

République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de
l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 8Mai 1945 – Guelma
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Electronique et Télécommunications



Mémoire de Fin d'Etude

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Académique

Domaine : **Sciences et Techniques**

Filière : **Télécommunications**

Spécialité : **Réseaux et Télécommunications**

Bracelet de télésurveillance pour des patients d'Alzheimer

Présenté par :

RAHABI Khayreddine

Tair Abdallah

Mehadjebia Bachir Zakaria

Zedadra Houssam Eddine

Sous la direction de :

Dr. IKNI Samir

Co-encadreur: Mr. BERREHOUMA Nabil

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciement

Tout d'abord, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous éclairer sur le droit chemin Nous adressons nos plus vifs remerciements à :

Nos chers parents pour leur soutien et leurs encouragements tout au long de nos années scolaires sans lesquelles nous n'aurions jamais réussi.

Nos encadreurs Dr. IKNI Samir et Mr. BERREHOUMA Nabil pour avoir accepté de nous encadrer en fin de thèse, pour leur aide et leur disponibilité tout au long de cette période.

Nous remercions également les membres du jury pour le temps précieux qu'ils ont consacré à l'étude et l'évaluation de notre mémoire.

Nos remerciements et notre gratitude vont aux professeurs et enseignants du département de télécommunications ainsi qu'aux étudiants et au personnel qui ont travaillé avec nous tout au long de notre université.

Nos proches, amis et toutes les personnes qui nous ont aidé de près ou de loin à réaliser cet humble travail.

Dédicas

Je dédie ce modeste travail

À ma très chère maman, source d'énergie pour ma réussite

À mon père Qu'ils trouvent en moi la source de leur fierté

À qui je dois tout

À mes sœurs Ahlem et Dalel

À mon frère Mohammed

À toutes ma famille

À mes chères amies

À tous les gens qui m'aiment

À tous ceux que j'aime.

Khayreddine

Je dédie ce modeste travail

À mes chers parents (Moussa et El khamssa), sources de tendresse

*À mes chères sœurs (Amel, Sana, Zina, Marwa, Zahra, Bouchra)
et à leurs enfants (Aridje, Amjed, Abdou, Loulou, Assil, Ranime,
Hasna, Ouassim, Chaïd, Sajed, Jawad, Rahma)*

*Aux maris de mes sœurs (Hassan, Hammada, Rochdi, Didine,
Amine, Mohamed)*

À toute ma famille ainsi qu'à mes amis

*À tous ceux qui m'ont aidé et encouragé dans les moments
difficiles (Linda Makhlouf, Allaoua Falfoul, Amel Rezaigia,
Dr. Lidia Touahri).*

Bachir Zakaria

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله ذو الرحمة الوافرة، الذي وفَّقني لاستكمال دراستي وإنجاز هذا العمل. أشكر الله تعالى على هذه النعمة العظيمة والتي لا يمكنني إلا أن أكون ممتنًا لها.

أعزِّي نجاحي العظيم لوالديَّ وأخوتي وأخواتي، الذين دعموني وشجعوني طوال رحلتي التعليمية. بفضل حبهم ودعمهم اللا محدود، استطعت الوصول إلى هذا الإنجاز، فلهم مني كل الشكر والتقدير.

وأتوجه بالشكر الخاص لأستاذي العزيزين "أكني سمير" و"برحومة نبيل"، اللذان كان لهما الدور الأساسي في توجيهي وتعليمي. بفضل حكمتها وعلمها القيم، استطعت تحقيق أهدافي وتطوير مهاراتي. فجزاهما الله خيرًا على كل ما قدماه لي. ولا أنسى كل الاستاذه الذين ساندوني وشجعوني ودعموني وكل اساتذة "قطب الشغل والابتكار".

ولا أنسى أصدقائي الأوفياء، الذين كانوا إلى جانبي طوال هذه الرحلة. بفضل دعمهم المستمر وتشجيعهم الملهم، تمكنت من تجاوز التحديات وتحقيق النجاح. لكم جميعًا أرفع أعلى درجات الشكر والامتنان.

كما اهدي نجاحي لكل من دعمني بكلمة او ابتسامه او دعوة.

أسأل الله تعالى أن يجعل هذا العمل الناجح خيرًا مباركًا ونقطة انطلاق لمستقبل مشرق ومليء بالتحقيقات والإنجازات. وأن يوفقي ويوفق جميع أبناء وآباء أعضائي في رحلتهم التعليمية والحياتية.

والله الموفق والمستعان.

عبد الله

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف المرسلين سيدنا محمد

Je dédie ce projet :

A ma chère mère,

A mon cher père,

Qui n'ont jamais cessé, de prier pour moi, de me soutenir pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A mes chers frères nacer eddine, mohamed amine,

A ma chère sœur yasmine,

A mon cher grand-père, Qui je souhaite une bonne santé.

A ma chère grand-mère, ta mort m'a laissé un grand vide, Que Dieu ait pitié de toi.

A toute ma famille,

*A mes chers amis chihab, sayed, sofiane, mouslim, borhane, b.mohamed ,
abdelmajid ,h.mohammed, aymen, c.mouhamed, Charaf eddine*

Pour leurs supports dans les moments difficiles.

A tous mes autres ami(e)s,

A mes collègues dans ce travail,

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

Zedadra houssam eddine

ملخص المذكرة

التطور المستمر لمرض الزهايمر وزيادة عدد المصابين يثير القلق وسط المجتمعات، حيث يعاني الأقارب والأشخاص المسؤولون عن رعاية المرضى من الحيرة والقلق المستمر حول مكان تواجد المرضى وحالتهم الصحية. من أجل مواجهة هذه المشكلة ومساعدة الأشخاص الذين يعتنون بمرضى الزهايمر، يعمل مشروعنا على استكشاف كيفية مراقبة المرضى داخل وخارج المنزل. يعتمد المشروع على تقنية Bluetooth منخفضة الطاقة (BLE) للمراقبة داخل المنزل، ونظام تحديد المواقع (GPS) للمراقبة خارج المنزل، بالإضافة إلى مراقبة الحالة الصحية للمرضى. يتضمن مشروعنا سوارًا إلكترونيًا يحتوي على مستشعر لقياس نبضات القلب ونسبة الأكسجين في الدم (MAX30102) ووحدة تحديد الموقع (GPS NEO6M) ومن خلال هذا المشروع، يمكن للأقارب والأشخاص المسؤولين عن رعاية المرضى مراقبة حالتهم والاطمئنان عليهم طوال الوقت.

