des cas d'utilisation

Cas d'utilisation	Description
Suivi en temps réel des paramètres vitaux du bébé	Affichage en temps réel de la température et de l'humidité de la couveuse
Alertes	Envoi d'alertes en cas de variation significative de la température ou de l'humidité de la couveuse
Visualisation du bébé	Possibilité pour les parents de visualiser leur bébé via une caméra intégrée
Prise de photos	Possibilité pour les parents de prendre des photos de leur bébé via l'application
Streaming en temps réel	Possibilité pour les parents de visualiser leur bébé en temps réel via une fonctionnalité de streaming intégrée
Accès à l'historique	Possibilité pour les parents de consulter l'historique des paramètres vitaux de leur bébé via l'application

TABLE 2.1 – Différents cas des utilisations

2.4 Conclusion

Dans ce chapitre, on a évoqué une analyse des besoins dans ce projet, commençons par besoin matériel (la carte et les capteurs), les logiciels et plate-formes de communication à utiliser. Puis, on a évoqué l'architecture générale et des cas des utilisation. On passe au chapitre suivant, la conception ou la modélisation de notre incubateur.

chapitre 3

Conception

3.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons travailler sur la partie conception du notre projet.

3.2 Diagramme de blocs

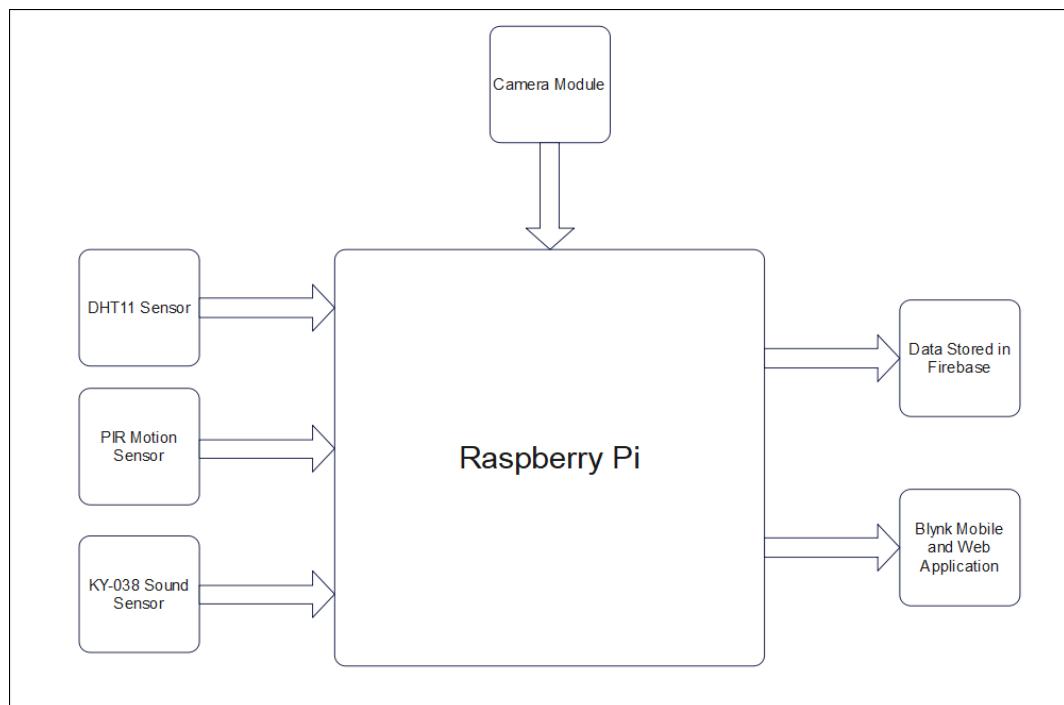


FIGURE 3.3 – Diagramme de blocs

3.3 Diagramme de définition de bloc

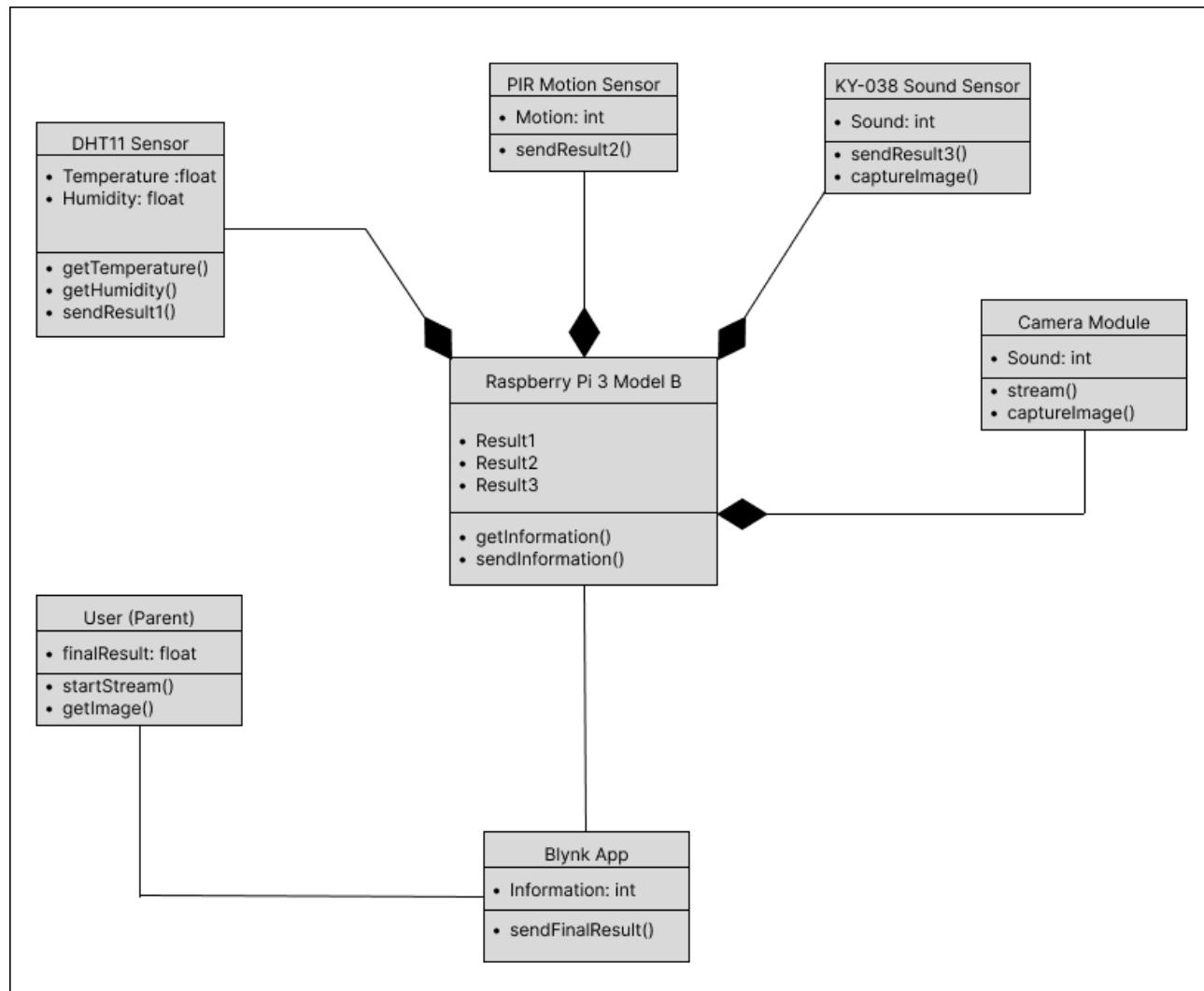


FIGURE 3.4 – Diagramme définition de bloc

3.4 Diagramme d'activités

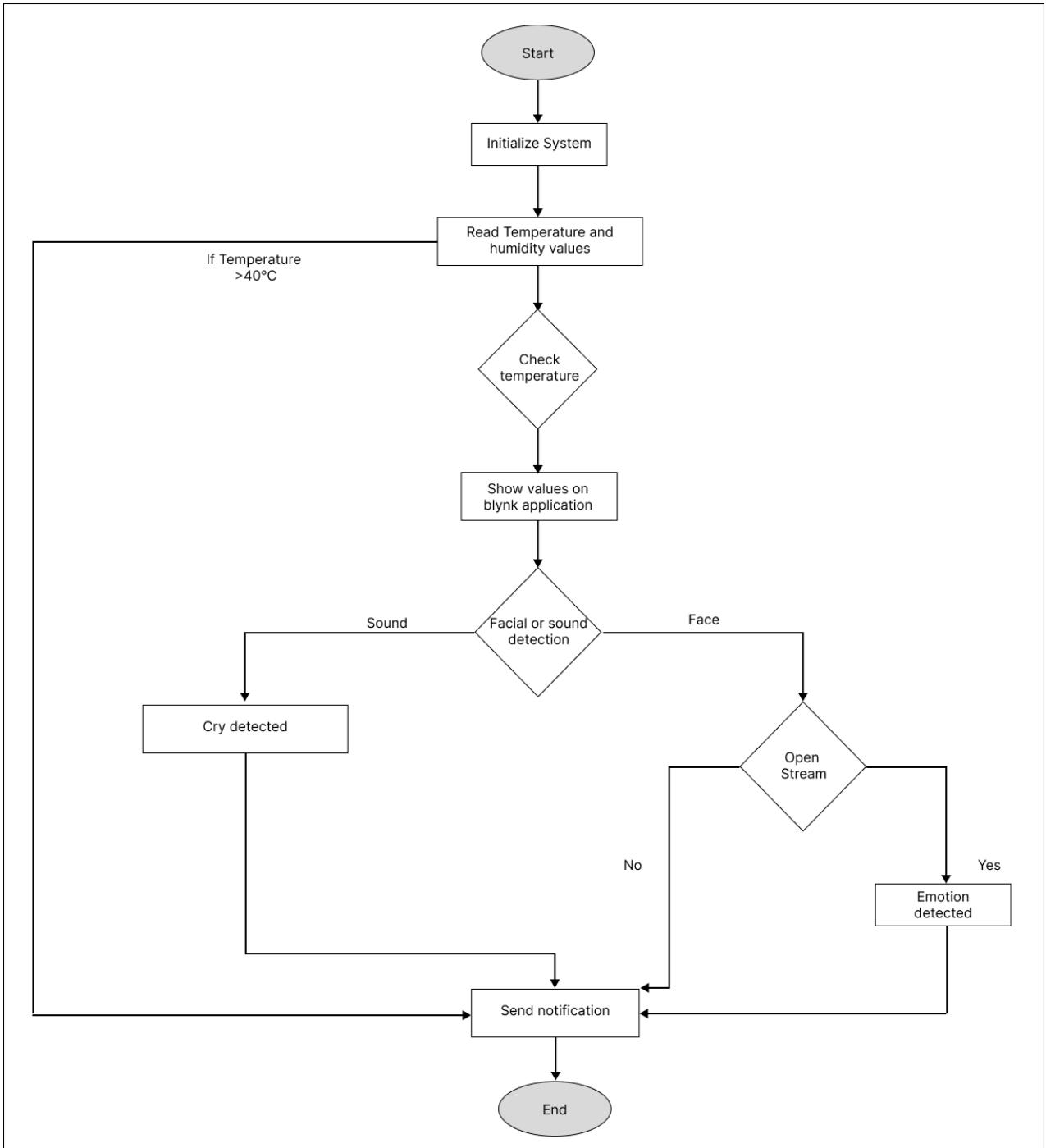


FIGURE 3.5 – Diagramme d'activité

3.5 La connexion des capteurs avec la carte Raspberry Pi

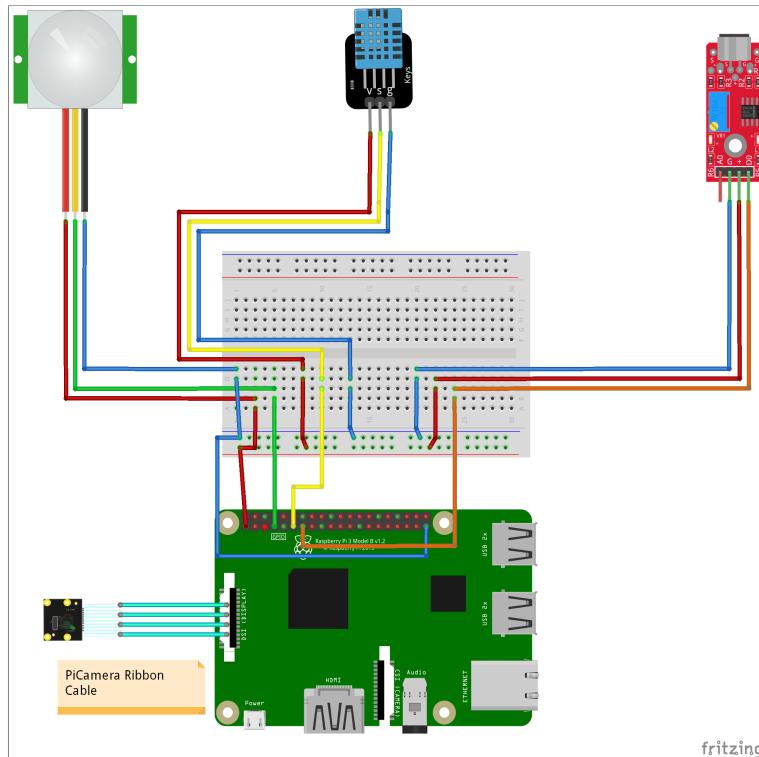


FIGURE 3.6 – Circuit à réaliser

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre, on a fait la conception de notre smart incubateur commençant par le diagramme de bloc, le diagramme de définition des blocs, le diagramme d'activité et connexion des capteurs. On passe maintenant au chapitre suivant.

chapitre 4

Réalisation

4.1 Introduction

Dans cette partie, nous allons présenter les différentes étapes de la réalisation du projet, depuis l'assemblage jusqu'à la mise en place de la solution proposée.

