



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen  
Faculté des Sciences  
Département d'Informatique



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Informatique  
Option : Réseaux et systèmes distribués (RSD)

## Thème

**Réalisation d'une maison connectée au service  
d'une personne âgée atteinte de démence ou  
d'Alzheimer**

**«SeniorSmartMedCare»**

**Réalisé par :**

- Mr. HABRI Zakaria
- Melle TAHRI Fatna

*Présenté le 13/06/2024 devant le jury composé de.*

- Mme LABRAOUI Nabila (Présidente)
- Mme BENMANSOUR Asma (Encadreur)
- Mme BEKKOUCHE Amina (Examinatrice)
- Mme SELADJI Yassamine (Experte)

Année universitaire : 2023-2024

Je tiens à exprimer ma grande gratitude à mes parents pour la longue période de mon parcours éducatif. J'ai également beaucoup apprécié les moments passés avec mes amis, notamment Monsieur Benramden Hakim et Monsieur Labdeli Tani Abdel Karim, qui m'ont aidé et soutenu à chaque étape de mon projet. Leur inspiration, leurs idées et leur soutien ont été inestimables. Ces moments de partage et de joie sont essentiels et ont été une grande source de motivation. Leur importance dans ma réussite est primordiale.

N'oublions pas mes amies de ces 17 années d'éducation :

- NEMILI Imad.
- BOUAZZA Mokhtar,
- MEDJAHDI Lbahadli.
- KASMI Issam.
- BERRICHI Reda.
- DIFALLAH Ayoub.
- TAOULI Oualid.
- MEZOUAR Nihad.
- FARDHAB Fazila.

**HABRI Zakaria**

Au nom de dieu le clément, le miséricordieux. Je dédie ce modeste travail de fin d'étude,

En premier lieu

À mes parents qui ont veillé les nuits pour éclairer mon chemin.

À mes sœurs « Soumia » et « Sara », qui m'ont soutenu et se sont réjouies de chaque succès. Que Dieu vous protège tous.

À mon collègue de recherche « HABRI Zakaria ».

Je tiens également à exprimer ma profonde gratitude à tous mes professeurs de l'Université de Tlemcen.

Je prie Dieu de nous accorder à tous la réussite.

**TAHRI Fatna**

## Remerciements

---

الحمد لله الذي وفقني لهذا وأعانني على تحقيقه. اللهم اجعل هذا العمل خالصًا لوجهك الكريم، وانفع به

الجميع، وبارك في جهودي وسدد خطاي.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à mon père, M. HABRI Abdelmadjid, et à ma mère pour leur soutien indéfectible et leur amour inconditionnel. Leur encouragement constant et leur sagesse m'ont été d'une aide précieuse tout au long de ce parcours. Je voudrais également exprimer ma gratitude au meilleur professeur que j'ai rencontrés au cours de mon parcours académique. Ma superviseuse, Mme BENMANSOUR Asma, pour ses conseils exceptionnels, son soutien continu et son travail constant. Son expérience a été essentielle à la réalisation de ce projet. Je souhaite aussi remercier chaleureusement tous les membres du jury, notamment Mme LABRAOUI Nabila, Mme BEKKOUCHE Amina, et Mme SELADJI Yassamine, pour leurs efforts, leur patience, et leurs précieux conseils. Votre soutien et votre expertise ont été essentiels pour la réalisation de ce travail.

-

**HABRI Zakaria**

## Introduction Générale

---

Je remercie Allah pour m'avoir donné la force, la patience et les connaissances tout au long de mes études.

Je tiens à exprimer ma gratitude envers ma encadrant, Mme BENMANSOUR Asma pour son soutien et ses conseils.

J'exprime ma reconnaissance envers les enseignants du département d'informatique.

Un grand merci, papa « T. Noureddine » pour tout ce que tu as fait pour moi.

Merci, maman « R. Fatima Zohra », pour ton amour et ton soutien.

Enfin, je souhaite exprimer ma profonde gratitude à mes amis et collègues.

**TAHRI Fatna.**

# Table des matières

<b>Introduction Générale.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre 1 : Approches basés sur les maisons connectées.....</b>	<b>4</b>
1. Introduction .....	4
2. Vieillesse démographique en Algérie : réalité et perspectives .....	4
3. Différence entre une maison automatique, connectée et intelligente .....	5
4. La maison connectée ou intelligente au service des personnes âgées .....	5
4.1. Assistance santé aux personnes âgées.....	6
5. Les technologies déployées dans les maisons connectées.....	7
5.1. Capteurs et Actionneurs : .....	8
5.2. Réseaux sans fil.....	9
5.3. L'internet des objets et les systèmes embarqués.....	11
5.4. Les systèmes de protection de données.....	11
5.5. Les services offerts .....	11
6. Etat de l'art sur les maisons connectées .....	13
6.1. Les critères de comparaisons .....	13
6.2. Travaux connexes sur les maisons connectées (mémoires et pfe).....	14
6.3. Comparaison entre les pfe selon les critères .....	16
6.4. Travaux connexes sur les maisons connectées (projets et start-ups) .....	20
6.5. Comparaison entre les projets des startups développées en Algérie.....	24
7. Conclusion.....	26
<b>Chapitre 2 : conception et réalisation de notre prototype physique de maison connectée au service du maintien à domicile d'une personne âgée atteinte d'Alzheimer .....</b>	<b>27</b>
1. Introduction .....	27
2. Principe de fonctionnement de notre maison .....	27
2.1. Schéma générale de notre prototype de maison connecté.....	27
2.2. Circulation des données dans la maison connectée .....	28
2.3. Architecture de la maison et choix des capteurs par pièce .....	29
3. Présentation des composants matériels utilisés .....	33
3.1. Arduino .....	33
3.2. IDE Arduino.....	35

## Table des matières

---

3.3. Choix des capteurs .....	37
3.4. Montage globale.....	46
4. Lien avec l'application mobile.....	61
4.1. Définition de Firebase.....	61
4.2. Types de données stockés dans le Firebase : .....	61
4.3. Liaison entre le Firebase, la maison connectée ainsi que l'application mobile .....	62
5. Sécurité des données .....	65
6. Difficultés rencontrées .....	65
6.1. La disponibilité et la qualité des composants électroniques .....	65
6.2. La liaison entre le module ESP-01 et l'Arduino Méga.....	66
6.3. L'alimentation de l'Arduino Méga .....	66
6.4. Limitations de Firebase.....	66
7. Conclusion.....	67
<b>Chapitre 3 : analyse, conception et réalisation de l'application mobile « S2MC » .....</b>	<b>68</b>
1. Introduction .....	68
2. Types d'applications .....	68
3. Modèles d'Applications Mobiles Existantes .....	69
3.1. Application « Medisafe ».....	69
3.2. Application « MyTherapy ».....	69
3.3. Application « Pill Reminder - All in One » .....	70
4. Expression des besoins.....	71
4.1. Identification des acteurs .....	71
4.2. Spécification des besoins .....	72
5. Conception de l'application .....	73
5.1. Diagramme de cas d'utilisations.....	73
5.2. Diagramme de cas de séquence .....	75
5.3. Diagramme de cas de séquence « Authentification ».....	75
5.4. Diagramme de cas de séquence « Ajouter une ordonnance ».....	76
5.5. Diagramme de classe .....	77
6. Réalisation de l'application « S2MC » .....	78
6.1. Environnement de développement.....	79

## Table des matières

---

6.2.	Langage de programmation (Dart).....	80
6.3.	Flutter .....	81
6.4.	Lien avec le cloud .....	82
6.5.	Présentation des interfaces .....	83
7.	Conclusion.....	97
	<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>98</b>
	<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>99</b>
	<b>Annexe: BMC (Business Model Canvas) .....</b>	<b>103</b>
<b>1.</b>	<b>Proposition de valeur .....</b>	<b>104</b>
1.1.	Quels problèmes résolvons-nous pour nos clients ?.....	104
1.2.	Quels besoins de nos clients satisfont nos produits ou services ? .....	105
1.3.	En quoi notre offre est-elle différente de celle de nos concurrents ?.....	105
1.4.	Quelles est notre proposition unique de valeur ?.....	107
<b>2.</b>	<b>Segments de clients.....</b>	<b>107</b>
2.1.	Quels sont nos clients principaux ? .....	107
2.2.	Quels sont les différents segments de clients que nous visons ? .....	108
2.3.	Quels sont les besoins spécifiques de chaque segment de clients ? .....	108
2.4.	Comment pouvons-nous catégoriser nos clients en groupes distincts ?.....	110
<b>3.</b>	<b>Relation avec les clients.....</b>	<b>111</b>
3.1.	Quel type de relation chaque segment de clients attend il de nous ?.....	111
3.2.	Comment entretenons-nous actuellement les relations avec nos clients ? .....	111
3.3.	Comment pouvons-nous améliorer ou personnaliser nos interactions avec nos clients ? 112	
<b>4.</b>	<b>Canaux de distribution .....</b>	<b>112</b>
4.1.	Par quels canaux nos clients veulent-ils être atteints ?.....	113
4.2.	Quels canaux sont les plus efficaces pour atteindre chaque segment de clients ? .....	113
4.3.	Comment pouvons-nous intégrer différents canaux pour améliorer l'expérience clients ? 113	
<b>5.</b>	<b>Partenaires clés.....</b>	<b>115</b>
5.1.	Qui sont nos partenaires clés ? .....	115

## Table des matières

---

5.2. Quels sont les partenariats qui nous aident à réduire les coûts, à accéder à de nouvelles ressources ou à améliorer notre proposition de valeur ?.....	115
5.3. Comment pouvons-nous aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires ? .....	117
<b>6. Activités clés.....</b>	<b>117</b>
6.1. Quelles sont les actions principales que nous devons entreprendre pour livrer notre proposition de valeur ?.....	118
6.2. Quelles sont les opérations essentielles pour notre entreprise ? .....	118
6.3. Quelles sont les activités qui créent le plus de valeur pour nos clients ? .....	119
<b>7. Ressources clés.....</b>	<b>120</b>
7.1. Quels sont nos actifs matériels, immatériels et humains essentiels ?.....	120
7.2. Quels sont les outils, les technologies ou les partenariats dont nous avons besoin pour réussir ? .....	120
7.3. Quels sont les principaux avantages concurrentiels de nos ressources ? .....	121
<b>8. Charges et coûts.....</b>	<b>122</b>
8.1. Quels sont les coûts fixes et variables associés à notre modèle économique ? .....	122
8.2. Quels sont les coûts les plus importants pour notre entreprise ? .....	125
8.3. Comment pouvons-nous réduire les coûts ou améliorer l'efficacité de nos opérations ? 125	
<b>9. Revenus .....</b>	<b>126</b>
9.1. Quels produits ou services nos clients sont-ils prêts à payer ?.....	126
9.2. Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ? ....	128
9.3. Quel est notre modèle de tarification ?.....	128

## Liste des Figures

---

Figure 1 : La circulation des informations dans une maison intelligente	5
Figure 2 : Type des capteurs	9
Figure 3: Logo du Wi-Fi	10
Figure 4 : Logo de Bluetooth	10
Figure 5 : Logo de Zigbee	10
Figure 6 : Logo Legrand	23
Figure 7 : DOMO DZ	23
Figure 8 : TIS Algeria	24
Figure 9:Schéma générale de notre prototype de maison	28
Figure 10 : circulation des données de notre maison	28
Figure 11 : Architecture de la maquette de notre maison	29
Figure 12 : Les cartes Arduino	34
Figure 13: Interface IDE Arduino.	37
Figure 14 : Capteur "DHT11"	37
Figure 15 : Capteur Ultrasons "HC-SR04 "	38
Figure 16 : Capteur de Flamme	38
Figure 17 : Capteur de gaz "MQ-2 "	39
Figure 18 : Capteur FSR	39
Figure 19 : Capteur de mouvement	39
Figure 20 : Capteur de luminosité	40
Figure 21 : Clavier matriciel	40
Figure 22 : Ventilateur	40
Figure 23 : LED	41
Figure 24:LED émetteur IR	41
Figure 25:LED récepteur IR	41
Figure 26 : Transistor	42
Figure 27 : Buzzer	42
Figure 28 : SERVO-MOTEUR	42
Figure 29 : MOTEUR MG996R	43
Figure 30 : module Wi-Fi ESP8266	43
Figure 31 : Module RTC 1302	43
Figure 32 : Lecteur SD-4	44
Figure 33:Montage globale	47
Figure 34 : le branchement du DHT11 avec Arduino Méga	48
Figure 35 : données de capteur DHT11	48
Figure 36 : Le branchement ultrason avec Arduino Méga	49
Figure 37 : données de capteur d'ultrason	49
Figure 38 : Le branchement de capteur de flamme et capteur de gaz avec Arduino Méga	50
Figure 39 : données de capteur de flamme	51

## Liste des figures

---

Figure 40 : données de capteur du Gaz	51
Figure 41 : Branchement de service de contrôle de fenêtre	52
Figure 42 : données de capteur de force	52
Figure 43 : Le branchement du service d'éclairage automatique	53
Figure 44 : données de capteur de luminosité	54
Figure 45 : données de capteur de mouvement	54
Figure 46:Montage service de Contrôle Automatique de la Porte Principale	55
Figure 47 : données de clavier matriciel	55
Figure 48 : branchement du « esp8266-01 » avec Arduino Méga 2650	56
Figure 49: Montage la boîte médicale	58
Figure 50 : données de capteur photodiode	58
Figure 51 : données de carte SD-4	59
Figure 52 : données de Module RTC	59
Figure 53:Résultat final du notre prototype physique	60
Figure 54: Le code Arduino (1)	62
Figure 55:Le code Arduino (2)	63
Figure 56: Le code Arduino (3)	63
Figure 57 : Le code ESP-01 8266 (1)	64
Figure 58;Le code ESP-01 8266	64
Figure 59:les données des capteurs	65
Figure 60 : Logo application "Medisafe"	69
Figure 61: Logo application « MyTherapy »	70
Figure 62: Logo application « Pill Reminder - All in One »	70
Figure 63:diagramme de cas d'utilisation générale	74
Figure 64:Diagramme de cas de séquence « Authentification »	75
Figure 65:Diagramme de cas de séquence « Ajouter une ordonnance »	76
Figure 66:Diagramme de classe « le système de la maison intelligente »	77
Figure 67:Diagramme de classe « le système de l'application mobile »	78
Figure 68 : installation VS Code	79
Figure 69 : Android Studio	80
Figure 70 : installation "Dart "	81
Figure 71:installation « Flutter »	81
Figure 72: fichier « google-services. json »	82
Figure 73: authentification de l'utilisateur	83
Figure 74: Interface de démarrage	84
Figure 75: Interface de connexion (Login)	84
Figure 76: Interface d'inscription (register)	85
Figure 77: Interface Administrateur	86
Figure 78: Interface "Consulter l'état du patient "	87
Figure 79: Interface "création des ordonnances"	88

## Liste des figures

---

Figure 80: Interface détails d'ordonnance	88
Figure 81: Interface "Tableau de bord "	89
Figure 82: Interface formulaire	90
Figure 83: Interface "Tableau de bord "	91
Figure 84:La boite médicale	91
Figure 85: Interface "Pilulier Hebdomadaire"	92
Figure 86: Interface "la liste des rendez-vous"	93
Figure 87: Interface "tableau de bord"	93
Figure 88: Interface "les alertes "	94
Figure 89:Interface Personne Aidée	95
Figure 90:Interface liste des RDV	95
Figure 91:Interface programme des médicaments	96

## Liste des tableaux

---

Tableau 1 : Les travaux connexes sur les maisons connectées (mémoires et pfe).....	15
Tableau 2 : les travaux connexes sur les maisons connectées (projets et start-ups). .....	22
Tableau 3: Les pièces choisis dans notre prototype .....	32
Tableau 4 : Comparaison de différentes cartes d'Arduino.....	35
Tableau 5 : Principes de fonctionnement et caractéristiques des composants .....	46
Tableau 6 : Les services offerts par pièce .....	61
Tableau 7 : Les besoins fonctionnels .....	73
Tableau 8 :Les besoins non-fonctionnels .....	73

**Liste des figures**

---

# Introduction Générale

## **Contexte : vieillissement de la population et augmentation de la maladie d'Alzheimer**

La population mondiale vieillit de plus en plus et le nombre de personnes âgées de 60 ans et plus devrait presque doubler, passant de 12 % à 22 % selon l'OMS [1].

Parallèlement, le nombre de personnes souffrant de démence ou de la maladie d'Alzheimer a considérablement augmenté. Toujours selon l'OMS 5 à 8% des personnes âgées de 60 ans et plus souffrent de démence qui est la forme la plus courante de la maladie d'Alzheimer.

La maladie d'Alzheimer se caractérise par une perte progressive des fonctions cognitives, ce qui a un impact considérable sur leurs capacités à vivre indépendamment dans leurs maisons sur leurs sécurités et leurs qualités de vie [2].

En Algérie, les projections indiquent que le nombre de personnes âgées de 60 ans et plus pourrait passer de 2,3 millions en 2010 à environ 9 millions en 2040, avec une croissance annuelle moyenne de 4% [3]. En conséquence, 6 à 7% des personnes âgées de 60 ans et plus sont atteintes de démence ou de la maladie d'Alzheimer en Algérie.

## **Problématique : limites des solutions classiques destinées à gérer les personnes âgées dépendantes atteintes d'Alzheimer**

La maladie d'Alzheimer représente une charge significative en termes de cout de soin de santé pour les systèmes de santé tel que les hôpitaux, les centres et les cliniques. De plus ces infrastructures peuvent les gérer et les maintenir au sein de l'infrastructure à court terme en cas de problème de santé et sont obligés de les renvoyer chez eux à la fin des traitements.

Sachant qu'il y'a une pénurie du personnel soignant dans le système de santé, il n'y a pas assez d'aide-soignant ou de médecin afin de gérer au cas par cas les soins de santé de chaque personne âgée de manière continue et régulière. D'autant plus il est impossible pour eux d'assister et d'agir en tant réel en cas de problème.

De plus il n'y'a pas assez d'infrastructures dédiés aux personnes âgées tel que les maisons de retraites. Dans de nombreux pays, notamment en Algérie, les personnes âgées refusent d'aller en maison de retraite et perçoivent le fait de quitter leur maison comme une perte d'autonomie, ils craignent le fait de perdre leurs repères et de ne plus être indépendant.

De plus dans de nombreuses cultures notamment dans la culture Algérienne les familles préfèrent prendre soin de leurs aînés à domicile plutôt que de les envoyer en maison de retraite.

Les symptômes fréquents de la démence ou l'Alzheimer, tels que l'errance nocturne et les oublis (oublis de porte non verrouillé, oubli de gaz allumé, oubli de prise de médicaments), posent des problèmes de sécurité et de santé et sont une source d'épuisement morale et physique des familles et des proches aidants.

### **Solution : Maintien à domicile de la personne âgée atteinte d'Alzheimer grâce aux technologies d'assistances**

Les personnes âgées préfèrent rester dans leurs domiciles et bénéficier de soins plus personnalisés et adaptés à leurs besoins spécifiques et ceux de leurs maladies mais garantir leur sécurité à domicile est un défi.

Ainsi, les maisons connectée ou intelligentes peuvent jouer un rôle important à cet égard, en maintenant les personnes âgées à domicile en toute sécurité et en leurs fournissant de l'assistance dans leur vie quotidienne afin qu'ils soient autonomes. Des solutions existent dans ce contexte et permettent de surveiller à distance l'état de santé de la personne âgée, mais aussi dans un second lieu d'améliorer leur confort et leurs qualités de vie.

Les technologies d'assistance pour les personnes âgées atteintes de démence peuvent améliorer la vie des aînés en perte d'autonomie et alléger la charge des proches qui s'occupent d'eux.

Ainsi les solutions basées sur les systèmes de surveillance à domicile enclenchant des alertes en cas de danger et effectuant des rappels de prise de médicaments, peuvent jouer un rôle essentiel pour renforcer la sécurité et améliorer l'état de santé des personnes âgées atteintes de démence. Elles offrent également un soutien à distance, allégeant ainsi le fardeau des proches aidants. Il est crucial d'investir dans ces technologies pour relever les défis croissants liés à la prise en charge des personnes âgées atteintes de démence, surtout dans des contextes où les ressources sont limitées.

Notre travail se situe dans ce contexte et vise à développer et à réaliser en premier lieu un modèle réduit d'une maison connectée. Cette maison est équipée de capteurs non intrusifs. Une fois les capteurs enclenchés par la personne âgée, ces données d'enclenchement seront envoyées au cloud pour être récupéré plus tard et analysé par notre application mobile.

Notre application mobile est conçue comme un réseau bienveillant facilitant la communication et la coordination entre tous les aidants (médecins, aide-soignant, proche aidant) autour de la personne âgée. L'objectif est de communiquer et de coordonner la prise de médicaments et la gestion des rendez-vous en fonction de l'état de santé de la personne qui est analysé à partir des données d'enclenchement des capteurs par la personne. Cette application permet de réduire la charge de travail qui pèse sur les familles et les proches aidant en leurs fournissant la tranquillité d'esprit à travers la surveillance à distance et les alertes envoyés par la maison en cas de problème.

Notre mémoire est constitué de trois chapitres, comme suit :

Le premier chapitre présente l'état de l'art sur les maisons connectées/ automatiques ou intelligentes dédiées à assister les individus et améliorer leurs qualités de vie, nous avons établi des critères et comparé plusieurs travaux que ce soit dans le volet académique ou le volet commerciale. Nous avons d'abord comparé des projets de fin d'étude récent dans ce contexte

selon plusieurs critères (composant matériel, software développé, type d'individu ciblé.). Nous nous sommes aussi intéressés aux différents starts up développées dans ce contexte et nous les avons comparés selon plusieurs critères.

Le second chapitre est consacré à la description détaillée des composants matériels et de l'équipements nécessaire à la conception et la réalisation de notre physique de maison connectée. Nous avons justifié nos choix de composants en tenant en compte plusieurs facteurs notamment l'aspect non intrusif pour la personne âgée et les services offerts tel que le rappel de prise de médicament, détection de tentative de sortie nocturne, détection de gaz,

Le troisième chapitre est consacré à une description détaillée de notre application mobile, nous avons d'abord présenté quelques applications existantes dédiées aux personnes âgées malades, nous avons ensuite exprimé nos besoins et identifié les différents acteurs de l'applications avant de présenter les différents diagrammes. Enfin, des captures d'écran de nos interfaces sont présentées dans la partie réalisation de l'application mobile.

# **Chapitre 1 : Approches basés sur les maisons connectées**

## **1. Introduction**

En 2020, environ 50 millions de personnes dans le monde et 300 000 en Algérie étaient touchées par la démence, un nombre qui devrait doubler d'ici 2031.

Cela pose des défis importants pour prendre soin et maintenir l'autonomie des personnes âgées, surtout avec la pénurie des professionnels des soins de santé, l'augmentation du cout des soins de santé et le manque d'infrastructures destinées à gérer la population âgée.

Ainsi, les maisons intelligentes peuvent jouer un rôle important à cet égard, en maintenant les personnes âgées à domicile en toute sécurité et en leurs fournissant des solutions qui permettent de faire un suivi de leur santé, de les aider à accomplir leurs tâches et activités quotidiennes, mais aussi dans un second lieu d'améliorer leur confort et leur qualité de vie.

## **2. Vieillesse démographique en Algérie : réalité et perspectives**

En Algérie, le vieillissement démographique se manifeste dans un contexte caractérisé par une faible fécondité, une mortalité réduite et un allongement de l'espérance de vie. Cette conjonction de facteurs entraîne une augmentation significative de la proportion de personnes âgées au sein de la population. Les projections indiquent que le nombre de personnes âgées de 60 ans et plus pourrait passer de 2,3 millions en 2010 à environ 9 millions en 2040, avec une croissance annuelle moyenne de 4% [3].

Avec une population vieillissante, les personnes âgées sont confrontées à des problèmes de santé spécifiques, qu'ils soient cognitifs (perte de mémoire, errances) ou physiques (chutes, mobilité réduite). Elles nécessitent donc des soins particuliers de la part de leurs proches et un suivi régulier par des professionnels de santé.

Cette population pose des défis majeurs pour la société algérienne, notamment une pression accrue sur les systèmes de santé due à la demande croissante de soins médicaux spécialisés tels que les soins à domicile, pour répondre aux besoins quotidiens et des soins de longue durée. Cela dépasse la capacité des infrastructures existantes, que ce soit en matière de ressources humaines puisqu'il n'y a pas assez de personnel de soin de santé destiné à gérer cette population ou financières. Cela conduit régulièrement au renvoi des personnes âgées chez elles après les soins. De plus, les maisons de retraite ne sont pas largement acceptées socialement, ce qui souligne le besoin d'ajustements dans les politiques de soutien aux aidants proches.

Dans ce contexte, les maisons intelligentes offrent des solutions prometteuses pour favoriser le maintien à domicile des personnes âgées. L'objectif principal est de permettre à ces individus de rester dans leur propre domicile tout en bénéficiant d'un système de surveillance et d'assistance discret et non intrusif. Cela pourrait inclure l'installation de capteurs pour surveiller leur état de santé et leur activité, offrant ainsi un accès à l'assistance nécessaire tout en préservant leur autonomie.

### 3. Différence entre une maison automatique, connectée et intelligente

La *maison automatisée* fait référence à l'utilisation de l'automatisation et des technologies de réseau pour contrôler divers appareils et systèmes domestiques, tels que l'éclairage, le chauffage, la climatisation, la sécurité dialoguent entre eux-mêmes aussi grâce à la connectivité internet et l'utilisation des smartphones et tablettes. L'objectif principal de la maison automatisée est de créer un environnement domestique plus confortable, économe en énergie et facilitant la vie quotidienne, tout en renforçant la sécurité [4].

La *maison connectée* permet quant à elle de relier les différents objets entre eux. Les appareils sont connectés entre eux et leur contrôle est centralisé Cette avancée a été permise grâce au développement de l'internet des objets également appelé IoT. Cette fois, le pilotage de vos appareils connectés se fait généralement à partir de votre téléphone mobile de manière centralisée via une application.

A la différence de la maison connectée, la *maison intelligente* est programmée pour agir seule. Les actions à mettre en place sont inférées par un algorithme ayant été entraîné sur des données de capteurs enclenchés par la personne âgés lorsque cette dernière effectue ses activités de la vie quotidienne. Ainsi, cet algorithme va agir selon ses habitudes et ses préférences. Ces nouvelles technologies telles que l'intelligence artificielle, la lecture des empreintes digitales et la reconnaissance vocale ou faciale, sont mises au service du confort des occupants de la maison [5]. La figure 1 ci-dessous permet de visualiser la circulation des informations dans une maison intelligente [6].

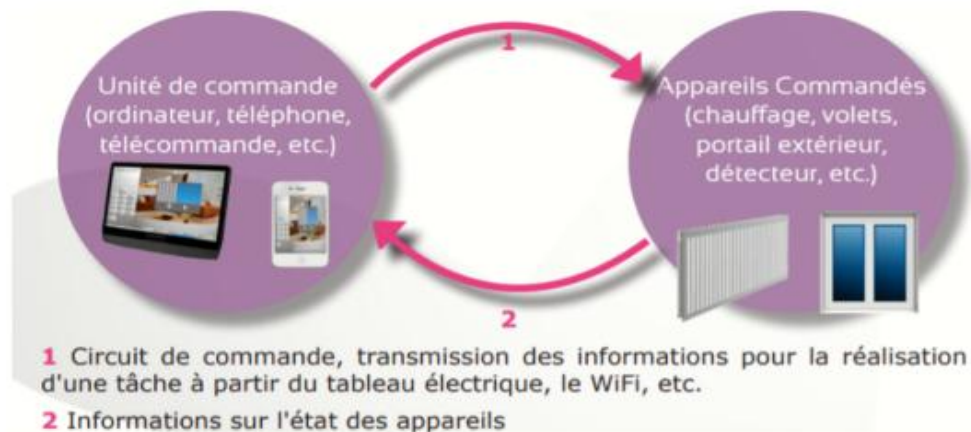


Figure 1 : La circulation des informations dans une maison intelligente

### 4. La maison connectée ou intelligente au service des personnes âgées

La maison intelligente est une résidence équipée d'un réseau de haute technologie. Grâce à des capteurs intelligents, des dispositifs de surveillance et des assistants virtuels, ces maisons offrent une variété de services à ses habitants. Ces services offrent principalement à améliorer le confort des habitants en second lieu, mais la priorité est donnée à la sécurité,

notamment à travers la détection de mouvements, les alertes en cas de situations d'urgence, ainsi qu'à la santé via des services de suivi de la prise de médicaments et des aides pour accomplir la routine quotidienne. Ces services demandent l'intervention d'intelligence artificielle et de technologies de pointe à domicile afin de garantir un niveau de soins personnalisé et réactif [7].

Ces technologies, connues sous le terme « Assisted living technologies », tentent de répondre à un besoin exprimé par la majorité des personnes âgées qui souhaitent vivre le plus longtemps possible de manière autonome dans leur domicile. Elles sont également attrayantes pour les proches aidants, soucieux de la sécurité et du bien-être de leurs proches [8]. Parmi les services offerts à domicile pour les personnes âgées, on retrouve :

#### **4.1. Assistance santé aux personnes âgées**

##### **4.1.1. Détection de chutes**

Les accidents de chutes représentent un risque majeur pour la santé des personnes âgées, surtout celles vivant seules sans surveillance directe. La détection des chutes est essentielle pour permettre une intervention rapide. Divers systèmes ont été proposés, tels que ceux utilisant des accéléromètres et d'autres capteurs, des caméras « Kinect » basées sur des arbres de décision, et des caractéristiques audio de smartphones pour automatiser la détection des chutes.

##### **4.1.2. Reconnaissance d'activités**

La reconnaissance des activités humaines est cruciale pour détecter des situations anormales et fournir une aide rapide en cas de besoin. Divers systèmes intelligents ont été développés à cet effet, utilisant des technologies avancées telles que les signaux RFID, les algorithmes d'apprentissage automatique, les capteurs portables et les données volumineuses. Ces systèmes permettent de surveiller en continu les activités des individus, notamment ceux en situation de dépendance ou de vulnérabilité, et de réagir rapidement en cas de détection d'anomalies.

##### **4.1.3. Gestion de médicaments**

La gestion des médicaments est un élément essentiel des soins de santé, surtout pour les personnes âgées et les patients atteints de maladies chroniques. Assurer que les médicaments sont pris correctement et à temps peut améliorer considérablement les résultats des traitements.

Divers systèmes et technologies ont été développés pour faciliter cette tâche, en réponse aux défis posés par l'oubli des doses et le non-respect des calendriers de traitement. Les solutions de rappel de médicaments se sont multipliées pour répondre à ce besoin. Certains systèmes basés sur un smartphone ajustent les rappels de médicaments en fonction de l'activité quotidienne du patient, offrant une solution personnalisée et adaptée au mode de vie de chaque individu. Un autre dispositif, tel que « MedRem », est un appareil portable interactif qui utilise des commandes vocales et des affichages pour rappeler aux patients de prendre leurs médicaments et suivre leur administration. D'autres appareils comportent des modules de rappel pour les pilules et les

sachets de poudre, émettant des signaux sonores et lumineux pour alerter le patient lorsqu'il est temps de prendre ses médicaments.

#### **4.1.4. Gestion des situations d'urgence**

La gestion des situations d'urgence dans une maison intelligente consiste à utiliser des technologies connectées pour détecter, surveiller et répondre rapidement aux dangers. Les détecteurs de fumée et détecteurs de flamme connectés peuvent alerter les occupants et les services d'urgence en temps réel. Les caméras de sécurité et les systèmes de verrouillage intelligent permettent une surveillance continue et des réponses rapides aux intrusions.

Des systèmes innovants ont été développés pour améliorer la sécurité des personnes vulnérables. Par exemple, « My Emergency Assistant » est un dispositif d'urgence conçu pour améliorer la sécurité des personnes âgées et handicapées via des notifications personnalisées.

#### **4.1.5. Télésurveillance continue**

La télésurveillance continue dans une maison intelligente permet de surveiller en temps réel l'état de santé et la sécurité des occupants, particulièrement les personnes âgées ou vulnérables. Cette surveillance utilise une combinaison de capteurs, de dispositifs connectés et de technologies de communication pour collecter et transmettre des données aux soignants ou aux membres de la famille, offrant ainsi une assistance proactive et une intervention rapide en cas de besoin.

Plusieurs solutions de télésurveillance ont été proposées, notamment un système basé sur le cloud intégrant divers capteurs pour surveiller l'insuffisance cardiaque. D'autres techniques de surveillance de la pression artérielle à domicile utilisant des capteurs intégrés dans des fauteuils et des appareils de mesure de la tension artérielle oscillométrique ont été proposées pour améliorer la précision et la liberté de mouvement des patients [7].

Il est devenu évident que les maisons intelligentes ne se limitent plus à simplement créer un domicile doté de technologies avancées. Au lieu de cela, l'accent est mis sur l'utilisation de ces technologies comme un moyen d'autonomiser les individus, en particulier les personnes âgées, afin de favoriser leur indépendance et leur sécurité. Pour ce faire, il est essentiel de comprendre en détail les activités spécifiques qui se déroulent dans la maison, telles que la prise de médicaments, les heures de sommeil, et bien d'autres encore. Chacune de ces activités a ses propres exigences en termes de surveillance et de soutien, ce qui nécessite une sélection précise des capteurs et une conception de système adaptée pour répondre efficacement à ces besoins [9].

### **5. Les technologies déployées dans les maisons connectées**

Dans le cadre de déploiement d'une maison automatisée/connectée ou intelligente plusieurs objets (capteurs et actionneurs) et équipements coexistent et sont reliés entre eux.

Afin que tous ces équipements puissent fonctionner de manière optimale, la maison en tant que bâtisse doit être :

- ✓ Raccordée aux réseaux de communication.
- ✓ Pensée de manière à ce que les données puissent circuler au sein de la bâtisse.
- ✓ Dotée d'un système de protection des données.

Ainsi nous allons détailler dans ce qui suit les différentes catégories de capteurs et d'actionneurs qui sont généralement installés dans ces maisons et présenter leurs avantages et leurs inconvénients. Nous détaillerons ensuite les types de réseaux utilisés ainsi que les technologies permettant de véhiculer les données au sein de ces maisons avant de mettre en avant un point important qui est la protection des données puisque ce sont des données personnelles des occupants de la maison.

A la fin de cette section, nous présenterons les différents types de services offerts par ces maisons.

### **5.1. Capteurs et Actionneurs :**

Dans les maisons connectées, les capteurs jouent un rôle essentiel en recueillant des informations sur l'environnement et les activités des occupants. Ces capteurs peuvent être classés en trois grandes catégories, voir la figure 2 ci-dessous :

1. Capteurs portables (Wearable): les dispositifs portables, tels que les bracelets ou les montres intelligentes etc. sont particulièrement utiles pour le suivi l'état santé et de l'activité quotidienne. Les avantages résident dans leur faible coût, leur précision élevée et leur grande praticité. Cependant, malgré leurs atouts, ils peuvent présenter des contraintes en termes de fiabilité et peuvent provoquer une sensation inconfortable lorsqu'ils sont portés pendant de longues périodes, notamment lorsqu'ils sont fixés sur la peau.
2. Capteurs environnementaux : les capteurs mesurent les conditions environnementales telles que la température, l'humidité et la qualité de l'air, le mouvement, la pression, l'utilisation d'objets. Faciles à installer et ayant une longue durée de vie, ils présentent les avantages d'une surveillance discrète et d'une interaction non intrusive. De plus, ils sont faciles à remplacer et nécessitent des ressources de calcul minimales pour traiter les données recueillies. Cependant, leur principal inconvénient est qu'ils ne peuvent fournir que des informations limitées, notamment pour la surveillance des activités complexes et ne permettent pas d'associer un enclenchement de capteur à un utilisateur spécifique dans un contexte multi-utilisateurs.
3. Caméras : en tant que capteurs visuels, les caméras offrent une richesse d'informations et peuvent être utilisées pour diverses applications, de la surveillance de sécurité à l'analyse comportementale pour l'automatisation résidentielle. Cependant dans un contexte domestique cela représente une atteinte à la vie privée de l'habitant qui est filmé tout le temps sans oublier le risque d'être piraté et observé en temps réel. De plus les caméras

requièrent une connexion Internet stable pour capter des images qui peuvent être traitées par un algorithme [9]. Voir la figure 2 ci-dessous.