Résumé

L'évolution continue de la maladie d'Alzheimer et l'augmentation de leur nombre suscitent de l'inquiétude au sein des communautés, où les proches et les responsables de la prise en charge de leurs patients souffrent d'une constante perplexité et anxiété quant à leur localisation et leur état de santé. Pour faire face à ce problème, ou en d'autres termes, pour aider les personnes s'occupant des patients atteints de la maladie d'Alzheimer, notre projet explore comment surveiller les patients à l'intérieur et à l'extérieur du domicile. À l'intérieur, il s'appuie sur la technologie Bluetooth à faible consommation d'énergie (BLE), tandis qu'à l'extérieur, il utilise le système de positionnement global (GPS), en plus de la surveillance médicale des patients. Notre projet se présente sous la forme d'un bracelet électronique contenant un capteur mesurant le rythme cardiaque et la saturation en oxygène dans le sang (MAX30102) et un module GPS (GPS NEO6M). Grâce à notre projet, les proches ou les personnes responsables peuvent surveiller en permanence leurs patients et s'assurer de leur bien-être.

Summary

The continuous evolution of Alzheimer's disease and the increasing number of affected individuals raises concern among communities, as relatives and caregivers constantly worry and feel anxious about the whereabouts and health condition of their loved ones. To address this issue, or in other words, to assist people caring for Alzheimer's patients, our project explores how to monitor patients both inside and outside the home. Inside, it relies on low-energy Bluetooth (BLE) technology, while outside, it utilizes GPS (Global Positioning System), along with health monitoring for the patients. Our project involves an electronic wristband that includes a sensor for measuring heart rate and oxygen saturation (MAX30102) and a GPS module (GPS NEO6M). Through our project, relatives or responsible individuals can continuously monitor their patients and ensure their well-being.

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre 1. Généralités sur la maladie d'Alzheimer	
I.1. Introduction.....	2
I.2. La maladie d'Alzheimer en Algérie.....	2
I.3. Problèmes liés au vieillissement de la population	3
I.3.1. Quelques chiffres de statistique	3
I.3.2. La dépendance chez les personnes âgées et les maladies d'Alzheimer	4
I.3.3. La fragilité chez les personnes âgées et les maladies d'Alzheimer	4
I.4. Les maladies et les risques affectant les personnes âgées.....	5
I.4.1. La maladie de Parkinson	5
I.4.2. La maladie d'Alzheimer	5
I.4.3. Maladie cardiaque	6
I.4.4. Arthrite atrophique.....	6
I.4.5. Asthme	6
I.5. Exigences techniques et éthiques du système de télésurveillance	6
I.6. Conclusion	7
Chapitre 2. Localisation Indoor/Outdoor	
II.1. Introduction	8
II.2. Système de Positionnement Indoor (IPS)	8
II.2.1. Techniques de transmission utilisées dans IPS.....	8
II.2.2. Choix de la technique appropriée	11
II.2.3. Calcul de la distance	11
II.2.4. Modèle mathématique de localisation BLE.....	13
II.2.4.1. Mesure de l'RSSI.....	13
II.2.4.2. Mesure de la distance	13

II.2.4.3. Déterminer la position du bracelet dans le plan	14
II.3. Système de Positionnement Outdoor (OPS).....	16
II.3.1. Définition du GPS	16
II.3.2. Localisation par GPS	16
II.3.3. Localisation du bracelet par GPS	17
II.4. Conclusion	19
Chapitre 3. Résultats Pratiques	
III.1. Introduction	21
III.2. Circuit électronique et ses composants	21
III.2.1. Microcontrôleur ESP32.....	21
III.2.2. Oximeter MAX30102	24
III.2.3. Neo-6M Module GPS.....	24
III.3. Logiciels utilisés et programmes développés.....	25
III.3.1. Arduino IDE.....	25
III.3.2. Application « Blynk »	26
III.4. Notre banc d’essai	28
III.4.1. Constitution du projet	28
III.4.2. Fonctionnement du projet	30
III.5. Conclusion	30
Conclusion générale	31

Liste Des Figures

Chapitre I. Généralités sur la maladie d'Alzheimer

- **Figure I.1** : Alzheimer/Démence en Algérie2
- **Figure I.2** : Pyramide des personnes âgées de la population en Algérie en 20233
- **Figure I.2** : Pyramide de personnes âgées de la population en Algérie en 20504

Chapitre II. Localisation Indoor/Outdoor

- **Figure II.1** : Localisation basée sur la technologie Wi-Fi9
- **Figure II.2** : Localisation basée sur la technologie VLC9
- **Figure II.3** : Localisation basée sur la technologie BLE10
- **Figure II.4** : Localisation basée sur la technologie RFID11
- **Figure II.5** : Position du bracelet par rapport aux balises référentielles12
- **Figure II.6** : RSSI en fonction de la distance de la source BLE13
- **Figure II.7** : Méthode de Triangulation pour déterminer la position du bracelet15
- **Figure II.8** : La méthode de triangulation du GPS17
- **Figure II.9** : La transformation des données18

Chapitre III. Résultats Pratiques

- **Figure III.1**: Broches de l'ESP3222
- **Figure III.2**: OximeterMAX3010224
- **Figure III.3**: Neo-6M Module GPS25
- **Figure III.4**: Interface de logiciel Arduino IDE26
- **Figure III.5**: fonctionnement blynk27
- **Figure III.6**: Interface de la plateforme de blynk28
- **Figure III.7**: le circuit du bracelet29

Introduction générale

Le présent mémoire se concentre sur le développement d'un bracelet de télésurveillance destiné aux patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Ce bracelet vise à offrir une solution technologique innovante pour améliorer la sécurité et la qualité de vie de ces patients, ainsi que pour faciliter la gestion de leur suivi médical.

Le premier chapitre de ce mémoire sera consacré à une présentation approfondie de la maladie d'Alzheimer, ainsi qu'à une analyse de la statistique concernant les patients atteints de cette pathologie. Nous examinerons les caractéristiques de cette maladie neurodégénérative, son impact sur la cognition et le comportement, et les défis auxquels les patients et leurs proches sont confrontés au quotidien.

Dans le deuxième chapitre, nous aborderons la question de la localisation des patients, que ce soit en environnement indoor (par le biais de la technologie BLE - Bluetooth Low Energy) ou en extérieur (grâce au système de positionnement GPS). Nous explorerons les avantages et les limites de chaque approche, en mettant en évidence les différentes techniques et technologies disponibles pour assurer une localisation précise et fiable.

Enfin, dans le dernier chapitre, nous présenterons le prototype de notre projet. Nous décrirons les composants électroniques utilisés, notamment l'ESP32, le module MAX30102 pour la surveillance des signes vitaux, ainsi que le module NEO6M GPS pour la localisation en extérieur. Nous expliquerons également comment ces données sont transmises à l'application Blynk, offrant ainsi une interface utilisateur conviviale pour le suivi et la gestion des patients.