4.2 Assemblage des composants électroniques

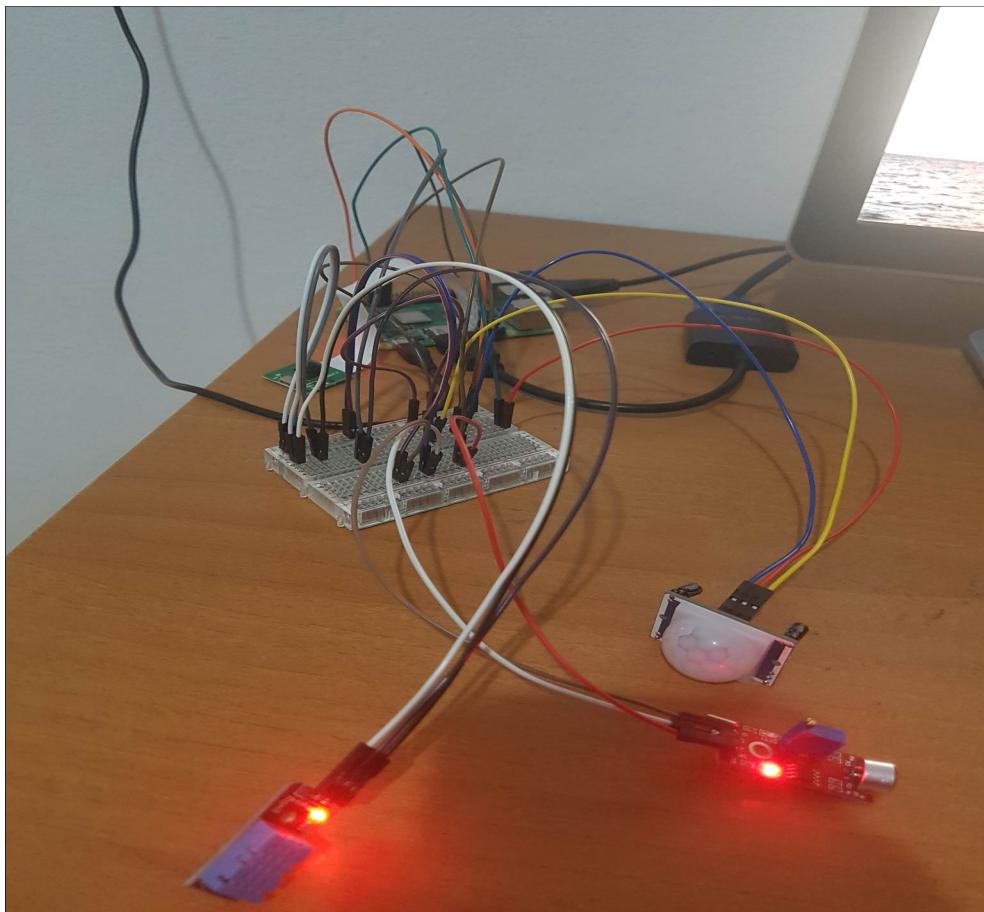


FIGURE 4.7 – Circuit complet

4.3 Réalisation des applications

4.3.1 L'application web

Afin d'assurer la sécurité de l'application web, nous avons mis en place un système d'authentification pour que seuls les utilisateurs autorisés puissent accéder à l'application. Lorsque l'utilisateur se connecte en entrant son adresse e-mail et son mot de passe sur la page d'authentification.

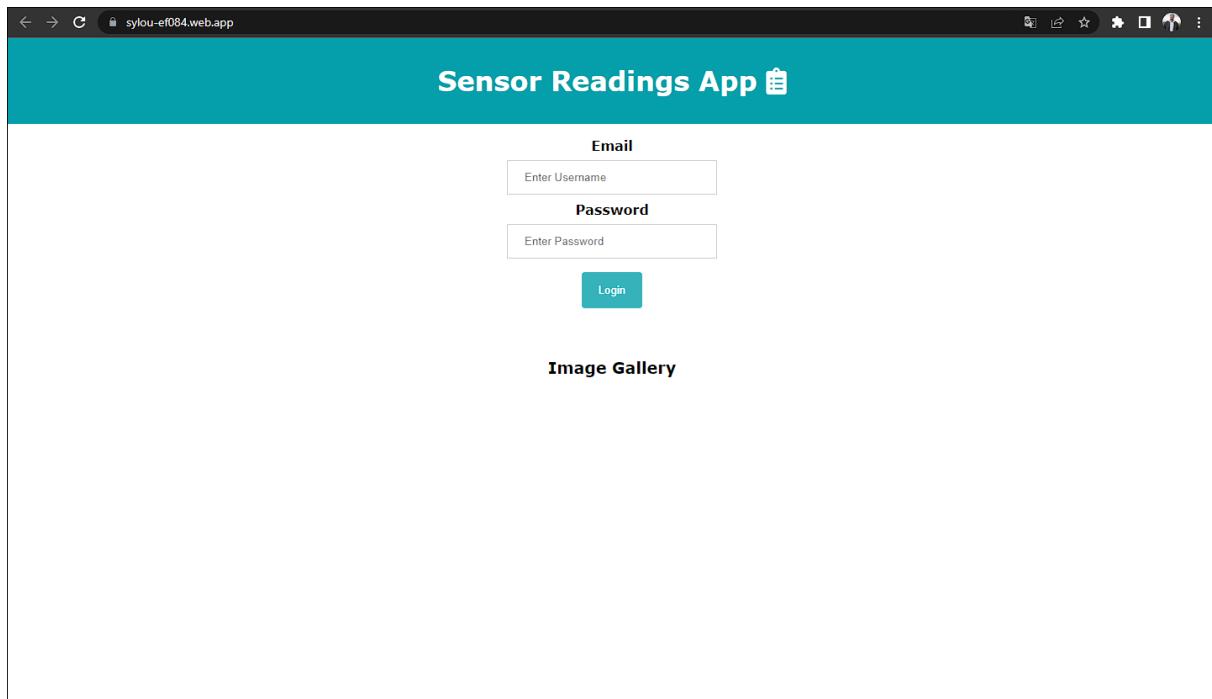


FIGURE 4.8 – Interface d'authentification

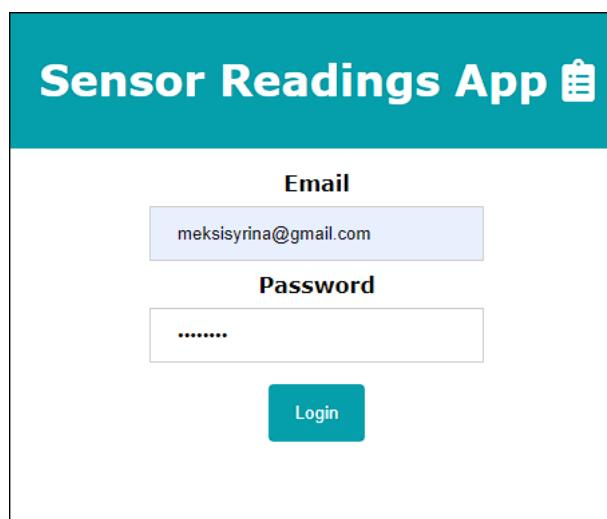


FIGURE 4.9 – Introduction du mail et mot de passe

Une fois que l'utilisateur s'est connecté à l'application, il accède à la page principale qui contient les informations sur l'état du bébé et les photos prises par les parents. Sur cette page, l'utilisateur peut voir les valeurs de température et d'humidité dans la couveuse, ainsi que le temps du dernier mouvement du bébé. Ces informations sont mises à jour en temps réel grâce à la connexion aux capteurs de la couveuse.