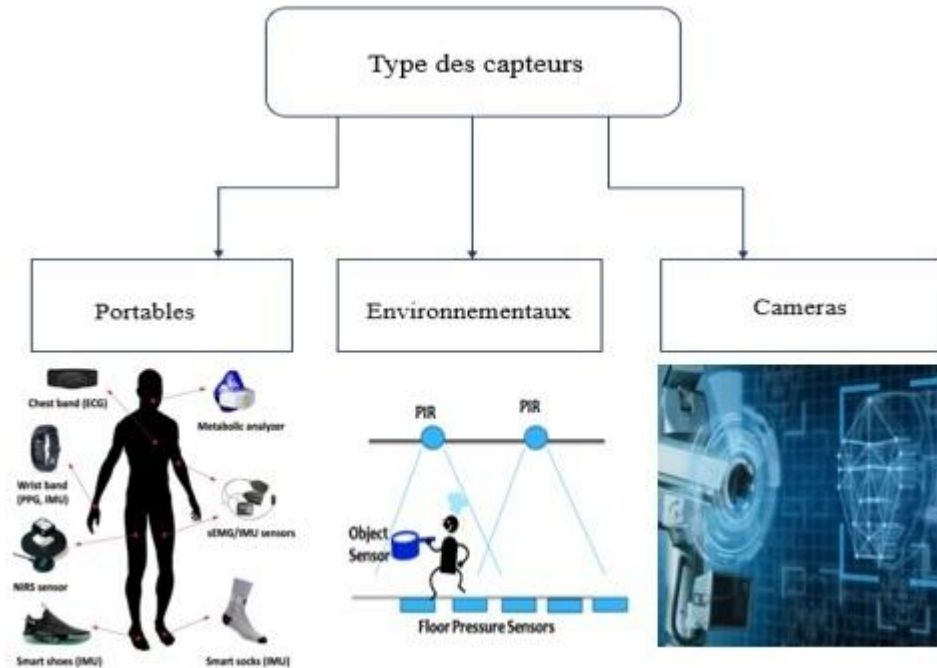


Figure 2 : Type des capteurs

## 5.2. Réseaux sans fil

Les réseaux sans fil permettent de connecter divers appareils sans utiliser de câbles. Cette technologie offre une grande flexibilité et facilite la communication et le partage de données entre les appareils. Il existe plusieurs types de réseaux sans fil, chacun adapté à des besoins spécifiques.

Voici quelques-uns des types de réseaux sans fil les plus couramment utilisés :

- Wi-Fi : le Wi-Fi voire la figure ci-dessous est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11. Il assure la connexion sans fil de plusieurs appareils entre eux et à Internet. Ces normes définissent les protocoles permettant les communications avec les dispositifs dotés du Wi-Fi. Il émet des fréquences situées entre 2,4 GHz et 5 GHz. Il permet de se débarrasser des fils et facilite la transmission des données [10].



Figure 3: Logo du Wi-Fi

- Bluetooth : le Bluetooth voire la figure ci-dessous, standardisé sous l'appellation IEEE 802.15.1, est un type de réseau sans fil à courte portée largement utilisé pour la connexion entre périphériques. il fonctionne sur les bandes de fréquence 2,4 GHz sur les bandes de fréquence 2,4 GHz avec une portée maximale qui varie de 10 à 100 mètres. ce standard s'est établi comme une alternative efficace à la communication par liaison infrarouge [11].



Figure 4 : Logo de Bluetooth

- Zigbee : Zigbee voir la figure ci-dessous est un protocole de haut niveau proposé en 1998, il permet communication de petites radios à consommation réduite basée sur la norme IEEE 802.15.4. La norme Zigbee PRO est optimisée pour une faible consommation d'énergie et la prise en charge de réseaux étendus comptant des milliers, la norme IEEE 802.15.4 définit les protocoles pour les dispositifs de communication de données utilisant des transmissions à faible débit, complexité faible. La fréquence 2,4 GHz offre un débit de données plus élevé (jusqu'à 250 kbps) mais la portée est plus limitée. Dans la bande des 868 MHz, la portée est améliorée, mais le débit de données est limité à 20 kbps et un seul canal est disponible [12].



Figure 5 : Logo de Zigbee

### **5.3. L'internet des objets et les systèmes embarqués**

Dans une maison connectée, divers objets IoT peuvent fonctionner de manière autonome sans intervention humaine directe, comme les climatiseurs, les réfrigérateurs, les machines à laver, et les systèmes d'alarme, entre autres. Ces appareils peuvent être contrôlés via l'infrarouge à l'aide de télécommandes, de smartphones ou de tablettes. D'autres appareils utilisent la communication sans fil, comme le Wi-Fi, pour créer un point centralisé entre la maison et les dispositifs IoT. Cela permet de transférer, d'analyser et de stocker les données dans les mondes physiques et virtuels grâce à des systèmes avancés.

### **5.4. Les systèmes de protection de données**

Pour garantir la sécurité et la confidentialité des données collectées par les capteurs, en particulier dans le contexte de la surveillance à domicile, plusieurs systèmes de protection de données sont proposés. Voici quelques systèmes et stratégies :

- Technologies moins intrusives : sélectionner des solutions technologiques qui minimisent l'impact sur la vie privée en privilégiant des capteurs ne nécessitant pas d'identification individuelle.
- Minimisation de l'utilisation de caméras : l'utilisation des caméras dans une maison connectée devrait être ciblée et limitée aux zones essentielles comme l'entrée principale pour éviter une intrusion dans la vie privée des résidents.
- Déploiement stratégique des capteurs : installer un nombre suffisant de capteurs dans les zones à risque, comme la cuisine, la chambre et la salle de bain, pour une surveillance efficace tout en minimisant l'impact sur la vie privée [7].
- Cryptage des données : Garantir que toutes les informations recueillies et transmises par les dispositifs de surveillance sont sécurisées grâce à un processus de cryptage, prévenant ainsi tout accès non autorisé et toute divulgation de données sensibles.
- Sécurité physique des dispositifs : Les capteurs eux-mêmes doivent être sécurisés physiquement pour éviter toute manipulation non autorisée ou accès non autorisé [13].

### **5.5. Les services offerts**

#### **5.5.1. La centralisation et le contrôle à distance**

La maison connectée offre une centralisation et une automatisation du contrôle des systèmes de la maison, tels que l'éclairage, le chauffage, la climatisation et la sécurité, accessibles via des applications mobiles ou des interfaces web. Ces applications permettent de surveiller et de contrôler la sécurité à distance, offrant une tranquillité d'esprit même lorsque l'utilisateur est absent.

### **5.5.2. La sécurité**

La sécurité d'une maison intelligente intègre une variété de technologies avancées pour protéger votre domicile. Cela inclut des systèmes d'alarme, tels que les alarmes intrusion équipées de détecteurs de mouvement et de capteurs pour portes et fenêtres. Des alarmes incendie, ainsi que des détecteurs de fumée, de feu, d'humidité, d'inondation et de pluie, sont également essentiels. Des caméras de surveillance offrent une surveillance en temps réel avec vision nocturne.

Les serrures intelligentes peuvent être verrouillées ou déverrouillées à distance, ajoutant une couche supplémentaire de sécurité. De plus, des alertes sont envoyées en cas de détection de problèmes, ce qui permet une intervention rapide et efficace [14].

### **5.5.3. La santé**

La maison intelligente représente l'avenir de l'habitat. Elle doit être dotée d'appareils médicaux essentiels pour offrir des services de santé personnalisés répondant aux besoins spécifiques des occupants. En surveillant en permanence les paramètres de santé tels que la pression artérielle ou le niveau de glucose, ces maisons peuvent détecter précocement tout signe de détérioration et alerter les professionnels de santé, notamment pour la détection ou la prévention des situations d'urgence telles que les chutes ou l'hyperglycémie. De plus, les rappels de médicaments automatisés et le guidage dans leurs activités peuvent être mis en place [8]. Enfin, la surveillance de l'environnement intérieur favorise un cadre de vie sain, notamment grâce à la surveillance constante des taux de CO<sub>2</sub>, de l'humidité et des polluants, avec des alertes envoyées à l'utilisateur en temps réel.

### **5.5.4. Confort**

La possibilité d'ouvrir le portail sans quitter sa voiture, d'allumer automatiquement la lumière lorsque l'on porte des paquets, d'arroser le jardin de façon automatique, de contrôler l'ouverture et la fermeture des volets ou des stores, de programmer une ambiance sonore dans la maison, d'avoir accès à la télévision dans plusieurs pièces, de préparer le café avant même de se réveiller, ou encore d'ajuster la température en fonction des conditions extérieures... Toutes ces fonctionnalités peuvent rapidement devenir indispensables.

Des dispositifs de commande variés tels qu'un émetteur radio, une télécommande infrarouge, un téléphone, une horloge ou un détecteur peuvent être utilisés pour mettre en œuvre ces fonctions [15].

### **5.5.5. L'économie d'énergie**

En contrôlant les volets en fonction de la saison et en régulant le chauffage, un système de gestion intelligent vous offre la possibilité d'économiser de l'énergie, et donc de réaliser des économies, même si initialement votre objectif était simplement d'améliorer votre confort. La

surveillance de la consommation d'énergie peut être réalisée de manière précise, que ce soit pour l'électricité, l'eau ou même le gaz, [16] sans recourir nécessairement à la maison.

## **6. Etat de l'art sur les maisons connectées**

L'état de l'art sur les maisons connectées, reflète les avantages de l'utilisation des capteurs connectés, des microcontrôleurs, de l'intelligence artificielle (IA) et de la domotique. Ces maisons intègrent des dispositifs électroniques et des capteurs pour automatiser et améliorer divers aspects de la vie quotidienne.

L'objectif de l'état de l'art est de mener une enquête afin de présenter une étude sur les travaux existants notre sujet.

### **6.1. Les critères de comparaisons**

- Carte principale : identifier la carte principale utilisée dans le système, comme Arduino UNO, Mega, Raspberry Pi, ... etc. car chaque carte a ses propres spécifications matérielles et capacités de traitement.
- Type composants : lister les capteurs, les modules de communication, et autres composants périphériques utilisés dans le projet.
- Software développé pour la Gestion des maisons : décrire le logiciel, les applications ou les plateformes développées pour la gestion des maisons connectées à l'aide de cartes Arduino.
- Moyen de connexion : déterminer les moyens utilisés pour la connexion des dispositifs et des capteurs à la carte Arduino, ainsi que les protocoles de communication utilisés (Wi-Fi, Bluetooth, etc.).
- Services offerts : identifier les services ou fonctionnalités offerts par le système, tels que la surveillance de la sécurité, la gestion de l'énergie, le contrôle à distance des appareils, etc.
- Solution dédiée ou tout type d'utilisateur : préciser si la solution est spécifiquement conçue pour un utilisateur particulier ou si elle est adaptée à tous types d'utilisateurs.
- Type de maison : le type de maison est défini en fonction du niveau d'automatisation et d'intelligence intégrés, allant d'une maison simplement connectée à une maison entièrement intelligente avec des capacités d'apprentissage automatique (IA). Une maison simplement connectée permet aux utilisateurs de contrôler certains aspects via des dispositifs connectés. Par contre, une maison automatisée automatise les tâches domestiques courantes à l'aide de capteurs et de systèmes programmables. Enfin, une maison intelligente intègre des technologies avancées telles que l'IA et l'apprentissage automatique pour ajuster automatiquement les paramètres de l'environnement domestique.

**6.2. Travaux connexes sur les maisons connectées (mémoires et pfe)**

Critères Auteurs Et année	Carte principale	Type de composants		Software développé pour la Gestion des maisons (app web, mobile, aucun)	Moyen de connexion (Puce Gsm, Bluetooth, wifi)	Services offerts Sécurité/confort/santé/consommation d'énergie/contrôle à distance	Solution dédiée ou tout type d'utilisateur	Type de maison (Automatique, Connectée, Intelligente)
		Capteurs	Actionneurs					
Djihane BELDJAZI A Widad BOUHLAS 2022 [17]	Carte Arduino Méga 2560	Dht11 Capteur sonore à ultrasons HC-SR04 Capteur de flamme Capteur de gaz MQ2 Capteur de mouvement PIR Capteur de température LM35 Capteur d'humidité du sol (YL-69)	Ecran LCD Buzzer Servomoteur Ventilateur Bloc de relais Leds Lampes Clavier kayped	Application mobile (l'interface Web).	Bluetooth	La sécurité Le confort La communication	Tout type d'utilisateur	Maison connectée

BENARIB Hadil  BENDIF- ALLAH Tinhinane  2021 [16]	Carte Arduino UNO	Capteur de gaz MQ-2 Capteur à ultrasons Capteur de mouvement PIR HC-SR501 Capteur d'empreinte digital	Afficheur LCD Servomoteur Module GSM SIM800L Module ESP8266 Module de reconnaissance vocal la carte RFID Relai	Application mobile.	Connexion sans fil (wifi, Bluetooth) + envoi des alertes par GSM	- La sécurité - Le confort - consommation d'énergie	Toutes les personnes, en particulier les personnes âgées.	Maison intelligente
LARABI Abdelghani  AIT - IBRAHIM Mohamed  2019/2020  [18]	Carte Arduino MEGA 2560	Capteur température et d'humidité Capteur de lumière LDR Capteur MQ- 135 Capteur de mouvement PIR	module WIFI ESP8266 Module Bluetooth HC- 06 Moteur pas à pas Servomoteur Relais Bouton poussoir Buzzer Ventilateur Afficheur LCD	Application mobile Android.	Bluetooth wifi	- Les économies d'énergie - La sécurité - Le confort	Toutes les personnes, en particulier les personnes âgées.	Maison connectée.
BOUHARA OUA Abderrahim BOUKLI HACENE Mohammed Imad 2017 [6]	Raspberry Pi	capteur de température « DS18B20 capteurs MQ-2	moteur « L293D (le pont H) » Ventilateur Moteur pas à pas Leds	Application mobile Android+ Site web.	wifi	- Les économies d'énergie - La sécurité - Le confort	Tout type d'utilisateur	Maison intelligente

**Tableau 1 : Les travaux connexes sur les maisons connectées (mémoires et pfe)**

### 6.3. Comparaison entre les pfe selon les critères

Dans cette section, nous allons comparer les travaux répertoriés dans le tableau ci-dessus en fonction de chaque critère de classification.

#### 6.3.1. Carte principale

Arduino et Raspberry Pi (mini-ordinateur) sont deux plates-formes de développement populaires pour l'électronique et la programmation. Elles offrent aux utilisateurs la possibilité de créer des projets interactifs et innovants, mais présentent des différences importantes à prendre en compte lors du choix de la plateforme la plus adaptée à leurs besoins [16][6].

Melle. Djihane BELDJAZIA & Melle. Widad BOUHLAS (2022) ont utilisé une carte Arduino Méga 2560. Cette carte puissante offre un grand nombre de broches d'entrée/sortie, permettant la connexion à une variété étendue de capteurs et d'actionneurs.

BENARIB Hadil & BENDIF-ALLAH Tinhinane (2021) ont utilisé une carte Arduino UNO, une option plus simple et moins coûteuse que la Méga 2560, mais avec moins de broches d'entrée/sortie.

LARABI Abdelghani & AIT -IBRAHIM Mohamed (2019/2020) ont également utilisé une carte Arduino Méga 2560, profitant de sa puissance et de sa flexibilité.

BOUHARAOUA Abderrahim & BOUKLI HACENE Mohammed Imad ont choisi un Raspberry Pi. Ce micro-ordinateur offre une puissance de traitement élevée, permettant le développement d'applications plus complexes.

Les avantages des Cartes

- Arduino
  - ❖ Simplicité : Facile à utiliser pour les débutants en électronique et en programmation.
  - ❖ Nombreuses broches d'I/O : Particulièrement pour la Méga 2560, permettant la connexion à plusieurs capteurs et actionneurs.
  - ❖ Communauté active : Grande quantité de ressources et de support disponibles en ligne.
  - ❖ Coût abordable : Surtout pour les modèles comme l'Arduino UNO.
- Raspberry Pi
  - ❖ Puissance de traitement élevée : Permet de développer des applications plus complexes et de traiter de grandes quantités de données.
  - ❖ Système d'exploitation : Fonctionne avec des OS comme Linux, offrant une grande flexibilité.

- ❖ Connectivité : Comprend des ports USB, HDMI, et réseau, facilitant la connexion à divers périphériques.

Les inconvénients des cartes :

- Arduino
  - ❖ Capacités limitées : Moins puissant que le Raspberry Pi en termes de traitement et de mémoire.
  - ❖ Pas de système d'exploitation : Fonctionne sans OS, ce qui peut limiter certaines applications complexes.
- Raspberry Pi
  - ❖ Complexité : Plus difficile à utiliser pour les débutants en raison de la nécessité de connaissances en systèmes d'exploitation et en programmation.
  - ❖ Coût plus élevé : Comparé à certaines cartes Arduino, le Raspberry Pi peut être plus cher.
  - ❖ Consommation d'énergie : Généralement plus élevée que celle des cartes Arduino.

### 6.3.2. Types de composants matériels

Dans le tableau président, nous avons comparé les différents composants (capteurs et actionnaires) qui son utilisée pour automatisée les maisons.

« Melle. Djihane BELDJAZIA » & « Melle. Widad BOUHLAS » ont intégré une variété de capteurs dans leur projet de maison intelligente, couvrant des aspects tels que la surveillance de la température, de l'humidité, la détection de mouvement, des gaz et des flammes. Ces capteurs offrent une gamme complète de fonctionnalités pour assurer la sécurité, le confort et l'efficacité énergétique de la maison.

« BENARIB Hadil » & « BENDIF-ALLAH Tinhinane » ont utilisé des capteurs dans le projet de maison intelligente comprennent un large éventail de fonctionnalités. Tout d'abord, le capteur de mouvement PIR HC-SR501 détecte les variations dans son champ de vision grâce au rayonnement infrarouge, offrant une surveillance efficace des mouvements. Ensuite, le capteur de gaz MQ2 est employé pour détecter divers gaz. Le capteur d'empreinte digitale, compatible avec Arduino, permet l'identification biométrique avec une grande précision, et le capteur ultrasonore de distance HC-SR offre une solution abordable pour mesurer les distances sans contact. De plus, l'afficheur LCD est utilisé pour afficher des informations essentielles comme la vitesse, la température et l'humidité. Le servomoteur maintient une position statique, idéal pour des actions précises, et le module GSM SIM800L permet la communication via SMS, appels et données GPRS 2G+. En outre, le module NodeMCU ESP8266 offre une connectivité Wi-Fi pour les objets connectés, et le module de reconnaissance vocale Geeetech permet un contrôle intuitif via

des instructions vocales. Ces capteurs et modules ensemble forment un système complet pour une maison intelligente, offrant sécurité, commodité et efficacité.

« LARABI Abdelghani » & « AIT -IBRAHIM Mohamed » ont utilisé des capteurs tels que, le capteur MQ-135 est utilisé pour détecter différents types de gaz, assurant ainsi la sécurité contre les fuites potentielles. Le capteur DHT11 mesure la température et l'humidité, offrant des informations essentielles pour le confort à l'intérieur de la maison. Le capteur PIR est employé pour la détection de mouvement, souvent utilisé dans les systèmes d'alarme ou de détection de présence. Le capteur de lumière LDR permet de réguler l'éclairage en fonction de la luminosité ambiante. Le servomoteur est utilisé pour commander les portes, tandis que le moteur pas à pas est employé pour contrôler les volets. Les Leds sont utilisées pour l'éclairage, Le ventilateur de PC est également contrôlé à distance via un relais. Un afficheur LCD est utilisé pour afficher des informations telles que la température, l'humidité et d'autres données pertinentes, offrant ainsi une interface conviviale pour l'utilisateur.

"BOUHARAOUA Abderrahim" et "BOUKLI HACENE Mohammed Imad", ce mémoire a présenté plusieurs capteurs et leurs configurations avec un Raspberry Pi. Parmi eux se trouve le capteur de température DS18B20, qui nécessite des réglages spécifiques pour son utilisation, tels que l'activation de l'interface OneWire. Il faut utiliser des scripts Python et PHP pour récupérer et afficher les données de température. De plus, ils ont introduit un détecteur de gaz MQ-2, avec des instructions sur son branchement et sur l'utilisation d'un script Python pour gérer automatiquement l'ouverture de la porte en cas de détection de gaz dangereux. Ce mémoire démontre ainsi comment intégrer différents capteurs au Raspberry Pi et utiliser leurs données pour des applications pratiques et utiles.

### **6.3.3. Services offerts**

Tous les projets proposent des services de sécurité, tels que la détection d'intrusion, la surveillance des incendies.

Tous les projets proposent des services de confort, tels que la gestion de l'éclairage, la gestion de la température et la gestion des appareils électroménagers.

Le projet de BENARIB Hadil & BENDIF-ALLAH Tinhinane est le seul à proposer un service de gestion de la consommation d'énergie.

### **6.3.4. Moyen de connexion**

Le choix du moyen de connexion revêt une importance cruciale pour la fiabilité et la portée du système.

Le Bluetooth, utilisé par « Melle. Djihane BELDJAZIA » et « Melle. Widad BOUHLAS » avec le module HC-05, offre une portée limitée à environ 10-30 mètres, mais se distingue par sa fiabilité à courte distance, sa faible consommation d'énergie et son coût abordable.

le Wifi, privilégié par « BENARIB Hadil » et « BENDIF-ALLAH Tinhinane » ainsi que « LARABI Abdelghani » et « AIT-IBRAHIM Mohamed », offre une portée plus étendue jusqu'à 100 mètres, une haute capacité de transfert de données, et une connexion internet essentielle pour le contrôle à distance, bien qu'il consomme plus d'énergie.

La combinaison de Wifi et Bluetooth permet de tirer parti des avantages de chaque technologie, assurant une connectivité flexible et adaptable.

« BENARIB Hadil » et « BENDIF-ALLAH Tinhinane » ajoutent une dimension supplémentaire avec le module GSM/GPRS SIM800L pour envoyer des alertes via GSM, garantissant une couverture même en l'absence de connexion Wifi ou Bluetooth, bien que ce module soit plus coûteux et limité à certains réseaux.

« BOUHARAOUA Abderrahim » et « BOUKLI HACENE Mohammed Imad » ont préféré le Wifi pour sa connectivité stable et sa portée étendue, permettant un contrôle efficace des équipements domestiques sur de longues distances.

### **6.3.5. Software développé pour la Gestion des maisons connectées**

« Melle. Djihane BELDJAZIA » & « Melle. Widad BOUHLAS » ont mentionnés une application, BT Display, qui permet une interaction vocale avec le système via Bluetooth.

« BENARIB Hadil » & « BENDIF-ALLAH Tinhinane » ont développé une application Smartphone appelée « HTA-Smart Home » en Java qui est une application mobile disponible sur le Play Store d'Android. Elle permet de surveiller la porte d'entrée via une caméra Wi-Fi ESP32, de contrôler l'éclairage, la température et l'humidité, ainsi que d'ouvrir/fermer la porte à distance. Elle offre une expérience conviviale pour gérer les équipements de la maison intelligente avec facilité.

« LARABI Abdelghani » & « AIT -IBRAHIM Mohamed », le projet utilise SQLite comme base de données pour stocker localement les informations nécessaires à l'application Android. Thingspeak est intégré pour collecter et visualiser en temps réel les données des capteurs de la maison intelligente, telles que la température et l'humidité. IFTTT est utilisé pour automatiser les alertes par e-mail en cas de détection de gaz dangereux par le capteur MQ135. Ces outils permettent un contrôle et un suivi efficaces des objets connectés de la maison intelligente

« BOUHARAOUA Abderrahim » & « BOUKLI HACENE Mohammed Imad », le projet "SmartHouse" consiste en une application Android permettant le contrôle à distance d'une maison intelligente. L'application comprend 13 classes Java, 9 fichiers XML et 12 icônes. L'interface d'authentification utilise une AsyncTask pour vérifier les informations d'identification de l'utilisateur via une connexion HTTP et affiche une page d'accueil en cas de succès. Les autres interfaces permettent de contrôler les différents appareils de la maison intelligente, en envoyant des commandes HTTP au serveur correspondant. Le projet illustre l'utilisation de diverses technologies telles qu'Android, PHP, et le protocole http.

### **6.3.6. Solution dédiée ou tout type d'utilisateur**

Dans le tableau précédent, Tous les projets de maisons connectées développés sont tous axés sur la création de solutions flexibles, accessibles et adaptées à divers types d'utilisateurs.

« Melle. Djihane BELDJAZIA », « Melle. Widad BOUHLAS » et «BOUHARAOUA Abderrahim», »BOUKLI HACENE Mohammed Imad» ont envisagé une solution qui s'adapte à tout type d'utilisateur. Leur conception de maison connectée est conçue pour répondre aux besoins variés des utilisateurs, sans aucune restriction à une catégorie spécifique.

« BENARIB Hadil », « BENDIF-ALLAH Tinhinane » et « LARABI Abdelghani », « AIT-IBRAHIM Mohamed » ont conçu leur solution pour toutes les personnes, avec une attention particulière aux personnes âgées. L'objectif est de rendre la maison intelligente accessible et utile pour un public diversifié.

### **6.3.7. Type de Maison**

Nous avons classé les projets de maisons en trois catégories distinctes : intelligentes, automatiques et connectées. « LARABI Abdelghani » & « AIT-IBRAHIM Mohamed » et « Melle. Djihane BELDJAZIA » & « Melle. Widad BOUHLAS », utilisant des technologies telles que l'IoT, l'Arduino et la communication sans fil, permettent le contrôle à distance de divers systèmes domestiques via des smartphones. « BENARIB Hadil », « BENDIF-ALLAH Tinhinane » et « BOUHARAOUA Abderrahim », ainsi que « BOUKLI HACENE Mohammed Imad », intègrent des technologies avancées comme la reconnaissance vocale et faciale et l'analyse des données, offrant un contrôle centralisé optimisé et une gestion avancée de la sécurité et du confort.

## **6.4. Travaux connexes sur les maisons connectées (projets et start-ups)**

Il devient plus facile de comparer les différents projets et start-ups dans le domaine des maisons connectées et de choisir celui qui correspond le mieux aux besoins spécifiques des utilisateurs, En prenant en compte ces critères :

- **Expérience** : Il s'agit de l'expérience de l'entreprise ou du projet dans le domaine des maisons connectées. Une expérience solide peut garantir une meilleure qualité de service et une plus grande fiabilité des solutions proposées.
- **Services offerts** : Les services offerts par les entreprises ou projets sont essentiels pour évaluer leur pertinence par rapport aux besoins des utilisateurs. Cela peut inclure la surveillance de la santé, la sécurité, le confort, la gestion de l'énergie, etc.
- **Moyen de connexion** : Il est important de considérer les moyens de connexion utilisés par les solutions proposées, tels que le Wi-Fi, le Bluetooth ou d'autres protocoles de communication. La facilité d'installation et la portée du réseau peuvent influencer le choix de la solution.

- Technologie utilisée : Les technologies utilisées pour développer les solutions sont également importantes. Cela peut inclure l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique, les capteurs IoT, les plateformes cloud, etc. Une technologie avancée peut offrir des fonctionnalités plus innovantes et une meilleure performance

<b>Critères</b>	<b>Lieu</b>	<b>Expérience</b>	<b>Services offerts</b>	<b>Moyen de connexion</b>	<b>Technologie utilisé</b>
<b>Projets/startups</b>					
<b>Legrand</b>	Alger	Présence internationale, plus de 10 ans d'opération en Algérie	Sécurité, économie d'énergie, confort, santé, communication	Contrôle local et à distance (wifi).	Programme Eliot pour accélérer le déploiement d'objets connectés.
<b>DOMO DZ smart home</b>	Dely Ibrahim, Alger, Algérie	Plus de 13 ans d'expérience dans la domotique et les bâtiments intelligents.	Sécurité, économie d'énergie, confort	KNX, contrôle local et à distance	Le protocole KNX.
<b>TIS Algeria</b>	Dar El Beïda, Alger	Fondée en 2020 (4 ans).	Sécurité, économie d'énergie, confort, communication	Contrôle local et à distance (wifi et Zigbee).	Produits IoT pour différents secteurs.

**Tableau 2 : les travaux connexes sur les maisons connectées (projets et start-ups).**

### 6.4.1. Legrand

Legrand est une entreprise internationale spécialisée dans les infrastructures électriques et numériques du bâtiment. En Algérie, Legrand est présente depuis plus de 10 ans et propose une large gamme de produits et solutions pour les installations électriques et les réseaux d'informations.



Figure 6 : Logo Legrand

L'offre de produits de Legrand Algérie est couverte cinq catégories principales : interfaces utilisateur, distribution d'énergie, systèmes de gestion du bâtiment, cheminement de câbles et infrastructures numériques [19].

### 6.4.2. DOMO DZ

Domo Dz Smart Home est une entreprise algérienne qui se distingue dans le domaine de la domotique et des bâtiments intelligents. Avec plus de 13 ans d'expérience, Domo Dz s'est spécialisée dans l'offre de solutions domotiques KNX, un standard mondial pour la gestion automatisée des bâtiments résidentiels et commerciaux.



Figure 7 : DOMO DZ

Domo Dz se positionne ainsi comme un acteur clé dans l'innovation des maisons intelligentes en Algérie, en mettant l'accent sur la technologie KNX pour une gestion centralisée et intelligente des différentes fonctions du bâtiment, telles que l'éclairage, la climatisation, la sécurité et le multimédia [20].

### 6.4.3. TIS Algeria

TIS Algeria est une entreprise innovante dans le secteur de la domotique en Algérie. Fondée en 2020, offrant des systèmes de contrôle d'accès et des solutions pour l'hôtellerie. Leur approche modulaire permet une personnalisation selon les besoins spécifiques de chaque client.



Figure 8 : TIS Algeria

TIS Algeria propose des solutions qui visent à améliorer : le confort, la sécurité et l'efficacité énergétique des bâtiments [21].

## 6.5. Comparaison entre les projets des startups développées en Algérie

Cette comparaison met en évidence les différences et les similitudes entre les projets et les start-ups travaillant dans le domaine des maisons connectées en Algérie, offrant ainsi un aperçu des options disponibles sur le marché.

### 6.5.1. Le lieu de déploiement

Tous les projets et start-ups mentionnés opèrent en Algérie, offrant des solutions pour le marché local.

### 6.5.2. Expérience

Les différentes startups présentées dans l'analyse ont des niveaux d'expérience variables dans le domaine de la domotique en Algérie. Legrand, avec une présence internationale et plus de 10 ans d'opération en Algérie, possède une vaste expérience dans le développement de solutions domotiques. DOMO DZ Smart Home, fort de plus de 13 ans d'expérience dans la domotique et les bâtiments intelligents, s'est spécialisé dans les solutions domotiques KNX. Par contre, TIS Algeria, fondée en 2020, est plus récente sur le marché mais s'efforce d'apporter des solutions innovantes dans le secteur de la domotique en Algérie.

### **6.5.3. Services offerts**

Les différentes startups présentées offrent une gamme de services axés sur la sécurité, l'économie d'énergie, le confort et la communication dans le domaine de la domotique en Algérie. Legrand propose une large gamme de produits et solutions, y compris des infrastructures électriques, des systèmes de gestion du bâtiment et des solutions numériques. DOMO DZ Smart Home se spécialise dans les solutions domotiques KNX pour une gestion complète de la maison, tandis que TIS Algeria offre des solutions modulaires pour améliorer le confort, la sécurité et l'efficacité énergétique des bâtiments, avec un accent particulier sur le contrôle d'accès et les solutions pour l'hôtellerie.

### **6.5.4. Moyen de connexion**

Les moyens de connexion proposés par ces startups pour leurs solutions domotiques en Algérie varient en fonction des besoins spécifiques et des technologies disponibles.

Legrand offre un contrôle local et à distance via un système filaire ou un réseau Wi-Fi, permettant aux utilisateurs de gérer leurs systèmes depuis n'importe où. DOMO DZ Smart Home utilise le protocole KNX, qui offre également un contrôle local et à distance pour une gestion centralisée des différents aspects de la maison. TIS Algeria propose quant à elle un contrôle local et à distance via le Wifi ou Zigbee, fournissant ainsi une connectivité flexible et adaptable pour ses produits IoT dans divers secteurs.

### **6.5.5. Technologie utilisée**

Ces startups utilisent différentes technologies pour mettre en œuvre leurs solutions domotiques en Algérie, chacune avec son propre rôle et fonctionnement spécifiques.

Legrand s'appuie sur le programme Eliot pour accélérer le déploiement d'objets connectés, permettant une intégration transparente (non intrusif) des dispositifs dans les systèmes existants et une gestion efficace des données pour garantir la sécurité, l'économie d'énergie et le confort des utilisateurs.

DOMO DZ Smart Home utilise le protocole KNX, une norme mondiale pour la gestion automatisée des bâtiments, permettant une communication fiable et interopérable entre les différents composants de la maison intelligente, facilitant ainsi une gestion centralisée et intelligente des diverses fonctions du bâtiment.

TIS Algeria utilise des produits IoT pour offrir des solutions modulaires adaptées aux besoins spécifiques de chaque client, améliorant le confort, la sécurité et l'efficacité énergétique des bâtiments grâce à une intégration flexible et personnalisée des dispositifs connectés.

## 7. Conclusion

Avec l'émergence de l'Internet des objets (IoT), la conception des maisons contemporaines subit une évolution notable, devenant plus intelligentes et mieux adaptées aux besoins individuels. Ce chapitre montre clairement que les progrès technologiques ont permis de développer des solutions modernes permettant d'équiper les maisons des occupants de capteurs offrant sécurité, surveillance à distance et confort. Nous avons comparé les différents travaux dans la littérature ainsi que les travaux développés par les start-ups dans ce contexte et nous avons remarqué que la plupart des travaux offrent des solutions de maisons automatiques/connectées/ intelligentes qui sont destinées à tout type d'utilisateurs et que peu d'entre elles s'intéressent aux technologies d'assistances et au maintien à domicile d'une personne âgée vivant seule dans sa maison et encore moins aux personnes âgées ayant des déficits cognitifs tel que la maladie d'Alzheimer.

Contrairement aux approches classiques tel que les maisons de retraites, les maisons connectées peuvent être particulièrement bénéfique pour assister une personne âgée atteinte d'Alzheimer et vivant seule dans sa maison. En effet, si les capteurs intégrés dans la maison sont non intrusifs, la personne ne va pas se sentir entouré par la technologie qui l'entoure et son comportement ne va pas être influencé. Nous pourrions ainsi collecter ses données de routine de manière non intrusive et s'en servir pour la surveiller à distance afin de garantir sa sécurité, coordonner ses soins de santé et ses prises de médicaments, améliorer son confort sans empiéter sur sa vie privée.

Grâce à ces innovations, les seniors peuvent jouir d'une autonomie prolongée chez eux, avec l'assurance d'une surveillance efficace et discrète adaptée à leur quotidien.

# **Chapitre 2 : Conception et réalisation de notre prototype physique de maison connectée au service du maintien à domicile d'une personne âgée atteinte d'Alzheimer**

## **1. Introduction**

Dans le chapitre précédent, nous avons exploré l'univers des maisons connectées, examinant diverses approches, technologies et applications, en mettant particulièrement l'accent sur leur utilité et les services offerts pour améliorer la qualité de vie des habitants notamment des personnes âgées.

Nous entamons désormais la concrétisation de ces concepts en présentant la conception et la réalisation de notre prototype de maison intelligente, spécifiquement élaboré pour répondre aux besoins particuliers des personnes âgées touchées par la maladie d'Alzheimer, en garantissant leur santé, leur sécurité, et leur confort.

Ce chapitre débutera par une description détaillée des spécifications et des fonctionnalités intégrées dans notre maison connectée. Par la suite, nous explorerons les différentes technologies mises en œuvre dans sa conception, mettant en avant l'utilisation de capteurs de détection et de systèmes innovants. Enfin, nous présenterons le montage final de notre prototype de maison connectée aborderons également les défis et les contraintes liés au développement de cette solution, ainsi que les approches utilisées pour les surmonter.

## **2. Principe de fonctionnement de notre maison**

### **2.1. Schéma générale de notre prototype de maison connecté**

Le schéma général illustré dans la figure 9 précise le fonctionnement de notre prototype de maison intelligente connectée à un système basé sur la communication Wifi et l'interaction à distance via le cloud. L'application mobile permet aux utilisateurs de contrôler et de surveiller les appareils à distance, en utilisant Firebase pour l'échange de données. Cela permet une gestion centralisée de la maison.