L'objectif de ce mémoire est de présenter une proposition technique innovante visant à concevoir un bracelet électronique de télésurveillance spécialement adapté aux besoins des patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Cette solution vise à faciliter le suivi médical à distance pour les personnes en charge de cette tâche extrêmement complexe. Notre ambition est de contribuer à l'avancement des technologies de soins de santé à distance et d'améliorer significativement la qualité de vie des individus souffrant de la maladie d'Alzheimer.

CHAPITRE I :

***Généralités sur la maladie
d'Alzheimer***

I.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va aborder différents aspects de la maladie d'Alzheimer en Algérie. On va discuter le taux de prévalence de cette maladie, en particulier chez les personnes âgées de plus de 60 ans, ainsi que du rythme de vieillissement de la population algérienne. Nous évoquerons également les problèmes de perte d'autonomie et de fragilité associés à cette maladie. Enfin, on va parler des exigences techniques et éthiques d'un system de télésurveillance qui peut supporter cette tranche vulnérable de notre société.

I.2. La maladie d'Alzheimer en Algérie

La figure I.1 montre des statistiques sur les personnes atteintes de la maladie Alzheimer et Démence en Algérie.

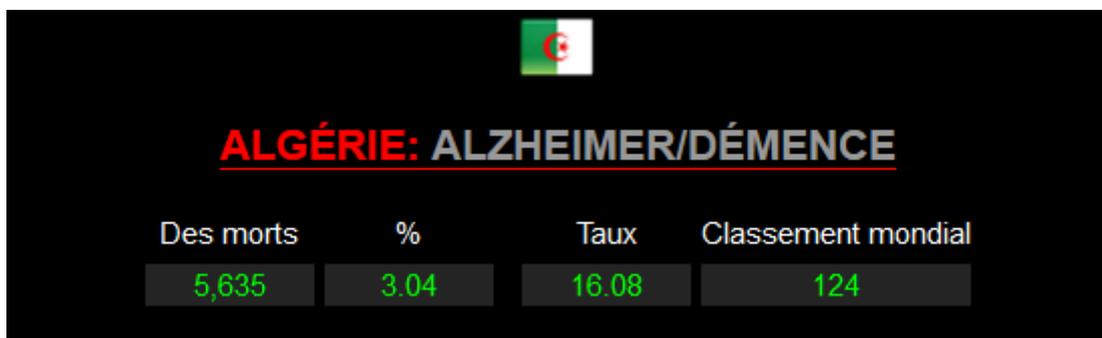


Figure I.1 : Alzheimer/Démence en Algérie [1]

Selon les dernières données de l'OMS publiées en 2020, les décès par Alzheimer/Démence en Algérie ont atteint 5,635 ce qui vaut 3.04% des décès totaux. La moyenne selon l'âge du taux de mortalité est 16.08 par 100 000 de population, ce qui met l'Algérie dans le rang 124 à l'échelle mondiale. On note que la proportion de personnes âgées en Algérie est en augmentation en raison de l'augmentation de l'espérance de vie et de la diminution de la mortalité infantile [2].

La maladie d'Alzheimer est une maladie qui atteint généralement la population de plus de 65 ans, et elle se manifeste par ses troubles volitifs affectant la mémoire, la raison, le confort et l'aptitude à réaliser les activités les plus élevées. Il s'agit d'une maladie neurologique qui évolue de façon progressive et de manière irréversible, à cause d'une dégénérescence du tissu cérébral, pour parvenir à un état de démence. La maladie d'Alzheimer dans sa forme la plus fréquente apparaît en général autour de 60 à 70 ans et n'est souvent même pas provoquée. Une forme plus rare de la maladie est moins fréquente à un âge plus précoce aux alentours de la cinquantaine appelée la forme familiale en raison d'une mutation génétique [3].

Selon les spécialistes, des facteurs propres à chaque individu pouvant être à l'origine de la maladie d'Alzheimer. Parmi les facteurs qui augmentent le risque de développer la maladie d'Alzheimer, notons : l'âge, les facteurs génétiques, les traumatismes crâniens, les maladies cardiovasculaires,

L'obésité, le syndrome métabolique, l'hypertension non contrôlée et le diabète [3]. A l'heure actuelle, il n'existe pas de traitement qui permette de guérir la maladie d'Alzheimer, cependant les quelques traitements existants sont susceptibles de freiner l'évolution des symptômes, d'où l'intérêt du diagnostic précoce de cette pathologie chronique.

Grace aux progrès de l'imagerie cérébrale, on sait maintenant diagnostiquer avec certitude cette maladie et on sait aussi qu'en luttant contre certains facteurs de risques, il est possible de retarder l'apparition de cette pathologie qualifiée de « maladie de famille » par l'Association Alzheimer, car le déclin du patient atteint profondément tous ses proches [4].

I.3. Problèmes liés au vieillissement de la population

I.3.1. Quelques chiffres de statistique

Selon les estimations de la Banque Mondiale [5], la population algérienne en 2021 était d'environ 44,9 millions d'habitants. Entre les années 1960 et 2020, la population a connu une croissance rapide, passant d'environ 10 millions à près de 44 millions. La croissance de la population a été alimentée par une augmentation de la fécondité et une baisse de la mortalité, mais ces tendances ont commencé à ralentir au cours des dernières décennies.

Selon les projections des Nations unies [6], la population algérienne devrait continuer à croître au cours des prochaines décennies, atteignant environ 49 millions d'habitants en 2050. Cependant, le taux de croissance devrait ralentir en raison de la baisse de la fécondité et de l'augmentation de l'espérance de vie. En 2100, la population algérienne devrait atteindre environ 52 millions d'habitants.

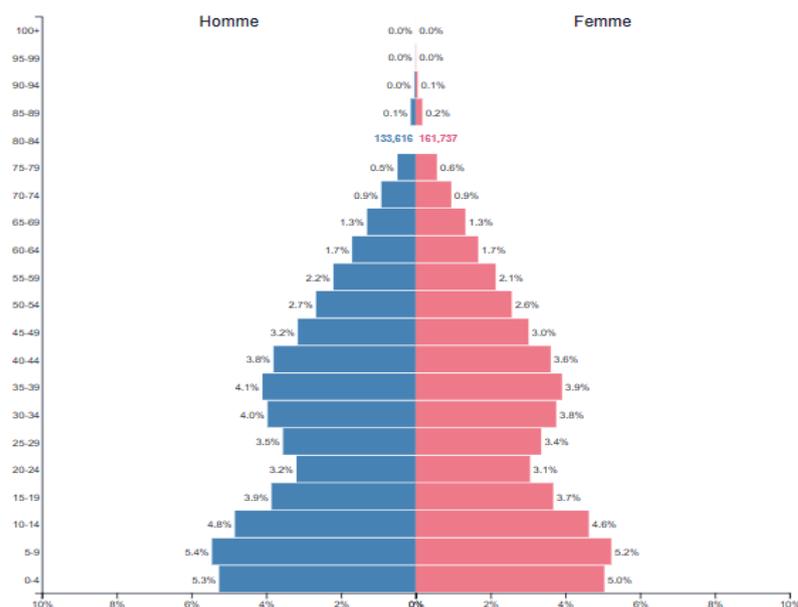


Figure I.2 : Pyramide des personnes âgées de la population en Algérie en 2023 [7]