En outre, les parents peuvent consulter les photos capturées par la caméra lorsqu'ils ont appuyé sur le bouton de capture d'écran dans l'application mobile. Les photos sont stockées sur le serveur Firebase et sont accessibles depuis la page principale de l'application web. Les utilisateurs peuvent également télécharger les photos s'ils le souhaitent.

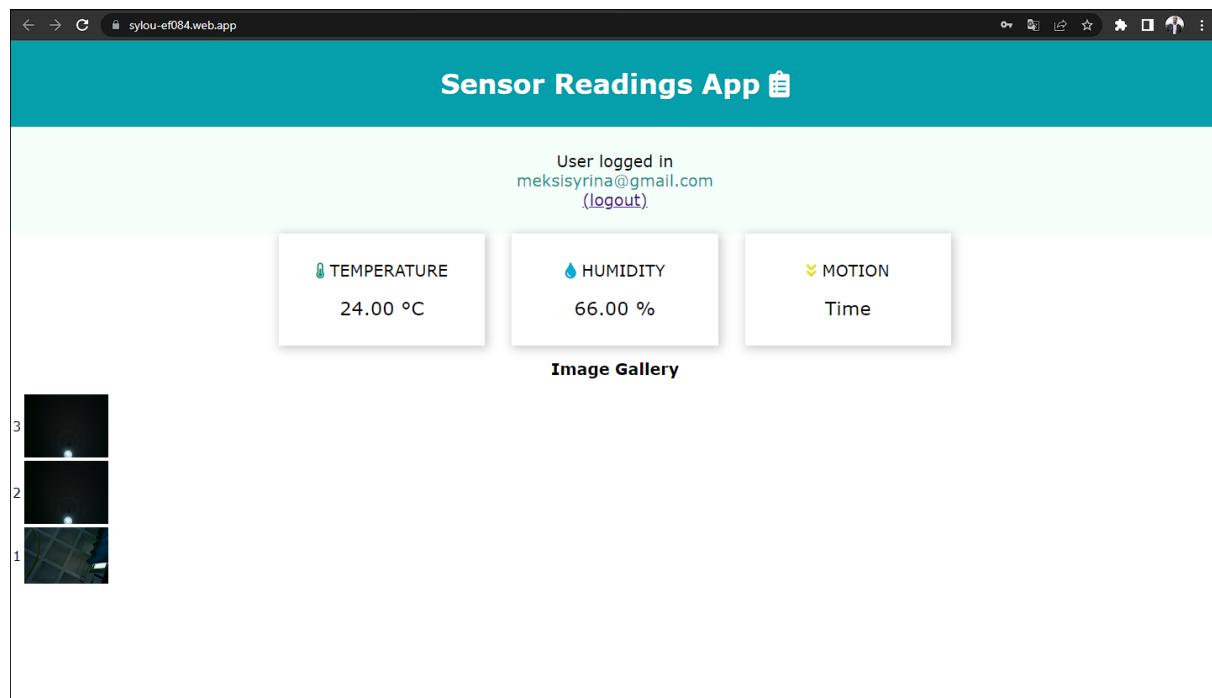


FIGURE 4.10 – L'interface de l'application

En somme, la page principale de l'application web offre un accès facile et en temps réel aux informations importantes sur l'état du bébé, ainsi que la possibilité de consulter les photos capturées par les parents pour offrir une tranquillité d'esprit aux parents qui peuvent surveiller leur bébé même à distance.

4.3.2 L'application mobile pour le cadre médical

Nous avons développé une application basée sur la plateforme Blynk, qui offre plusieurs fonctionnalités telles que la capture de photos à distance et le streaming en direct de la vidéo. Cette application permet aux parents de surveiller leur bébé en temps réel, même lorsqu'ils ne sont pas physiquement présents dans la pièce. Grâce à la fonction de capture de photos, les parents peuvent également enregistrer des moments précieux de leur bébé et les sauvegarder pour les regarder plus tard. En utilisant la technologie de streaming en direct, les parents peuvent voir leur bébé en temps réel, surveiller ses mouvements et ses

comportements, et réagir rapidement en cas de besoin. L'application est facile à utiliser et offre une interface conviviale pour une expérience utilisateur agréable.

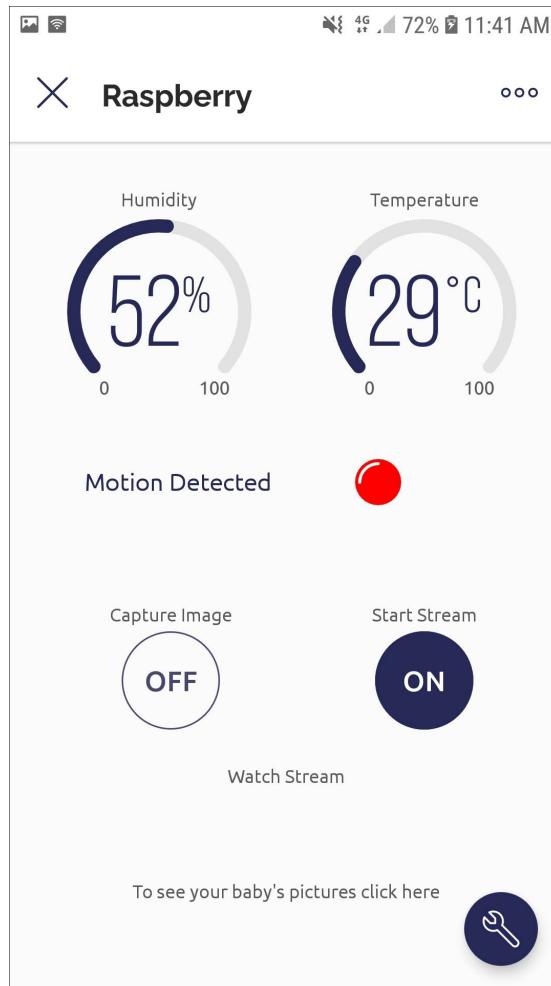


FIGURE 4.11 – L'interface de l'application Blynk

4.3.3 L'application mobile pour les parents

Nous avons développé une application avec le framework Flutter, qui offre plusieurs fonctionnalités telles que la capture de photos à distance et le streaming en direct de la vidéo. Cette application permet aux soignants de surveiller leur bébé en temps réel, même lorsqu'ils ne sont pas physiquement présents dans la pièce. Grâce à la fonction de capture de photos, les infirmières peuvent également enregistrer des moments précieux de leur bébé et les sauvegarder pour les regarder plus tard. En utilisant la technologie de streaming en direct, les parents peuvent voir leur bébé en temps réel, surveiller ses mouvements et ses comportements, et réagir rapidement en cas de besoin.