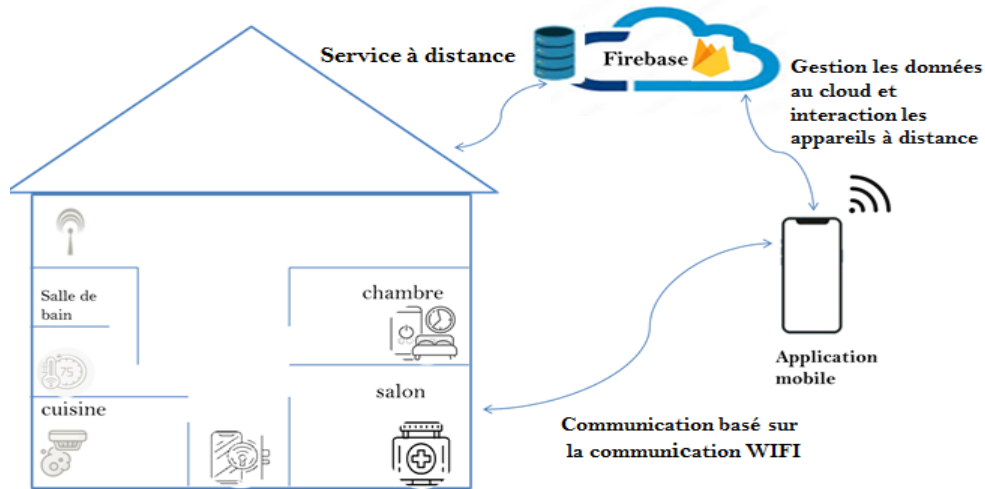


Figure 9:Schéma générale de notre prototype de maison

## 2.2. Circulation des données dans la maison connectée

Dans ce schéma, l'application mobile agit comme le centre de contrôle principal, permettant aux utilisateurs d'accéder à distance aux fonctionnalités de la maison intelligente

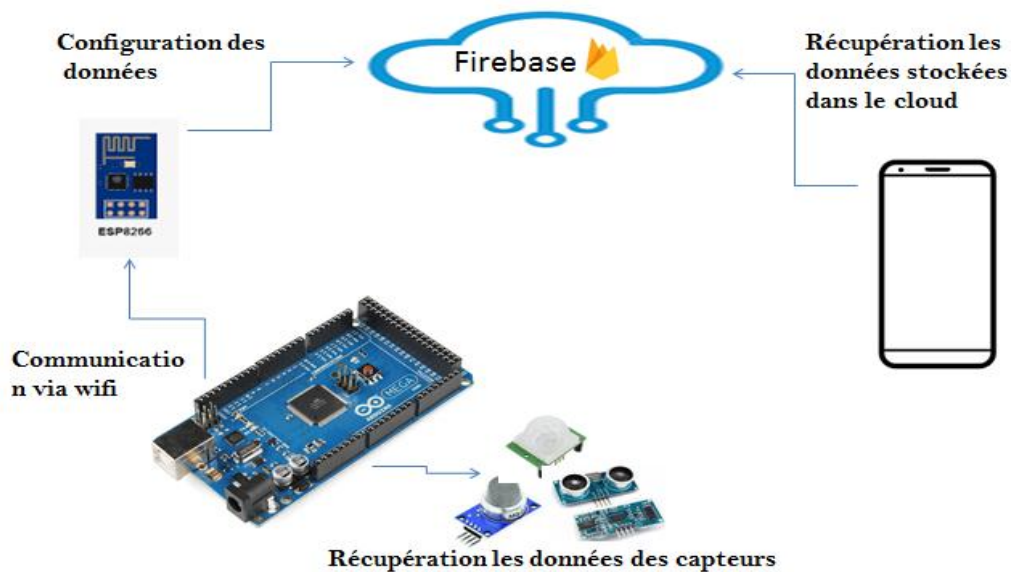


Figure 10 : circulation des données de notre maison

Le schéma ci-dessus montre que les données issues des capteurs représentant les enclenchements établis par la personne âgée seront lisibles en temps réel sur l'IDE Arduino et ensuite retransmises pour être stockées dans Firebase. Ces données seront récupérées plus tard par l'application mobile pour afficher des informations liées aux alertes de sécurité ainsi que l'état de santé de la personne âgée.

Le schéma montre clairement qu'il y aura un échange de données entre l'application mobile et Firebase. L'application mobile va stocker les informations liées aux différents acteurs de l'application dans Firebase et va récupérer non seulement ces données liées aux profils des acteurs stockés préalablement mais aussi les données représentant les enclenchements des capteurs.

### 2.3. Architecture de la maison et choix des capteurs par pièce

La première étape de notre projet consiste à créer une maquette d'une maison intelligente. Mais avant de créer cette maquette, il faut d'abord établir un plan architectural impliquant de dessiner la structure principale, précisant le nombre de chambres, de salles de bain, la nécessité d'une cuisine ouverte ou fermée, l'utilisation de couloirs ou non, et cela dépend du nombre d'habitants en question ainsi que sur le type de déficit dont souffre l'habitant. L'objectif étant de dessiner un plan optimal afin de déployer un minimum de capteurs afin de réduire le coût.

Étant donné que notre maison sera habitée par une seule personne âgée, une seule chambre à coucher sera suffisante dans le plan architectural (voir la figure 11 ci-dessous) sans oublier la cuisine, la salle de bain et le salon. Étant donné que la personne âgée souffre d'Alzheimer et que les personnes atteintes d'Alzheimer se réveillent souvent la nuit pour aller aux toilettes, le plan intègre un couloir avec des lampes qui s'allument en cas de mouvement, de manière à diriger la personne vers la salle de bain à l'aide de la lumière. Nous avons également préféré la séparation de la cuisine et du salon (cuisine non ouverte) afin de minimiser les risques en cas de fuite de gaz ou de présence de flamme, sachant que les personnes âgées atteintes d'Alzheimer font souvent des oublis, ce qui les met dans des situations à risque.

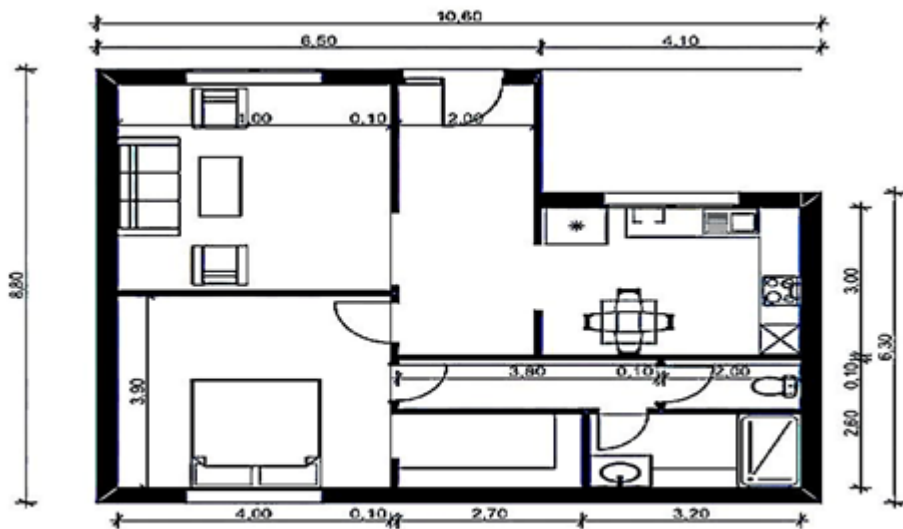


Figure 11 : Architecture de la maquette de notre maison

Ce plan nous a permis de visualiser l'agencement des différentes pièces et de planifier l'emplacement des équipements et des dispositifs de domotique. Nous avons pu sélectionner un ensemble de capteurs à placer dans les pièces en fonctions des différents services que nous souhaitons mettre à la disposition de la personne âgés.

Nous mettons l'accent sur le fait que tous les capteurs sélectionnés sont des capteurs environnementaux (voir la section sur les types de capteurs chapitre 1) placés sur les murs ou sur les objets de la maison. Nous avons spécialement choisi ces capteurs étant donné qu'ils sont non intrusifs et qu'ils vont permettre à l'habitant de la maison d'adopter un comportement naturel et de ne pas se sentir surveillé et ni influencé par la technologie qui l'entoure. De plus ces capteurs sont les plus appropriés et utiliser des capteurs portables par exemple n'aurait pas été adéquat pour une personne âgés atteinte d'Alzheimer qui pourrait oublier de remettre son bracelet ce qui pourrait fausser les données de l'habitant. Ci-dessous la liste des capteurs déployés dans la maison :

- **Capteurs d'Ultrasons :**

- 1 Capteur Ultrason dans la Cuisine (Détection d'Objets au-dessus des surfaces de cuisson).

- 1 Capteur Ultrason dans la Chambre (Détection de Sommeil/Dormir).

- 1 Capteur Ultrason sur la Porte Extérieure (Détection d'Approche).

- **Capteurs de température et humidité :**

- Ce capteur mesure la température et d'humidité dans la salle de bain.

- **Capteurs de Mouvement :**

- Dans couloirs, pour détecter les mouvements.

- **Capteurs de Lumière :**

- Dans couloirs, pour ajuster automatiquement l'éclairage en fonction de la présence.

- **Capteurs de gaz :**

- dans la cuisine, pour détecter la présence de gaz dans l'air.

- **Capteurs de flamme :**

- Ce capteur détecte la présence de flammes ou de sources de chaleur intense. Il est souvent utilisé comme mesure de sécurité pour détecter des incendies potentiels, placé dans la cuisine.

- **Capteur FSR 402 (Force-Sensitive Resistor) :**

- Un capteur de pression sensible à la force appliquée sur sa surface de la fenêtre de la chambre.

- **Servomoteurs :**

1. **Portes et Fenêtres :** des servomoteurs sont installés pour automatiser l'ouverture et la fermeture des portes et des fenêtres.

2. **Boîte Médicale :**

Un servomoteur est installé pour déplacer la boîte médicale de manière à prendre la pilule et se retourner jusqu'à atteindre la position dans laquelle elle est placée.

Un deuxième servomoteur est installé pour ouvrir et fermer le couvercle de la boîte médicale.

Le tableau 3 ci-dessous présente l'ensemble des capteurs choisis pour être déployés par pièce de la maison :

<b>Localisation</b>	<b>Périphériques</b>
La chambre	Ultrason Servomoteur SG90 Capteur de pression FSR
La cuisine	Capteur de flamme Servomoteur SG90 Capteur de gaz Ultrason Buzzer
Salle de bain	DHT11 Ventilateur
Le salon	Servomoteur SG90 Moteur Mg999r Capteur infrarouge Transistor Module RTC Module SD-4 Haute parleur
Le couloir	Capteur de lumière Capteur PIR Led
La porte principale	Clavier matriciel Servomoteur SG90 Ultrason

**Tableau 3: Les pièces choisis dans notre prototype**

Dans ce qui suit nous allons présenter en détails tous les capteurs choisis pour être déployés dans la maison, en précisant leurs fonctionnalités, le service offert, le montage etc.

### **3. Présentation des composants matériels utilisés**

La carte Arduino joue un rôle central dans la partie physique de notre maison connectée. Voici quelques informations approfondies sur Arduino, ses caractéristiques et les différents types disponibles :

#### **3.1. Arduino**

Arduino est une plateforme open-source basée sur des microcontrôleurs qui permet aux utilisateurs de créer des prototypes électroniques interactifs. Il se compose d'un matériel (cartes de développement) et d'un logiciel (l'environnement de développement intégré - IDE) qui facilite la programmation et la communication avec les composants électroniques [24].

##### **3.1.1. Caractéristiques d'Arduino**

Arduino présente un attrait certain grâce à sa simplicité d'utilisation, même pour les débutants en électronique et en programmation, grâce à son environnement de développement qui permet d'écrire, de télécharger et d'exécuter le code sur les cartes Arduino. Cette plateforme bénéficie également d'une large communauté active et passionnée qui partage des projets, des tutoriels et des ressources, offrant ainsi un soutien, des conseils et des idées pour exploiter pleinement son potentiel. De plus, la diversité des cartes de développement Arduino, avec leurs caractéristiques spécifiques, configurations de broches et puissances de traitement, permet de choisir la carte la mieux adaptée aux besoins particuliers de chaque projet [24].

##### **3.1.2. Comparaison entre les différentes cartes Arduino**

Il existe une diversité de modèles d'Arduino, chacun étant adapté à des besoins spécifiques en fonction de ses caractéristiques techniques et des exigences du projet. Veuillez-vous référer à la figure 12 pour visualiser les différents types disponibles.



Figure 12 : Les cartes Arduino

Nous avons élaboré un tableau comparatif (tableau 3) regroupant toutes les caractéristiques des cartes Arduino, dans le but de simplifier la sélection de la carte la plus adaptée à notre projet.

Le Tableau 4 ci-dessous présente une comparaison de différentes cartes d'Arduino.

Carte Arduino	Microcontrôleur	Entrées /sorties Numérique	Entrées/s orties analogue	Vitesse CPU	Tension de fonctionnement	UART	FLASH	EEPROM	SRAM( KB)
Arduino Uno	Atmega328p	14/6	6/0	16 MHZ	5V	1	32	1	2
Arduino Due	AT91SAM3X8E	54/12	12/2	84 MHZ	3.3V	4	512	-	96
Arduino Leonardo	Atmega32u4	20/7	12/0	16 MHZ	5V	1	32	1	2.5
Arduino Mega2560	Atmega2560	54/15	16/0	16 MHZ	5V	4	256	4	8
Meda ADK	Atmega2560	54/15	16/0	16 MHZ	5V	4	256	4	8
Arduino Micro	Atmega32u4	20/7	12/0	16 MHZ	5V	1	32	1	2.5
Arduino Mini	Atmega328p	14/6	8/0	16 MHZ	5V	-	32	1	2
Arduino	Atmega328p	14/6	8/0	16	5V	1	16/32	0.512	1/2

Nano				MHZ					
------	--	--	--	-----	--	--	--	--	--

**Tableau 4 : Comparaison de différentes cartes d'Arduino**

### 3.1.3. Justification du choix d'Arduino Méga 2560 dans notre projet

Le choix de la carte Arduino Méga 2560 dans notre projet est justifié par plusieurs facteurs :

- Plus de ports d'E/S : La carte Arduino Méga 2560 offre un nombre beaucoup plus élevé de ports d'entrée/sortie par rapport à les autres cartes Arduino. Cela peut être crucial pour les projets nécessitant un grand nombre de connexions avec des capteurs, actionneurs et autres périphériques.
- Mémoire étendue : La Méga 2560 dispose d'une mémoire flash plus importante par rapport aux modèles Arduino plus basiques, ce qui permet le stockage de programmes plus complexes et de bibliothèques étendues.
- Puissance de calcul : Avec un microcontrôleur ATmega2560 cadencé à 16 MHz, l'Arduino Méga offre une puissance de calcul suffisante pour traiter des tâches plus exigeantes, ce qui peut être crucial dans des applications nécessitant des calculs rapides.
- Grande communauté et ressources : l'Arduino Méga 2560 est largement pris en charge par la communauté Arduino. Cela signifie qu'il est compatible avec de nombreuses bibliothèques et exemples de code disponibles en ligne, ce qui facilite le développement rapide du projet.
- Interfaces de communication multiples : La carte Méga 2560 propose plusieurs interfaces de communication telles qu'UART, SPI et I2C, ce qui permet la connexion aisée de différents modules et composants.
- Robustesse et fiabilité : L'Arduino Méga 2560 est bien connu pour sa robustesse et sa fiabilité, ce qui en fait un choix judicieux pour des projets où la stabilité du système est cruciale.
- Coût : Comparativement à d'autres microcontrôleurs offrant des fonctionnalités similaires, l'Arduino Méga 2560 est souvent disponible à un prix abordable, ce qui peut être un facteur important dans la prise de décision.

### 3.2. IDE Arduino

Le logiciel Arduino est un environnement de développement (IDE) open source et gratuit qui simplifie le processus de création pour les utilisateurs. Il leur permet d'écrire et de modifier des programmes, puis de les convertir en une série d'instructions compréhensibles par la carte électronique. [26]

### 3.2.1. Principales caractéristiques de l'IDE Arduino

Les principales caractéristiques de l'IDE Arduino sont les suivantes :

- **Langage de Programmation Arduino** : L'IDE utilise un langage de programmation simplifié spécifique à Arduino, basé sur C/C++, rendant la programmation accessible même aux débutants.
- **Gestion des bibliothèques** : Arduino IDE permet d'ajouter facilement des bibliothèques tierces pour étendre les fonctionnalités de base d'Arduino. Il existe une vaste bibliothèque en ligne couvrant une large gamme de capteurs, actionneurs et autres périphériques.
- **Compilation et téléchargement simplifiés** : L'IDE Arduino gère de manière transparente la compilation et le téléchargement du code sur la carte Arduino. Il prend en charge une variété de cartes Arduino et de microcontrôleurs compatibles.
- **Surveillance en temps réel** : Arduino IDE dispose d'une fonction de surveillance en temps réel, qui peut afficher les données des broches d'entrée/sortie de la carte de développement Arduino pendant que le programme est en cours d'exécution. Cela facilite le débogage et la vérification du bon fonctionnement du code.
- **Communauté active** : Arduino IDE bénéficie d'une communauté en ligne active où les utilisateurs peuvent partager leurs projets, poser des questions et obtenir de l'aide. Cela en fait une ressource précieuse pour les débutants et les personnes expérimentées.
- **Interface utilisateur simple** : L'interface de l'IDE Arduino offre un éditeur de code clair et une barre d'outils intuitive, simplifiant la programmation. Dotée d'un moniteur série intégré, elle permet aux utilisateurs de surveiller et déboguer leurs projets électroniques de manière accessible. [24]. Voir la figure ci-dessous.

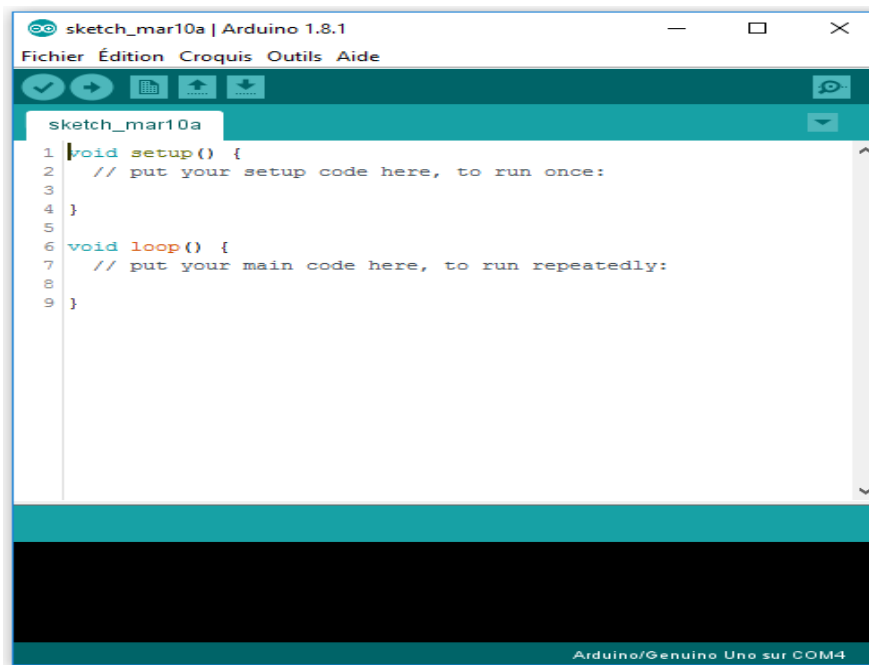


Figure 13: Interface IDE Arduino.

### 3.3. Choix des capteurs

Dans ce chapitre, nous détaillons les composants essentiels intégrés à notre système, mettant l'accent sur les capteurs qui jouent un rôle fondamental dans le fonctionnement de notre maison intelligente. Nous examinons en détail les critères de sélection qui ont guidé nos choix, ainsi que les avantages spécifiques offerts par chaque composant.

Les composants suivants sont intégrés à notre système :

- **Capteur d'humidité et de température (DHT11) :** le DHT11, illustré dans la figure 14, est un capteur de mesurer l'humidité et de température. En l'installant dans la salle de bain, pour surveiller les conditions environnementales [27].



Figure 14 : Capteur "DHT11"

- **Capteur sonore à Ultrasons HC-SR04 :** Le capteur sonore à ultrasons HC-SR04 est muni d'une paire d'« yeux » : un émetteur qui émet un son à une fréquence de 40 kHz (domaine des ultrasons) et un récepteur qui collecte le son répercuté par un obstacle. Installé au-dessus de la cuisinière, il détecte tout obstacle présent dans cette zone. Le

deuxième, placé au plafond de la chambre, surveille l'état de sommeil. Lorsque la personne se trouve au-dessus du lit, la distance mesurée par le capteur diminue, indiquant la présence et le mouvement de l'individu. Le troisième, fixé à l'extérieur sur la porte principale, sert à détecter l'approche de personnes [28]. Voir la figure ci-dessous.

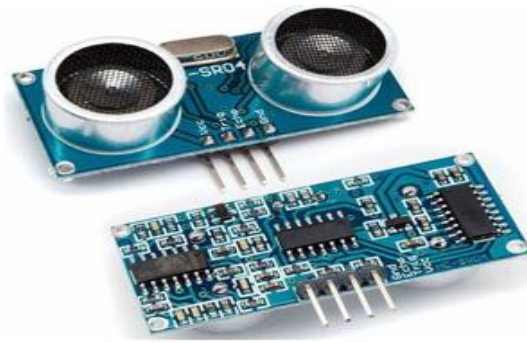


Figure 15 : Capteur Ultrasons "HC-SR04 "

- **Capteur de Flamme** : le capteur de flamme est détecter et de réagir à la présence d'une flamme. Ces appareils peuvent également détecter le feu en fonction de la température et du mouvement de l'air. En l'installant près des appareils de la cuisinière pour identifier les flammes [29]. Voir la figure ci-dessous.

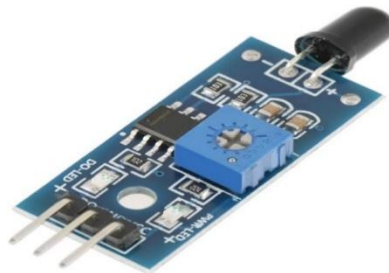


Figure 16 : Capteur de Flamme

- **Capteur de gaz MQ-2** : le capteur de gaz est un composant essentiel installé dans la cuisine près des appareils au gaz pour détecter la présence de gaz inflammables ou toxique [30]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 17 : Capteur de gaz "MQ-2 "

- **Capteur FSR 402** : le capteur FSR illustré dans la figure 18 permette de détecter un une pression physique, un serrant ou un poids, notamment le poids d'une personne âgée dans notre projet. Si le capteur détecte un poids significatif, indiquant que la fenêtre est ouverte et qu'une personne se trouve à proximité, cela peut être interprété comme un cas anormal. Dans cette situation, le système intelligent pourrait automatiquement fermer la fenêtre [31].



Figure 18 : Capteur FSR

- **Capteur de mouvement ou PIR () HC-SR501** : le principe consiste à détecter la présence d'une personne dans une portée par un détecteur de mouvement. Il sera utilisé dans le couloir pour allumer la pièce en cas de présence d'une personne et s'éteint automatiquement en son absence [32]. Voir la figure 19



Figure 19 : Capteur de mouvement

- **Capteur de luminosité** : est un dispositif photosensible qui ajuste automatiquement l'intensité de la lumière ambiante. En réponse à une diminution de lumière, il active l'éclairage ou un système connecté au crépuscule ou la nuit, et il désactive ou ajuste ces éléments en cas d'augmentation [33]. Le capteur utilisé est représenté dans la figure 20



Figure 20 : Capteur de luminosité

- **Clavier matriciel** : est une interface simple qui utilise une grille de 4 colonnes et 4 lignes de touches pour entrer des données. Nous avons installé près de l'entrée pour permettre aux résidents de saisir code PIN afin déverrouiller le port principal [34]. Voir la figure 21.

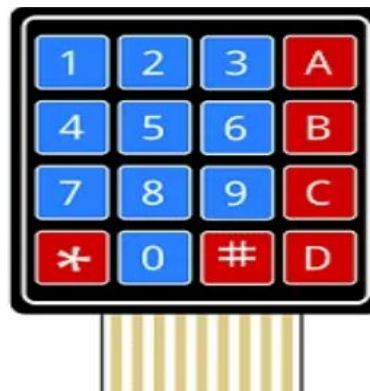


Figure 21 : Clavier matriciel

- **Ventilateur** : le ventilateur illustré dans la figure 22 utilisé est un moteur à courant continu (DC) alimenté par deux fils pour maintenir la circulation de l'air.



Figure 22 : Ventilateur

- **Une diode électroluminescente (LED)** : est un composant électronique qui génère de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique. Elle se compose de deux parties : l'anode et la cathode. Pour s'illuminer, le courant doit parcourir la LED de l'anode (borne +) vers la cathode (borne -) [35]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 23 : LED

- **LED émetteur IR (Infrarouge) :** une LED émetteur infrarouge (IR) est une diode qui émet de la lumière dans le spectre infrarouge, généralement invisible à l'œil humain. Elle est conçue spécialement pour établir une communication sans fil entre deux objets distants [36]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 24:LED émetteur IR

- **LED récepteur IR (Infrarouge) :** le récepteur infra-rouge (IR) est un composant électronique qui reçoit les données transmises par une LED émetteur IR. La distance entre les deux ne doit pas dépasser 10 mètres [36]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 25:LED récepteur IR

- **Transistor :** le transistor est un dispositif de contrôle de l'intensité du courant électrique ou de la tension, et bien d'autres fonctions. Il est composé de trois bornes : l'émetteur, la base et le collecteur, fonctionne comme un interrupteur entre speaker et la carte Arduino pour commuter des circuits électroniques [37]. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 26 : Transistor**

- **Buzzer:** un transducteur qui transforme un signal électrique a une vibration acoustique, il représente une manière rapide et pratique d'ajouter une sortie audio à un projet. Les alertes sonores se révèlent particulièrement efficaces pour attirer instantanément l'attention, offrant ainsi une solution percutante pour les notifications ou les signaux d'urgence [19]. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 27 : Buzzer**

- **SERVO-MOTEUR :** un système qui a pour but de produire un mouvement précis en réponse à une commande externe. C'est un actionneur (système produisant une action) qui mélange l'électronique, la mécanique et l'automatique. Il maintient un axe de rotation dans des positions spécifiques en réponse à des impulsions de durée variable, permettant des positions entre 0° et 180° [24]. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 28 : SERVO-MOTEUR**

- **SERVO-MOTEUR MG996R :** le MG996R est un servomoteur à engrenages métalliques avec un couple de décrochage maximal de 11 kg/cm. Comme les autres servos HC, le moteur tourne de 0 à 180 degrés en fonction du cycle de service de l'onde PWM fournie à sa proche de signal [38]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 29 : MOTEUR MG996R

- **Module Wi-Fi :** un microcontrôleur est combiné avec le module Wi-Fi ESP8266-01 pour établir une connexion sans fil. Ce module, présenté dans la figure 30, est largement répandu dans le domaine de l'Internet des objets en raison de sa taille compacte. Après le traitement des données, celles-ci sont transmises via la connexion Wi-Fi au Cloud Firebase pour un stockage et une analyse ultérieure. L'utilisation du module Wi-Fi ESP8266-01 constitue une solution efficace pour la communication sans fil dans ce projet [39].



Figure 30 : module Wi-Fi ESP8266

- **Module RTC 1302 :** le module DS1302 RTC (Realtime-Clock) permet de régler l'heure et la date, et il intègre une horloge-calendrier en temps réel avec 31 octets de mémoire RAM statique. Il offre des informations détaillées sur les secondes, les minutes, les jours, les semaines, les mois et les années. De manière automatisée. [40] .Voir la figure ci-dessous.



Figure 31 : Module RTC 1302

- **Lecteur de carte SD :** un composant pratique conçu pour simplifier la lecture et l'écriture sur des cartes SD via le protocole de communication SPI. Cette petite extension

offre une solution simple pour augmenter la capacité de stockage de vos projets Arduino, ce qui permet d'accéder de manière pratique et efficace à des données supplémentaires. [41]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 32 : Lecteur SD-4

### 3.3.1. Principes de fonctionnement et caractéristiques des composants utilisés

Les composants sélectionnés pour le système reposent sur des principes de fonctionnement spécifiques, chacun offrant des caractéristiques uniques pour répondre aux besoins du projet.

Voici un aperçu des principes de fonctionnement et des caractéristiques clés de chaque composant. Voir le tableau ci-dessous.

Nom du Capteur	Capteur	Principe de Fonctionnement	Caractéristiques
Capteur d'humidité et de température	DHT11	Utilise un thermistor pour mesurer la température et un élément sensible à l'humidité pour mesurer l'humidité.	Alimentation : 5V Consommation : 0.5 mA en nominal / 2.5 mA maximum Etendue de mesure température : 0°C à 50°C ± 2°C Etendue de mesure humidité : 20-90%RH ±5%RH.
Capteur sonore à ultrasons	HC-SR04	Utilise des ultrasons pour mesurer la distance entre le capteur et un objet.	Alimentation : 5V Plage de mesure : 2 cm à 450 cm. Précision : ±3 mm Angle de détection : 15 degrés
Capteur de flamme	-	Détecte les émissions lumineuses de sources de chaleur à l'aide d'un récepteur infrarouge.	Alimentation : 5V Sensible à l'onde entre 760-1100nm Température de service : -40 °C à +85 °C Humidité de service : 30 à 90 % HR

Capteur de gaz	MQ-2	Utilise un détecteur de gaz pour détecter différents types de gaz, y compris le méthane, le propane, le CO et la fumée.	Alimentation : 5 Vcc Plage de mesure : 10 à 10000 ppm Sensibilité : 2 à 20 K $\Omega$ Faible temps de réponse Haute sensibilité Température de service : -20 à 50 °C
Capteur de pression	FSR 402	Mesure la pression physique appliquée sur une surface.	Longueur : 57mm Largeur : 19mm Épaisseur : 0.55mm Poids : 0.26g
Capteur de mouvement PIR	HC-SR501	Détecte les variations de chaleur émises par les corps en mouvement dans sa zone de détection.	Alimentation : 4.5 V à 20 V Portée de détection : jusqu'à 7 mètres. Angle de détection : 110°
Capteur de luminosité	-LDR	Utilise une photorésistance ou un phototransistor pour mesurer la lumière ambiante	Tension Max 150V Puissance Max 100mW Temps de réaction 30 ms
Buzzer	-	Utilisé dans les systèmes d'alarme pour signaler des situations d'urgence ou des événements importants.	Alimentation : 4,5-5,5Vcc. Petite taille à souder sur circuit imprimé. Type de sonorité : continu. Consommation : 50 mA (sous 5 Vcc). Fréquence d'oscillation : 2.3KHz. Puissance sonore : 85 dB
Module RTC	DS1302	Permet de régler l'heure et la date et intègre une horloge-calendrier en temps réel.	Température de travail : 0 ° ~ + 70 ° Gamme de tension de fonctionnement : 3.3v ~ 5V Remarque : Ne pas inverser VCC et GND, causera-t-il des dégâts
Lecteur de carte SD	Lecteur SD-4	Permet la lecture et l'écriture sur des cartes SD via le protocole SPI.	Alimentation : 5 V Protocole de communication : SPI
Servomoteur	SG90	Utilisé pour contrôler la position d'un objet de manière précise.	Plage de rotation typique : 0° à 180° Vitesse de rotation : 0.12 s/60° Couple : 1.5 kg/cm Tension de fonctionnement : 4.8V à 6V

			Interface: PWM. Poids : 9gr
Module Wi-Fi	ESP-01 (ESP8266)	Ce module intègre un microcontrôleur avec une interface Wi-Fi, facilitant ainsi la connexion à des réseaux Wi-Fi résidentiels.	Processeur : ESP8266 Mémoire Flash : 512 Ko Tension de fonctionnement : 3.3V Peut fonctionner en mode client ou point d'accès (AP) Programmable Interface : UART/TTL, GPIO

Tableau 5 : Principes de fonctionnement et caractéristiques des composants

### 3.4. Montage globale

Le montage global de notre projet de maison intelligente, basé sur Arduino Méga 2560, est une convergence de divers Actionneurs et capteurs, pour offrir une gestion intelligente et sécurisée de l'environnement. À travers l'utilisation de capteurs ultrasoniques, de capteurs de température et d'humidité, de capteurs de gaz et de flamme, ainsi que de dispositifs de contrôle automatique des fenêtres et de l'éclairage.

L'intégration d'une boîte médicale équipée de capteurs, notamment par photodiode, permet une surveillance continue et non intrusive de la prise de médicament de la personne âgée. Ces capteurs utilisent des photodiodes pour détecter les variations de lumière à travers la peau, permettant ainsi de mesurer des paramètres, cette surveillance constante de prise de médicament s'inscrit dans le cadre d'une approche de santé.

En outre, la connectivité via un module Wi-Fi permet un contrôle à distance et une gestion centralisée du système, facilitant ainsi la supervision par les proches ou les professionnels de santé. Ce montage global représente l'essence de notre vision d'une maison intelligente, où la technologie s'intègre de manière transparente pour améliorer la vie quotidienne. Voir la figure ci-dessous.

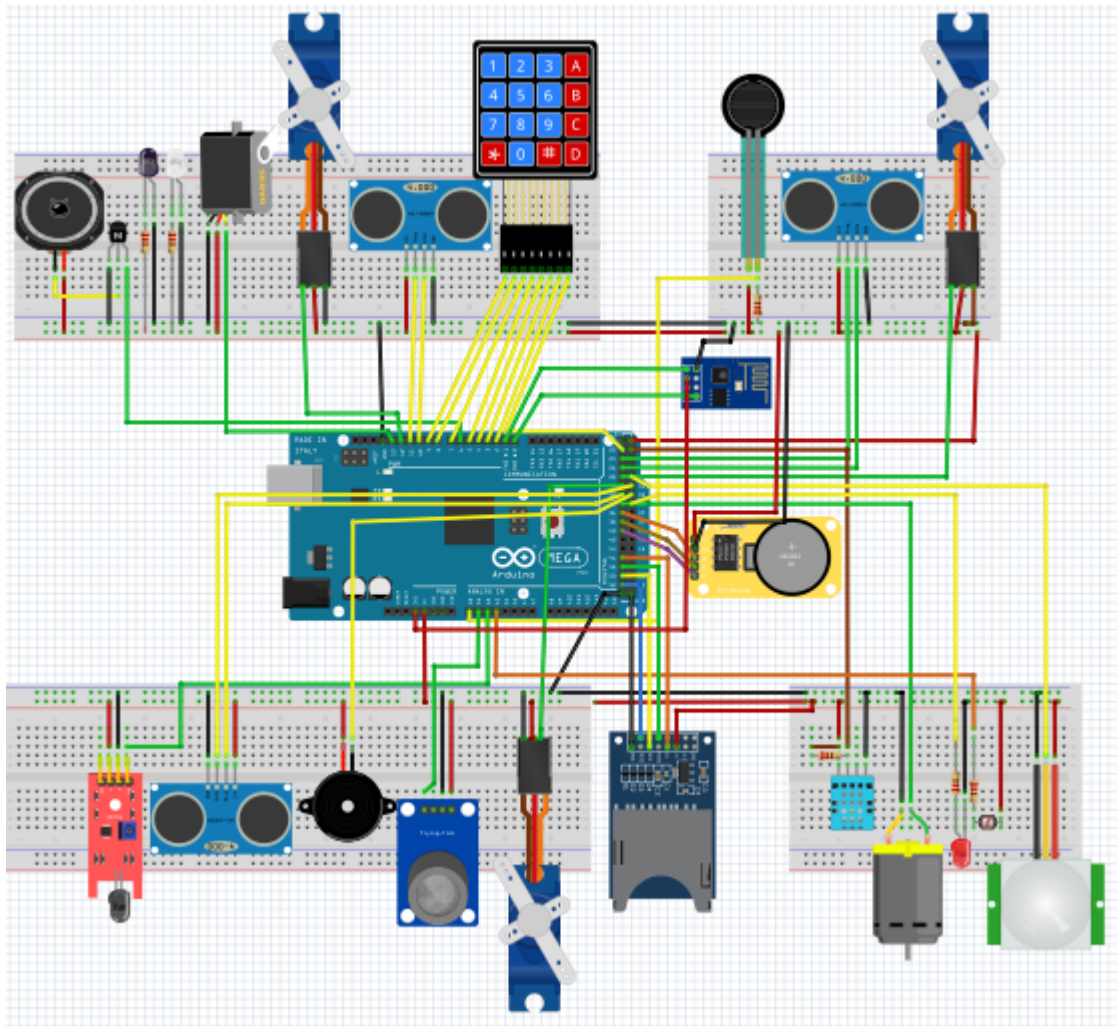
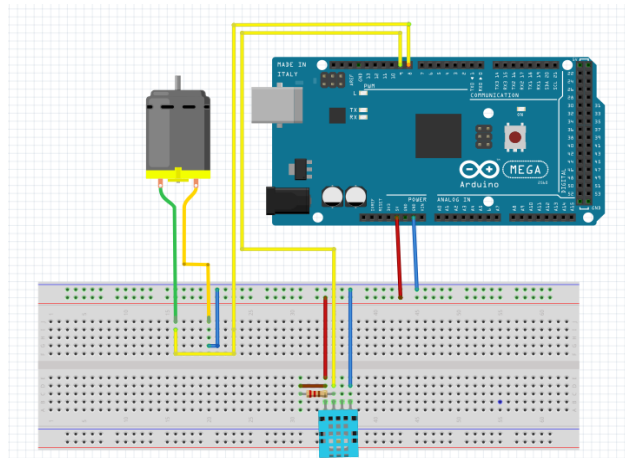


Figure 33:Montage globale

### 3.4.1. Montage et tests du service de supervision de température et humidité

Pour la supervision de la température et de l'humidité dans notre prototype de maison connectée, nous avons intégré un capteur DHT11 et un ventilateur à moteur DC, tous deux contrôlés par un Arduino Méga 2560. Le DHT11 est connecté à l'Arduino via trois fils : l'alimentation (+5V), la terre (GND) et le signal de données (pin numérique 9), tandis que le ventilateur est relié au pin 8 et à la terre (GND). Voir la figure ci-dessous.