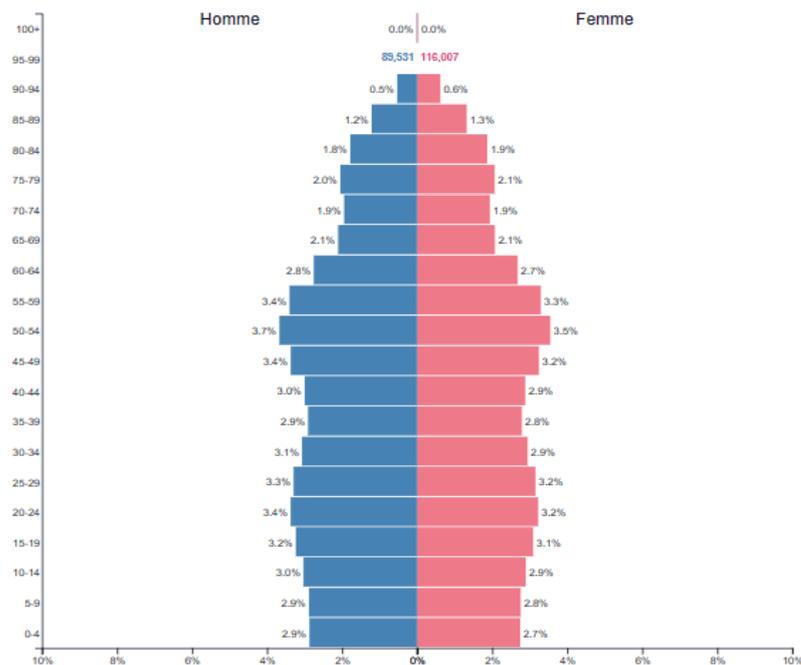


Figure I.2 : Pyramide des personnes âgées de la population en Algérie en 2050 [7]

I.3.2. La dépendance chez les personnes âgées et les maladies d'Alzheimer

Par définition, la dépendance désigne l'état d'une personne qui a besoin d'aide pour réaliser des actes de la vie quotidienne, ou qui nécessite une surveillance régulière. Il s'agit d'un phénomène connu, mais souvent mal anticipé [8].

La perte d'autonomie peut être physique ou mentale. Chez les personnes âgées de plus de 60 ans, la dépendance est causée par des maladies chroniques et de la maladie d'Alzheimer par les conséquences du vieillissement de l'organisme.

Ainsi, une personne dépendante est inapte à vivre seule de manière autonome. Une présence humaine ponctuelle ou permanente, selon le degré de perte d'autonomie, est donc nécessaire.

I.3.3. La fragilité chez les personnes âgées et les maladies d'Alzheimer

La fragilité est un syndrome clinique. Elle reflète une réduction des aptitudes physiologiques de réserve, entraînant une diminution des capacités d'adaptation au stress (provoqué par une maladie, une chute, une intervention chirurgicale...). La fragilité s'installe progressivement, à la suite de l'apparition et à la superposition de plusieurs facteurs tels que les changements physiologiques liés à l'avancement en âge, le manque d'activité physique, l'insuffisance d'apports alimentaires (particulièrement de protéines), les comorbidités ou encore divers facteurs environnementaux [8].

La fragilité est un état intermédiaire entre le vieillissement normal et la perte d'autonomie. Ce syndrome affecte principalement les personnes âgées. En effet, le vieillissement, qu'il soit physiologique (sensoriel, cérébral, cardiaque...) ou pathologique (maladie chronique ou aiguë, troubles de la mémoire...) est un processus qui modifie l'état de santé d'un individu. Cependant,

même si le vieillissement prédispose à la fragilité, toutes les personnes âgées ne sont pas nécessairement fragiles [8].

Pour comprendre un peu mieux la notion de fragilité, dans la population des personnes âgées on distingue :

- **Celles qui sont robustes**, dont le déclin physiologique lié à l'âge est dit normal et qui vieillissent en bonne santé physique et mentale. Elles représentent 65 à 70% des personnes âgées et ont des besoins de santé équivalents à ceux de la population adulte.
- **Celles qui sont fragiles**, qui subissent un déclin physiologique plus rapide. Chez ces personnes, à la suite d'un événement traumatique (maladie, chute, décès d'un proche, ...) la récupération des capacités antérieures n'est pas totale. Cet état concerne, selon l'âge, de 10 à 25% des sujets (très) âgés.
- **Celles qui sont devenues dépendantes** et dont la perte d'autonomie est associée à des handicaps et des complications. Ces personnes ont besoin d'aide pour les gestes du quotidien comme par exemple s'habiller, se laver, s'alimenter, ...

I.4. Les maladies et les risques affectant les personnes âgées

À la phase de la vieillesse, des changements physiques majeurs se produisent, ce qui conduit à l'infection de certaines personnes âgées par de nombreuses maladies. Voici les maladies les plus importantes qui affectent les personnes âgées [9].

I.4.1. La maladie de Parkinson

Cette maladie est devenue plus fréquente chez les personnes âgées, et c'est une diminution du nombre de cellules productrices de dopamine dans le cerveau, qui est la substance responsable du mouvement. Ce défaut se traduit par des tremblements dans les mains et une raideur des muscles du visage et du corps aussi.

Cela explique l'incapacité de la plupart des personnes âgées à marcher normalement en raison d'un retard ou de la soi-disant raideur résultant de la faible capacité des articulations.

Un autre symptôme de la maladie de Parkinson est le déséquilibre, car le patient aux stades avancés perd l'équilibre et la coordination dans ses différents mouvements, où le corps et la tête passent à une position de flexion vers l'avant avec un dos arqué, ce qui expose les personnes âgées à tomber ou à trébucher parfois.

I.4.2. La maladie d'Alzheimer

L'une des principales maladies affectant les personnes âgées est la maladie d'Alzheimer, qui est une condition pathologique qui affecte les cellules nerveuses du cerveau, ce qui entraîne une corruption et un rétrécissement de la taille du cerveau. Elle affecte la partie responsable du langage et de la mémoire, et elle arrive souvent aux personnes de plus de soixante ans. Parmi les symptômes les plus importants de la maladie d'Alzheimer figurent la confusion, la répétition de la parole, la perte de mémoire et la diminution des capacités mentales.

I.4.3. Maladie cardiaque

L'hypertrophie du myocarde est une maladie très courante chez les personnes âgées qui finit par entraîner une faiblesse dans le corps. L'un des symptômes d'un muscle cardiaque hypertrophié ou faible est une sensation d'essoufflement, en particulier lors de tout effort physique, même s'il est simple.