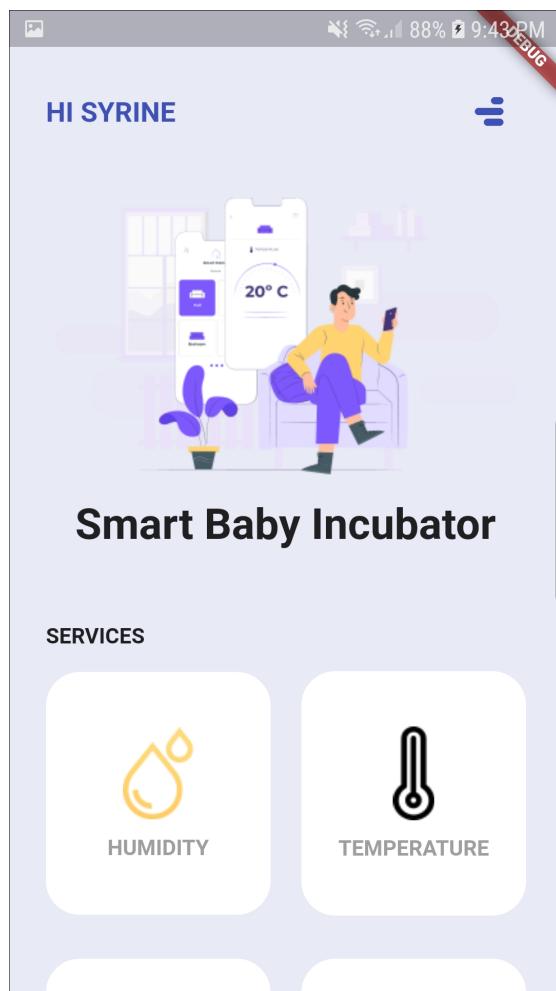


FIGURE 4.12 – L'interface de l'application des parents 1

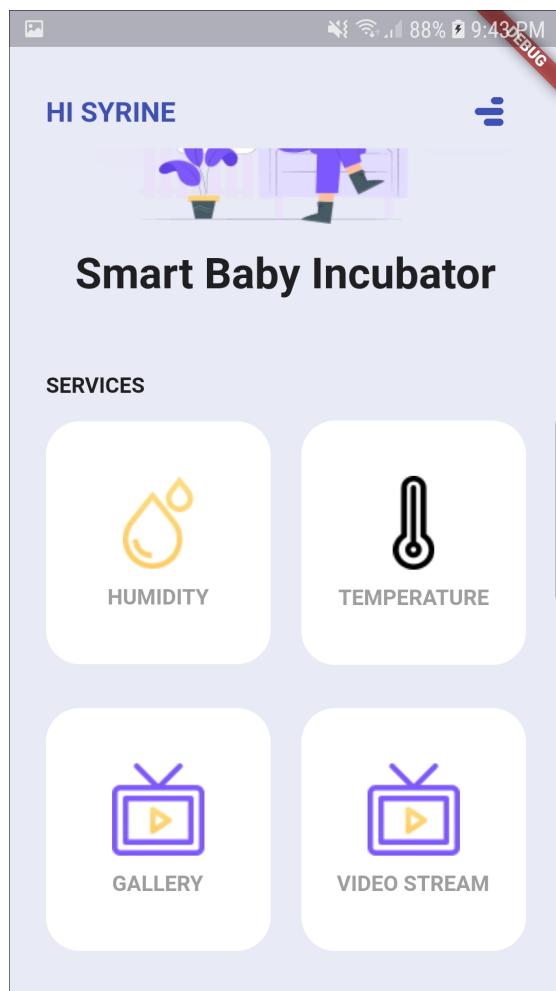


FIGURE 4.13 – L'interface de l'application des parents 2

Afin d'assurer la sécurité notre application, nous avons mis en place un système d'authentification pour que seuls les utilisateurs autorisés puissent accéder à l'application. Lorsque l'utilisateur se connecte en entrant son adresse e-mail et son mot de passe sur la page d'authentification.

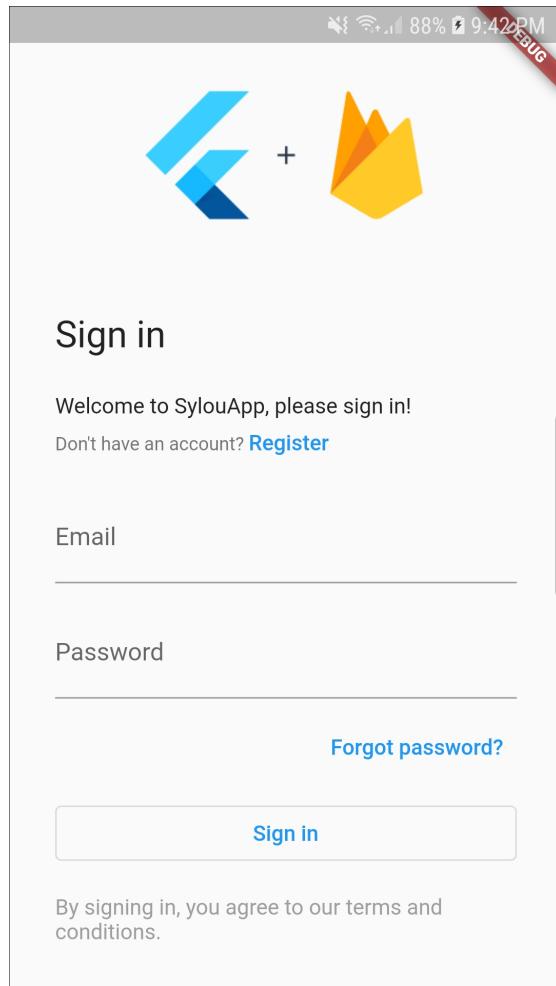


FIGURE 4.14 – L'interface de l'authentification

4.4 Partie tests

4.4.1 Test des capteurs : DHT11 et PIR

Dans la capture d'écran précédente, on peut voir que les valeurs de la température et de l'humidité sont affichées en temps réel sur l'application. De plus, si un mouvement est détecté dans la couveuse, une LED devient rouge pour alerter les cadre médical. Pour tester le bon fonctionnement du capteur DHT11, nous avons approché un briquet pour augmenter artificiellement la température de la couveuse, ce qui a permis de vérifier que l'application envoie bien une alerte en cas de dépassement de seuil de température qui est 40°C.

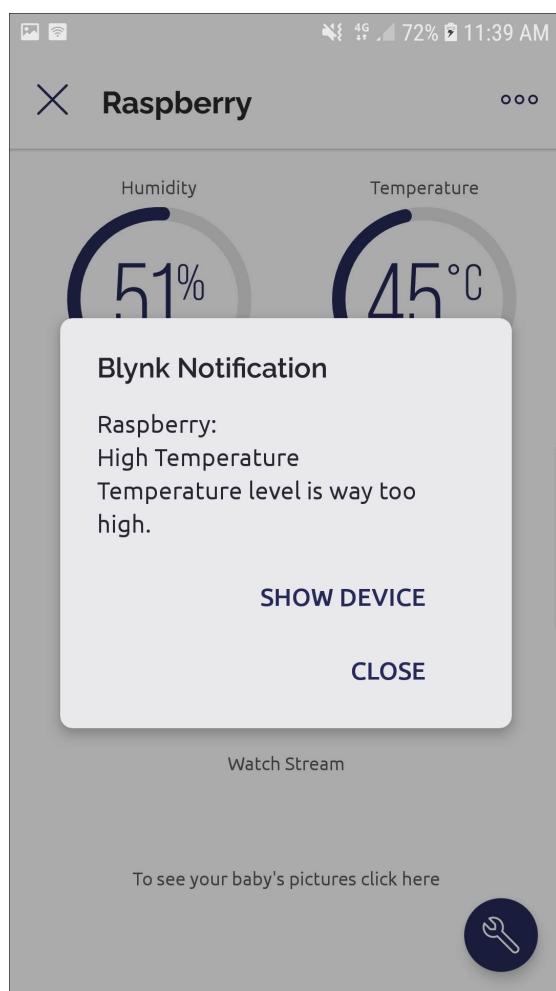


FIGURE 4.15 – Alerte pour les soignants lorsque la température est élevée avec l'application Blynk

Pour la deuxième application, on peut voir les valeurs de la température et de l'humidité sont affichées en temps réel sur l'application.