**Figure 34 : le branchement du DHT11 avec Arduino Méga**

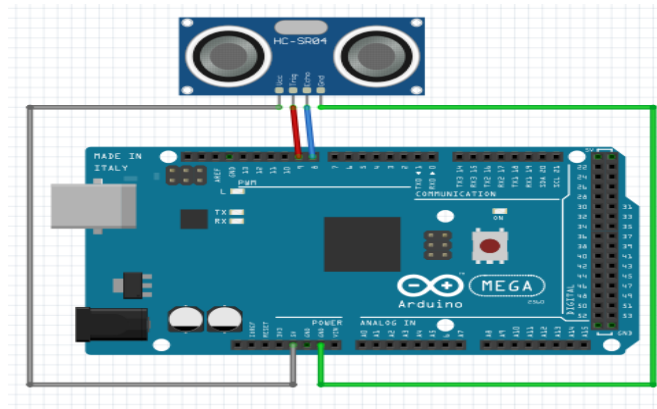
Une fois le matériel correctement connecté, nous avons développé un programme simple dans l'IDE Arduino pour extraire les données du capteur. Ce programme a été téléversé sur le Méga 2560, et nous avons ensuite ouvert le moniteur série pour observer les données recueillies. Ces informations sont présentées et utilisées comme illustré dans la figure suivante. Voir la figure ci-dessous.

```
Humidite : 64.00 %      Temperature : 17.60 °C
Humidite : 66.00 %      Temperature : 17.50 °C
Humidite : 66.00 %      Temperature : 17.60 °C
Humidite : 93.00 %      Temperature : 18.20 °C
Humidite : 93.00 %      Temperature : 18.50 °C
```

**Figure 35 : données de capteur DHT11**

### 3.4.2. Montage et test du service de Détection d'Obstacles

Le dispositif de détection d'obstacles utilisant un capteur ultrason avec Arduino Méga 2560, nous avons branché le capteur ultrasonique au Méga 2560 en utilisant quatre fils : un fil pour l'alimentation (+5V), un fil pour la terre (GND), un fil pour le signal de déclenchement (connecté au pin numérique 9) et un fil pour le signal d'écho (connecté au pin numérique 8). Voir la figure ci-dessous.



**Figure 36 : Le branchement ultrason avec Arduino Méga**

Nous avons écrit un programme dans l'IDE Arduino pour contrôler le capteur, après le programme téléversé sur le Méga 2560. Nous avons effectué un test en plaçant des obstacles à différentes distances devant le capteur ultrasonique. En surveillant les lectures de distance affichées sur le moniteur sériel de l'IDE Arduino, nous avons vérifié la capacité du capteur à détecter efficacement les obstacles et à mesurer avec précision leur distance par rapport au capteur. Comme le montre la figure 37.

```
Distance: 14.81 cm
Distance: 4.66 cm
Distance: 6.99 cm
Distance: 13.52 cm
Distance: 14.35 cm
Distance: 14.35 cm
```

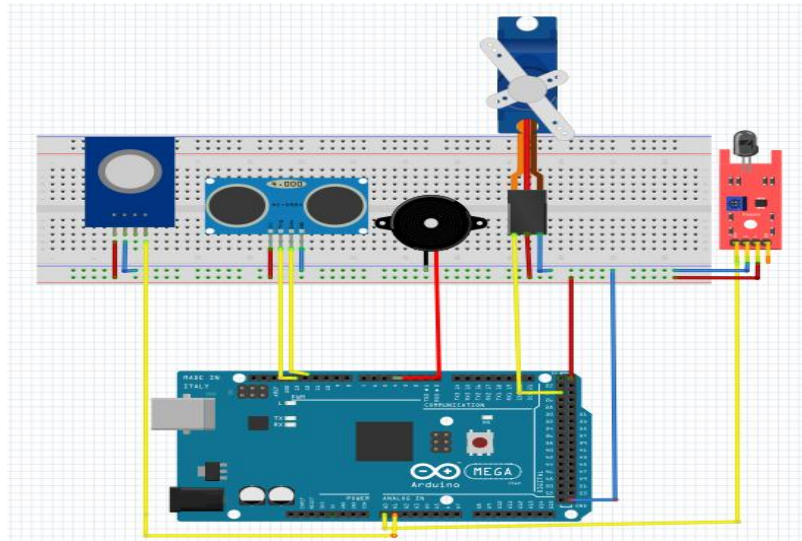
**Figure 37 : données de capteur d'ultrason**

### 3.4.3. Montage et test du service de supervision du gaz et détection de flamme

Pour le montage de notre service de détection de gaz et de flamme, nous avons utilisé un capteur de gaz MQ-2 et un capteur de flamme, tous deux installés dans la cuisine. Le capteur de gaz MQ-2 a été connecté à l'Arduino Méga 2560 avec trois fils : un pour l'alimentation (+5V), un pour la terre (GND) et un fil pour la sortie analogique A0 de l'Arduino. De même, le capteur de flamme a été connecté avec trois fils : l'alimentation (+5V), la terre (GND) et un fil pour la sortie de données (connecté au pin numérique 7). En outre, un capteur à ultrasons a été fixé au-dessus du plan de travail de la cuisine pour détecter tout un obstacle, branché avec quatre fils : deux pour l'alimentation et deux pour les signaux de Trigger et Echo, connectés respectivement aux pins numériques spécifiés.

Nous avons également intégré un Buzzer, connecté à un pin numérique 4 de l'Arduino pour émettre des alertes sonores en cas de détection de gaz ou de flamme, et un servomoteur

SG90, utilisé pour ouvrir automatiquement une fenêtre en cas d'urgence, connecté à un pin numérique 12 pour le contrôle. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 38 : Le branchement de capteur de flamme et capteur de gaz avec Arduino Méga**

Après téléchargement des bibliothèques nécessaires pour les capteurs de flamme et de gaz sur l'IDE Arduino. Ensuite, nous avons rédigé un programme et téléversé sur l'Arduino Méga 2560.

Le programme a été conçu pour détecter les niveaux de gaz dangereux et les flammes anormales. En cas de détection d'une flamme ou de niveaux de gaz dépassant les seuils de sécurité prédéfinis, le programme active des mesures d'urgence. Cela comprend l'activation d'un Buzzer pour alerter les occupants.

Nous avons procédé à un test en introduisant de la flamme devant le capteur de flamme et en vaporisant du gaz inflammable devant le capteur de gaz. En surveillant les réponses du système sur le moniteur sériel de l'IDE Arduino. La figure montre les données de détection de gaz. Voir la figure ci-dessous.

```
Valeur analogique du capteur de flamme : 999  
Valeur analogique du capteur de flamme : 1000  
Valeur analogique du capteur de flamme : 533  
Valeur analogique du capteur de flamme : 932  
Valeur analogique du capteur de flamme : 971  
Valeur analogique du capteur de flamme : 1001  
Valeur analogique du capteur de flamme : 1002  
Valeur analogique du capteur de flamme : 482  
Valeur analogique du capteur de flamme : 572  
Valeur analogique du capteur de flamme : 1000  
Valeur analogique du capteur de flamme : 1000
```

---

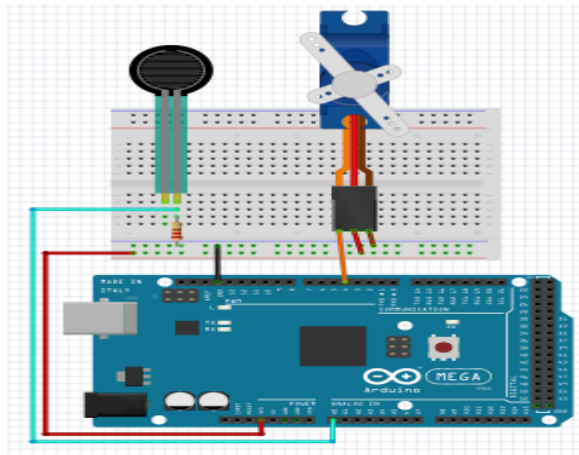
**Figure 39 : données de capteur de flamme**

```
Valeur analogique du capteur de gaz : 205  
Valeur analogique du capteur de gaz : 204  
Valeur analogique du capteur de gaz : 205  
Valeur analogique du capteur de gaz : 605  
Valeur analogique du capteur de gaz : 614  
Valeur analogique du capteur de gaz : 612  
Valeur analogique du capteur de gaz : 613  
Valeur analogique du capteur de gaz : 555
```

**Figure 40 : données de capteur du Gaz**

### 3.4.4. Montage et test service de contrôle automatique des fenêtres

Le montage d'un service de contrôle automatique des fenêtres dans le cadre de notre projet de maison intelligente, nous avons connecté le capteur FSR et le moteur SG90 à l'Arduino Méga 2560. Le capteur FSR a été connecté avec deux fils : un fil pour l'alimentation (+5V) et un fil pour la sortie de données (connecté au pin analogique A0). Le moteur SG90 a également été connecté avec trois fils : un fil pour l'alimentation (+5V), un fil pour (GND) et un fil pour le signal de contrôle (connecté au pin numérique 8). Voir la figure ci-dessous.



**Figure 41 : Branchement de service de contrôle de fenêtre**

Nous avons téléchargé les bibliothèques nécessaires pour le capteur FSR et le moteur SG90 sur l'IDE Arduino. Ensuite, nous avons écrit un programme dans l'IDE Arduino.

Le programme surveille en continu les données du capteur FSR. Lorsqu'une pression est détectée au niveau de la fenêtre alors qu'elle est fermée, le programme désactive le moteur SG90, maintenant ainsi la fenêtre dans sa position fermée. En revanche, lorsque la pression croissante, indiquant que la fenêtre est ouverte, le programme active le moteur SG90 pour fermer automatiquement la fenêtre. Ce mécanisme garantit que la fenêtre reste fermée en cas de pression détectée et s'ouvre uniquement lorsque la pression diminue, assurant ainsi la sécurité et le confort des occupants de la maison. La figure suivante illustre le fonctionnement du dispositif de contrôle automatique des fenêtres. Voir la figure ci-dessous.

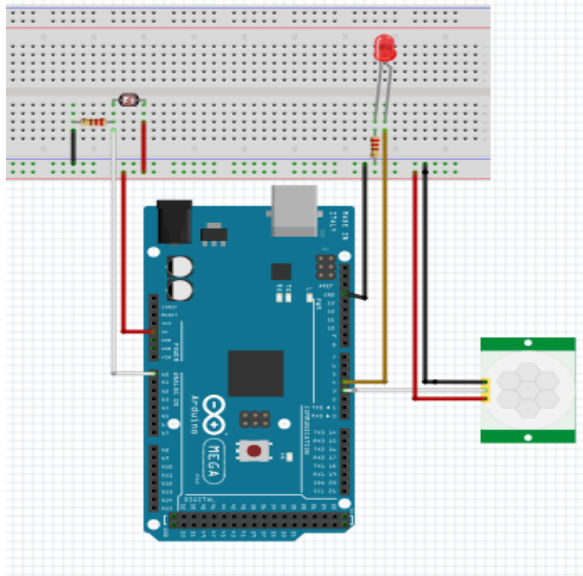
```
Valeur du capteur de force : 0
Valeur du capteur de force : 0
Valeur du capteur de force : 0
Valeur du capteur de force : 1
Valeur du capteur de force : 143
Valeur du capteur de force : 183
Valeur du capteur de force : 153
Valeur du capteur de force : 138
Valeur du capteur de force : 119
Valeur du capteur de force : 133
Valeur du capteur de force : 15
Valeur du capteur de force : 114
```

**Figure 42 : données de capteur de force**

### 3.4.5. Montage et test du service de Contrôle Automatique de l'Éclairage

Le montage notre dispositifs de contrôle automatique de l'éclairage dans le cadre de notre projet de maison intelligente. Tout d'abord, nous avons connecté le capteur de lumière, le

capteur de mouvement et une LED à l'Arduino Méga 2560. Le capteur de lumière a été branché avec deux fils : un pour l'alimentation (+5V) et un pour la sortie de données (connecté au pin analogique A0). Le capteur de mouvement a également été branché avec deux fils : un pour l'alimentation (+5V) et un pour la sortie de données (connecté au pin numérique 3). La LED a été connectée avec une résistance appropriée à pin numérique 4. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 43 : Le branchement du service d'éclairage automatique**

Lorsque le capteur de mouvement détecte un mouvement et que le niveau de luminosité est en dessous d'un seuil prédéfini (indiquant une faible luminosité ambiante), le programme active automatiquement la LED pour fournir de la lumière. Une fois que le mouvement cesse ou que le niveau de luminosité augmente au-dessus du seuil, la LED est désactivée.

Nous avons procédé à un test en simulant des mouvements devant le capteur de mouvement et en ajustant la luminosité pour déclencher le dispositif. La figure montre les données fournies par le dispositif. Voir la figure 44 et 45 ci-dessous.

```
Luminosite : 481  
Luminosite : 409  
Luminosite : 340  
Luminosite : 207  
Luminosite : 107  
Luminosite : 0  
Luminosite : 0  
Luminosite : 0  
Luminosite : 0  
Luminosite : 0  
Luminosite : 105  
Luminosite : 182  
Luminosite : 140  
Luminosite : 191  
Luminosite : 150
```

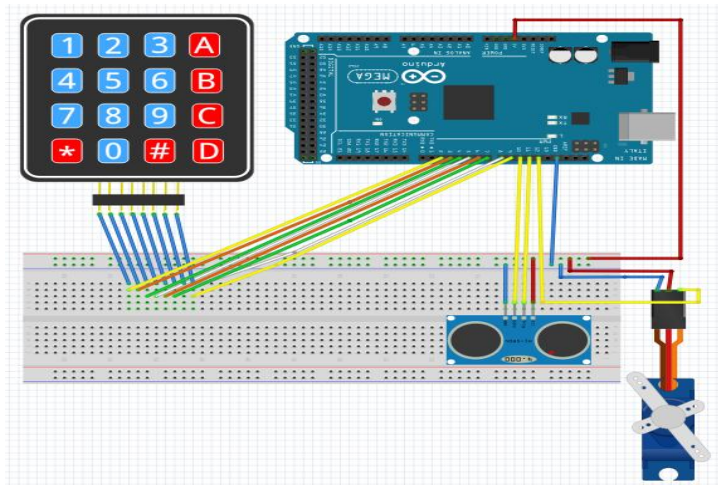
**Figure 44 : données de capteur de luminosité**

```
État du capteur de mouvement : 0  
État du capteur de mouvement : 0  
État du capteur de mouvement : 0  
État du capteur de mouvement : 1  
État du capteur de mouvement : 1  
État du capteur de mouvement : 1  
État du capteur de mouvement : 1  
État du capteur de mouvement : 1
```

**Figure 45 : données de capteur de mouvement**

### 3.4.6. Montage et test contrôle automatique de la porte principale

Dans ce service nous avons d'abord installé le capteur ultrasonique à l'extérieur. A l'intérieur, nous avons fixé le clavier matriciel, connecté avec plusieurs fils correspondant à ses lignes et colonnes, et nous avons branché ces fils aux pins numériques appropriés sur l'Arduino Méga 2560. Enfin, nous avons relié le servo moteur SG90 à l'Arduino. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 46:Montage service de Contrôle Automatique de la Porte Principale**

Le capteur ultrasonique est monté à l'extérieur de la porte, positionné de manière à détecter la présence d'objets ou de personnes s'approchant de la porte. Il est connecté à l'Arduino Méga 2560 via des fils pour l'alimentation et la transmission de données.

À l'intérieur de la maison, le clavier matriciel est installé dans un endroit pratique pour les occupants. Il est également connecté à l'Arduino Méga 2560 via plusieurs fils, permettant ainsi aux utilisateurs d'entrer un code d'accès pour ouvrir la porte. Enfin, le servo moteur SG90 est fixé à la porte principale pour contrôler son ouverture et sa fermeture. Voir la figure ci-dessous.

```
Touche appuyée: 6
Mot de passe incorrect !
Touche appuyée: 1
Touche appuyée: 2
Touche appuyée: 2
Mot de passe incorrect !
Touche appuyée: 1
Touche appuyée: 2
Touche appuyée: 3
Touche appuyée: 4
Mot de passe correct ! Accès autorisé.
```

**Figure 47 : données de clavier matriciel**

### 3.4.7. Montage du module Wifi

Pour intégrer le module Wi-Fi ESP-01 dans notre projet, nous devons configurer deux modes : le mode programmation pour téléverser le code et le mode d'exécution pour le faire fonctionner dans notre application.

Dans le mode programmation, nous allons connecter le module ESP-01 à un convertisseur USB-série (FTDI) pour téléverser le code à partir de l'IDE Arduino. Pour les connexions :

- VCC : Connecté au 3.3V du convertisseur USB-série.
- GND : Connecté au GND du convertisseur USB-série.
- TX : Connecté au RX du convertisseur USB-série.
- RX : Connecté au TX du convertisseur USB-série.
- CH\_PD (EN) : Connecté au 3.3V du convertisseur USB-série.
- GPIO0 : Connecté au GND (pour entrer en mode programmation).

Dans le mode d'exécution, nous allons connecter le module ESP-01 à l'Arduino pour qu'il puisse communiquer avec les autres composants du système :

- VCC : Connecté au 3.3V de l'Arduino.
- GND : Connecté au GND de l'Arduino.
- TX : Connecté à un pin numérique de l'Arduino via un diviseur de tension (pin 2).
- RX : Connecté à un pin numérique de l'Arduino (pin 3).
- CH\_PD (EN) : Connecté au 3.3V de l'Arduino.
- GPIO0 : Non connecté.

Voir la figure ci-dessous.

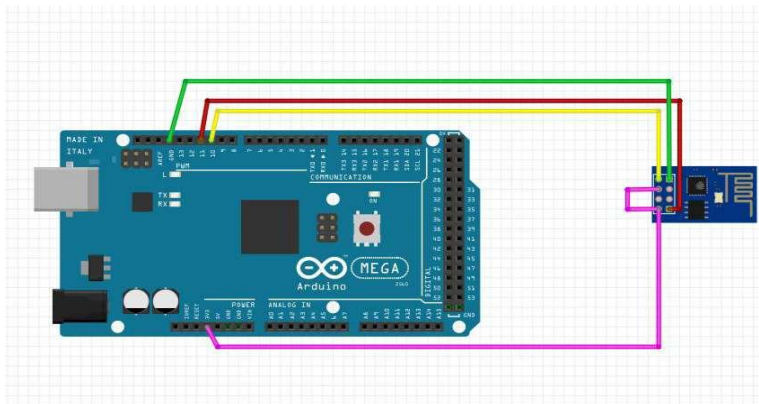


Figure 48 : branchement du « esp8266-01 » avec Arduino Méga 2650

### 3.4.8. Montage et tests du service de la boîte médicale

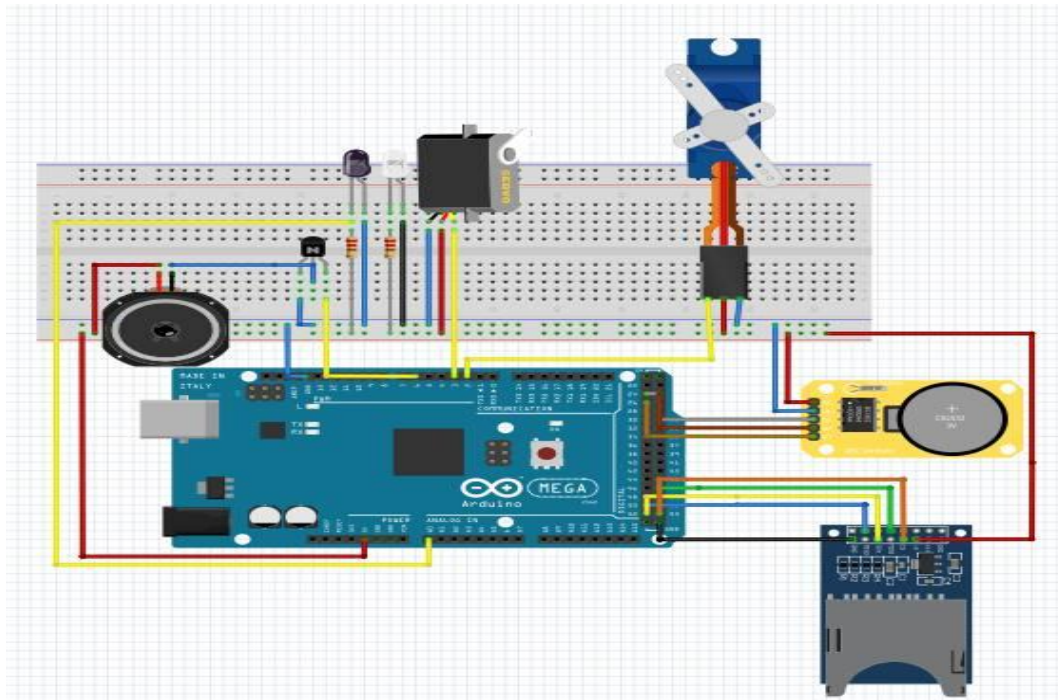
Pour monter la boîte médicale, nous avons utilisé plusieurs composants clés. Le servo moteur 996R, destiné à déplacer la boîte, est connecté à l'alimentation (+5V) et au GND, avec le

signal relié au pin 10 de l'Arduino. Le servo moteur SG90, fixé au couvercle, est connecté à l'alimentation (+5V) et au GND, et son signal est relié au pin 9 de l'Arduino, permettant de contrôler l'ouverture et la fermeture du couvercle.

### **Détection de la pilule :**

Pour la détection de la pilule on a utilisé le principe de photodiode, composée d'une LED noire récepteur IR (infrarouge) et d'une LED transparente émetteur IR (infrarouge), est également utilisée. Pour connecter LED émetteur infrarouge, nous avons branché l'anode (la patte longue) de la LED à un pin numérique 8 de l'Arduino via une résistance de  $220\Omega$  pour limiter le courant, puis connecté la cathode (la patte courte) à la terre (GND) de l'Arduino. Pour connecter LED récepteur, nous avons branché l'anode de récepteur IR à la terre (GND) et connecté la cathode du récepteur à une résistance de  $10k\Omega$ , puis à un pin analogique A0 de l'Arduino. L'autre extrémité de la résistance est connectée à l'alimentation (+5V).

. Enfin, un module RTC pour la gestion du temps a été inclus, ainsi qu'un lecteur de carte SD-4 pour la lecture de fichiers audio au format WAV. Le lecteur de carte SD est connecté aux broches MISO, SCK, MOSI et CS de l'Arduino (aux pins 50, 52, 53 et 49). Transistor NPN est connecté au GND de l'Arduino, et le collecteur du transistor est relié à une broche du haut-parleur. L'autre broche du haut-parleur est connectée à l'alimentation (+5V). Assurez-vous que le haut-parleur et le transistor partagent une connexion commune au GND pour compléter le circuit. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 49: Montage la boîte médicale**

Dans le programme Arduino, nous avons activé la LED émetteur infrarouge en mettant le pin 8 à HIGH et lu la valeur analogique depuis le récepteur via le pin A0. La valeur lue, qui correspond à l'intensité de la lumière infrarouge reçue par le récepteur, est affichée sur le moniteur série. Simultanément, nous avons lu et affiché l'heure et la date actuelles du module RTC en utilisant la bibliothèque RTCLib pour récupérer les informations de temps. Ces données sont affichées au format heure : minute : seconde. Ce processus est répété toutes les secondes grâce à la fonction Delay (1000). Les figures ci-dessous montrent les valeurs des composants sur le moniteur série. Voir la figure 50,51,52 ci-dessous.

```
Photodiode : 52
Photodiode : 52
Photodiode : 27
Photodiode : 1
Photodiode : 1
Photodiode : 1
Photodiode : 52
Photodiode : 52
Photodiode : 52
Photodiode : 52
```

**Figure 50 : données de capteur photodiode**

```
Initialisation de la carte SD...  
Initialisation de la carte SD réussie.
```

**Figure 51 : données de carte SD-4**

```
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 18  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 19  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 20  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 21  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 22  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 23  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 24  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 25  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 26  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 27  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 28  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 29  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 30  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 31  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 32  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 33  
Heure: 11, Minute: 54, Seconde: 34
```

**Figure 52 : données de Module RTC**

### 3.4.9. Résultat final du notre prototype physique

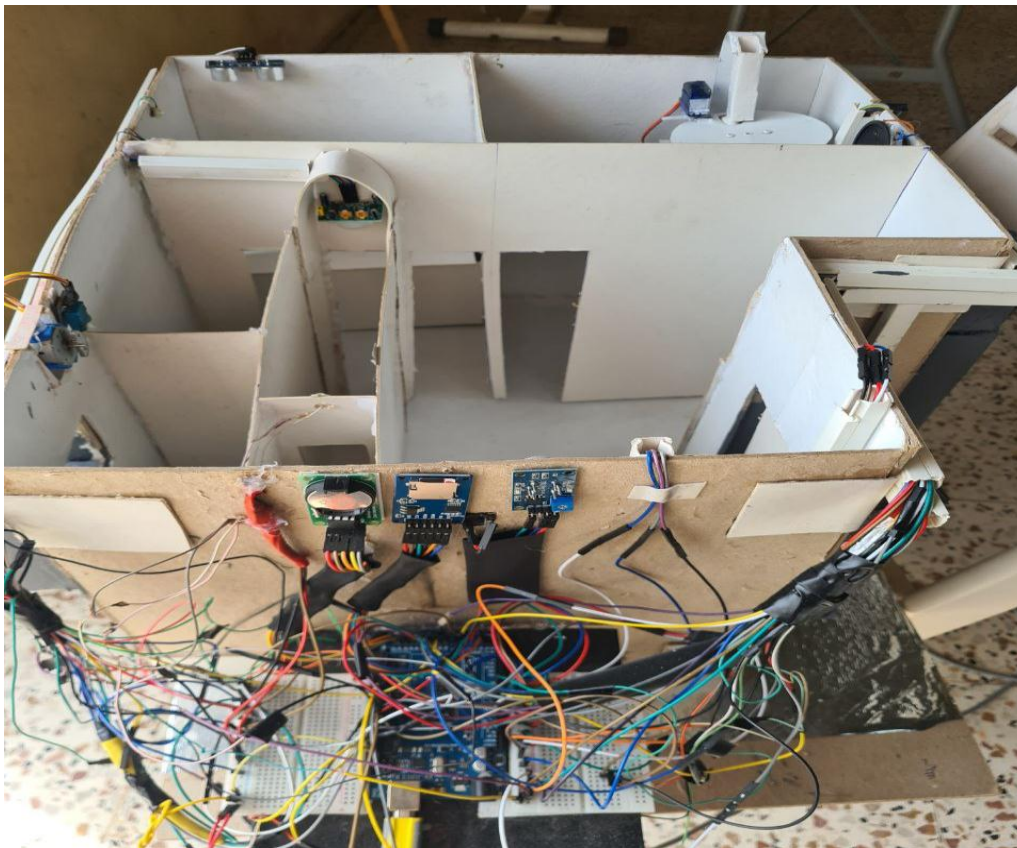


Figure 53: Résultat final du notre prototype physique

Nous allons reprendre le même tableau présenté précédemment mais en précisant les services offerts dans chacune des pièces de la maison comme ceci (voir le tableau 6 ci-dessous):

Localisation	Périphériques	Service offert	Type du service
La chambre	Ultrason	Détection de présence	Santé
	Servomoteur SG90	Mouvement contrôlé	Sécurité
	Capteur de FSR	Détection de pression	Confort
La cuisine	Capteur de flamme	Détection de flamme	Santé
	Capteur de gaz	Détection de gaz	Sécurité
	Servomoteur SG90	Mouvement contrôlé	Confort
	Ultrason	Détection de l'obstacle	
	Buzzer	Alerte sonore	
Salle de bain	DHT11	Mesure de la température et de l'humidité	Santé Confort

	Ventilateur	Contrôle de la ventilation	
Le salon	Moteur Mg999r Servomoteur SG90 Photodiode Module RTC Module SD-4 Transistor Haute parleur	Mouvement contrôlé Mouvement contrôlé Détection de lumière Gestion du temps Stockage le son Commutation électrique Sortie audio	Santé
Le couloir	Capteur PIR Capteur de lumière Led	Détection de mouvement Détection de lumière Indication lumineuse	Sécurité Confort
La porte principale	Servomoteur SG90 Clavier matriciel Ultrason	Mouvement contrôlé Contrôle d'accès Détection de présence	Sécurité

Tableau 6 : Les services offerts par pièce

#### 4. Lien avec l'application mobile

Un système intelligent intégrant des capteurs connectés et une application mobile pour offrir une surveillance et un contrôle avancés des paramètres environnementaux. L'un des éléments clés de ce système est la liaison entre les capteurs, l'Arduino et l'application mobile, permettant aux utilisateurs d'accéder en temps réel aux données collectées par les capteurs. Cette liaison est rendue possible grâce à l'utilisation du cloud et de Firebase.

##### 4.1. Définition de Firebase

Firebase est une plateforme de développement d'applications mobiles et web. Elle propose une base de données hébergée dans le cloud qui permet le stockage et la synchronisation de données entre les utilisateurs en temps réel. Cette fonctionnalité facilite le développement d'applications réactives et interactives [24].

##### 4.2. Types de données stockés dans le Firebase :

1. Données issues des capteurs : ce sont des données représentant les enclenchements des capteurs par la personne âgée dans la maison.

2. Données créées à partir de l'application mobile : ce sont toutes les données apparentées aux profils des acteurs de l'applications ainsi que les données des ordonnances ainsi que toutes les données liées aux cas d'utilisations des acteurs de l'application

### 4.3. Liaison entre le Firebase, la maison connectée ainsi que l'application mobile

La circulation des données entre la maison connectée, Firebase et l'application mobile se fait comme suit :

1. Circulation des données entre la maison et Firebase :

- Circulation des données de la maison connectée vers Firebase : Les enclenchements des capteurs sont lisibles en temps réel dans le moniteur série inclus dans l'IDE Arduino. L'ESP-01, après avoir été connecté à la carte Arduino (TX de l'ESP-01 avec RX de l'Arduino, RX de l'ESP-01 avec TX de l'Arduino), récupère les enclenchements des capteurs et les transmet à Firebase. Voir les figure [54-58]ci-dessous.

```
dv.ino
16 #define SDPIN 53
17 #define DHTPIN_CUISINE 2
18 #define DHTTYPE_CUISINE DHT11
19 #define MOTEUR_PIN 3
20 #define SERVO_CUISINE_PIN 4
21 #define CAPTEUR_FLAMME_PIN A0
22 #define CAPTEUR_GAZ_PIN A1
23 #define BUZZER_PIN 7
24 #define TRIG_CUISINE 10
25 #define ECHO_CUISINE 9
26 #define SERVO_CHAMBRE_PIN 40
27 #define SERVO_PORTE_PIN 41
28 #define TRIG_PORTE_PIN 13
29 #define ECHO_PORTE_PIN 12
30 #define TRIG_CHAMBRE 22
31 #define ECHO_CHAMBRE 23
32 #define LDR A3
33 #define LEDH 8
34 #define PIR 11
35 #define boutonservochambre 5
36 #define fsrPin A2
37
38 DHT dhtCuisine(DHTPIN_CUISINE, DHTTYPE_CUISINE);
39
40 const int lignes[] = {30, 31, 32, 33};
41 const int colonnes[] = {34, 35, 36};
42 const int nombreLignes = 4;
43 const int nombreColonnes = 3;
44
45 char touches[][3] = {
46   {'1', '2', '3'},
47   {'4', '5', '6'},
48   {'7', '8', '9'},
49   {'*', '0', '#'}
50 }
```

Figure 54: Le code Arduino (1)

```
dv.ino
61
62 void setup() {
63   Serial.begin(9600);
64   dhtCuisine.begin();
65   pinMode(LEDH, OUTPUT);
66   pinMode(PIR, INPUT);
67   pinMode(MOTEUR_PIN, OUTPUT);
68   pinMode(CAPTEUR_FLAMME_PIN, INPUT);
69   pinMode(CAPTEUR_GAZ_PIN, INPUT);
70   pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT);
71   pinMode(TRIG_CUISINE, OUTPUT);
72   pinMode(ECHO_CUISINE, INPUT);
73   pinMode(TRIG_PORTE_PIN, OUTPUT);
74   pinMode(ECHO_PORTE_PIN, INPUT);
75   pinMode(TRIG_CHAMBRE, OUTPUT);
76   pinMode(ECHO_CHAMBRE, INPUT);
77   pinMode(boutonservochambre, INPUT);
78   pinMode(fsrPin, INPUT);
79
80   Fcuisine.attach(SERVO_CUISINE_PIN);
81   servoChambre.attach(SERVO_CHAMBRE_PIN);
82   porte.attach(SERVO_PORTE_PIN);
83
84   for (int i = 0; i < nombreLignes; i++) {
85     pinMode(lignes[i], OUTPUT);
86     digitalWrite(lignes[i], HIGH);
87   }
88   for (int i = 0; i < nombreColonnes; i++) {
89     pinMode(colonnes[i], INPUT_PULLUP);
90   }
91
92
```

Figure 55: Le code Arduino (2)

```
108
109 void loop() {
110
111   float humidity = dhtCuisine.readHumidity();
112   float temperature = dhtCuisine.readTemperature();
113   int gasValue = analogRead(CAPTEUR_GAZ_PIN);
114   int flameValue = analogRead(CAPTEUR_FLAMME_PIN);
115   int distanceCuisine = mesurerDistance(TRIG_CUISINE, ECHO_CUISINE);
116   int motionDetected = digitalRead(PIR);
117   etatBouton = digitalRead(boutonservochambre);
118   valeurFSR = analogRead(fsrPin);
119   int someille = mesurerDistance(TRIG_CHAMBRE, ECHO_CHAMBRE);
120   int diodeValue = analogRead(diodePin);
121   int surveillanceExterieur = mesurerDistance(TRIG_PORTE_PIN, ECHO_PORTE_PIN);
122
123
124   Serial.print("DHT-H: "); Serial.println(humidity);
125   Serial.print("DHT-T: "); Serial.println(temperature);
126   Serial.print("MQ2: "); Serial.println(gasValue);
127   Serial.print("FLAMME: "); Serial.println(flameValue);
128   Serial.print("ULTRASON-CUISINE: "); Serial.println(distanceCuisine);
129   Serial.print("PIRd: "); Serial.println(motionDetected);
130   Serial.print("Button State: "); Serial.println(etatBouton);
131   Serial.print("FSR: "); Serial.println(valeurFSR);
132   Serial.print("ULTRASON-CHAMBRE: "); Serial.println(someille);
133   Serial.print("Diode: "); Serial.println(diodeValue);
134   Serial.print("ULTRASON-PORTE: "); Serial.println(surveillanceExterieur);
135
136   delay(10000);
137 }
138
```

Figure 56: Le code Arduino (3)

```
sketch_may21a.ino
1 #include <ESP8266WiFi.h>
2 #include <FirebaseArduino.h>
3
4 #define FIREBASE_HOST "smart-house-6dee5-default-rtdb.firebaseio.com"
5 #define FIREBASE_AUTH "7DaAldTkeJagCzFOZv4eqSKAH7MAQFXOD8HuS0"
6 #define WIFI_SSID "Zak1"
7 #define WIFI_PASSWORD "zak14444"
8
9 void setup() {
10   Serial.begin(9600);
11   WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
12   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
13     delay(500);
14     Serial.print(".");
15   }
16   Serial.println("Connected to WiFi");
17   Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
18 }
19
20
21 void loop() {
22   if (Serial.available() > 0) {
23     String data = Serial.readStringUntil('\n');
24     Serial.print("Received data: ");
25     Serial.println(data);
26
27     int index1 = data.indexOf(',');
28     int index2 = data.indexOf(',', index1 + 1);
29     int index3 = data.indexOf(',', index2 + 1);
30     int index4 = data.indexOf(',', index3 + 1);
31     int index5 = data.indexOf(',', index4 + 1);
32     int index6 = data.indexOf(',', index5 + 1);
33     int index7 = data.indexOf(',', index6 + 1);
34     int index8 = data.indexOf(',', index7 + 1);
35     int index9 = data.indexOf(',', index8 + 1);
36     int index10 = data.indexOf(',', index9 + 1);
37     int index11 = data.indexOf(',', index10 + 1);
38     int index12 = data.indexOf(',', index11 + 1);
```

Figure 57 : Le code ESP-01 8266 (1)

```
sketch_may21a.ino
36   int index10 = data.indexOf(',', index9 + 1);
37   int index11 = data.indexOf(',', index10 + 1);
38   int index12 = data.indexOf(',', index11 + 1);
39   int index13 = data.indexOf(',', index12 + 1);
40
41   float humidity = data.substring(0, index1).toFloat();
42   float temperature = data.substring(index1 + 1, index2).toFloat();
43   int gasValue = data.substring(index2 + 1, index3).toInt();
44   int flameValue = data.substring(index3 + 1, index4).toInt();
45   int distanceCuisine = data.substring(index4 + 1, index5).toInt();
46   int lightLevel = data.substring(index5 + 1, index6).toInt();
47   int motionDetected = data.substring(index6 + 1, index7).toInt();
48   int etatBouton = data.substring(index7 + 1, index8).toInt();
49   int valeurFSR = data.substring(index8 + 1, index9).toInt();
50   int someille = data.substring(index9 + 1, index10).toInt();
51   int heures = data.substring(index10 + 1, index11).toInt();
52   int minutes = data.substring(index11 + 1, index12).toInt();
53   int seconde = data.substring(index12 + 1, index13).toInt();
54   int diodeValue = data.substring(index13 + 1).toInt();
55
56   Firebase.setFloat("humidity", humidity);
57   Firebase.setFloat("temperature", temperature);
58   Firebase.setInt("gas", gasValue);
59   Firebase.setInt("flame", flameValue);
60   Firebase.setInt("distanceCuisine", distanceCuisine);
61   Firebase.setInt("lightLevel", lightLevel);
62   Firebase.setInt("motionDetected", motionDetected);
63   Firebase.setInt("etatBouton", etatBouton);
64   Firebase.setInt("valeurFSR", valeurFSR);
65   Firebase.setInt("someille", someille);
66   Firebase.setInt("heures", heures);
67   Firebase.setInt("minutes", minutes);
68   Firebase.setInt("seconde", seconde);
69   Firebase.setInt("diodeValue", diodeValue);
70 }
71 delay(1000);
72 }
73
```

Figure 58;Le code ESP-01 8266

## 2. Circulation des données entre Firebase et l'application mobile :

- Une fois les données des enclenchements de capteurs transmises à Firebase, l'application mobile les interprète pour déclencher les alertes et afficher l'état de la personne âgée sur les différentes interfaces de l'application.