I.4.4. Arthrite atrophique

L'arthrite atrophique est l'un des types d'arthrite les plus courants, en particulier chez les personnes âgées. Il s'agit d'un trouble chronique qui affecte le cartilage, qui est le tissu conjonctif qui tapisse et protège les surfaces osseuses au point de rencontre pour former les articulations, ainsi comme certains des tissus qui entourent l'articulation. Les symptômes de l'arthrite atrophique peuvent inclure la douleur, la raideur et la limitation du mouvement complet de l'articulation, la raideur articulaire étant plus sévère le matin et diminuant progressivement après une demi-heure.

I.4.5. Asthme

C'est une inflammation chronique des voies respiratoires. L'asthme survient lorsque les bronches sont très sensibles aux allergènes, en particulier lorsqu'elles sont exposées à des stimuli environnementaux externes. Cela conduirait à une bronchite et à des spasmes musculaires entraînant un essoufflement. Les symptômes de l'asthme sont des épisodes récurrents ou des crises de toux, une respiration sifflante et une oppression thoracique, en particulier la nuit et tôt le matin. Ces épisodes s'accompagnent d'un

Rétrécissement des voies respiratoires et s'améliorent spontanément avec la suppression des stimuli ou avec un traitement.

Notre travail de mémoire vise à proposer et réaliser un bracelet électronique portable pour détecter quelques situations critiques chez les personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. Il s'agit d'un système de télésurveillance équipée de certains capteurs soigneusement choisis :

- Capteurs de position pour détecter le déplacement et la chute
- Capteur de température corporelle
- Capteur de battement de cœur
- Capteur pour mesure la quantité d'oxygène

I.5. Exigences techniques et éthiques du système de télésurveillance

Les systèmes de télésurveillance doivent répondre à certaines exigences pour être acceptés par les constructeurs ainsi que les partenaires sociaux intéressés [10] :

- **Respect de la vie privée** : Les systèmes de télésurveillance doivent respecter la vie privée des personnes surveillées. En effet, les personnes âgées peuvent accepter de divulguer des informations médicales mais refusent souvent d'être surveillées par des dispositifs trop intrusifs de type caméra.
- **Tolérance et acceptabilité** : Le design du bracelet doit répondre à certaines conditions d'acceptabilité et de confort. Les questions qui se posent dans le cas d'utilisation de ce type de systèmes sont : Est-ce que le patient accepte de porter le dispositif ? Si oui, pendant combien de temps est-il capable de le supporter ?
- **Efficacité et fiabilité** : Le système de télésurveillance doit être efficace pour avoir un taux de fausses alertes générées très faible, ainsi qu'il doit être fiable et robuste afin de minimiser la probabilité de panne.
- **Autonomie énergétique** : Parmi les difficultés rencontrées dans ces systèmes, l'autonomie énergétique qui joue un rôle important. En effet, le remplacement de la batterie par les patients eux-mêmes ou leurs aides-soignants peut être compliqué ou gênant et coûteux aussi.
- **Facilité d'utilisation** : Le système de télésurveillance doit être simple et ergonomique soit du côté patient ou du côté utilisateur de l'application qui surveille son malade à distance ; ceci est un point clé de son succès.
- **Faible coût et souplesse** : Le matériel utilisé doit être indépendant de l'environnement de vie de l'utilisateur, cela nécessite l'exploitation de la technologie sans fil à faible coût afin de rendre l'installation du système flexible, rapide et moins coûteuse.

Il existe aussi d'autres exigences comme la sécurisation de données et la mise en haute disponibilité des machines de traitement, dont on n'a pas traité dans notre projet actuel et qui nous devons tenir compte dans la suite de ce travail de Startup.

I.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu les différentes maladies dont souffrent les personnes âgées, notamment la maladie d'Alzheimer. Nous avons également discuté de la prévalence de cette maladie, ainsi que du taux de vieillissement de la population algérienne en particulier. Nous avons aussi évoqué les problèmes de perte d'autonomie et de fragilité des membres liés à cette maladie. Ensuite, nous avons parlé des exigences techniques et éthiques d'un système de surveillance à distance qui peut aider les personnes âgées et leurs aides-soignants. Nous avons également abordé les dispositifs que nous avons utilisés pour réaliser notre bracelet électronique de télésurveillance

Chapitre II
Localisation
Indoor/Outdoor

II.1. Introduction :

La localisation est une technique qui permet de déterminer la position d'un objet ou d'une personne dans un environnement donné. Dans de nombreux contextes, la localisation est une information critique qui permet de prendre des décisions importantes. Il existe plusieurs méthodes de localisation, chacune ayant ses propres avantages et inconvénients en fonction des applications spécifiques.

Dans ce chapitre, nous allons présenter les deux méthodes de localisation utilisées dans notre projet à savoir : la méthode basée sur la technologie BLE (Bluetooth Low Energy) combinée avec l'algorithme de trilatération utilisée en environnement Indoor, puis celle basée sur le GPS (Global Positioning System) utilisée en environnement Outdoor.

II.2. Système de Positionnement Indoor (IPS)

Le système de positionnement intérieur (IPS : Indoor Positioning System) est une technologie utilisée pour suivre et surveiller la localisation des personnes ou des objets à l'intérieur des bâtiments. En résumé, IPS est un système basé sur un réseau d'au moins 3 capteurs utilisant une certaine technique de transmission sans fil (Bluetooth, Wi-Fi, ZigBee, VLC, RFID, ...) et algorithmes de calcul afin de déterminer avec précision le positionnement d'un objet dans un environnement indoor.

II.2.1. Techniques de transmission utilisées dans IPS :

➤ Wi-Fi

La localisation d'un objet à l'aide du Wi-Fi repose sur la mesure de la force du signal reçu (RSS) et d'autres informations supplémentaires. En effet, dans les environnements indoor, un WLAN (Wireless Local Area Network) composé de trois points d'accès sans fil (AP) dont les positions sont fixes est utilisé pour localiser, surveiller ou suivre un objet mobile se trouvant à l'intérieur de leur couverture radio. De plus, le protocole IEEE 802.11 utilise le Wi-Fi RTT (temps aller-retour), qui permet aux appareils d'utiliser le temps de vol (ToF) pour déterminer la distance par rapport aux points d'accès [11].