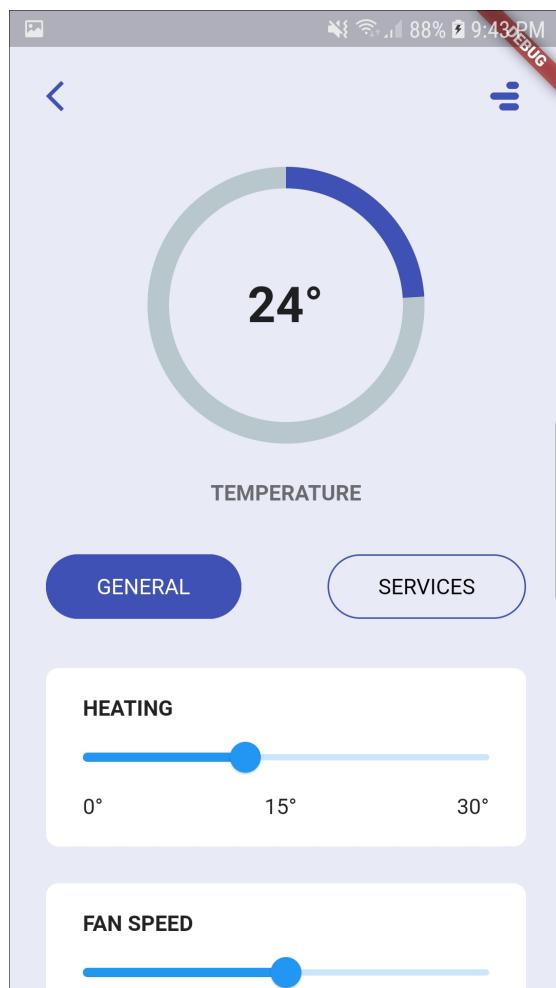


FIGURE 4.16 – La température de la couveuse en temps réel

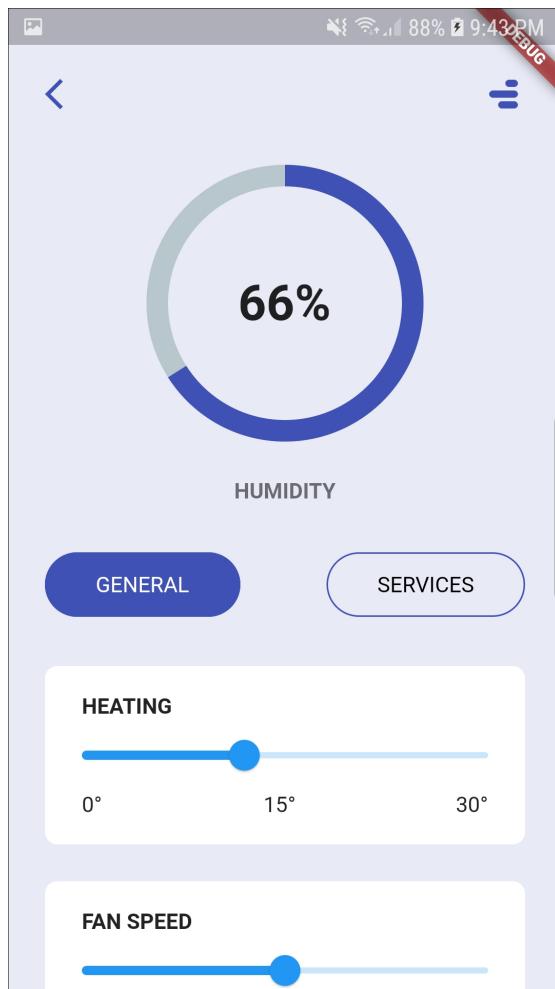


FIGURE 4.17 – L'humidité de la couveuse en temps réel

4.4.2 Test de la caméra

Lorsque le médecin appuie sur le bouton "capture image" de l'application, la caméra intégrée à la couveuse est activée et prend une photo du bébé. Cette photo est immédiatement stockée dans la base de données Firebase, accessible à tout moment par les parents avec leur adresse e-mail d'authentification. Cette fonctionnalité permet aux parents de visualiser leur bébé même lorsqu'ils ne peuvent pas se rendre physiquement à la couveuse, offrant ainsi un moyen pratique de rester en contact avec leur bébé prématuré.

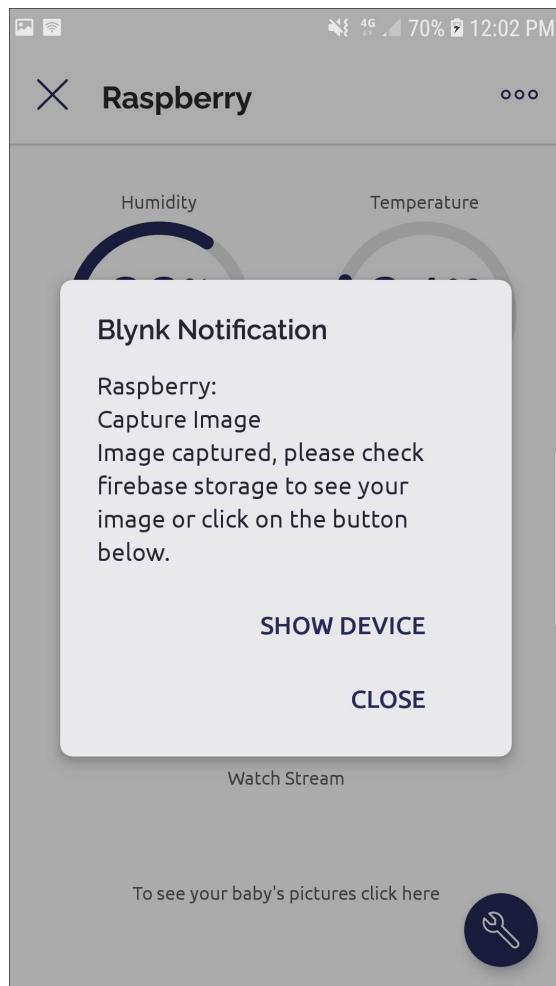


FIGURE 4.18 – Image capturée

	10 05 2023 12:02:14.jpg	270.54 KB	image/jpeg	10 mai 2023
--	-------------------------	-----------	------------	-------------

FIGURE 4.19 – Photo enregistrée dans firebase

Pour la deuxième application, lorsque le parent appuie sur le bouton "capture image" de l'application, la caméra intégrée à la couveuse est activée et prend une photo du bébé. Cette photo est immédiatement stockée dans la base de données Firebase, accessible à tout moment par les parents avec leur adresse e-mail d'authentification.