- Les profils des différents utilisateurs de l'application, ainsi que les données liées à leurs cas d'utilisation, sont stockés dans Firebase. Voir la figure ci-dessous.

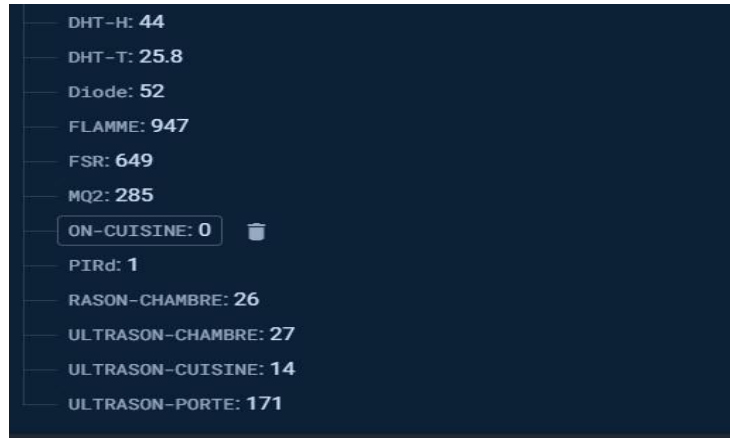


Figure 59:les données des capteurs

## 5. Sécurité des données

Pour garantir la sécurité de notre application mobile intégrée avec Firebase, utilisant Arduino et ESP01 pour transmettre des données, on a mis en place plusieurs mesures essentielles. On a utilisé l'authentification Firebase et défini des règles de sécurité strictes pour contrôler l'accès aux données dans Firestore et Realtime Database. On a veillé à ce que toutes les communications entre l'application et Firebase soient chiffrées via HTTPS, et on a géré les tokens d'accès de manière sécurisée en les renouvelant régulièrement. Les données sensibles transmises par les empreintes digitales et autres données biométrique de manière sécurisée, avec un accès strictement contrôlé. De plus, on a maintenu toutes les bibliothèques et dépendances à jour, réalise des tests de sécurité réguliers et sensibilisés les utilisateurs aux bonnes pratiques de sécurité. Grâce à ces mesures, on a pu garantir une protection optimale des données utilisateurs et assurer la fiabilité et la sécurité de notre application.

## 6. Difficultés rencontrées

### 6.1. La disponibilité et la qualité des composants électroniques

Lors de la réalisation de notre prototype de maison intelligente, nous avons rencontré plusieurs difficultés. L'une des principales difficultés a été la disponibilité des composants nécessaires à l'Université. Certains capteurs et modules, comme les capteurs de pression, module RTC et module Wi-Fi, n'étaient pas disponibles, ce qui nous a obligés à chercher des alternatives ou à commander en ligne, entraînant des délais supplémentaires.

## **6.2. La liaison entre le module ESP-01 et l'Arduino Méga**

Une autre difficulté majeure a été la connexion du module Wi-Fi ESP-01 avec l'application mobile destinée à contrôler et surveiller la maison. La configuration initiale du module pour fonctionner correctement avec notre réseau a pris du temps, et nous avons rencontré des problèmes de compatibilité entre le code téléversé sur l'ESP-01 et l'application mobile.

## **6.3. L'alimentation de l'Arduino Méga**

Le projet contenant plusieurs composants, des problèmes d'alimentation ont été rencontrés. Les 5V de l'Arduino Méga étaient insuffisants pour alimenter tous les composants.

## **6.4. Limitations de Firebase**

En tant qu'application réseau, Firebase impose un quota limité de données chaque jour. Cette limitation a entraîné des difficultés et un ralentissement du rythme de travail. Pour travailler sans limitation de quota, il faudrait payer 300 \$ pour 90 jours ce qui n'est pas donné.

Firebase ne fonctionne qu'avec des données NoSQL et ses deux seules options de base sont Firestore et Firebase Realtime Database, ainsi, il n'est pas possible d'utiliser une base de données relationnelle. Cela pose un défi majeur aux développeurs notamment lors de la formulation d'une requête complexe.

Il n'est pas possible de faire fonctionner Firebase sur un fournisseur de cloud autre que Google Cloud puisqu'il fait maintenant partie de google.

## **7. Comparaison de notre projet avec les solutions existantes**

Nous avons comparé notre projet de maison intelligente dédiée aux personnes âgées atteintes d'Alzheimer avec d'autres projets similaires. Contrairement à ces derniers, notre projet se distingue par son focus sur une catégorie spécifique de bénéficiaires, en intégrant des services axés sur la sécurité, le confort et la santé. Tandis que d'autres projets se concentrent principalement sur des aspects généraux de la maison intelligente, notre prototype met l'accent sur les besoins spécifiques des personnes âgées atteintes d'Alzheimer. Nous avons utilisé des capteurs non intrusifs pour assurer la sécurité et le bien-être des résidents. Les données collectées sont envoyées au cloud Firebase pour être analysées via notre application mobile, permettant une gestion complète des soins de santé. Cette approche spécialisée et intégrée, visant à répondre aux besoins uniques de cette population, nous distingue des autres projets qui offrent des solutions plus génériques.

## 8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons dressé le schéma général de notre prototype de maison connectée Iot à une application mobile (que nous allons détailler au chapitre III), les données collectées dans la maison sont envoyées au cloud Firebase pour être récupérées et utilisées plus tard par notre application mobile dédiée à la gestion des soins de santé d'une personne âgée atteinte d'Alzheimer.

Nous nous sommes focalisés dans ce chapitre sur la conception et la réalisation de notre prototype physique de maison connectée dédiée à une personne âgée atteinte d'Alzheimer et vivant seule. Nous avons soigneusement choisi les capteurs en tenant en compte en priorité leur aspect non intrusif et dans un second lieu les données d'activités auxquelles nous nous intéressons et qui sont liées à la sécurité et à la santé de la personne âgée. Nous avons justifié le choix de chaque composant physique, nous avons détaillé son fonctionnement, son montage physique, ainsi son rôle spécifique dans les différents services offerts à la personne âgée. Nous avons ainsi détaillé les différents services offerts dans la maison. Enfin nous avons expliqué comment nous avons établi la liaison entre notre prototype physique de maison et la plateforme cloud Firebase afin de transmettre les données représentant les enclenchements des capteurs dans la maison par la personne âgée au cloud Firebase. Ces données seront accessibles par notre application mobile afin d'être analysées pour détecter des anomalies et pour afficher l'état de santé de la personne âgée.

Nous allons détailler dans le chapitre suivant la conception et la réalisation de notre application mobile dédiée à l'assistance de la personne âgée en partant des services d'alertes afin d'accroître sa sécurité à la gestion des soins (la gestion de la prise de médicaments, gestion des rendez-vous, coordinations entre l'entourage de la personne âgée...).

# Chapitre 3 : Analyse, conception et réalisation de l'application mobile « S2MC »

## 1. Introduction

Les personnes âgées ayant la charge des proches et des professionnels de santé, surtout pour les personnes atteintes d'Alzheimer.

Pour alléger cette charge, nous avons développé une application mobile avancée permettant de surveiller à distance la santé des seniors, offrant une surveillance continue et des rappels pour la prise de médicaments et les rendez-vous médicaux.

Dans ce chapitre, nous citons type application et analyserons quelques exemples d'applications mobiles existantes, étudierons les besoins spécifiques des utilisateurs, et définirons les fonctionnalités requises pour notre application « S2MC ». Ensuite, nous aborderons la conception de l'interface utilisateur et l'architecture logicielle de l'application.

## 2. Types d'applications

Dans le domaine des applications, il existe plusieurs types en fonction de leur objectif et de leur fonctionnalité.

### 1. Applications Web

Les applications Web, exécutées dans un navigateur et développées en HTML, CSS et JavaScript, sont accessibles sur divers appareils sans nécessiter de téléchargement ou d'installation, avec des mises à jour centralisées.

### 2. Applications hybrides

Les applications hybrides utilisent des technologies Web telles que HTML, CSS et JavaScript, empaquetées en applications natives. Elles sont distribuées via les magasins d'applications (App Store, Google Play), ce qui facilite leur installation et leur mise à jour.

Parmi les Framework populaires pour le développement d'applications hybrides, on trouve React Native, qui utilise JavaScript et la bibliothèque React pour créer des interfaces utilisateur natives ; Flutter, développé par Google, qui utilise le langage Dart pour fournir une performance élevée et une interface utilisateur fluide ; et Xamarin, de Microsoft, qui permet de développer des applications en C# avec une forte intégration à l'écosystème .NET.

### 3. Applications multiplateformes

Les applications multiplateformes sont conçues pour fonctionner sur divers systèmes d'exploitation, tels que Windows, MacOS, Linux, iOS et Android. Elles permettent aux développeurs de réutiliser une base de code unique fonctionnant sur plusieurs systèmes d'exploitation. Cette approche optimise le processus de développement en réduisant les coûts et le temps nécessaires pour lancer des applications sur différentes plateformes [24].

### 3. Modèles d'Applications Mobiles Existantes

#### 3.1. Application « Medisafe »

Medisafe est une application de gestion des médicaments aux les utilisateurs à suivre à prendre les médicaments à temps.

Elle permet aux utilisateurs de gérer l'ensemble de leur calendrier de médication, des horaires de dosage complexes et des recharges. Elle permet de définir des rappels jusqu'à 12 fois par jour et peut gérer des horaires spécifiques comme certains jours de la semaine ou un nombre d'heures entre les doses.

L'application comprend plus de 90 dispositifs de suivi pour diverses mesures de santé (le poids, la glycémie, la pression artérielle). Ces données peuvent être intégrées avec des applications de santé comme Apple Heath et Google Heath pour maintenir un aperçu complet de la santé.

Elle fournit des alertes critiques si des interactions potentielles entre médicaments sont détectées, aidant à prévenir les effets adverses. Et Partage des informations avec la famille ou les soignants.

L'application est conçue pour être conviviale, avec des fonctionnalités telles que l'identification des médicaments par forme et couleur, et des notifications claires et actionnables pour les doses de médicaments et les rappels de renouvellement [42]. Voir la figure ci-dessous.



Figure 60 : Logo application "Medisafe"

#### 3.2. Application « MyTherapy »

MyTherapy est une application pour les personnes à suivre leur traitement médicamenteux et à enregistrer divers paramètres de santé.

Elle permet aux utilisateurs de configurer des rappels pour les médicaments, des schémas posologiques complexes. Elle suivi de l'inventaire des médicaments pour éviter les ruptures de stock. Elle permet également suivre les symptômes et les activités, facilitant la discussion des changements de santé avec les prestataires de soins de santé.

Les utilisateurs peuvent enregistrer diverses mesures de santé (le poids, la pression artérielle et les niveaux de sucre dans le sang).

Assure que les données collectées ne sont pas liées à l'identité des utilisateurs, en accordant la priorité à la confidentialité dans la gestion des données de santé et de fitness, des informations de contact et d'autres détails sensibles.

L'application offre un soutien complet pour une variété de conditions médicales, rendant la gestion de la santé quotidienne plus simple et plus efficace [43]. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 61: Logo application « MyTherapy »**

### **3.3. Application « Pill Reminder - All in One »**

Pill Reminder - All in One est une application gratuite développée par « Sergio Licea » pour iPhone, conçue pour gestion de médicaments particulièrement utile pour les seniors et leurs soignants.

L'application propose une gamme de fonctionnalités telles que la possibilité de marquer les médicaments comme pris ou manqués, de reprogrammer les médicaments, des rappels pour les renouvellements, et des médicaments PRN (au besoin).

De plus, elle dispose d'un calendrier, de rappels pour les rendez-vous médicaux, d'envois de rapports par e-mail à votre médecin, la possibilité de suivre plusieurs utilisateurs (ce qui est particulièrement utile pour les soignants).

Son interface est claire et directe, avec une utilisation d'images pour aider à l'identification des médicaments, et des contrôles conviviaux et faciles à utiliser [44]. Voir la figure ci-dessous.



**Figure 62: Logo application « Pill Reminder - All in One »**

## 4. Expression des besoins

### 4.1. Identification des acteurs

Nous avons identifié plusieurs acteurs clés qui interagiront avec le système pour assurer une gestion efficace des soins de santé à domicile de la personne âgée. Ces acteurs comprennent :

- **Administrateur :**

L'administrateur est essentiel pour assurer la gestion globale du système. Il est responsable de la configuration initiale de l'application, de la gestion des profils des utilisateurs, et de la consultation de l'état des capteurs et actionneurs.

- **Médecin :**

Le médecin est un utilisateur principal de l'application, fournissant des soins médicaux à distance aux occupants. Grâce à l'application, le médecin peut accéder aux dossiers médicaux des patients et consulter leur état de santé. Il peut prescrire des médicaments, programmer des rendez-vous, et fournir des conseils médicaux. De plus, le médecin peut communiquer avec d'autres acteurs, tels que L'aide-soignant et les proches aidants, pour coordonner les soins.

- **L'aide-soignant :**

L'aide-soignant est chargé de fournir des soins directs aux patients et de suivre les directives du médecin. Il utilise l'application pour remplir le pilulier hebdomadaire, compléter le formulaire du patient en ajoutant des informations telles que le nom, l'âge, l'adresse et le numéro de téléphone, ainsi que les signaux vitaux comme la tension, la fréquence cardiaque, la température corporelle, le poids et la taille. Il permet également de consulter le tableau de bord contenant l'ensemble des ordonnances, et de communiquer avec le médecin et d'autres proches aidants pour coordonner les soins et les traitements.

- **Proche aidant :**

Les proches aidants, souvent des membres de la famille ou des amis, assistent l'occupant dans leur quotidien. Ils peuvent utiliser l'application pour consulter la liste des rendez-vous, réceptionner les alertes dangereuses, et communiquer avec les professionnels de santé en cas de besoin.

- **Personne âgée aidée :**

La personne âgée aidée utilise l'application pour émettre une alerte SOS en cas d'urgence, consultation remplir le pilulier hebdomadaire, et consulter la liste de ses rendez-vous médicaux. Ces fonctionnalités permettent de garantir la sécurité et le suivi médical de la personne âgée, tout en lui offrant une certaine autonomie.

- **Système de la maison (acteur secondaire) :**

Le système de la maison est un acteur secondaire, mais important, pour faire des rappels pour la prise de médicaments et envoyer des alertes en temps réel en cas de problème dans la maison.

## 4.2. Spécification des besoins

### 4.2.1. Les besoins fonctionnels

Le système doit répondre aux besoins spécifiques des différents acteurs identifiés. Les besoins peuvent être classés en plusieurs catégories. Voir le tableau ci-dessous.

Catégorie	Besoins
<b>Fonctionnalités spécifiques</b>	
Administrateur	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion des profils des utilisateurs (confirmer inscription, suppression)</li> <li>- Consultation de l'état des capteurs et des actionneurs.</li> </ul>
Médecin	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consultation de l'état de santé des patients.</li> <li>-Ajouter une ordonnance.</li> <li>- Programmation des rendez-vous.</li> <li>- Consulter le tableau de bord.</li> <li>- Fourniture de conseils médicaux.</li> <li>- Communication avec les aides-soignants et les proches aidants.</li> <li>-Vérifier l'interaction entre les médicaments.</li> </ul>
Aide-soignant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- remplir formulaire qui contient les informations générales du patient et le suivi de la santé.</li> <li>- Remplissage de pilulier semainier.</li> <li>- Communication avec le médecin pour signaler des changements dans l'état de santé des patients.</li> </ul>
Proche aidant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Consulter les rend-vous organiser par les médecins.</li> <li>- Réception d'alertes en cas de situations dangereuses.</li> <li>- Communication avec les professionnels de santé</li> </ul>
Personne âgée aidée	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emission d'une alerte SOS en cas d'urgence.</li> <li>- Consultation de la liste des rendez-vous médicaux</li> <li>- Consultation de pilulier semainier.</li> </ul>
<b>Gestion des données</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gestion des accès basée sur des rôles pour assurer que chaque utilisateur n'accède qu'aux informations pertinentes pour son rôle.</li> <li>-Surveillance en temps réel de l'état des capteurs et des actionneurs pour assurer un suivi constant.</li> </ul>
<b>Flux de l'application</b>	
Connexion et authentification	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Page d'authentification sécurisée.</li> <li>- Authentification multi-facteurs.</li> </ul>
Tableau de bord	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Affichage Tableau de bord contient les informations pertinentes et des notifications importantes.</li> </ul>
Gestion des rendez-vous	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Planification et consultation des rendez-vous.</li> <li>- Notifications de rappel pour les rendez-vous imminents.</li> </ul>
Suivi des	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ajout et gestion des prescriptions de médicaments.</li> </ul>

médicaments	- Rappels pour la prise de médicaments avec des notifications. - Avertissements en cas d'interactions médicamenteuses dangereuses.
Communication	- Messagerie intégrée pour la communication entre les acteurs. - Fonctionnalité d'alerte SOS pour les urgences.
Rapports	- Génération de rapports de santé à partager avec les professionnels de santé.

Tableau 7 : Les besoins fonctionnels

#### 4.2.2. Les besoins non-fonctionnels

Les besoins non fonctionnels définissent les critères que le système doit respecter pour être efficace et utilisable. Voir le tableau ci-dessous.

Performances	- Temps de réponse rapide. - Disponibilité 24/7.
Sécurité	- Chiffrement des données. - Utilisation de protocoles sécurisés. - Gestion des accès basée sur des rôles. - Vérification de l'intégrité des données. - Sauvegardes régulières des données.
Interface utilisateur	- Interface intuitive et facile à utiliser. - Textes lisibles et icônes compréhensibles. - Personnalisation des rappels et notifications.
Maintenance	- Mises à jour régulières sans interruption du service. - Support technique disponible pour aider en cas de problèmes.

Tableau 8 : Les besoins non-fonctionnels

## 5. Conception de l'application

### 5.1. Diagramme de cas d'utilisations

Le diagramme de cas d'utilisateur de notre application mobile est modulé dans la figure ci-dessous .



## 5.2. Diagramme de cas de séquence

Le diagramme de cas de séquence présente séquentiellement les interactions entre les acteurs et le système, illustrant les échanges de messages pour chaque action. Il clarifie le flux d'exécution des fonctionnalités de l'application, facilitant ainsi la conception et la compréhension du système. Cette représentation visuelle aide à identifier les étapes clés et les dépendances entre les composants du système.

## 5.3. Diagramme de cas de séquence « Authentification »

Ce diagramme de séquence illustre le processus d'authentification dans une application mobile, comprenant les interfaces de démarrage et de connexion.

Il illustre le processus par lequel un utilisateur se connecte à l'application en saisissant son email et son mot de passe. L'application envoie ces informations au système, qui vérifie leur validité en consultant la base de données. Si les informations sont correctes, l'utilisateur accède au page accueil. Sinon, un message d'erreur est affiché. Voir la figure ci-dessous.

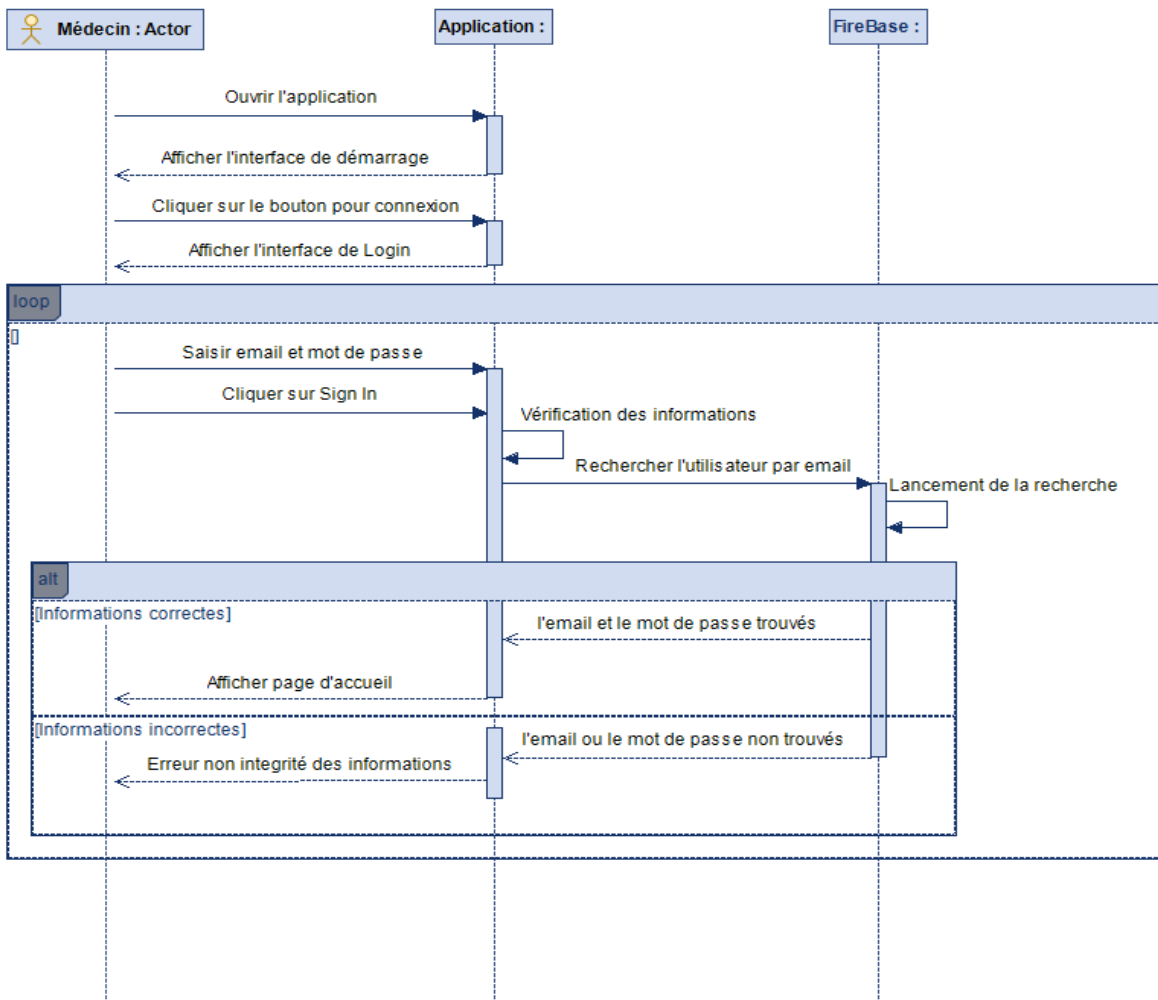


Figure 64:Diagramme de cas de séquence « Authentification »

### 5.4. Diagramme de cas de séquence « Ajouter une ordonnance »

Ce diagramme de séquence illustre le processus par lequel un médecin ajoute une ordonnance dans l'application mobile. Le médecin commence par se connecter à l'application, puis accède à la section des ordonnances. Il remplit ensuite un formulaire avec les détails de l'ordonnance et soumet ces informations. Le système enregistre l'ordonnance dans la base de données et confirme l'enregistrement au médecin. Enfin, l'application affiche le médecin que l'ordonnance a été ajoutée dans le tableau de bord. Voir la figure ci-dessous .

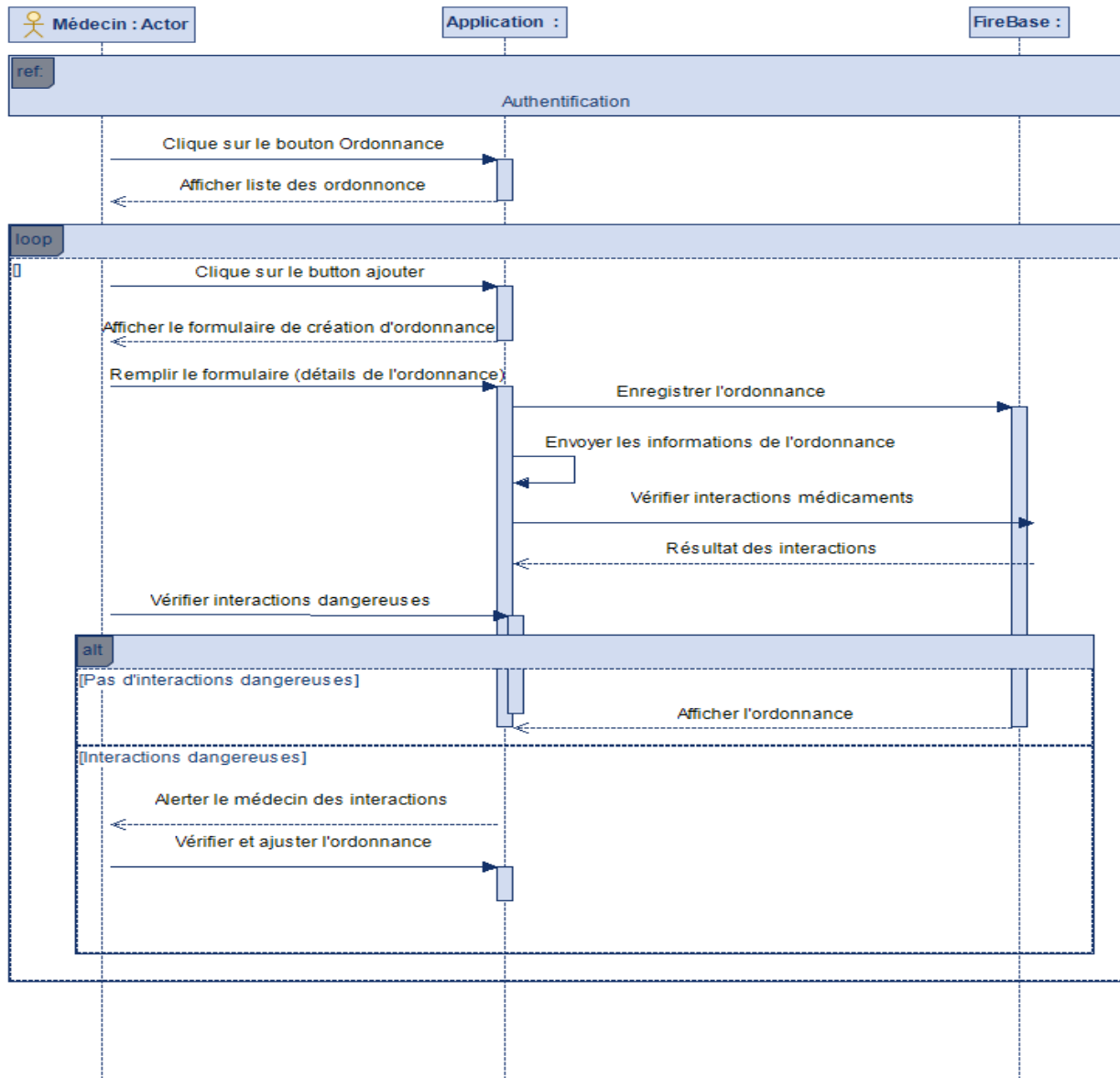


Figure 65: Diagramme de cas de séquence « Ajouter une ordonnance »

## 5.5. Diagramme de classe

Après une étude détaillée des cas d'utilisation, nous avons déduit deux diagrammes de classe distincts pour représenter les différents aspects de notre système. Le premier diagramme de classe concerne le système de la maison intelligente, couvrant les capteurs, les actuateurs, et les services de supervision et de contrôle. Le second diagramme de classe se concentre sur le système de l'application mobile, incluant les utilisateurs, l'authentification, la gestion des ordonnances, et les interactions avec la base de données. Ces deux diagrammes permettent de mieux comprendre l'architecture globale et les interactions internes des composants du système. Voir la figure 66 et 67 ci-dessous.

### 5.5.1. Diagramme de classe « le système de la maison intelligente »

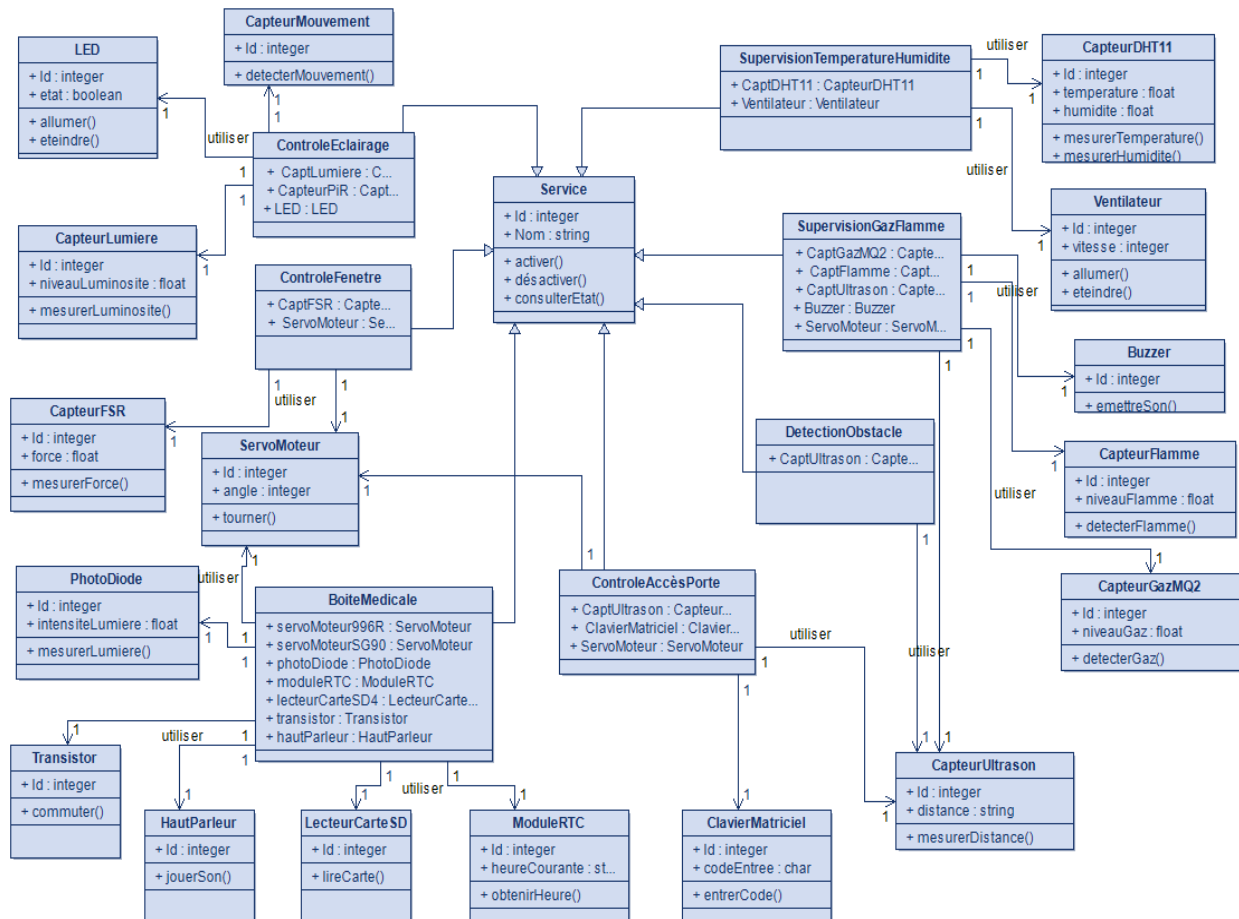


Figure 66: Diagramme de classe « le système de la maison intelligente »



## 6.1. Environnement de développement

### 6.1.1. VS Code

Visual Studio Code (VSC) est un éditeur de code open-source, gratuit et multiplateforme, développé par Microsoft. À ne pas confondre avec Visual Studio, l'IDE propriétaire de Microsoft, VSC est développé avec Electron et exploite des fonctionnalités avancées d'édition du projet Monaco Editor.

Principalement conçu pour le développement d'applications avec JavaScript, Type Script et Node.js, l'éditeur peut être étendu à d'autres langages grâce à un système d'extension bien fourni. [45]

Pour télécharger l'installateur de Visual Studio Code, rendez-vous simplement sur le site officiel de Visual Studio Code et cliquez sur le bouton de téléchargement correspondant à votre système d'exploitation. Une fois le téléchargement terminé, exécutez l'installateur pour installer Visual Studio Code sur votre ordinateur. Voir la figure ci-dessous.

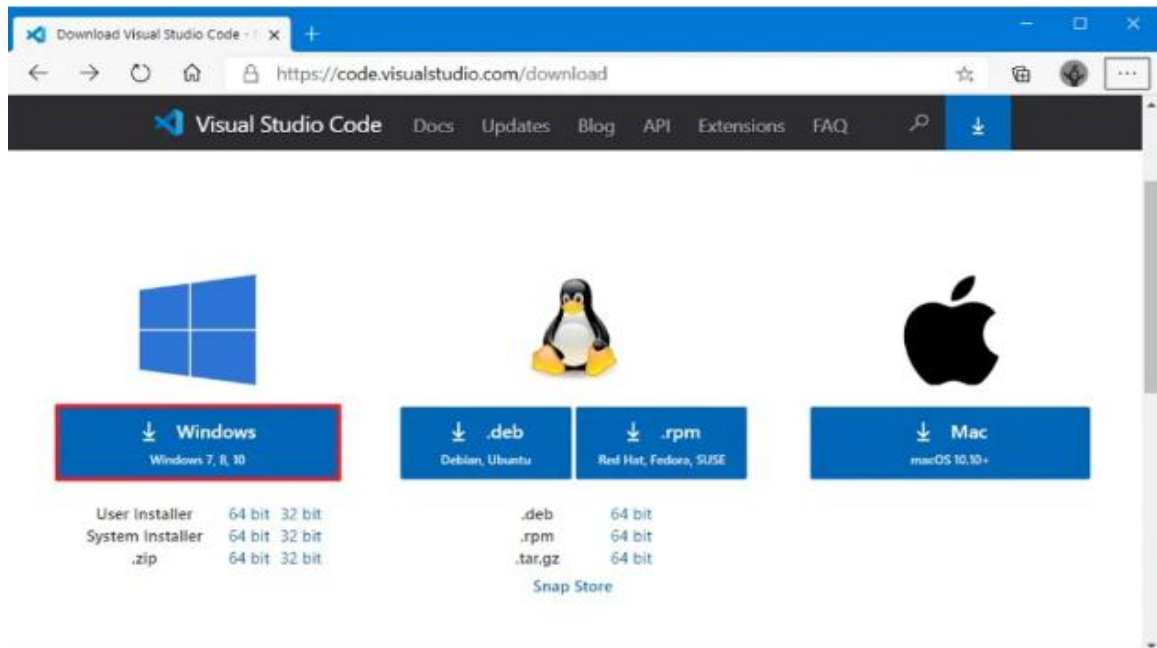


Figure 68 : installation VS Code

### 6.1.2. Android Studio

Android Studio est à nouveau un IDE (Integrated Development Environment) mis à disposition gratuitement par Google pour les développeurs Android. Android Studio comprend un émulateur Android intégré qui offre aux développeurs la possibilité de tester des applications sur différents appareils et configurations Android. Il possède un système de compilation flexible pour différents types de builds. [24]

Pour installer Android Studio, vous pouvez suivre ces étapes simples :

1. Rendez-vous sur le site officiel d'Android Studio.
  2. Téléchargez le programme d'installation pour votre système d'exploitation (Windows, macOS, Linux).
  3. Une fois le téléchargement terminé, exécutez le programme d'installation.
  4. Suivez les instructions à l'écran pour installer Android Studio.
  5. Pendant l'installation, vous pouvez également choisir de télécharger les composants Android nécessaires, tels que le SDK Android et les outils de développement.
  6. Une fois l'installation terminée, lancez Android Studio et suivez les étapes de configuration initiale pour configurer votre environnement de développement.
- [46]

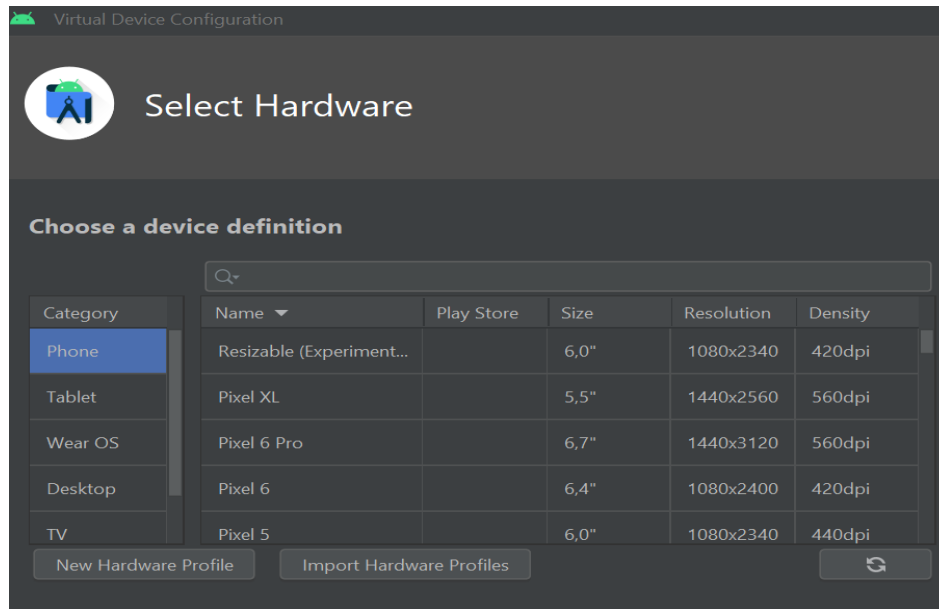


Figure 69 : Android Studio

## 6.2. Langage de programmation (Dart)

Dart est un langage de programmation puissant et moderne qui facilite le développement d'applications performantes pour le web, le mobile et les applications de bureau. Dart peut être compilé en code natif pour les plates-formes de bureau Linux, macOS et Microsoft Windows, ce qui permet de créer des applications mobiles multiplateformes performantes. Dart est un outil polyvalent pour les développeurs cherchant à maximiser leur productivité et la performance de leurs applications. [24]

Pour installer l'extension Dart dans VSCode, commencez par ouvrir l'éditeur. Ensuite, Dans la barre de recherche des extensions, tapez "Dart". Recherchez l'extension "Dart"

développée par Dart Code et cliquez sur "Installer". Une fois l'installation terminée, redémarrez VS Code pour que l'extension soit correctement configurée et prête à l'emploi. Cela activera les fonctionnalités de support pour le langage Dart, telles que l'auto complétion, la gestion des erreurs et le débogage. Voir la figure ci-dessous.