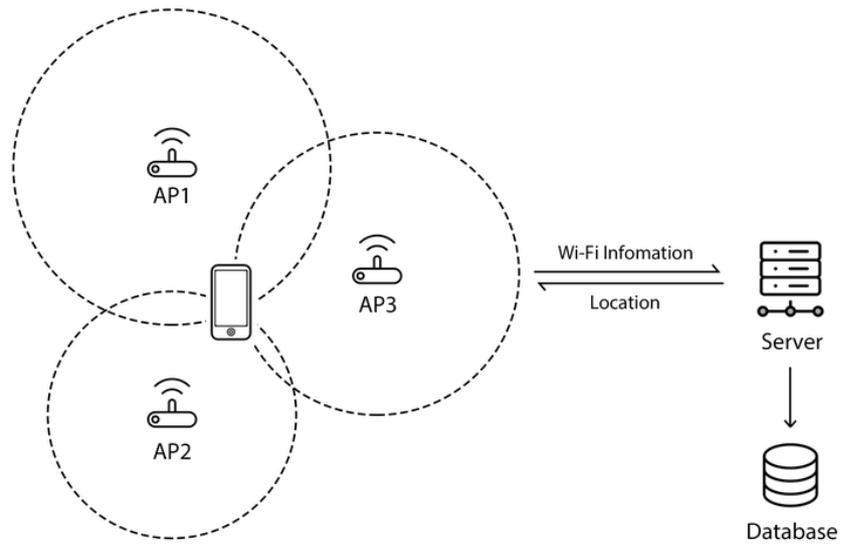


Figure II.1 : Localisation basée sur la technologie Wi-Fi

➤ **Communication par lumière visible (VLC)**

La VLC (Visible Light Communication) est utilisée dans le positionnement en intérieur en exploitant la lumière visible pour déterminer la position d'un objet se déplaçant à l'intérieur d'un espace clos. Des luminaires équipés de LED spéciales émettent des signaux lumineux modulés contenant des informations de localisation. Les appareils récepteurs, tels que des smartphones, captent à travers leur caméra ces signaux et calculent leur position en fonction de la force et de la qualité des signaux reçus [11].

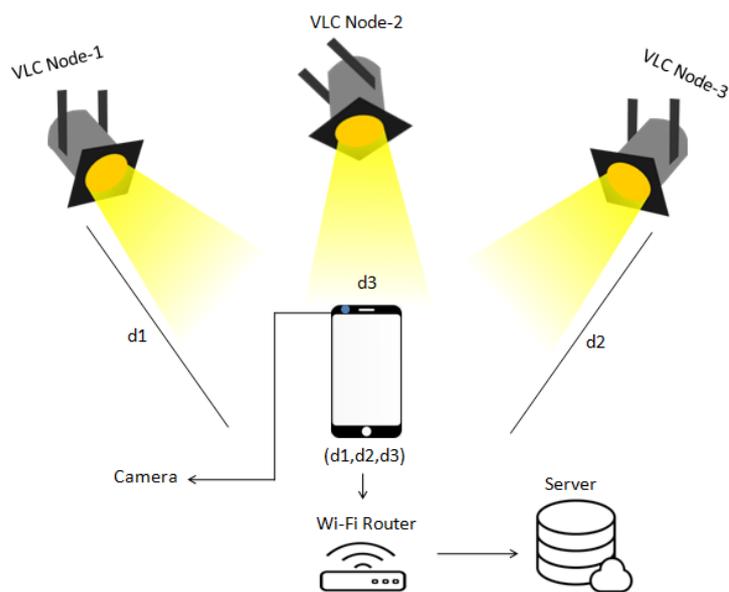


Figure II.2 : Localisation basée sur la technologie VLC

➤ **Bluetooth à basse consommation d'énergie (BLE)**

Le Bluetooth Low Energy (BLE) est utilisé dans le positionnement en intérieur en utilisant des balises BLE (iBeacons) pour émettre des signaux Bluetooth. Les appareils récepteurs mesurent la force des signaux reçus à partir de ces balises et estiment approximativement la distance qui les sépare à ces balises pour calculer leurs positions exactes. Le BLE offre une faible consommation d'énergie, une compatibilité étendue et une précision raisonnable pour le positionnement en intérieur [11].

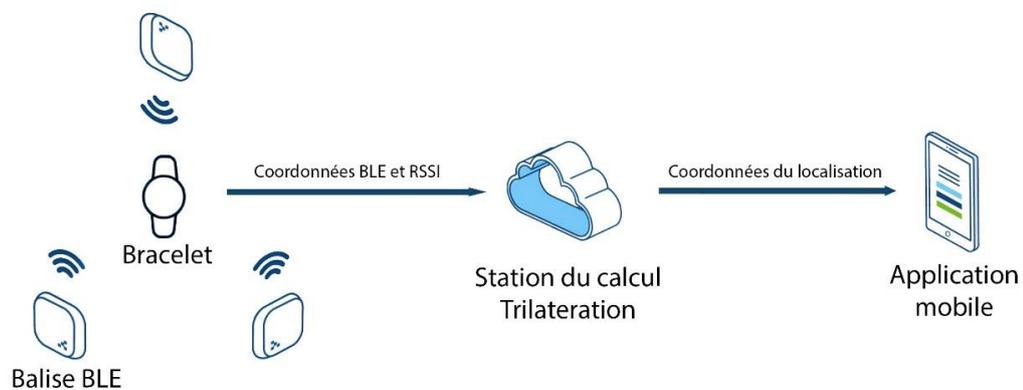


Figure II.3 : Localisation basée sur la technologie BLE

➤ **Identification radiofréquence (RFID)**

La technologie RFID est composée d'étiquettes ou de cartes RFID et d'un lecteur. Le lecteur RFID comprend un microcontrôleur, un générateur de signal et un récepteur de signal de retour, et utilise un champ électromagnétique radiofréquence pour lire les données des tags et des cartes. Lorsque le lecteur envoie en continu des ondes radio, chaque fois que le tag ou la carte est à portée, le lecteur reçoit un signal de retour. En utilisant une technique de modulation de charge, le lecteur peut ensuite lire les données de l'étiquette RFID ou de la carte en question. En fin, la localisation de l'objet est déterminée par l'étiquette ou la carte qui lui est attachée [11].

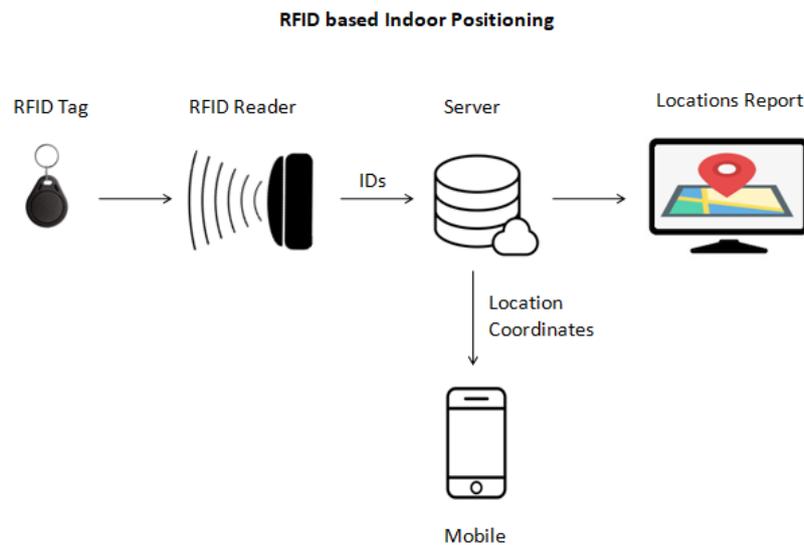


Figure II.4 : Localisation basée sur la technologie RFID

II.2.2. Choix de la technique appropriée

La BLE est une technologie de radiofréquence (RF) pour la communication sans fil à faible consommation d'énergie, très répandue et prise en charge par de nombreux appareils d'aujourd'hui pour transmettre des données à l'aide d'ondes radio.