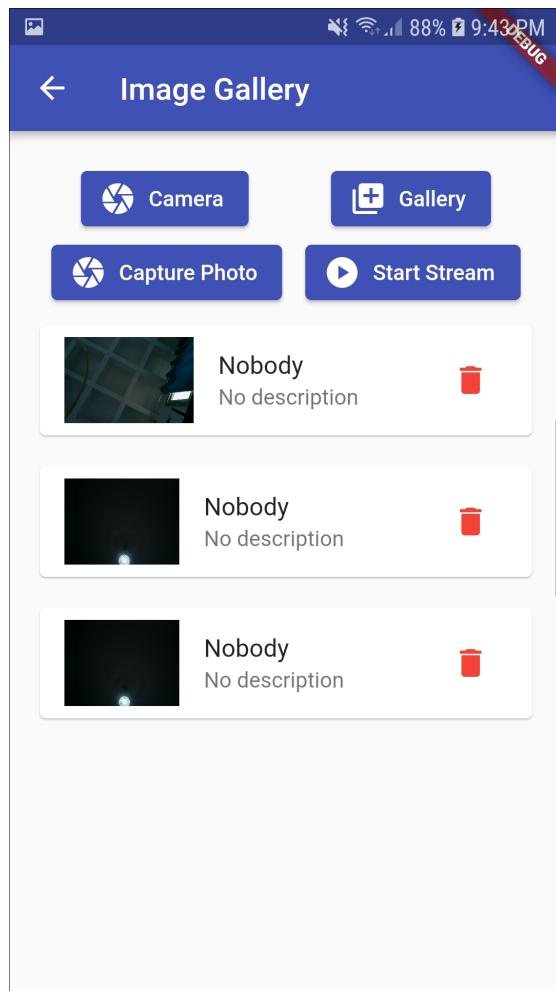


FIGURE 4.20 – Photo capturé par la deuxième application

Lorsque les soignants appuient sur le bouton "start stream", une diffusion en direct de la vidéo de leur bébé s'ouvre instantanément sur l'application, ainsi que s'ils peuvent connaître l'état du bébé (peur, content, etc.), un AI peut les aider à détecter et à comprendre les différentes expressions faciales de leur bébé. Cela permet aux parents de voir leur bébé à tout moment, de n'importe où, ce qui peut leur donner une tranquillité d'esprit et une assurance supplémentaire quant à la sécurité de leur enfant.

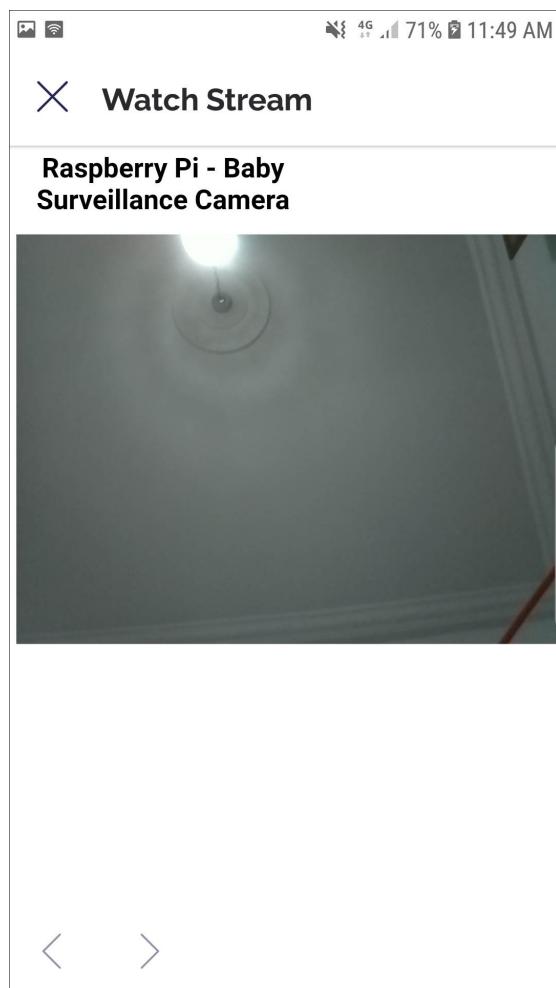


FIGURE 4.21 – Appel vidéo en ligne pour la première application

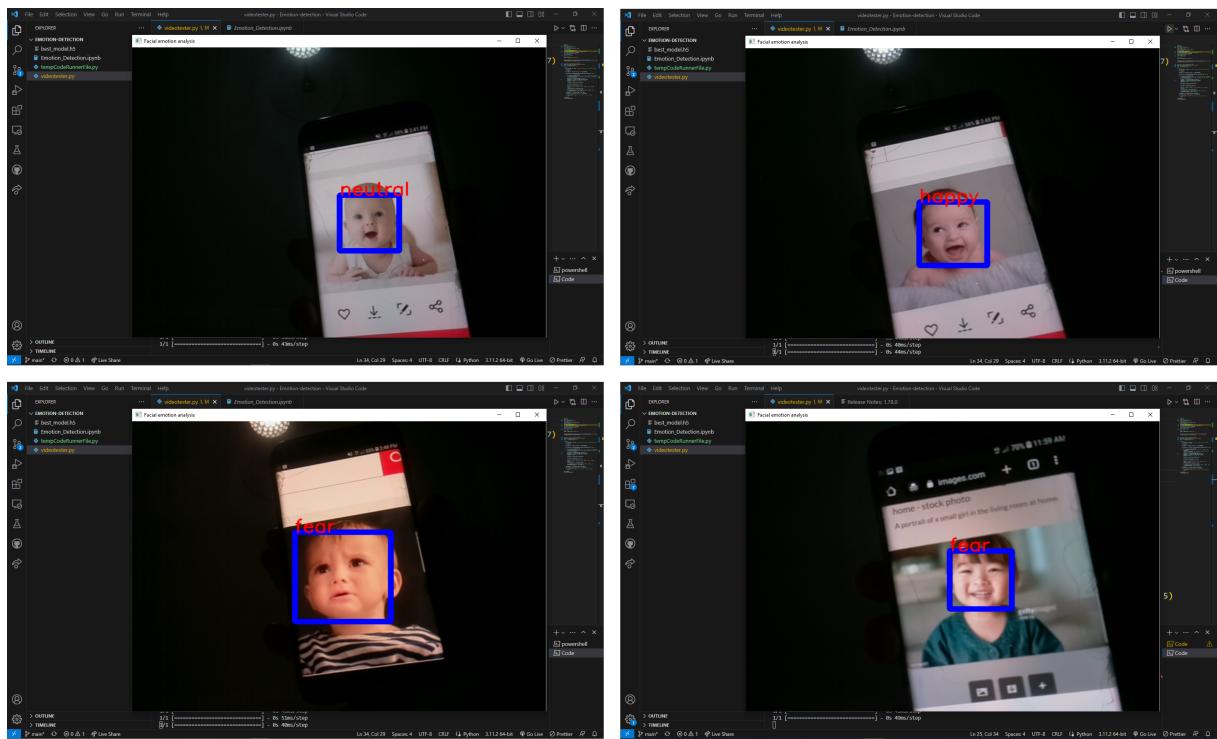


FIGURE 4.22 – Différentes états possibles du bébé traitées par AI

Pour la deuxième application, lorsque les parents appuient sur le bouton "start stream", une diffusion en direct de la vidéo de leur bébé s'ouvre instantanément sur l'application.