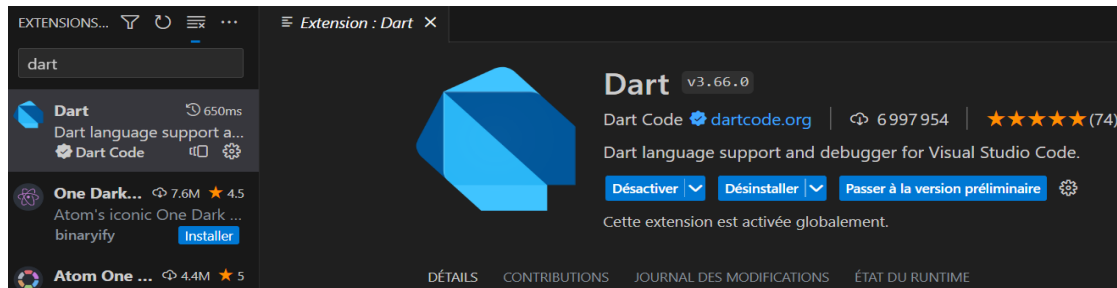


Figure 70 : installation "Dart "

### 6.3. Flutter

Flutter est un Framework open-source qui permet de développer des applications pour iOS, Android, web et bureau avec une seule base de code, réduisant ainsi le temps et les efforts de développement. Flutter utilise le langage de programmation Dart et offre une grande flexibilité et performance pour le développement d'applications multiplateformes. [24]

Pour installer Flutter, allez sur site officiel et téléchargez le SDK pour votre système d'exploitation (Windows, macOS, Linux). Extrayez le contenu dans un répertoire de votre choix et ajoutez le chemin du répertoire `bin` de Flutter à votre variable d'environnement `PATH`. Ouvrez une ligne de commande ou un terminal et tapez `flutter doctor` pour vérifier l'installation et détecter les dépendances manquantes.

Enfin, installez les extensions Flutter et Dart dans votre IDE préféré (Visual Studio Code ou Android Studio) pour un support complet du développement Flutter. Voir la figure ci-dessous.

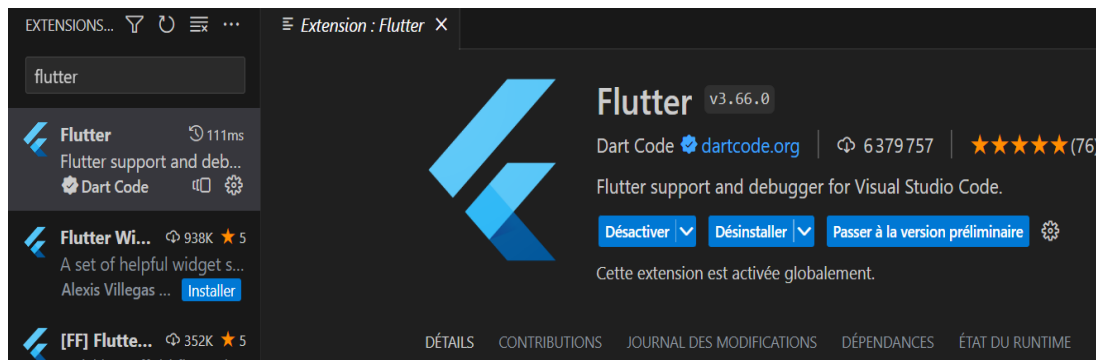


Figure 71:installation « Flutter »

## 6.4. Lien avec le cloud

Firebase est une plateforme de développement d'applications mobiles et web, proposée par Google. Elle offre un large éventail de services, allant de l'authentification au stockage, en passant par les notifications push et les analyses, couvrant ainsi tous les aspects du développement d'applications. Firebase comprend également un système de gestion de base de données qui permet de synchroniser les données en temps réel entre les clients et les serveurs, facilitant ainsi la création d'applications interactives et performantes. [24]

Pour installer et configurer Firebase il faut suivre les étapes suivantes :

### 1. Ajouter Firebase à Votre Projet Flutter :

- Allez sur Firebase Console et créez un nouveau projet.
- Ajoutez votre application Android ou iOS au projet Firebase en suivant les instructions fournies.

### 2. Configurer le Projet Flutter :

- Téléchargez le fichier 'google-services.json' et placez-le dans le dossier 'Android/app' de votre projet Flutter.

Ajoutez les dépendances Firebase dans votre fichier 'build.gradle' au niveau du projet (racine) et de l'application (module). Voir la figure ci-dessous.

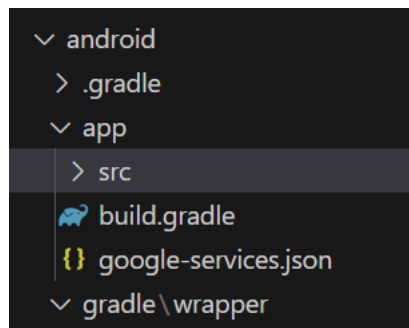


Figure 72: fichier « google-services.json »

### 3. Utiliser les fonctionnalités de Firebase dans une application Android

Pour utiliser les fonctionnalités de Firebase dans votre application Android, commencez par configurer les méthodes de connexion dans la console Firebase pour Firebase Authentication (email/mot de passe). Voir la figure ci-dessous.

```
Future signUp() async {
  if (passwdConfirmed()) {
    await FirebaseAuth.instance.createUserWithEmailAndPassword(
      email: _emailController.text.trim(),
      password: _passwordController.text.trim(),
    );
    final result = FirebaseAuth.instance.currentUser!;
    // ignore: unnecessary_null_comparison
    if (result != null) {
      FirebaseFirestore.instance.collection('users').doc(result.uid).set({
        'E-mail': _emailController.text,
        //'country':_countrycontroller.text
      });
    } else {
      print('please try again');
    }
    Navigator.of(context).pushNamed('/');
  }
}
```

Figure 73: authentification de l'utilisateur

## 6.5. Présentation des interfaces

Une interface dans une application mobile est un moyen d'afficher, de comprendre et d'utiliser les fonctionnalités d'une application mobile, et dans notre application, elle contient plusieurs interfaces pour chaque utilisateur différent.

### 6.5.1. L'interface de démarrage

Tout d'abord la première ouverture de notre application mobile afficher une interface qui contient des images reliaer aux rôles, une petite introduction pour le suspense, et un bouton en bas pour passer vers la page de connexion. Voir la figure ci-dessous.

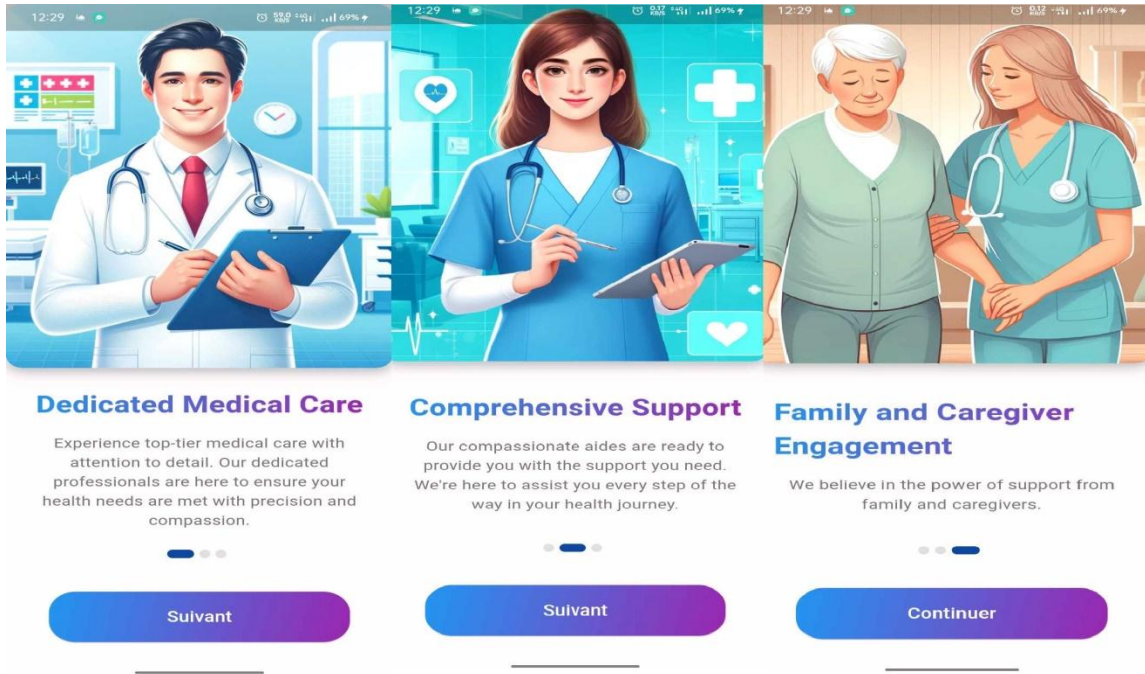


Figure 74: Interface de démarrage

### 6.5.2. L'interface de connexion (Login)

Si notre utilisateur possède déjà un compte, il lui suffit de saisir son email et son mot de passe pour accéder à l'application, et il peut également modifier ou réinitialiser son mot de passe s'il l'oublie. Voir la figure ci-dessous.



Figure 75: Interface de connexion (Login)

### 6.5.3. L'interface d'inscription (register)

Sinon, vous serez redirigé vers la page d'inscription. Remplissez simplement les champs email et mot de passe, confirmez le mot de passe, et choisissez le rôle pour nous rejoindre en attendant l'acceptation de l'administrateur « Une interface pour attendre l'acceptation s'affichera. » Voir la figure ci-dessous.

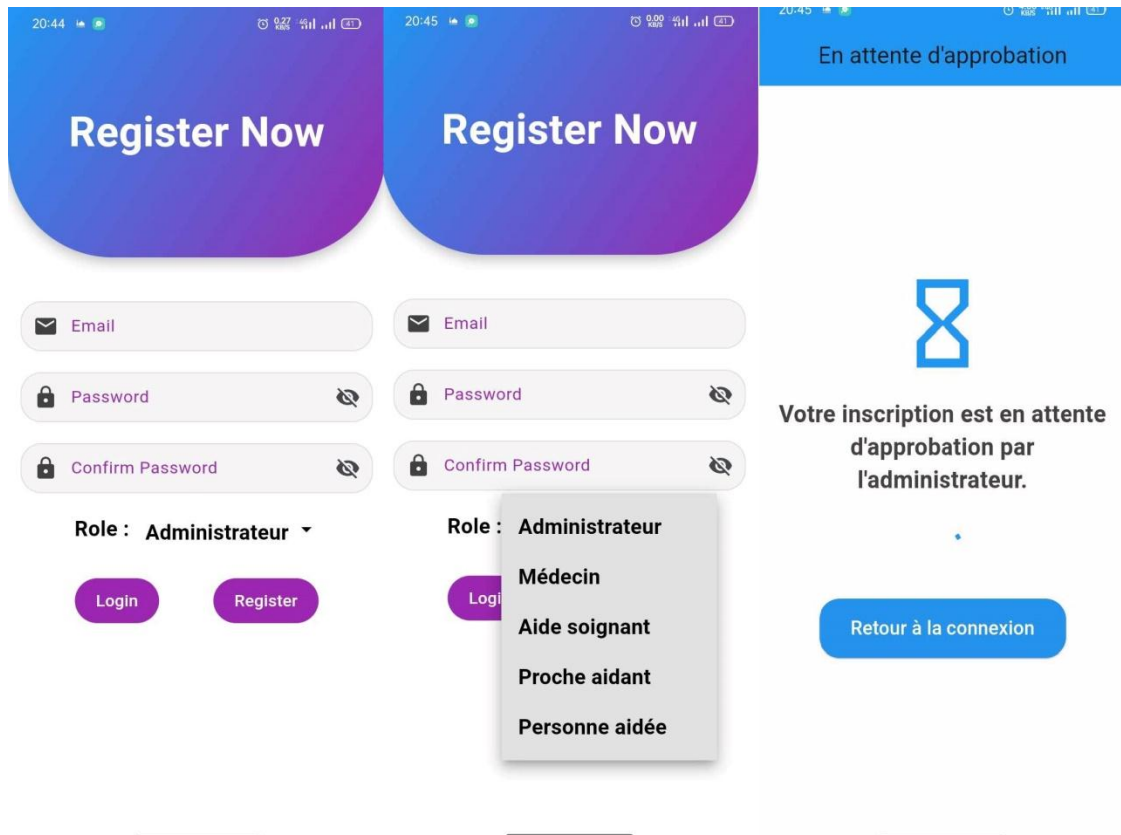


Figure 76: Interface d'inscription (register)

### 6.5.4. L'interface Administrateur

Dans cette interface, nous avons deux boutons en bas pour la navigation, où l'administrateur peut gérer les profils des autres et consulter l'état de tous les capteurs de la maison, et en cas de problèmes, dans la barre de menu, vous trouverez un email pour postuler. Support, ainsi que des informations utilisateur et un bouton pour se déconnecter. Voir la figure ci-dessous.

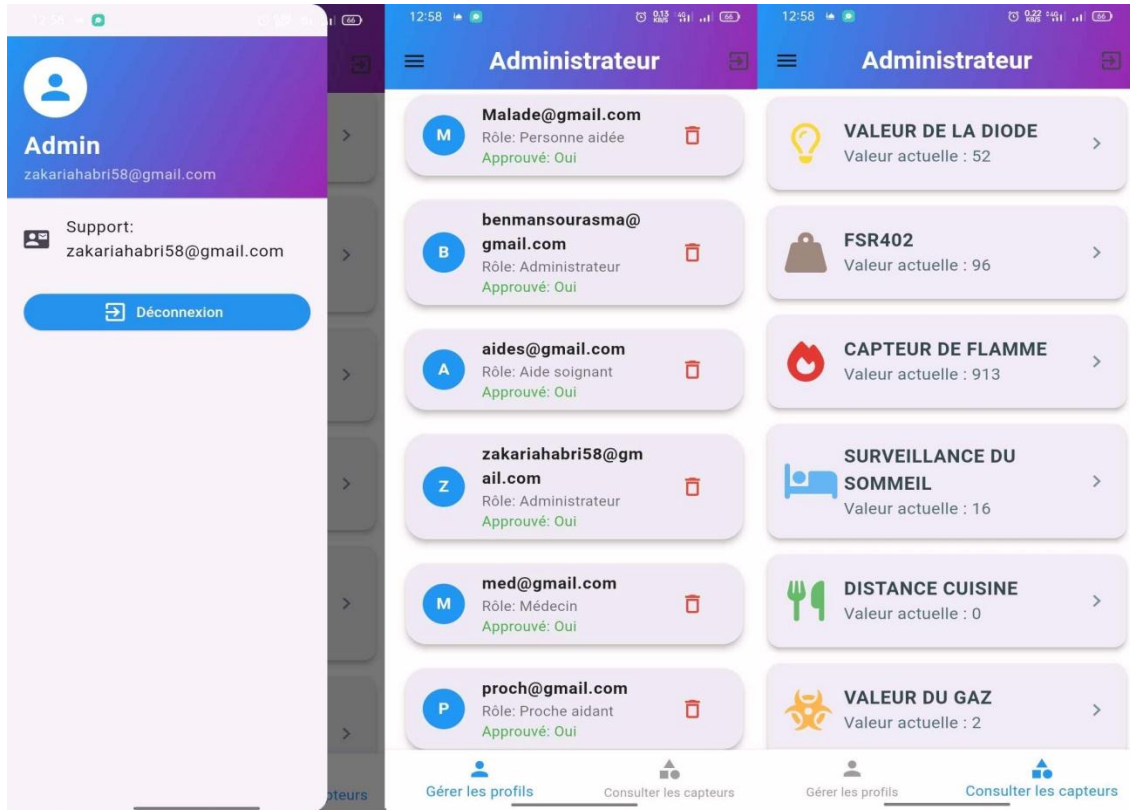


Figure 77: Interface Administrateur

### 6.5.5. L'interface Médecin

Ici, nous avons trois boutons en bas pour la navigation, où le médecin peut :

- Consulter l'état du patient

Grâce à des capteurs connectés à la maison, et il peut savoir s'il a pris ces médicaments, surveiller son sommeil, ses mouvements et les cas d'oubli de gaz et flammes sans cuisson, et il peut aussi se référer à l'historique de tout cela pour l'aider à connaître l'état général du malade. Voir la figure ci-dessous.

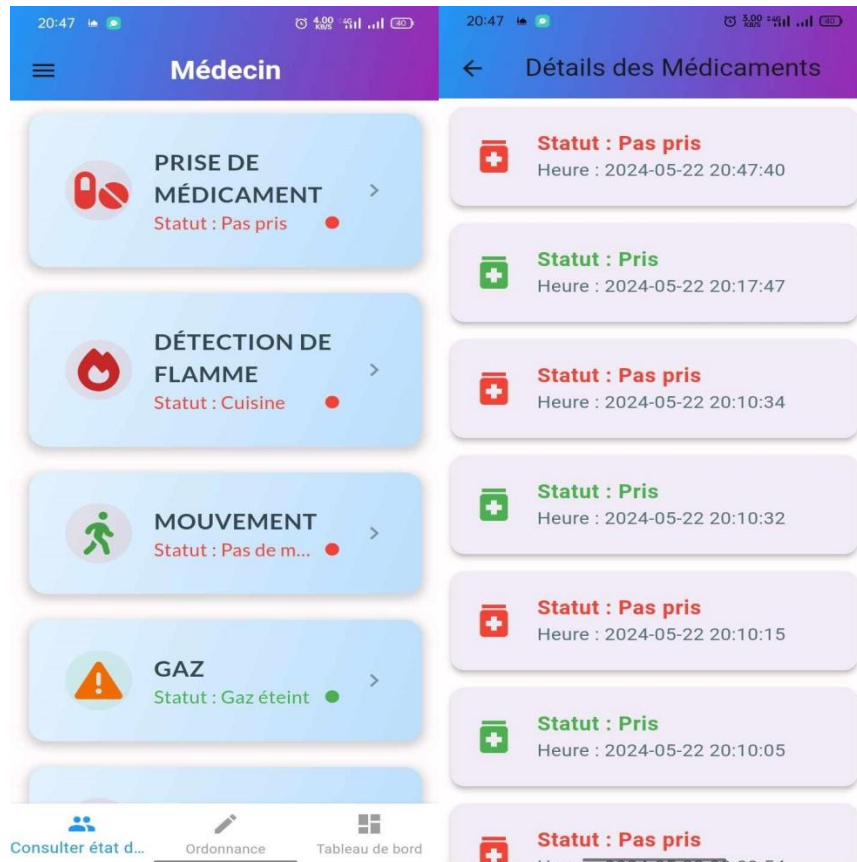


Figure 78: Interface "Consulter l'état du patient "

- Création des ordonnances

Le bouton flottant permet de visualiser le formulaire pour remplir l'ordonnance, premier Nom du Patient, Nom du Médecin , Spécialité, Nom du Médicament, Concentration (mg/ml), Forme Pharmaceutique (comprimé, gélule , sirop), Fréquence (1-2-3 fois par jour), Posologie (matin, midi, après-midi, soir), Heure de prise (avant - après les repas), Durée du traitement, et possibilité également de prendre rendez-vous, nous vous garantissons que toutes les dates ont déjà été prises et notées si elles sont trouvées. Chaque médecin peut se référer aux prescriptions de tous les autres médecins, mais ne peut modifier ou supprimer que ses propres prescriptions.

Grâce à la collection créée par nous dans notre Firebase, elle est collectée sur le site officiel de la FDA qui contient la paire de médicaments la plus connue qui provoque des interactions entre eux, le médecin peut vérifier à tout moment s'il y a une interaction entre tous les médicaments. Les médicaments sont déjà à portée de clic sur la barre d'application secondaire. Voir la figure 79 et 80 ci-dessous .

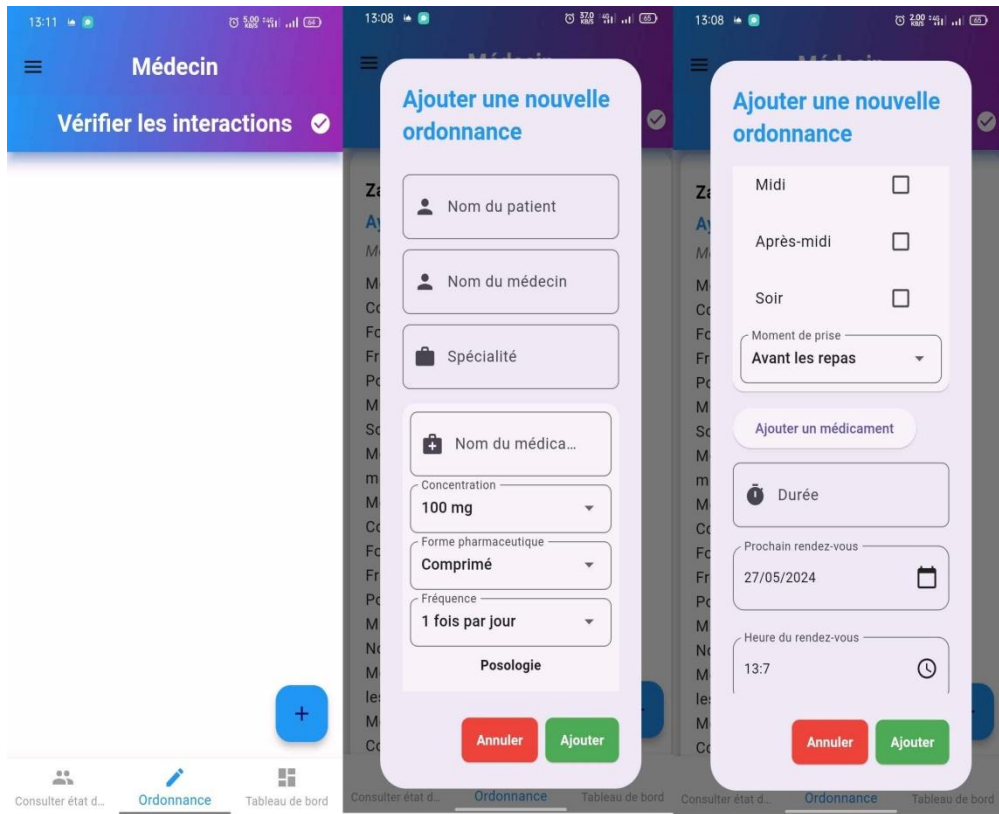


Figure 79: Interface "création des ordonnances"

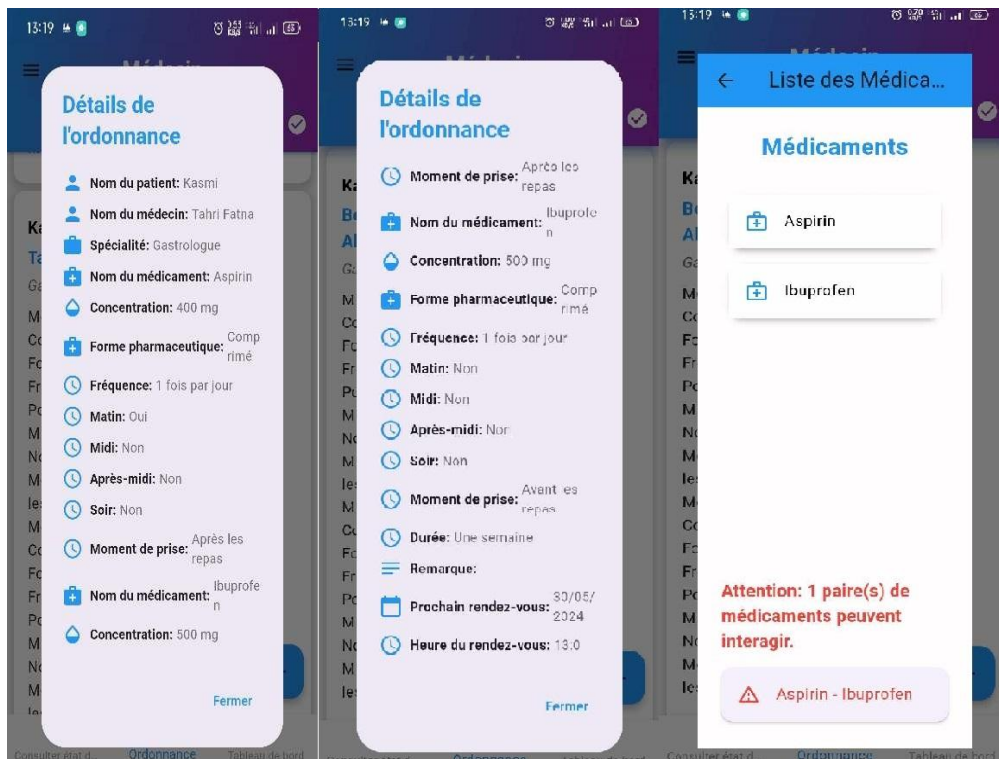


Figure 80: Interface détails d'ordonnance

- Tableau de bord

Dans la dernière interface médecin, nous trouvons le panneau d'informations sur la maladie, qui contient des informations générales sur le patient (nom, âge, adresse, numéro de téléphone) des informations sur son état de santé (modification de la fréquence cardiaque, de la fréquence cardiaque, de la température corporelle, du poids, de la taille, note) Ce formulaire est déjà créé et non les moyens de traitement ainsi que les ordonnances créées pour cette personne malade) A l'extérieur du tableau de bord il y a un bouton flottant en bas qui fournira un forum de communication entre les médecins, les infirmières auxiliaires et les soignants, le tableau de bord est une interface commune avec tous les derniers rouleaux dit. Dans la barre de menu, vous trouverez des informations utilisateur et un bouton pour se déconnecter. Voir la figure ci-dessous.

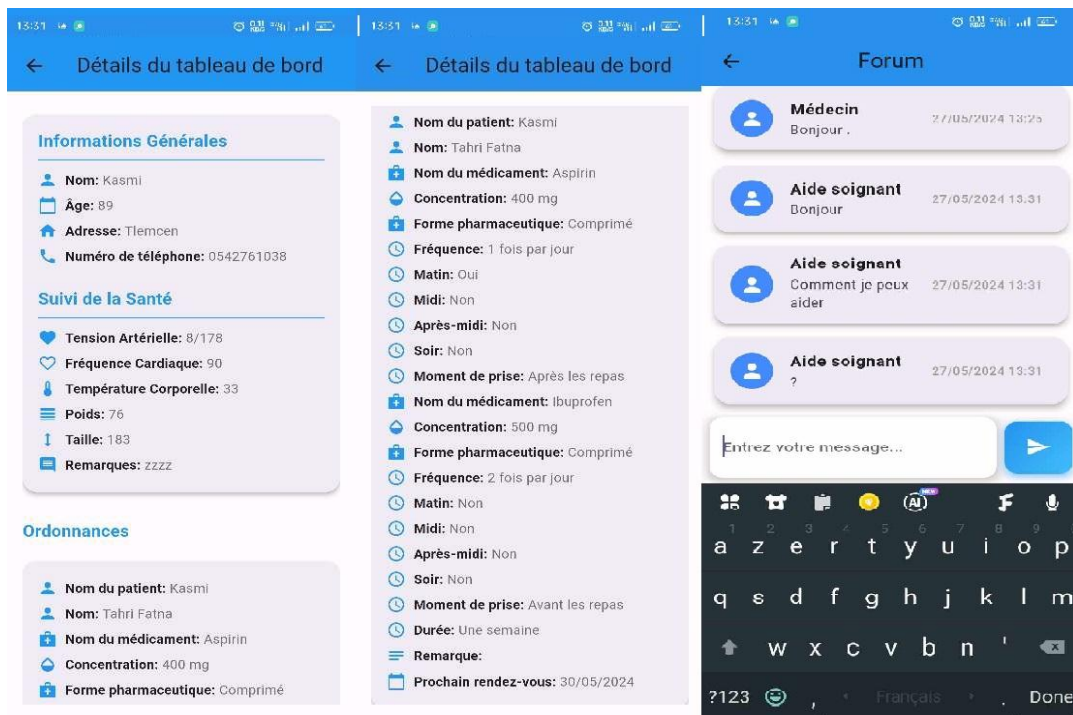


Figure 81: Interface "Tableau de bord "

### 6.5.6. Interface Aide-soignant

Ici, nous avons trois boutons en bas pour la navigation, où l'aide-soignant peut :

- Remplir le formulaire

En cliquant sur le bouton flottant ci-dessous, une fenêtre s'affiche et contient un formulaire qui contient des informations générales sur le patient (nom, âge et adresse téléphonique) sur sa santé (modification de la tension, fréquence cardiaque, température

corporelle, taille et surveillance) à remplir. L'aide-soignant peut consulter, modifier ou supprimer ses formulaires. Voir la figure ci-dessous.

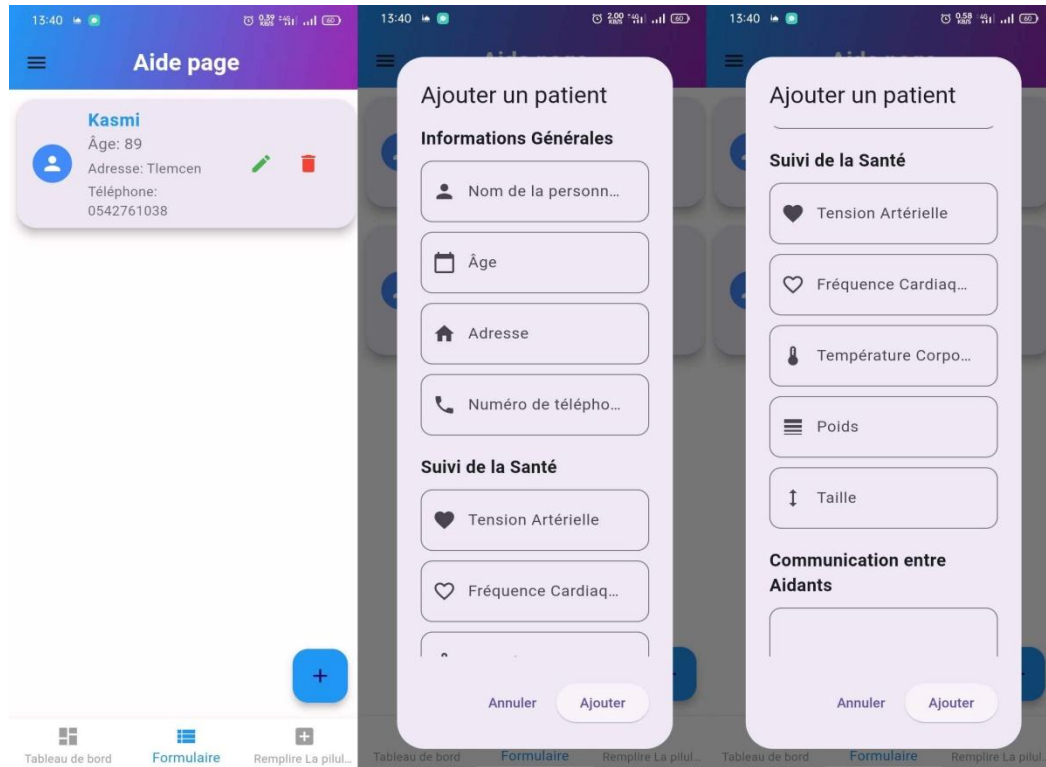


Figure 82: Interface formulaire

- Tableau de bord

Nous trouvons le panneau d'informations sur le patient qui contient des informations générales (nom, âge, adresse, numéro de téléphone), des informations sur son état de santé (modification de la fréquence cardiaque, de la fréquence cardiaque, de la température corporelle, du poids, de la taille, note). Ce formulaire peut être créé uniquement par l'aide-soignant et sera affiché dans le tableau de bord. À l'extérieur du tableau de bord, il y a un bouton flottant en bas qui fournira un forum de communication entre les médecins, les infirmières auxiliaires et les soignants, le tableau de bord est une interface commune. Dans la barre de menu, vous trouverez des informations utilisateur et un bouton pour se déconnecter. Voir la figure ci-dessous.

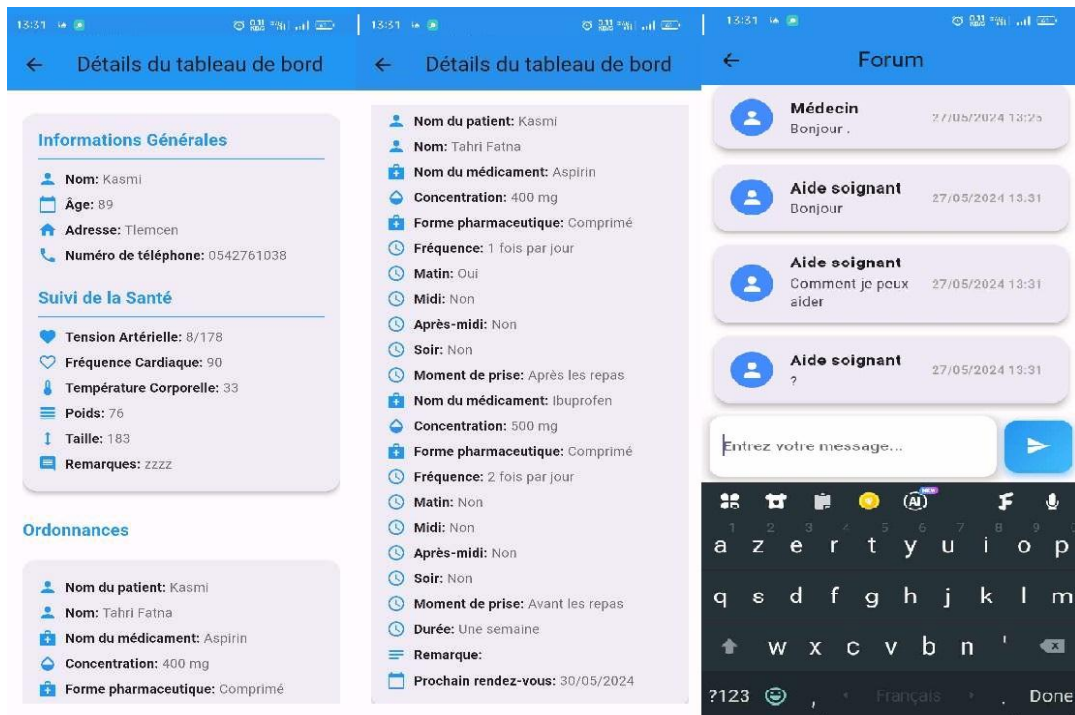


Figure 83: Interface "Tableau de bord "

- Pilulier Hebdomadaire électronique

Après la consultation du tableau de bord, l'aide-soignant a la charge de remplir et de mettre à jour chaque semaine le pilulier hebdomadaire électronique qui est inspiré du pilulier en plastique acheté en pharmacie voire la figure ci-dessous :



Figure 84:La boite médicale

L'aide-soignant à la tache de gérer les mises à jours du pilulier selon les changements dans les prescriptions des médecins. Il doit ainsi faire un récapitulatif à partir des ordonnances prescrites par les différents médecins afin de remplir les médicaments à prendre pour tous les

jours de la semaine avec les médicaments à prendre le matin, midi, l'après-midi, le soir), il est mis à jour chaque semaine. Ce pilulier sera affiché à la personne âgée afin de lui faciliter la prise de médicaments (voir la figure ci-dessous).