Dans notre projet, on a choisi la technologie BLE (Bluetooth Low Energy) dans les systèmes de positionnement indoor pour les raisons suivantes :

- **Faible consommation d'énergie** : Les appareils BLE sont conçus pour consommer très peu d'énergie, ce qui les rend énergétiquement autonome et donc appropriés pour une utilisation prolongée dans des environnements où les appareils sont en veille la plupart du temps.
- **Large adoption** : Le BLE est largement adopté dans les dispositifs mobiles (smartphones, tablettes, etc.), ce qui permet aux utilisateurs de se connecter facilement aux appareils BLE.
- **Faible coût** : La technologie BLE est relativement peu coûteuse, ce qui en fait une option économique pour les systèmes de positionnement indoor.
- **Précision suffisante** : Le BLE peut fournir une précision de positionnement suffisante pour de nombreuses applications indoor.

II.2.3. Calcul de la distance :

Afin de déterminer la position précise de notre bracelet électronique, il est nécessaire de mesurer les trois distances d_1 , d_2 et d_3 qui le séparent des balises BLE de référence (voir Fig. I.4). Cette distance est influencée par de nombreux facteurs tels que la puissance du signal reçu, la nature de l'environnement et les interférences électromagnétiques. Dans un premier temps, la technique RSSI (Received Signal Strength Indication) [12] est utilisée pour estimer cette distance en se basant sur la force du signal reçu ; en effet, la relation entre ces deux grandeurs est inversement

Proportionnelle, plus le signal est fort, plus la distance est courte. Dans un deuxième temps, la technique de triangulation ou « trilateration » est utilisée pour estimer la position de notre bracelet mobile en se basant sur les trois distances de référence ainsi calculées.

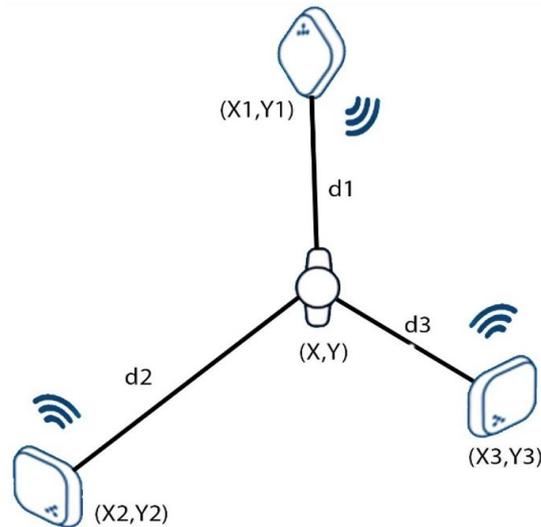


Figure II.5 : Position du bracelet par rapport aux balises référentielles

On a choisi de combiner la méthode de triangulation avec l’RSSI en raison de sa capacité à fournir une localisation en temps réel relativement précise et fiable pour une variété d’applications telles que le suivi des actifs, la navigation en intérieur et la surveillance de la santé, tout en étant relativement simple à mettre en œuvre avec un matériel peu coûteux. Cependant, il est important de noter que la précision des estimations de position dépend de plusieurs facteurs tels que la qualité des mesures RSSI (voir Fig. II.6), la densité des balises et la présence d’obstacles ou d’interférences électromagnétiques.

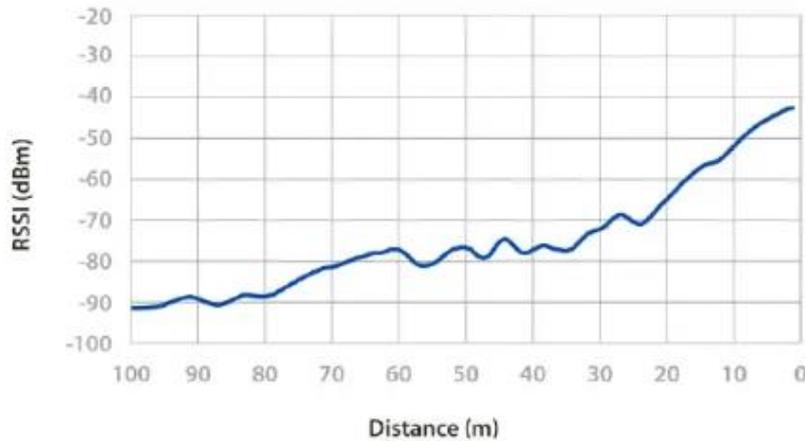


Figure II.6 : RSSI en fonction de la distance de la source BLE [12]

II.2.4. Modèle mathématique de localisation BLE :

II.2.4.1. Mesure de l’RSSI :

La relation mathématique de l’RSSI par rapport au signal radio reçu est une équation logarithmique, qui permet de convertir la puissance du signal reçu en dBm (décibels-milliwatts) en une valeur RSSI.

L’équation la plus couramment utilisée pour calculer la valeur de RSSI en fonction de la puissance du signal reçu est la suivante [13] :

$$RSSI = -10 n * \log_{10}(P) \dots\dots\dots(1)$$

Où *n* est le facteur d'atténuation du signal radio reçu et *P* représente la puissance du signal en (mW).

Le facteur d'atténuation du signal radio est déterminé par les caractéristiques de l'environnement, telles que la distance entre les dispositifs, les obstacles physiques et les interférences électromagnétiques, et il varie en fonction des conditions environnementales et des dispositifs utilisés.

L’équation (1) permet de convertir la puissance du signal reçu en une valeur de RSSI, qui peut être utilisée pour évaluer la qualité de la liaison radio entre les dispositifs et est souvent utilisée pour déterminer la portée d'un dispositif de communication sans fil.