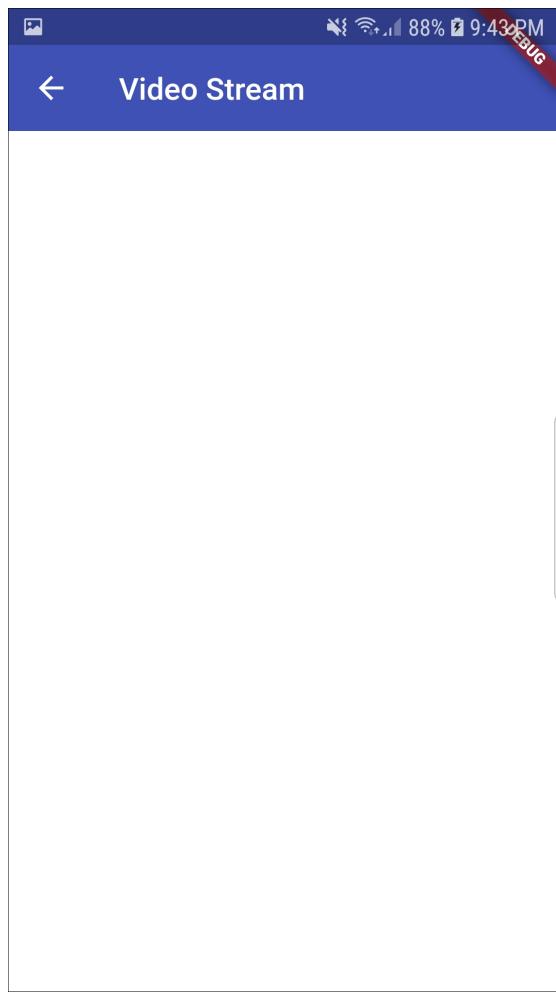


FIGURE 4.23 – Appel vidéo en ligne pour la deuxième application

4.4.3 Test du détecteur de son KY-037

Lorsque le capteur de bruit KY-037 détecte une activité sonore, la caméra s'active automatiquement et capture une photo de l'intérieur de la couveuse. Cette photo est ensuite stockée en temps réel dans la base de données Firebase. De plus, une alerte est envoyée aux parents pour les informer de la détection de l'activité sonore.

<input type="checkbox"/>	10 05 2023 12:04:10babycry.jpg	269.97 KB	image/jpeg	10 mai 2023
--------------------------	--------------------------------	-----------	------------	-------------

FIGURE 4.24 – Photo enregistrée dans Firebase

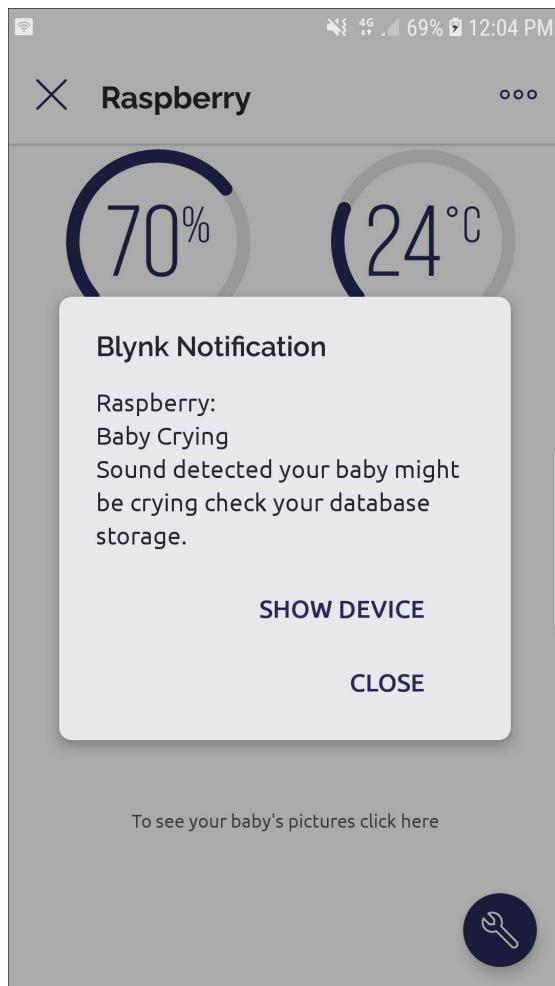


FIGURE 4.25 – Notification

4.5 Conclusion

La réalisation et les tests de notre projet ont été fructueux, nous avons pu concevoir une couveuse connectée qui permet aux parents de surveiller en temps réel les paramètres vitaux de leur bébé et de recevoir des alertes en cas de variations significatives. Nous avons également intégré une caméra qui permet aux parents de visualiser leur bébé à tout moment. Les tests ont confirmé le bon fonctionnement des différents composants matériels et logiciels, ainsi que la fiabilité de l'application développée. Nous sommes convaincus que notre projet peut apporter une véritable valeur ajoutée aux parents et au personnel médical, et contribuer à améliorer la prise en charge des nouveau-nés prématurés ou malades.

Conclusion Générale

En conclusion, ce projet a permis de mettre en place une solution innovante pour répondre à la problématique de la pénurie de lits pour bébés prématurés dans les hôpitaux et des difficultés des mères à se déplacer pour visiter leur bébé après l'accouchement. L'application développée permet aux parents de suivre en temps réel les paramètres vitaux de leur bébé, de recevoir des alertes en cas de variations significatives, de communiquer avec le personnel médical et de visualiser leur bébé via une caméra intégrée.

La mise en place de cette solution a été possible grâce à la conception et à la réalisation d'un système complet comprenant des capteurs de température et d'humidité, une caméra, une carte raspberry pi, capteur détecteur du son, Firebase et l'application Blynk. Les différentes parties du système ont été développées, testées et intégrées pour garantir une utilisation fluide et sécurisée pour les utilisateurs.

Au cours de ce projet, plusieurs défis ont été relevés, notamment la sélection des composants, l'assemblage du matériel, la programmation des différents éléments du système et le développement de l'application mobile. Les tests ont été réalisés pour s'assurer de la qualité et de la fiabilité de l'ensemble de la solution.

En fin de compte, ce projet a permis de démontrer la faisabilité d'une solution technologique pour répondre à une problématique de santé importante. Il représente un pas en avant vers une prise en charge plus efficace des bébés prématurés et de leur famille. En outre, cette expérience peut servir de base pour de futurs projets innovants dans le domaine de la santé et de la technologie.

Bibliographie

- [1] <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b>. La carte Raspberry pi 3 model b.
- [2] <https://components101.com/sensors/dht11-temperature-sensor>. DHT11 datasheet.
- [3] <https://www.homemade-circuits.com/pir-sensor-datasheet-pinout-specification-working/>. PIR datasheet.
- [4] <https://datasheetspdf.com/datasheet/KY-038.html>. Detecteur du son datasheet.
- [5] <https://www.raspberrypi.com/software/>. Raspbian : OS.
- [6] <https://blynk.io/>. Blynk.
- [7] <https://firebase.google.com/>. Firebase.
- [8] <https://flutter.dev/>. Flutter.