Dans la barre de menu, vous trouverez des informations utilisateur et un bouton pour se déconnecter. Voir la figure ci-dessous.



Figure 85: Interface "Pilulier Hebdomadaire"

### 6.5.7. Interface Proche aidant

Ici, nous avons trois boutons en bas pour la navigation, où l'aide-soignant peut

- Consulter les rendez-vous

Voir tout le rendez-vous disponible fixe par les médecins avec spécification date et d'heure, Voir la figure ci-dessous.

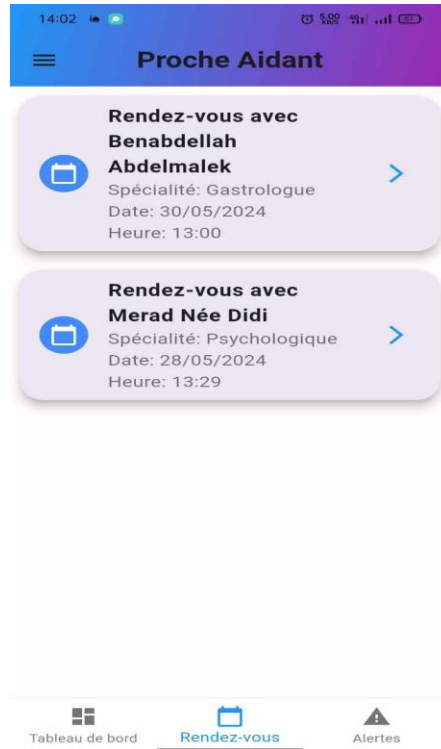


Figure 86: Interface "la liste des rendez-vous"

- Tableau de bord

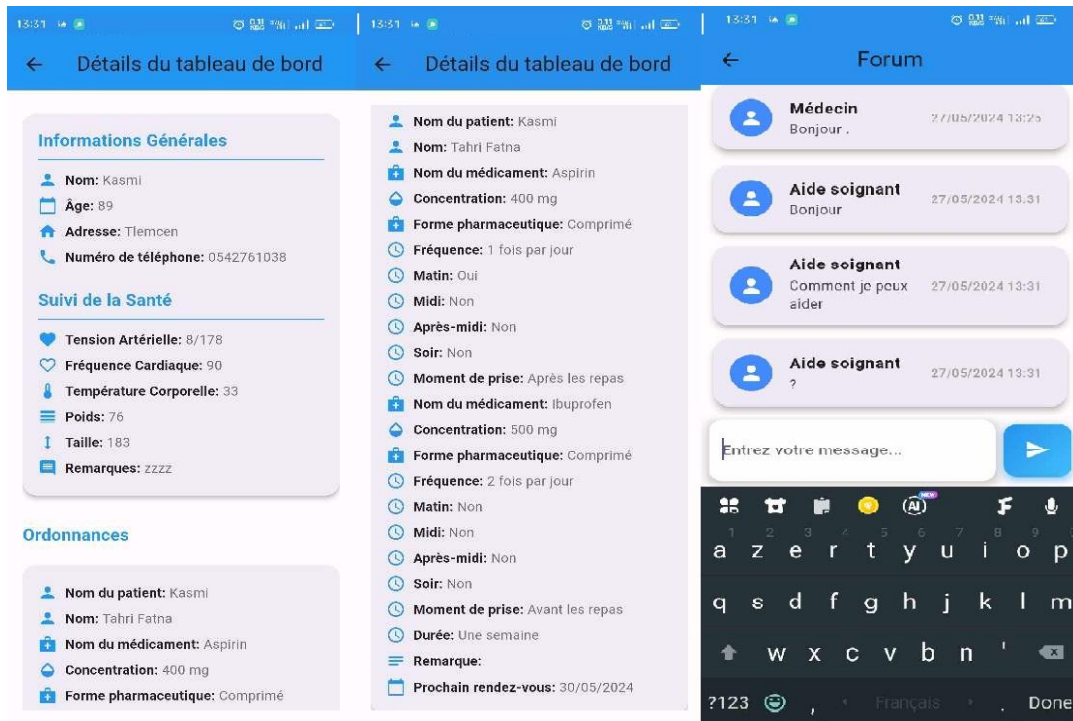


Figure 87: Interface "tableau de bord"

- Alertes

Le proche aidant recevoir des alertes dangereuses en temps réels en cas d'une fuite de gaz, incendie, tentative de sortie ou d'intrusion avec des notifications sonores. Dans la barre de menu, vous trouverez des informations utilisateur et un bouton pour se déconnecter. Voir la figure ci-dessous.



Figure 88: Interface "les alertes "

### 6.5.8. Interface Personne Aidée

L'interface principale affichée à la personne aidée dispose de trois boutons au milieu voir la figure ci-dessous :



Figure 89:Interface Personne Aidée

Le premier bouton SOS envoie un message de danger dans le forum. Le second permet de consulter la liste des rendez-vous comme ceci :

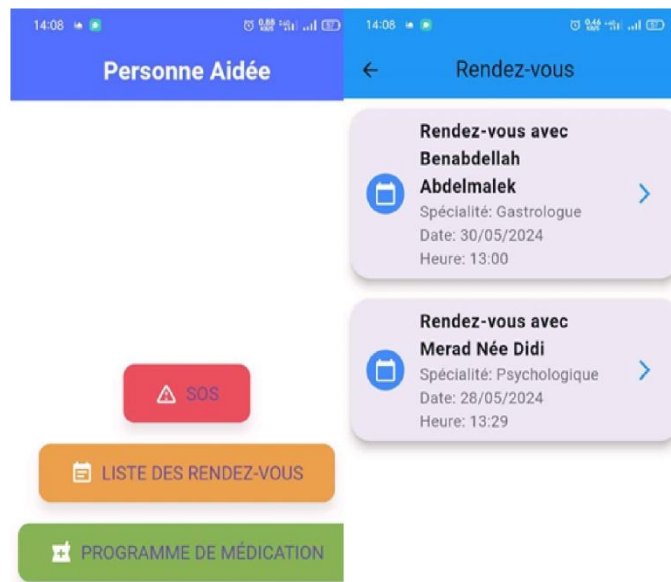


Figure 90:Interface liste des RDV

Enfin le troisième bouton « programme de médication » permet de visualiser le programme de médication de la semaine à savoir le pilulier hebdomadaire électronique établi par l'aide-soignant. Cette interface ne contient pas de bouton de déconnexion en raison de l'état de l'utilisateur. Voir la figure ci-dessous.



Figure 91:Interface programme des médicaments

## 7. Comparaison de notre application mobile avec les solutions existantes

Notre application mobile, connectée à la maison via Wi-Fi, a été développée à partir de zéro avec un langage de programmation spécifique, assurant ainsi la sécurité de la personne âgée. Notre objectif est de créer un réseau structuré entre les médecins, les aides-soignants et les proches aidants, facilitant les soins à domicile, la sécurité de la personne, et les échanges d'informations. En comparaison, d'autres applications mobiles se distinguent par des approches variées : certaines utilisent Bluetooth pour l'interaction vocale avec le système, tandis que d'autres sont développées en Java sur Android pour surveiller et contrôler divers aspects de la maison intelligente. Certaines utilisent SQLite pour le stockage local des données et Thingspeak pour la visualisation en temps réel, avec IFTTT pour automatiser les alertes par e-mail. D'autres encore permettent le contrôle à distance des appareils de la maison intelligente via des commandes HTTP. Bien que ces projets offrent diverses fonctionnalités de gestion de la maison intelligente, notre application se distingue par son focus sur les besoins spécifiques des personnes âgées atteintes d'Alzheimer et son intégration d'un réseau de soutien structuré.

## **8. Conclusion**

Ce chapitre donne un aperçu complet de notre application dédiée aux personnes âgées atteintes d'Alzheimer.

L'objectif de cette application est de créer un réseau bienveillant entre les aidants (médecins, aide-soignant et proche aidant) autour de la personne âgée afin de faciliter la communication et la coordination dans la gestion des soins de santé de la personne âgée (gestion de prise de médicaments, gestion des rendez-vous) et tout en tenant compte de son état de santé qui est affichée dans l'application et qui est analysé à partir de données d'enclenchements de capteurs dans la maison (données réelles de la personne âgée).

En résumé, ce chapitre fournit une compréhension approfondie de notre application, des composants techniques aux interfaces utilisateurs. Grâce à cette vue d'ensemble organisée, nous sommes bien équipés pour développer et déployer une application complète, garantissant une solution robuste et intuitive pour la gestion des soins de santé des personnes âgées.

## Conclusion Générale

Notre projet de maison connectée pour les personnes âgées atteintes d'Alzheimer constitue une réponse innovante à un besoin croissant de notre société. Il représente aussi une avancée significative dans l'amélioration de la gestion des soins de santé à domicile pour les personnes atteintes de maladie chroniques comme l'Alzheimer. Ce projet a mis en lumière plusieurs aspects importants dans la gestion du bien-être et de la santé des personnes âgées comme la nécessité de faciliter la communication et de renforcer la collaboration entre les aidants autour de la gestion de prise des médicaments de la personne aidée.

Grace à la gestion proactive des médicaments et la surveillance continue notre solution peut réduire le nombre d'hospitalisations d'urgence et contribuer ainsi à une meilleure qualité de vie et à une réduction du cout de soin de santé.

Notre approche prouve qu'en alliant les technologies avancées à une compréhension adéquate des besoins des personnes âgées et des déficits et limites liées à leurs maladies, il est possible de créer une solution qui améliore significativement la gestion des soins de santé, mais aussi leur qualité de vie tout en répartissant la charge de travail autour des aidants et des professionnels de santé.

Ci-dessous quelques perspectives d'avenir et quelques défis à relever pour le développement et la mise en œuvre à grande échelle de notre prototype :

- Renforcer la sécurité des données personnelles et médicales.
- S'assurer de la compatibilité entre les divers dispositifs de maison connectées.
- Effectuer des tests pilotes et évaluer l'efficacité de ce système dans un contexte réel à grande échelle.
- Collaboration étroite avec les professionnels de la santé, des ingénieurs en technologie et des chercheurs en sciences sociales pour affiner et adapter le prototype aux besoins spécifiques de personnes âgés ayant d'autres type de déficits cognitifs ou physiques.

## Références bibliographiques








- [1] ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ. Vieillesse et santé. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [2] ALZHEIMER'S ASSOCIATION. Fiche d'information sur la maladie d'Alzheimer. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.nia.nih.gov/sites/default/files/2022-10/alzheimers-disease-french.pdf>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [3] HAMZA CHERIF Ali. Vieillesse démographique en Algérie : réalité et perspectives Sciences Humaines et Sociales. Université de Tlemcen, pp 3-11.
- [4] Elettra S.p.A. Domotica e Building Automation. [En ligne]. Disponible sur : <http://www.elettra-italy.com/fr/domotica-e-bulding-aumation/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [5] BATIADVISOR. Smart Home : Tout ce qu'il faut savoir sur la maison intelligente. [En ligne]. Disponible sur : <https://batiadvisor.fr/smart-home/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [6] BOUHARAOUA Abderrahim et BOUKLI HACENE Mohammed Imad. Automatisation d'une maison intelligente via une application Android. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Télécommunications, spécialité Réseaux Mobiles et Services de Télécommunications. Université de Tlemcen, 2017,17 p.
- [7] Tiberkak, Allal. "Environnement domotique pour l'e-santé." Thèse de doctorat en sciences, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Faculté d'Électronique et d'Informatique.2019.12-23pp.
- [8] Dobbins, M., Iorio, A., et Lavis, J. Vieillir chez soi dans sa maison intelligente tout en préservant sa vie privée. [En ligne]. In : Université McMaster. Site disponible sur : <https://www.mcmastervieillesseoptimal.org/blog/detail/blog/2021/06/30/vieillir-chez-soi-dans-sa-maison-intelligente-tout-en-pr%C3%A9servant-sa-vie-priv%C3%A9e>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [9] Ni, Q., García Hernando, A. B., & Pau de la Cruz, I. The Elderly's Independent Living in Smart Homes: A Characterization of Activities and Sensing Infrastructure Survey to Facilitate Services Development. *Sensors*, 15(5), 11312–11362. (2015).
- [10] FUTURA-SCIENCES. Wi-Fi [définition]. In FUTURA-SCIENCES. Tech [en ligne]. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-wi-fi-1648/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [11] FUTURA-SCIENCES. Bluetooth [définition]. In FUTURA-SCIENCES. Tech [en ligne]. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/electronique-bluetooth-16527/>. (Consulté le 3 juin 2024).

- [12] DJEHAICHE Rania, BENZIOUCHE Nihad. Etude et Application d'un Système de Communication M2M. Télécommunications, Systèmes des Télécommunications. Alger : Université de Tlemcen, 2019, 10 p.
- [13] BRACK.CH. Sécurité et protection des données dans la maison intelligente. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.brack.ch/fr/guides/maison-intelligente/explications-simples/securite-et-protection-des-donnees>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [14] Bourenane, Sabine. "Conception d'un habitat intelligent (smart house) : Domotique et confort labélisé à Souk Ahras, Algérie." Mémoire de Master, Université 08 Mai 1945 de Guelma, 2022. 15 p.
- [15] Bouakline, Nassim et Benchaba, Aghiles. "Conception et Réalisation d'une Maison Intelligente via Raspberry Pi 3." Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du grade de master, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 2018. 11 p.
- [16] BENARIB Hadil, BENDIFALLAH Tinhinane. Sécurisation d'une Smart Home par Reconnaissance Vocale et Faciale. Télécommunication, Spécialité : Systèmes des télécommunications. Bordj Bou Arreridj : Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi, Faculté des Sciences et de la technologie, 2020/2021, 15 p.
- [17] BELDJAZIA Djihane, BOUHLAS Widad. Amélioration des Performances Energétiques d'une Maison Intelligente. Electronique des Systems Embarquée. Jijel : Université Mohamed Seddik Benyahia, 2022.
- [18] LARABI Abdelghani, IDJERI Boussad, AIT IBRAHIM Mohamed. Gestion à distance d'objets connectés via un smartphone dans une maison à base d'une carte Arduino. Réseau, Mobilité et Système Embarqué. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Mammeri, 2020.
- [19] LEGRAND ALGÉRIE. La filiale Legrand Algérie. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.legrand.dz/fr/filiale-legrand-algerie> (Consulté le 3 juin 2024).
- [20] DOMO DZ SMART HOME. Accueil - Solutions Domotique KNX. [En ligne]. Disponible sur : <https://domodz.com/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [21] TIS ALGERIA. Accueil - Solutions Domotique. [En ligne]. Disponible sur : <https://tis.archinov-group.com/en/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [24] KORBAS Ibrahim Mohammed, OURRAD Abdelkrim. Réalisation d'une poubelle automatique et connectée à l'intérieur d'un milieu hospitalier « CONT-MED ». Informatique. Tlemcen : Université Abou Bakr Belkaid, 2023, 28p.
- [25] Comparatif des ARDUINOS. [En ligne]. Disponible sur : [https://fablabutc.fr/wp-content/uploads/2021/01/Tutoriel\\_Comparatif-des-ARDUINOS.pdf](https://fablabutc.fr/wp-content/uploads/2021/01/Tutoriel_Comparatif-des-ARDUINOS.pdf). (Consulté le 3 juin 2024).

- [26] BOURENANE Sabrina. Conception d'un habitat intelligent (smart house) : Domotique et confort labélisé à Souk Ahras, Algérie. Architecture, Guelma : Université 08 Mai 1945, 2022.36 p.
- [27] YoupiLab Components. Capteur d'humidité et de température DHT-11 [en ligne]. Disponible sur : <https://youpilab.com/components/product/capteur-dhumidite-et-de-temperature-dht-11>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [28] ABBA Ahmed. Conception, étude et réalisation d'un système domotique à base d'une carte Arduino Méga et d'une carte Raspberry pi 2. Electronique, Réseaux et Télécommunication. Mémoire de Master Académique, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou, 2016.46 p.
- [29] Crowcon Detection Instruments Ltd. Qu'est-ce qu'un détecteur de flammes et comment fonctionne-t-il ? [En ligne]. Disponible sur : <https://www.crowcon.com/fr/blog/what-is-a-flame-detector-and-how-does-it-work/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [30] Idehack. Comment utiliser un capteur de gaz / fumée MQ-2 avec Arduino. [En ligne]. Disponible sur : <https://idehack.com/comment-utiliser-un-capteur-de-gaz-fumee-mq-2-avec-arduino/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [31] Semageek Boutique. Capteur de force rond - Résistance Sensible (FSR) Interlink 402. [En ligne]. Disponible sur : [https://boutique.semageek.com/fr/379-capteur-de-force-rond-resistance-sensitive-fsr-interlink-402-3001708326642.html.\(22/03/2024\)](https://boutique.semageek.com/fr/379-capteur-de-force-rond-resistance-sensitive-fsr-interlink-402-3001708326642.html.(22/03/2024)).
- [32] Arduino France. Capteur de Mouvement. [en ligne]. Disponible sur : <https://arduino-france.site/capteur-mouvement/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [33] CHAIB Inas, GAMRI Hiba. Conception et réalisation d'une maison intelligente à base de GSM. Mémoire de Master Académique en Télécommunications, Université Kasdi Merbah - Ouargla, 2022, 37 p.
- [34] Ledisrupteurdimensionnel. Claviers matriciels. [En ligne]. Disponible sur : <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/claviers-matriciels>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [35] robotique.tech. Définition de LED. [En ligne]. Disponible sur : <https://www.robotique.tech/tutoriel/definition-de-led/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [36] TOUCH-IR. Comment marche un émetteur-récepteur infrarouge. [en ligne]. Disponible sur : <https://touch-ir.com/comment-marche-un-emetteur-recepteur-infrarouge/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [37] Contributeurs de Wikibooks. Électronique/Les transistors bipolaires. [En ligne]. Disponible sur : [https://fr.wikibooks.org/wiki/Électronique/Les\\_transistors\\_bipolaires](https://fr.wikibooks.org/wiki/Électronique/Les_transistors_bipolaires). (Consulté le 3 juin 2024).

- [38] MICRO-PLANET. MG996R Servo Moteur Tower Pro. In MICRO-PLANET. Catalogue des produits [en ligne]. Disponible sur : <https://www.micro-planet.ma/produit/mg996r-servo-moteur-tower-pro>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [39] YoupiLab. Module Wi-Fi ESP8266-01. [en ligne]. Disponible sur : <https://youpilab.com/components/product/module-wifi-esp8266-01>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [40] LE DISRUPTIF DIMENSIONNEL. Module horloge pour Arduino DS1302 RTC (Real Time Clock) [en ligne]. Disponible sur : <https://ledisrupteurdimensionnel.com/arduino/module-horloge-pour-arduino-ds1302-rtc-real-time-clock/>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [41] Atelier de la Robotique. Lecteur de Carte SD pour Arduino. [en ligne]. Disponible sur : <https://atelierdelarobotique.fr/produit/lecteur-de-carte-sd-arduino?v=fa3c7f2b5dae>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [42] Medisafe. Medisafe: Pill & Med Reminder. [en ligne]. Disponible sur : <https://medisafe.com>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [43] MyTherapy. MyTherapy App. [en ligne]. Disponible sur : <https://www.mytherapyapp.com> (Consulté le 3 juin 2024).
- [44] Apple App Store. Pill Reminder - All in One . [en ligne]. Disponible sur : <https://apps.apple.com/us/app/pill-reminder-all-in-one/id924310072>. (Consulté le 3 juin 2024).
- [45] Tertag Wissam, Mezhoudi Ahlem. A Wearable smart device to track and find the Alzheimer's patient's location . Mémoire de Master en Informatique, Université de Mohamed Khider – BISKRA, 2022, 52 pp.
- [46] Auteurs. Visual Studio Code. [En ligne]. Disponible sur : [https://edutechwiki.unige.ch/fr/Visual\\_studio\\_code](https://edutechwiki.unige.ch/fr/Visual_studio_code) . (Consulté le 3 juin 2024).

## Annexe: BMC (Business Model Canvas)

 <h3>Segments de Clients</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les Familles et les aidants proches</li> <li>• Organisations de soins à domicile</li> <li>• Les maisons de retraite</li> <li>• Les personnes âgées atteintes d'Alzheimer</li> <li>• Professionnels de la Santé</li> <li>• Les maladies chroniques</li> <li>• Les personnes âgées atteintes de déficits cognitifs</li> <li>• Les personnes âgées atteintes de déficits physiques</li> <li>• Les personnes âgées non malades</li> <li>• Les malades</li> </ul>	 <h3>Relations avec les Clients</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personnelle et empathique</li> <li>• Soutien discret et respectueux</li> <li>• Professionnelle et de partenariat</li> <li>• Collaborative et informative</li> <li>• Preventive et reassurance</li> </ul>	 <h3>Proposition de valeur</h3> <p>Notre système d'une maison connectée aide les personnes âgées atteintes d'Alzheimer à vivre de manière autonome à domicile le plus longtemps possible grâce l'installation des systèmes de surveillance et d'assistance discrète et non intrusive.</p> <p>Notre solution doit résoudre les problèmes suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas assez d'infrastructure pour gérer les personnes âgées maladies</li> <li>• Sorties non autorisées</li> <li>• Comportements anormaux</li> <li>• Oubli de médicaments</li> <li>• Isolation sociale</li> <li>• Stress, épuisement moral et physique des proches aidants</li> </ul>	 <h3>Activités Clés</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche et développement</li> <li>• Intégration des technologies</li> <li>• Installation et configuration</li> <li>• Tests et Itérations</li> <li>• Marketing et vente</li> <li>• Support Client</li> <li>• Maintenance et support technique</li> </ul>	 <h3>Partenariats Clés</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les fournisseurs IoT</li> <li>• Institutions de recherche et de santé</li> <li>• Associations de soignants et organisations à but non lucrative</li> <li>• Maisons de retraite et maisons de soins</li> <li>• Fournisseurs de services à domicile</li> <li>• Installateurs agréés</li> <li>• Distributeurs et revendeurs</li> <li>• Partenaires de Co-marketing</li> </ul>
 <h3>Sources de revenus</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vente de produits</li> <li>• Consultation et d'installation du système</li> <li>• Service de maintenance</li> <li>• Abonnements</li> </ul>		 <h3>Structure de Coûts</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Coûts des matières premières et des composants</li> <li>• Coûts de main-d'œuvre</li> <li>• Coûts de développement technologique</li> <li>• Coûts de marketing et de vente</li> </ul>		

## 1. Proposition de valeur

### 1.1. Quels problèmes résolvons-nous pour nos clients ?

Notre système d'une maison connectée aide les personnes âgées atteintes d'Alzheimer à vivre de manière autonome à domicile le plus longtemps possible grâce l'installation des systèmes de surveillance et d'assistance discrète et non intrusive.

Le but de notre travail est de concevoir une maison connectée à une application mobile, offrant divers services à domicile. Elle est destinée à maintenir une personne âgée atteinte d'Alzheimer à domicile tout en la surveillant à distance à l'aide de capteurs non intrusifs afin d'assurer sa sécurité et une gestion efficace de la prise des médicaments. Notre solution doit résoudre les problèmes suivants :

- **Pas assez d'infrastructure pour gérer les personnes âgées malades** : les infrastructures étatiques et privés peuvent soigner la personne âgée lorsque cette dernière nécessite des soins mais elle devra retourner chez elle après les soins de rétablissement. Ces infrastructures ne sont pas faites pour maintenir les personnes âgées de façon permanente.
- **Sorties non autorisées** : les personnes atteintes d'Alzheimer peuvent sortir de la maison sans supervision, se mettant en danger.
- **Comportements anormaux** : les activités nocturnes excessives ou inactivité prolongée, indiquent potentiellement des problèmes de santé.
- **Oubli de médicaments** : les personnes âgées oublient fréquemment de prendre leurs médicaments, ce qui peut aggraver leur état de santé.
- **Isolation sociale** : il y'a souvent une absence de communication entre la personne âgée, les proches et les professionnels de santé.
- **Gestion de l'environnement** : difficulté à maintenir un environnement domestique confortable et sûr.
- **Pénurie de personnel de santé pour un suivi quotidien** : il n'y a pas assez d'aide-soignant pouvant gérer de manière continue les soins de santé d'une personne âgée à son domicile.
- **Problèmes de coordination des soins** : Manque de communication et de coordination entre les aidants à savoir les médecins, l'aide-soignant et le proche aidant dans la gestion des soins, de la prise des médicaments, dans la gestion des rendez-vous .Il y'a une difficulté à établir une coordination dans les prescriptions médicamenteuse (interaction dangereuses, durée du traitement, état du patient, chevauchement des rendez-vous médicaux) entre les

différents médecins intervenants dans les soins de santé de la personne âgé, l'aide-soignant et le proche aidant.

- **Stress, épuisement moral et physique des proches aidants** : la famille et les proches aidants éprouvent du stress et de l'anxiété en raison de la responsabilité et de la charge de travail qu'ils ont. Ils doivent veiller à la santé de la personne âgée et cela nécessite le déplacement de cette dernière. Il faut aussi remplir le pilulier hebdomadaire à partir des ordonnances prescrites par les différents médecins et gérer les rappels de rendez-vous et les problèmes de chevauchements de rendez-vous. Sans parler de l'incertitude quant à la sécurité et au bien-être de la personne âgée lorsqu'ils sont chez eux.

### 1.2. Quels besoins de nos clients satisfont nos produits ou services ?

Nos produits et services répondent aux besoins essentiels des personnes âgées et de leurs proches aidants en offrant (Autonomie, Santé, Sécurité, Confort) :

- Maintien à domicile de la personne âgés tout en la surveillant à distance et en l'aidant à vivre dans sa maison de manière autonome.
- Sécurité accru et alertes en cas d'urgence : sécurité proactive à domicile, avec des systèmes d'alerte en cas d'urgence comme les incidents domestiques (détection de gaz, inondation) ou tentative de sorties non autorisées ou une détection de problème anormal (activités nocturne excessive, inactivité prolongée)
- Rappel de prise de médicaments : notifications pour garantir une administration correcte et opportune des médicaments et notifications en cas d'oubli de prise de médicaments.
- Coordination des soins à l'aide d'une plateforme pour le partage d'informations et la communication entre les intervenants : facilitant ainsi la coordination entre les médecins, aide-soignant et proche aidant autour des soins de la personne âgés (la gestion de la prise de médicaments, la gestion des rendez-vous et l'état de la personne âgée).
- Communication facile et accessible grâce aux outils de communication intégré destiné aux aidants dans la plateforme (chat) afin de rendre la communication facile et accessible autour de la santé de la personne âgée.
- Environnement domestique non intrusif, confortable et sur grâce à des capteurs environnementaux déployés dans la maison et permettant de mesurer la température, le mouvement, l'humidité, le gaz etc.
- Soutien aux proches aidants et aux familles : tranquillité d'esprit des familles grâce à une surveillance continue et à distance de leurs proches.

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

Notre offre se distingue par :

- **Une approche centrée sur les besoins de l'occupant de la maison** : nous nous concentrons sur les besoins spécifiques des personnes âgées atteintes d'Alzheimer, en proposant des solutions personnalisées et adaptées qui leur permettent de vivre indépendamment. Contrairement à nos concurrents, nous prenons les contraintes liées à maladie d'alzheimer et nous développons un système de maison connecté spécialement pour offrons des services répondre à ces besoins. Notre technologie assure une gestion efficace de leur santé, de la prise de médicaments et de la détection des situations d'urgence, tout en mobilisant les ressources nécessaires sur place.
- **Une intégration harmonieuse et non intrusive des dispositifs dans l'environnement domestique** existant :
  - ✓ Garantissant une surveillance discrète et non intrusive de la routine de l'occupant.
  - ✓ Assurant une convivialité et une facilité d'utilisation optimale et permettant à l'occupant de ne pas se sentir entouré par une technologie et d'adopter son comportement normal habituel.
  - ✓ Utilisant une technologie avancée et fiable permettant d'alerter rapidement en cas d'urgence.
- **Une collaboration étroite avec les professionnels de santé** : pour assurer une prise en charge holistique et coordonnée des besoins médicaux des clients à travers notre application mobile :
  - ✓ Notre offre propose une application connectée à la maison de l'occupant qui va recevoir les données de l'habitant tel que les données de prises de médicaments ce qui permet d'avoir une confirmation de la prise de médicaments sans avoir à passer par la personne âgée. L'occupant n'a pas besoin de confirmer sa prise de médicaments sur application.
  - ✓ Notre offre propose une application mobile qui met en place un réseau bienveillant à distance autour de la gestion de la santé de la personne âgée qui occupe de la maison. Les professionnelles de la santé et le proche aidant vont pouvoir coordonner à l'aide de l'application les prescriptions médicamenteuses et les rendez-vous médicaux et les adapter à fur et à mesure en fonction de l'état de santé de la personne âgée.
  - ✓ Partage des tâches de gestion de la santé de la personne âgée entre les médecins, l'aide-soignant et le proche aidant. Les ordonnances sont prescrites par les médecins. L'aide-soignant quant à lui doit organiser chaque semaine le pilulier

hebdomadaire électronique pour la personne âgée. Il va consulter le tableau de bord qui affiche les ordonnances avec pour chaque médicament la durée et le dosage et va pouvoir organiser la prise de médicament hebdomadaire chaque semaine et la mettre à jour.

- **Un engagement envers l'amélioration continue** : en mettant à jour nos produits et services en conséquence les clients.

### 1.4. Quelles est notre proposition unique de valeur ?

Notre objectif principal est de développer un système de maison intelligente connectée à une application mobile propose une solution complète et respectueuse la vie des personnes âgées atteintes d'Alzheimer en leur permettant de rester confortablement dans leur propre environnement. Ce système combine la gestion de la santé, à travers la prise de médicaments, et le suivi médical grâce aux données collectées à domicile. Et faciliter la communication entre les professionnels de la santé et les proches aidants.

En outre, il améliore la sécurité avec des fonctionnalités avancées comme la détection de fuites de gaz et la surveillance des accès et en cas saturation d'urgences.

- **Sécurité accrue** : Surveillance en temps réel et alertes immédiates en cas de comportement anormal ou de situations dangereuses (chutes, sorties non autorisées).
- **Tranquillité d'esprit** : Pour les proches aidants qui peuvent suivre les activités de leur proche à distance et être immédiatement informés en cas de problème.
- **Efficacité des soins** : Communication fluide et coordination entre les proches aidants, les médecins et les aides-soignants, facilitant une meilleure coordination des soins.
- **Autonomie de la Personne âgée** : qui bénéficie d'une assistance pour quelques activités quotidiennes et de rappels pour la prise de médicaments et les tâches importantes.

## 2. Segments de clients

### 2.1. Quels sont nos clients principaux ?

Les familles et les aidants proches : notre maison intelligente offre un soutien de taille en surveillant l'état de santé des occupants, en fournissant des alertes en cas d'urgence et en gérant la prise de médicaments. Cela réduit la charge des aidants.

Organisations de soins à domicile : entreprises et organisations fournissant des services de soins à domicile aux personnes âgées, telles que les agences de soins infirmiers, les services de soins personnels, et les prestataires de services de santé à domicile.

Les maisons de retraite : peuvent acheter et installer des systèmes de maisons connectées pour leurs résidents atteints d'Alzheimer pour améliorer la qualité des soins de manière plus efficace et assurer la sécurité de leurs résidents.

### **2.2. Quels sont les différents segments de clients que nous visons ?**

- 1) Les personnes âgées atteintes d'Alzheimer : en ciblant ce segment, nous répondons à une demande croissante pour des solutions technologiques qui soutiennent les personnes âgées atteintes de déficits cognitifs, leur permettant de rester chez elles le plus longtemps possible avec une assistance appropriée.
- 2) Professionnels de la santé : médecins, infirmières, et autres professionnels de la santé qui fournissent des soins aux personnes âgées, souvent en dehors des cadres traditionnels de soins.
- 3) Les personnes atteintes de maladies chroniques : nous visons également les personnes souffrant de maladies chroniques telles que le diabète, l'hypertension, ou les maladies cardiaques, qui nécessitent une surveillance régulière par les fonctionnalités suivantes : la fourniture aux professionnels de santé des moyens d'assistance à distance pour surveiller et conseiller les proches aidants, le suivi des signes vitaux. Ainsi que la consultation de la liste des ordonnances par les professionnelles de santé et également consultation la liste des rendez-vous médicaux à venir, les rappels pour la prise de médicaments. Le système aide également dans les activités quotidiennes telles que la surveillance de l'état de sommeil et la détection de mouvements à la maison, ainsi que l'identification des situations d'urgence telles que les fuites de gaz, permettant une intervention rapide.
- 4) Les personnes âgées atteintes de déficits cognitifs : notre système de maison intelligente répond à ces besoins en offrant une surveillance discrète mais efficace de leurs activités quotidiennes.
- 5) Les personnes âgées atteintes de déficits physiques : les personnes plus 60ans ayant des limitations physiques, vivant à domicile, qui bénéficient de notre système de maison intelligente pour une surveillance continue et un soutien au quotidien.
- 6) Les personnes âgées non malades : les personnes âgées de 60 ans et plus, peuvent utiliser le système de manière préventive pour assurer leur sécurité générale et faciliter leur indépendance
- 7) Les malades hospitalisés à domicile : passent la majorité de leur temps dans la maison, ce qui peut faciliter leur rétablissement et améliorer leur confort. Notre maison intelligente, ces malades peuvent d'un suivi médical continu à distance, de soins personnalisés par les professionnelles de la santé.

### **2.3. Quels sont les besoins spécifiques de chaque segment de clients ?**

## BMC (Business Model Canvas)

Chaque segment de clients a des besoins particuliers que notre système de maison intelligente vise à satisfaire. Voici une description détaillée de ces besoins :

- 1) Familles et aidants proches :
  - ✓ Surveillance à distance de la santé et de la sécurité des seniors.
  - ✓ Assurer la sécurité et le bien-être de leurs proches tout en réduisant leur propre stress et anxiété.
  - ✓ Notifications en temps réel en cas de problème.
  - ✓ Moyens de communication et de coordination des faciles avec les experts de santé.
  - ✓ Tranquillité d'esprit quant au bien-être de leurs proches.
- 2) Organisations de soins à domicile :
  - ✓ Amélioration de la qualité et de l'efficacité des services de soins.
  - ✓ Suivi des patients à distance pour une intervention rapide en cas de besoin.
  - ✓ Coordination des soins entre les différents prestataires.
  - ✓ Gestion centralisée des données de santé des patients.
- 3) Personnes âgées atteintes d'Alzheimer :
  - ✓ Rappels pour la prise de médicaments et les rendez-vous médicaux.
  - ✓ Surveillance continue des paramètres de santé (état de sommeil, prendre les médicaments,).
  - ✓ Rappels pour la prise de médicaments et les rendez-vous médicaux.
  - ✓ Sécurité accrue à domicile avec des détecteurs de fuite de gaz ou contrôle d'accès et des alertes d'urgence.
  - ✓ Confort et facilité d'utilisation de la technologie.
- 4) Professionnels de la santé :
  - ✓ Accès aux données de santé des patients en temps réel pour ajuster les traitements.
  - ✓ Surveillance des maladies chroniques à distance.
  - ✓ Gestion des traitements et des rendez-vous médicaux.
  - ✓ Communication efficace avec les patients et leurs familles.

5) Personnes atteintes de maladies chroniques :

- ✓ Suivi continu des paramètres de santé (Taux de glucose pour les diabétiques, Pression artérielle).
- ✓ Gestion des traitements et des médicaments.
- ✓ Alertes en cas de changement significatif des paramètres de santé.
- ✓ Accès facile aux données de santé pour les professionnels de la santé.

6) Patients hospitalisés à domicile

- ✓ Surveillance constante et en temps réel de l'état de santé.
- ✓ Gestion des soins médicaux complexes à domicile.
- ✓ Alertes immédiates en cas d'urgence.
- ✓ Coordination des soins avec les professionnels de la santé.

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

Nous pouvons catégoriser nos clients en groupes distincts par les critères suivants : l'âge, l'état de santé, environnement de vie, utilisation de Services.

1) Par État de Santé :

- ✓ Les personnes en bonne santé générale mais ont besoin de surveillance pour prévenir les problèmes.
- ✓ Les Personnes âgées atteintes de déficits cognitifs.
- ✓ Les personnes âgées atteintes de déficits physiques.
- ✓ Les personnes atteintes de maladies chroniques
- ✓ Les patients hospitalisés à domicile

2) Par environnement de vie :

- ✓ Personnes âgées vivant seules à domicile : les individus qui préfèrent vivre de manière indépendante dans leur propre maison et utiliser notre système pour maintenir leur sécurité et leur santé.
- ✓ Résidents des maisons de retraite ou établissements de soins : les personnes vivant dans des maisons de retraite où notre système est installé pour améliorer la qualité des soins et la sécurité.

3) Par utilisation de services :

- ✓ Utilisateurs des Services de Sécurité : ceux qui utilisent principalement les fonctionnalités de sécurité de notre système, comme la détection de fuites de gaz et la surveillance des accès.
- ✓ Utilisateurs des Services Médicaux : ceux qui se concentrent sur la gestion de la santé, y compris la prise de médicaments et le suivi des données de santé.

### 3. Relation avec les clients

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

Le type de relation attendu pour chaque segment :

- 1) **Proches aidants et famille** : les proches aidants et les membres de la famille recherchent une relation personnalisée et empathique. Ils attendent un support personnalisé par évaluation des besoins, suivi-post installation.
- 2) **Personnes âgées atteintes d'Alzheimer** : recherchent de la **discrétion et un respect total de leur vie privée** c'est-à-dire une surveillance non intrusive et non oppressive qui respecte leur vie privée tout en assurant leur sécurité. Recherche aussi la **simplicité d'utilisation** c'est-à-dire une interface facile à utiliser et compréhensible malgré les éventuelles limitations cognitives.
- 3) **Maisons de retraite et organisations de soins** : recherchent une relation professionnelle et de partenariat à long terme pour améliorer les fonctionnalités en fonction des besoins des résidents. Ils attendent que nous leur fournissions une assistance technique rapide et efficace pour résoudre les problèmes éventuels mais aussi une formation complète du personnel sur l'utilisation du système et enfin une maintenance régulière et mises à jour du système (assistance service après-vente).
- 4) **Professionnels de santé** : Les professionnels de santé ont besoin d'entretenir avec nous une relation collaborative et informative. D'avoir un accès facile et sécurisé aux données des patients pour améliorer leur suivi médical mais aussi à des rapports détaillés sur les activités et comportements des patients. Mais aussi ils ont besoin d'avoir une communication fluide avec les proches aidants et le personnel des maisons de retraite.
- 5) **Personnes âgées non malades** : recherchent une relation préventive et rassurante. Ils attendent de nous une **assistance et un sentiment de confidentialité des données, sécurité** grâce à la surveillance discrète et préventive d'un système qui soit facile d'utilisation. Enfin, ils ont un désir de maintien de leur indépendance tout en bénéficiant d'un filet de sécurité.

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

## BMC (Business Model Canvas)

Nous utilisons une combinaison de stratégies et de pratiques Pour maintenir des relations solides et durables avec nos clients.

- Service client réactif : nous offrons un service client accessible par téléphone, email, et chat en ligne pour répondre rapidement aux questions et résoudre les problèmes techniques.
- Communication transparente : nous maintenons une communication ouverte avec nos clients en les tenants informés des mises à jour, des nouvelles fonctionnalités et des améliorations du système.
- Programmes de fidélité et avantages : nous avons mis en place des programmes de fidélité pour récompenser nos clients réguliers avec des avantages exclusifs, des remises, et des offres spéciales pour nos clients fidèles.
- Partenariats stratégiques : nous collaborons étroitement avec les professionnels de la santé et les organisations de soins à domicile pour développer des solutions adaptées à leurs besoins spécifiques. S'associer avec des partenariats spécialisées pour d'améliorer continuellement nos services et technologies.
- Feedback client : recueil et utilisation des retours pour améliorer nos services.

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

- 1) **Personnalisation des offres** : proposer des solutions sur mesure adaptées aux besoins spécifiques de chaque client, en utilisant des données sur leurs préférences et leur comportement d'achat.
- 2) **Support technique avancé** : offrir un support technique avancé avec des équipes spécialisées pour résoudre les problèmes complexes et garantir le bon fonctionnement du système
- 3) **Formation continue** : fournir des programmes de formation continue pour aider les proches aidants à mieux comprendre et utiliser les fonctionnalités du système, ainsi que des conseils sur la prise en charge des personnes atteintes d'Alzheimer
- 4) **Partenariats à long terme** : établir des partenariats solides et durables avec des contrats de maintenance.
- 5) **Augmentant les points de contact** : plus de moyens de communication (SMS, emails, etc.) pour Faciliter une communication entre les professionnels de santé, les proches aidants et le personnel des maisons de retraite pour une prise en charge cohérente et coordonnée.

## 4. Canaux de distribution

#### 4.1. Par quels canaux nos clients veulent-ils être atteints ?

- 1) **Support téléphonique** : fournit une assistance directe et personnelle. Le téléphone ou l'e-mail permettent des échanges rapides et détaillés et en cas de questions ou de problèmes.
- 2) **Visites à domicile** : permet des démonstrations et installations personnalisées, cruciales pour les utilisateurs moins technophiles.
- 3) **Les médias sociaux** : les réseaux sociaux offrent une portée large et diversifiée, touchant non seulement les seniors mais aussi leurs proches et aidants. En utilisant des plateformes pour diffuser rapidement des informations pertinentes, organiser des événements virtuels, et recueillir des feedbacks précieux par Facebook et Instagram.

#### 4.2. Quels canaux sont les plus efficaces pour atteindre chaque segment de clients ?

- 1) **Annonces dans les établissements de santé** : en ciblent ces établissements tels que les hôpitaux, les cliniques et les centres de soins, adressé directement à un public déjà intéressé par les solutions de soins à domicile.
- 2) **Les médias sociaux** : jouent un rôle crucial dans notre stratégie de distribution en nous permettant d'atteindre efficacement notre public cible et de promouvoir nos produits et services de manière interactive et engageante.
- 3) **Partenariats avec les fabricants d'appareils** : collaboration avec des fabricants d'appareils électroménagers et d'électronique grand public pour intégrer des fonctionnalités domotiques dans leurs produits et les distribuer via leurs propres canaux de vente.

#### 4.3. Comment pouvons-nous intégrer différents canaux pour améliorer l'expérience clients ?

- **Appels téléphoniques** :
  - ✓ Pour offrir aux **proches aidants** un soutien personnalisé et des réponses à des questions spécifiques.
  - ✓ Ils sont idéaux pour une assistance en temps réel des **personnes âgées atteintes d'Alzheimer** en cas de problème ou de confusion lors de l'utilisation du système.
- **Interactions personnelles** : sont les mieux adaptées aux personnes âgées atteintes d'Alzheimer et à tous les personnes âgées (malades, non malades) afin de donner des formations individuelles sur l'utilisation du système et fournir une assistance en personne, permettant de répondre aux besoins spécifiques des clients de manière plus efficace.
- **E-mails professionnels** :

## BMC (Business Model Canvas)

- ✓ Utilisés pour envoyer des contrats directement aux **maisons de retraite** aux **organisations de soins** au sujet, mais aussi d'envoyer des mises à jour du produit et des événements de l'entreprise.
- ✓ Utilisés aussi pour envoyer directement aux **professionnels de santé** les résultats des tests et les recommandations de traitement.
- ✓ Permettent d'informer les **proches aidants et les familles** sur des mises à jour régulières sur les fonctionnalités du produit, les conseils de prise en charge et les actualités de l'entreprise.
- **Réseaux sociaux :**
  - ✓ Groupes et forums dédiés pour partager des expériences, des conseils et des ressources avec d'autres **proches aidants**.
  - ✓ Campagnes ciblées pour toucher les familles et les amis **des personnes âgées** qui peuvent recommander le système.
- **Plateformes en lignes :**
  - ✓ Les plateformes en lignes sont utilisées d'une manière collaborative par les **maisons de retraites** afin de partager des documents, des rapports et des mises à jour de manière sécurisée.
  - ✓ Les plateformes en ligne sont aussi utilisées par **les professionnels** de santé afin de partager des données médicales et des rapports sur l'état des patients en toute sécurité.
- **Applications mobiles**
  - ✓ Utilisés par **les proches aidants et les familles** pour recevoir des notifications en temps réel sur l'état et les activités des personnes âgées.
  - ✓ Les applications mobiles Professionnelles sont utilisées **par les professionnels de la santé** pour accéder aux données des patients et recevoir des alertes sur les changements d'état.
- **Publicités télévisées et radiophoniques :** des campagnes diffusées à la télévision et à la radio pour informer le grand public sur les avantages de notre système, en ciblant les familles et les amis qui peuvent recommander le système ainsi que **les personnes âgées non malades** afin de les sensibiliser aux avantages préventifs du système et à les encourager à l'adopter.

- **Contacts professionnels** : idéal pour les **institutions de santé** afin d'avoir des discussions individuelles sur les besoins spécifiques de l'institution et les options de personnalisation du système.
- **Webinaires et séminaires** : sont dédiés pour des sessions de formation destinées aux **institutions de santé, aux maisons de retraites et d'organisations de soins** sur l'utilisation du système et les meilleures pratiques de soins.

## 5. Partenaires clés

### 5.1. Qui sont nos partenaires clés ?

- 1) **Fournisseurs et fabricants IoT** : les fabricants de dispositifs IoT et les fournisseurs de capteurs et actionneurs sont des fournisseurs clés dans notre mission de fournir un système de maison intelligente efficace, fiable et innovant.
- 2) **Institutions de recherche et de santé** : nous pouvons collaborer avec des universités, Centres de Recherche, des hôpitaux et cliniques spécialisées, pour évaluer notre système de maison connectée. Ces partenariats permettront de mener des études cliniques et de tester le système en milieu réel. Les retours d'expérience obtenus aideront à améliorer notre produit pour une meilleure gestion de la maladie d'Alzheimer.
- 3) **Associations de soignants et organisations à but non lucratif** : nous pouvons collaborer avec des Associations de Soignants et des Organisations à But Non Lucratif pour renforcer notre mission. Elles organisent des événements de sensibilisation et créent des réseaux de soutien pour les familles touchées par la maladie.
- 4) **Maisons de retraite et maisons de soins** : partenaires pour déployer le système dans leurs établissements et offrir des services de surveillance et de soins améliorés à leurs résidents atteints d'Alzheimer.
- 5) **Fournisseurs de services à domicile** : ces partenariats sont essentiels pour étendre la portée de notre solution et améliorer la qualité des soins à domicile et en établissement pour les personnes âgées atteintes d'Alzheimer.

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

Nous avons cherché des partenariats pour atteindre plusieurs objectifs simultanément qui offrent des avantages multiples. Voici quelques exemples de partenariats:

#### 1) **Partenariats avec des Universités et Centres de Recherche :**

Réduction des coûts : accès à des ressources de recherche et de développement à moindre coût grâce à des subventions de recherche ou à des programmes de collaboration.

## BMC (Business Model Canvas)

Accès à de nouvelles ressources : collaboration avec des experts académiques pour obtenir des connaissances spécialisées, des équipements de laboratoire et des installations de recherche.

Amélioration de la proposition de valeur : intégration de découvertes scientifiques et de technologies de pointe dans votre produit, renforçant ainsi sa crédibilité et son avantage concurrentiel.

### 2) **Partenariats avec des associations de soignants et des organisations à but non lucratif**

Réduction des coûts : obtention de subventions ou de financements supplémentaires pour la recherche et le développement du produit.

Accès à de nouvelles ressources : collaboration avec des associations de soignants pour accéder à des réseaux de soutien, à des ressources éducatives et à des programmes de sensibilisation.

Amélioration de la proposition de valeur: développement de programmes de soutien et de ressources éducatives pour les proches aidants, améliorant ainsi leur expérience avec le produit et renforçant la fidélité à la marque.

### 3) **Partenariats avec des fournisseurs de technologie :**

Réduction des coûts : obtention de réductions sur les composants et les dispositifs grâce à des accords de volume ou à des partenariats à long terme.

Accès à de nouvelles ressources: collaboration avec des fournisseurs de technologie pour accéder à des innovations et des avancées technologiques, renforçant ainsi la valeur ajoutée de votre produit.

Amélioration de la proposition de valeur: intégration de technologies de pointe dans votre produit, offrant ainsi des fonctionnalités avancées.

### 4) **Partenariats avec des maisons de retraite et des organisations de soins :**

Réduction des coûts: réduction des coûts de commercialisation en utilisant les canaux de distribution et les infrastructures existantes des partenaires.

Accès à de nouvelles ressources: collaboration avec des maisons de retraite pour accéder à des données et des informations sur les besoins des résidents, améliorant ainsi la conception et la personnalisation du produit.

Amélioration de la proposition de valeur: intégration du produit dans les services de soins existants, améliorant ainsi la qualité des soins et la satisfaction des résidents.

- 5) **Installateurs agréés** : sont des partenaires indispensables qui assurent que notre système de maison intelligente est installé de manière professionnelle, fonctionne efficacement, et offre une expérience utilisateur optimale.
- 6) **Distributeurs et revendeurs** : nous travaillons en collaboration avec des distributeurs spécialisés pour étendre la portée de notre solution de maison intelligente sur le marché. offrir une gamme de produits plus large et répondre aux besoins variés des clients.
- 7) **Partenaires de Co-marketing** : collaborer avec des entreprises offrant des produits ou services complémentaires pour élaborer des campagnes marketing conjointes.

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

Nous adoptons une approche stratégique pour aligner nos intérêts avec ceux de nos partenaires axée sur la collaboration. Cela implique :

- 1) **Identification des objectifs communs** : comprendre les besoins et les objectifs et les priorités de nos partenaires est crucial. En identifiant les défis nous pourrions mieux identifier les points d'alignement avec nos intérêts.
- 2) **Création de valeur mutuelle** : il est essentiel d'identifier les avantages réciproques que chaque partie peut tirer du partenariat. cela peut inclure des ressources, des compétences et des contacts.
- 3) **Collaboration et cocréation** :
  - ✓ Il est essentiel d'impliquer nos partenaires dès le début du processus de développement. Collaborer sur la conception et l'adaptation de notre produit ou service pour répondre aux besoins spécifiques de nos clients.
  - ✓ Il est essentiel de Co-crée des solutions avec nos partenaires en intégrant leurs retours et leurs expertises dans le développement de notre produit. Cela garantit que notre offre répond aux besoins réels du marché et offre une valeur ajoutée significative.
- 4) **Communication transparente et ouverte** :
  - ✓ Il est essentiel d'établir une Communication Transparente de maintenir une communication ouverte et transparente avec nos partenaires tout au long de la collaboration. Mais aussi de partager régulièrement des mises à jour, des progrès et des résultats, et d'être prêt à écouter et à répondre à leurs préoccupations et à leurs commentaires.
  - ✓ Il est impératif de montrer notre engagement à long terme envers nos partenaires de construire des relations solides basées sur la confiance, la transparence et la collaboration continue pour créer une base solide pour le succès mutuel à long terme.

## 6. Activités clés

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

- 1) **Recherche et développement** : cette activité implique l'investissement dans la recherche et le développement de nouvelles technologies et solutions pour la maison intelligente. Cela inclut la conception de capteurs innovants, de dispositifs IoT avancés et de logiciels intelligents pour améliorer l'efficacité et la convivialité des systèmes de maison intelligente.
- 2) **Intégration des technologies** : il s'agit de l'intégration harmonieuse des différentes technologies pour créer des systèmes complets de maison intelligente. Cela nécessite une expertise dans la mise en œuvre de capteurs, de dispositifs de commande, de réseaux de communication et de logiciels pour offrir des solutions adaptées aux besoins spécifiques des utilisateurs.
- 3) **Installation et configuration** : cette activité implique l'installation physique des dispositifs de maison intelligente chez les clients, ainsi que leur configuration initiale. Il est essentiel de personnaliser chaque installation en fonction des caractéristiques de la maison et des préférences des utilisateurs pour garantir une expérience optimale.
- 4) **Tests et itérations** : pour assurer la fiabilité, la convivialité et l'efficacité de notre produit, nous effectuons des tests rigoureux et utilisons les retours des utilisateurs pour des améliorations continues avant le déploiement sur le marché.
- 5) **Marketing et vente** : nous devons développer une stratégie de marketing complète, ciblant les proches aidants, les professionnels de santé et les institutions de soins. Cela inclut l'identification des canaux de distribution appropriés, comme les maisons de retraite, les établissements de santé, les pharmacies ou les plateformes en ligne spécialisées, pour atteindre nos clients potentiels. Nous devons planifier et exécuter le lancement du produit de manière stratégique, en organisant des campagnes de lancement, des événements de sensibilisation, des annonces, des publicités et en établissant des partenariats de distribution pour maximiser la visibilité et la traction sur le marché.
- 6) **Support client** : nous devons fournir une formation complète aux utilisateurs, incluant les personnes âgées, leurs familles et les professionnels de santé, pour qu'ils comprennent bien le produit. Ainsi que, un service d'assistance clientèle réactif et convivial est essentiel pour répondre aux questions et résoudre les problèmes techniques.
- 7) **Maintenance et support technique** : assurer la maintenance régulière et le support technique des systèmes de maison intelligente installés est crucial pour garantir leur bon fonctionnement continu. Cela comprend la surveillance à distance, le dépannage des problèmes et la mise à jour des logiciels pour garantir la sécurité et la performance des dispositifs.

### 6.2. Quelles sont les opérations essentielles pour notre entreprise ?

## BMC (Business Model Canvas)

- 1) **Gestion de la chaîne d'approvisionnement** : assurer l'approvisionnement en temps opportun de tous les composants nécessaires pour les installations de maison intelligente, en garantissant la disponibilité des produits et leur qualité.
- 2) **Fabrication et assemblage** : mettre en place des processus de fabrication efficaces pour produire le prototype en série, en veillant à la qualité et à la conformité aux normes de sécurité. Il est également essentiel de superviser l'assemblage du prototype et d'effectuer des contrôles de qualité réguliers pour s'assurer que chaque produit respecte les normes établies.
- 3) **Développement technologique** : Le développement technologique implique des activités de recherche et développement (R&D) pour concevoir et améliorer les produits. Cela comprend la réalisation de tests de performance pour garantir que le produit fonctionne de manière efficace et stable.
- 4) **Marketing et vente** : cela commence par une stratégie marketing complète utilisant divers canaux pour atteindre les proches aidants, les professionnels de santé et les institutions de soins. Ensuite, la visibilité du produit sur le marché.
- 5) **Gestion de projet** : planifier et exécuter efficacement les installations de maison intelligente chez les clients, en coordonnant les ressources humaines et matérielles pour respecter les délais et les budgets.
- 6) **Gestion des données** : collecter, stocker et analyser les données générées par les dispositifs de maison intelligente, tout en garantissant la confidentialité et la sécurité des informations des utilisateurs conformément aux réglementations en vigueur.

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

- 1) **Solutions personnalisées** : offrir des solutions adaptées aux besoins spécifiques et au mode de vie de chaque utilisateur, en prenant en compte les préférences et les contraintes individuelles.
- 2) **Fiabilité et facilité d'utilisation** : fournir des systèmes fiables et conviviaux qui améliorent le confort, la sécurité et l'efficacité énergétique des maisons, simplifiant ainsi la vie quotidienne des utilisateurs.
- 3) **Support technique réactif** : assurer un support technique réactif et compétent pour résoudre rapidement tout problème ou préoccupation des utilisateurs, garantissant ainsi une expérience sans souci avec les dispositifs de maison intelligente.
- 4) **Fonctionnalités innovantes** : intégrer des fonctionnalités innovantes qui permettent aux utilisateurs de contrôler et de surveiller leur domicile à distance, offrant ainsi un niveau de contrôle et de sécurité accru.
- 5) **Sensibilisation et éducation** : sensibiliser les clients aux avantages et aux possibilités offerts par la maison intelligente, les aidants à comprendre pleinement les fonctionnalités

et les avantages des technologies disponibles et à prendre des décisions éclairées sur leur adoption.

- 6) **Améliorations continues** : rassembler les observations des utilisateurs et des aidants pour identifier les besoins spécifiques de chacun et améliorer continuellement le produit. Intégrer les nouvelles technologies et fonctionnalités pour répondre aux besoins changeants des personnes âgées atteintes d'Alzheimer.

## 7. Ressources clés

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

#### 1) Actifs matériels :

- ✓ Stock de Composants : les capteurs, actionneurs, dispositifs de contrôle et autres équipements tels que des imprimantes 3D, des stations de soudage, des multimètres numériques, des circuits imprimés, des batteries et des câblages, sont essentiels à la construction du prototype et à la mise en œuvre des maisons intelligentes.
- ✓ Infrastructure Physique : installations physiques telles que des bureaux, des laboratoires, des entrepôts, et éventuellement des salles d'exposition ou de démonstration.

#### 2) Actifs immatériels : Brevets, droits d'auteur, marques déposées utilisés dans le prototype. Ainsi que, Les applications mobiles, les interfaces utilisateur, les plateformes cloud et les logiciels de gestion des données utilisés pour contrôler et surveiller les systèmes de maison.

#### 3) Ressources humaines :

- ✓ Ressources humaines liées à l'aspect technique : les ingénieurs, des développeurs logiciels, les spécialistes en sécurité informatique et les professionnels de santé et d'autres qualifiés pour concevoir, développer, installer et maintenir les systèmes de maison.
- ✓ Ressources humaines liées à l'aspect marketing et vente : Partenaires commerciaux, fournisseurs, les spécialistes en publicités, les spécialistes en publicité en ligne et sur les réseaux sociaux, les délégués médicaux et commerciaux.

### 7.2. Quels sont les outils, les technologies ou les partenariats dont nous avons besoin pour réussir ?

- **Réputation et confiance** : la réputation de l'entreprise, sa marque et la confiance des clients sont des ressources précieuses pour établir des relations à long terme avec les utilisateurs finaux et les partenaires commerciaux.

## BMC (Business Model Canvas)

- **Données et informations** : les données collectées par les capteurs et les systèmes domotiques, ainsi que les informations sur les préférences des utilisateurs, jouent un rôle essentiel dans la personnalisation des services et l'amélioration de l'expérience utilisateur. Assurer la confidentialité et la sécurité de ces informations personnelles est également important, nécessitant la mise en place de mesures de protection des données robustes pour garantir la confiance des utilisateurs.
- **Partenariats stratégiques** : des alliances avec des fabricants de matériel, institutions médicales, des chercheurs et des experts en santé pour valider notre solution, des partenaires de distribution, des fournisseurs de services cloud, des entreprises de sécurité et des acteurs de l'industrie pour fournir des composants, des services et des solutions complémentaires.
- **Financement** : les fonds nécessaires pour la recherche, le développement, la production, la commercialisation et la croissance de l'entreprise dans le domaine des maisons intelligentes.
- **Propriété intellectuelle** : les brevets, les marques déposées et autres actifs de propriété intellectuelle qui protègent les technologies et les innovations développées par l'entreprise.
- **Plateformes de développement logiciel** : utilisation des outils de développement logiciel modernes et les outils de gestion de versions pour la conception, le développement et le test de notre solution.
- **Intégration les technologies** : pour surveiller les activités des personnes âgées, détecter les comportements anormaux et d'analyse de données, Utilisez des technologies d'intelligence artificielle (IA), des systèmes embarqués et des capteurs avancés.

### 7.3. Quels sont les principaux avantages concurrentiels de nos ressources ?

- 1) **Innovation technologique** : le point de permet surveiller les activités des personnes âgées atteintes d'Alzheimer de manière précise et discrète, sans perturber leur routine quotidienne. Grâce de capteurs intelligents et l'analyse des données recueillies permettent de détecter les comportements anormaux et d'anticiper les besoins.
- 2) **Sécurité et Confidentialité** : assurer la sécurité et la confidentialité des données selon les normes renforce la confiance des clients. Offrir un contrôle d'accès avancé pour protéger les informations personnelles.
- 3) **Facilité d'Utilisation et Convivialité** : notre solution propose une interface utilisateur conviviale et facile à utiliser, adaptée aux capacités cognitives des personnes âgées. De plus, un support client réactif et personnalisé.
- 4) **Réseau de partenariats** : accès à un réseau étendu de partenaires stratégiques, permettant de combiner des technologies complémentaires et d'offrir des solutions intégrées.

- 5) **Personnel qualifié** : équipe talentueuse et expérimentée, capable de fournir un service de haute qualité et de répondre aux besoins évolutifs de nos clients.

## 8. Charges et coûts

### 8.1. Quels sont les coûts fixes et variables associés à notre modèle économique ?

- 1) Pris des matériaux de notre prototype initial

Voici une liste descriptive des coûts fixes et variables associés à notre modèle économique :

Matériels	Prix unitaire (DA)	Quantités	Montant (DA)
DHT11	500,00	1	500,00
Ultrason	400,00	3	1 200,00
Capteur de luminosité	20,00	1	20,00
Capteur de mouvement	400,00	1	400,00
Capteur de gaz MQ-2	600,00	1	600,00
Capteur de flamme	700,00	1	700,00
Capteur FSR-402	2 000,00	1	2 000,00
Clavier matriciel	300,00	1	300,00
Ventilateur	300,00	1	300,00
Transistor	50,00	1	50,00
Résistance	120,00	1	120,00
Photodiode	150,00	1	150,00
Buzzer	120,00	1	120,00
Speaker	800,00	1	800,00
Led	100,00	1	100,00
Servo moteur	450,00	3	1 350,00
Moteur MG 966	1400,00	1	1400,00

## BMC (Business Model Canvas)

	Module GSM8001	110,00	1	110,00
	Module WIFI	800,00	1	800,00
	Module SD-4	300,00	1	300,00
	Module RTC	3 500,00	1	3 500,00
	Câble Male/Male	400,00	1	400,00
	Câble Male/Femelle	400,00	1	400,00
	Arduino méga	6000,00	1	6000,00
	Papier maquette	320,00	10	3 200,00
	Produit d’emballage	800,00	1	800,00
2) Prix des matériaux dans le cas de fabrication d’une série de prototype	<b>Prix Total :</b>	-	-	<b>25 620,00</b>

Voici un tableau descriptif des prix de gros pour chaque composant matériel :

Matériels	Prix (DA)	Quantités	Prix total (DA)
DHT11	450,00	1	450,00
Ultrason	380,00	3	1 140,00
Capteur de luminosité	18,00	1	18,00
Capteur de mouvement	360,00	1	360,00
Capteur de gaz MQ-2	550,00	1	550,00
Capteur de flamme	640,00	1	640,00
Capteur FSR-402	1880,00	1	1880,00
Clavier matriciel	270,00	1	270,00
Ventilateur	280,00	1	280,00
Transistor	40,00	1	40,00
Résistance	100,00	1	100,00

## BMC (Business Model Canvas)

	Photodiode	110,00	1	110,00
	Buzzer	100,00	1	100,00
	Speaker	700,00	1	700,00
	Led	90,00	1	90,00
	Servo moteur	390,00	3	1 170,00
	Moteur MG 966	750,00	1	750,00
	Module WIFI	730,00	1	730,00
	Module SD-4	260,00	1	260,00
	Module RTC	3 330,00	1	3 330,00
	Câble Male/Male	350,00	1	350,00
	Câble Male/Femelle	350,00	1	350,00
	Arduino méga	5880,00	1	5880,00
3) Cout des ressources humaines (par mois) :	Papier maquette	200,00	10	2000,00
	Produit d'emballage	500,00	1	500,00
	<b>Prix Total :</b>	-	-	<b>22 048,00</b>

Ressources humaines	Prix unitaire (DA)	Quantités	Montant mois (DA)	par
Équipe de techniciens de déploiement et installation	90 000,00	1	90 000,00	
Equipe de développement de l'application	220 000,00	1	220 000,00	
Equipe de vente et de marketing	150 000,00	1	150 000,00	
Équipe de support client.	30 000,00	1	30 000,00	
Équipe de fabrication.	60 000,00	1	60 000,00	
Prix total	-		<b>550 000,00</b>	

## BMC (Business Model Canvas)

### 4) Coûts des Machines de Fabrication

<b>les machines de fabrication</b>	Prix unitaire (DA)	Quantités	Montant (DA)
Ordinateur	170 000,00	1	170 000,00
Alimentation de laboratoire	60 000,00	1	60 000,00
Multimètre numérique	50 000,00	1	50 000,00
Station de soudage	120 000,00	1	120 000,00
L'imprimante 3D	90 000,00	1	90 000,00
Prix total	-	-	<b>490 000,00</b>

### 8.2. Quels sont les coûts les plus importants pour notre entreprise ?

- 1) **Coûts des matières premières et des composants** : les équipements, les dispositifs de maison intelligente, les capteurs IoT et autres composants nécessaires à nos produits et services.
- 2) **Coûts de main-d'œuvre** : les salaires et les avantages sociaux du personnel, y compris les techniciens, les ingénieurs, clientèle, le personnel de service maintenance, les spécialistes en sécurité informatique.
- 3) **Coûts de marketing et de vente** : les investissements dans la publicité, le marketing numérique, les campagnes promotionnelles et les activités de vente pour attirer de nouveaux clients et fidéliser les clients existants.
- 4) **Coûts de recherche et développement technologique** : les dépenses liées à la recherche et au développement de nouvelles solutions, ainsi qu'à l'innovation continue pour rester compétitif sur le marché.
- 5) **Coûts d'exploitation** : les dépenses générales telles que les frais de location, les services publics, les assurances, les frais administratifs et les frais généraux de fonctionnement.

### 8.3. Comment pouvons-nous réduire les coûts ou améliorer l'efficacité de nos opérations ?

- 1) **Collaboration avec d'autres entreprises** : collaborer avec d'autres entreprises du secteur pour partager les ressources et les coûts, ce qui peut permettre de réaliser des

## BMC (Business Model Canvas)

économies d'échelle et de réduire les coûts de développement et de mise en œuvre de nouvelles technologies.

- 2) **Négociation des contrats** : renégocier les contrats avec les fournisseurs pour obtenir des conditions plus avantageuses, telles que des tarifs réduits, des délais de paiement prolongés ou des remises sur volume.
- 3) **Achat de matériel reconditionné** : acheter du matériel reconditionné ou d'occasion pour réduire les coûts. Le matériel reconditionné est souvent moins cher que le matériel neuf et peut offrir des performances comparables, ce qui permet de réaliser des économies significatives sans compromettre la qualité.

## 9. Revenus

### 9.1. Quels produits ou services nos clients sont-ils prêts à payer ?

Nos clients sont prêts à payer pour des produits et services qui améliorent leur sécurité, leur santé, leur confort et leur qualité de vie.

- 1) Tableau des flux de revenu de notre prototype de maison intelligente

Catégorie de Revenu	Coût (DA)	Revenu sans bénéfice (DA)	Revenu avec bénéfice (DA)	Pourcentage de bénéfice (%)
Systèmes de Surveillance	250 000,00	312 500,00	390 625,00	25
Capteurs Environnementaux	150 000,00	187 500,00	234 375,00	25
Appareils Connectés	200 000,00	250 000,00	312 500,00	25
Installation et Configuration	100 000,00	125 000,00	156 250,00	25
Abonnements de Maintenance	75000,00	93 750,00	117 188,00	25
Assistance et Support Technique	50 000,00	62 500,00	78 125,00	25
Suivi et Analyse des Données	60 000,00	75 000,00	93 750,00	25
Coordination des Soins	90 000,00	112 500,00	140 625,00	25
Formation des Utilisateurs	25 000,00	31 250,00	39 063,00	25
<b>Total</b>	<b>1 000 000,00</b>	<b>1 250 000,00</b>	<b>1 562 500,00</b>	<b>25</b>

- 2) Coûts de production

## BMC (Business Model Canvas)

Catégorie de Coût	Montant (DA)
Coût des Matériaux	25 620,00
Coût des Ressources Humaines	550 000,00
Coût des Machines de Fabrication	490 000,00
<b>Total des Coûts</b>	<b>1 065 620,00</b>

### 3) Bénéfices

Revenu Total (DA)	Coût Total (DA)	Bénéfice Total (DA)
1 562 500,00	1 065 620,00	496 880,00

#### Description des flux de revenu

##### ○ Produits :

- ✓ Système de Surveillance et de Sécurité : un système complet pour surveiller et sécuriser les domiciles.
- ✓ Appareils Connectés et Capteurs : dispositifs IoT qui montrent divers aspects de la maison et de la santé.
- ✓ Interface Utilisateur Intuitive : une interface facile à utiliser, adaptée aux capacités des utilisateurs.

##### ○ Services :

- ✓ Support client et assistance technique : un support réactif pour résoudre les problèmes et répondre aux questions.
- ✓ Mises à jour logicielles et maintenance : services réguliers pour maintenir les systèmes à jour et fonctionnels.
- ✓ Formation et éducation des utilisateurs : programmes pour aider les utilisateurs à maîtriser les nouvelles technologies.

##### ○ Valeur ajoutée :

- ✓ Accès à des données : la possibilité de consulter des données pertinentes sur la santé et la sécurité.

- ✓ Coordination des soins et des interventions : services qui facilitent la coordination entre les professionnels de santé, les aidants et les utilisateurs, améliorant ainsi la qualité des soins et des interventions.

## 9.2. Quels sont les différents moyens par lesquels nous pouvons générer des revenus ?

- 1) **Vente de produits** : vente de dispositifs de maison intelligente, capteurs, contrôleurs, et autres équipements.
- 2) **Services de consultation et d'installation** : fournir des services de consultation pour aider les clients à concevoir leurs systèmes de maison intelligente et des services d'installation pour mettre en place les équipements.
- 3) **Service de maintenance** : offrir des services de maintenance pour assurer le bon fonctionnement continu des systèmes de maison intelligente. Cela peut inclure des vérifications régulières, des mises à jour logicielles, des réparations et un support technique pour résoudre les problèmes éventuels.
- 4) **Abonnements** : offrir des services d'abonnement pour l'accès à des fonctionnalités avancées ou des mises à jour logicielles régulières.

## 9.3. Quel est notre modèle de tarification ?

Notre modèle de tarification est basé sur :

- 1) **Modèle de tarification par produit standard** : prix fixe pour chaque système de maison connectée dédiée à une personne âgée atteinte d'Alzheimer vendu avec son application.
- 2) **Modèle de tarification par produit personnalisé** : tarifs basés sur des niveaux de services différents offrant des options de bases et incluant des modifications adaptées aux déficits et aux besoins de la personne âgée.
- 3) **Abonnements** : tarifs basés sur des niveaux de service différents, offrant des options de base, standard, et premium pour répondre aux divers besoins des clients.
- 4) **Frais de services additionnels** : tarification basée sur les services spécifiques demandés en plus des packages abonnement, comme la maintenance avancée ou la personnalisation du système.

## Résumé

Ce projet scientifique de conception et de réalisation d'une maison connectée à une application mobile a pour objectif principale le maintien à domicile d'une personne âgée atteinte d'Alzheimer, dépendante et vivant seule.

Cette solution vise à surveiller d'une manière non intrusive la personne âgée grâce aux capteurs environnementaux déployés dans la maison et à distance grâce à l'application mobile qui reçoit les données d'enclenchements des capteurs. Ces données permettent à l'application mobile d'afficher l'état de santé de la personne âgée afin d'ajuster le traitement en fonction de son état.

L'objectif de l'application mobile est de créer un réseau bienveillant entre les aidants à savoir les médecins, l'aide-soignant et le proche aidant autour de la personne âgée. Elle vise à faciliter la communication et améliorer la coordination entre les aidants lors de la gestion de la santé de la personne âgée tel que la gestion de prise de médicaments et la gestion des rendez-vous.

## Abstract

This scientific project consists of the design and implementation of a connected home with a mobile application that aims primarily at supporting home care for an elderly person with Alzheimer's, who is dependent and living alone.

This solution seeks to monitor the elderly person in a non-intrusive manner using environmental sensors deployed in the home, and remotely via the mobile application that receives sensor activation data. This data allows the mobile application to display the elderly person's health status and adjust treatment according to their condition.

The objective of the mobile application is to create a supportive network among caregivers, including doctors, caregivers, and family members around the elderly person. It aims to facilitate communication and improve coordination among caregivers in managing the health of the elderly person, such as medication management and appointment scheduling.

## ملخص

يهدف هذا المشروع العلمي إلى دعم الرعاية المنزلية لشخص مسن مصاب بمرض الزهايمر، ويعتمد على الآخرين ويعيش بمفرده.

يسعى هذا الحل إلى مراقبة الشخص المسن بطريقة غير متطفلة باستخدام أجهزة استشعار بيئية موزعة في المنزل وعن بُعد عبر التطبيق الجوال الذي يستقبل بيانات تفعيل أجهزة الاستشعار. تسمح هذه البيانات للتطبيق الجوال بعرض حالة صحة الشخص المسن لضبط العلاج وفقاً لحالته.

يهدف التطبيق الجوال إلى إنشاء شبكة داعمة بين مقدمي الرعاية، بما في ذلك الأطباء والمساعدين الصحيين وأفراد الأسرة. يسعى التطبيق إلى تسهيل التواصل وتحسين التنسيق بين مقدمي الرعاية في إدارة صحة الشخص المسن، مثل إدارة تناول الأدوية وتحديد المواعيد.