II.2.4.2. Mesure de la distance :

Une méthode courante pour calculer la distance entre l'appareil mobile et une balise fixe, est basée sur la formule d'atténuation log-distance qui peut être exprimée mathématiquement comme suit [13] :

$$d = 10^{\frac{RSSI-A}{10*n}} \dots\dots\dots (2)$$

Où : RSSI est la puissance du signal reçue en dBm, et A est la puissance du signal à une distance de référence en dBm (généralement mesurée à une distance de 1 mètre). « n » est le facteur d'atténuation de propagation qui dépend des caractéristiques de l'environnement (typiquement compris entre 2 et 4) [13]. En utilisant les distances estimées entre l'appareil et trois balises ou plus, il est possible d'estimer la position approximative de l'appareil en utilisant les intersections de cercles (voir Fig. II.7).

II.2.4.3. Déterminer la position du bracelet dans le plan :

Pour déterminer les coordonnées cartésiennes (x, y) de notre bracelet, il est nécessaire résoudre l'ensemble des 3 équations suivantes :

$$d_1^2 = (x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$d_2^2 = (x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$d_3^2 = (x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 \dots\dots\dots (5)$$

Ce qui peut être réécrit en posant $i = 1, 2, 3$ sous la forme compacte de l'équation (6) suivante :

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 = d_i^2 \dots\dots\dots (6)$$

Avec : x et y les coordonnées cartésiennes du point mobile (bracelet), x_i et y_i coordonnées de la balise i, d_i la distance entre le point mobile et la balise i.

La relation (6) est une équation d'un cercle de centre (x_i, y_i) et de rayon d_i . Afin de résoudre géométriquement cette équation, il est nécessaire de trouver le point d'intersection des 3 cercles. Cela peut être fait en utilisant des formules trigonométriques pour calculer les coordonnées (x, y) de ce point. La figure (Fig. II.7) illustre cette solution unique.

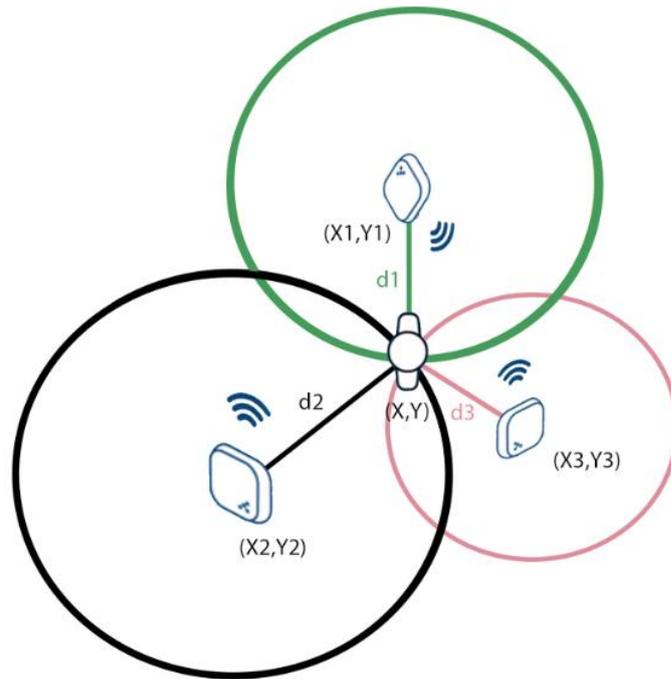


Figure II.7 : Méthode de Triangulation pour déterminer la position du bracelet

Après un développement mathématique on aboutit à la solution indiquée par les 2 relations (7) et (8) suivantes :

$$x = \frac{(\chi_1^2 + y_1^2 - d_1^2)(y_3 - y_2) + (\chi_2^2 + y_2^2 - d_2^2)(y_1 - y_3) + (\chi_3^2 + y_3^2 - d_3^2)(y_2 - y_1)}{2[x_1(y_3 - y_2) + x_2(y_1 - y_3) + x_3(y_2 - y_1)]} \dots\dots\dots (7)$$

$$y = \frac{(\chi_1^2 + y_1^2 - d_1^2)(x_3 - x_2) + (\chi_2^2 + y_2^2 - d_2^2)(x_1 - x_3) + (\chi_3^2 + y_3^2 - d_3^2)(x_2 - x_1)}{2[y_1(x_3 - x_2) + y_2(x_1 - x_3) + y_3(x_2 - x_1)]} \dots\dots\dots (8)$$

Pour simplifier ces deux expressions, on pose :

$A = x_1^2 + y_1^2 + d_1^2$	$X_{32} = (x_3 - x_2)$	$Y_{32} = (y_3 - y_2)$
$B = x_2^2 + y_2^2 + d_2^2$	$X_{13} = (x_1 - x_3)$	$Y_{13} = (y_1 - y_3)$
$C = x_3^2 + y_3^2 + d_3^2$	$X_{21} = (x_3 - x_2)$	$Y_{21} = (y_2 - y_1)$

D'où, les deux expressions (7) et (8) peuvent être réécrites sous la forme suivante [13] :

$$x = \frac{AY_{32} + BY_{13} + CY_{21}}{2(x_1Y_{32} + x_2Y_{13} + x_3Y_{21})} \dots\dots\dots (9)$$

$$y = \frac{AX_{32} + BX_{13} + CX_{21}}{2(y_1X_{32} + y_2X_{13} + y_1X_{21})} \dots\dots\dots (10)$$

Les expressions (9) et (10) permettent de déterminer d'une manière unique et précise les coordonnées de la position instantanée du bracelet mobile, et donc de suivre les déplacements de la personne qui le porte.

II.3. Système de Positionnement Outdoor (OPS)

Un système de positionnement outdoor, tel que le GPS, permet de déterminer précisément la position d'un objet ou d'une personne à l'extérieur en utilisant des signaux émis par des satellites en orbite. Ces signaux sont captés par des récepteurs GPS, comme les téléphones portables, et en calculant la différence de temps entre les signaux de plusieurs satellites, la position exacte peut être déterminée.

II.3.1. Définition du GPS :

Le GPS est un système de positionnement global, fonctionnant grâce aux satellites, ce qui lui permet de déterminer avec exactitude la position actuelle d'un objet fixe ou mobile et de définir une destination bien déterminée et calculer l'itinéraire pour y parvenir. [14]

II.3.2. Localisation par GPS :

Le concept principal du GPS consiste à utiliser 24 satellites en orbite autour de la terre pour diffuser des signaux satellites radiofréquences. Lorsque le récepteur GPS terrestre reçoit des signaux de plus de 3 satellites, il définit le satellite comme centre d'un cercle et utilise le TOA (Time Of Arrival) pour déterminer la distance entre le satellite et le récepteur GPS comme rayon du cercle. Après avoir déterminé plus de 3 cercles dans la zone, il utilise la technique de triangulation pour trouver les points d'intersection entre eux. La figure II.8 illustre la méthode de triangulation utilisée dans le GPS. Généralement, 4 satellites suffisent pour obtenir la position des stations mobiles. Lorsqu'un signal LOS (Line-of-Sight) est affiché entre le récepteur GPS et le satellite, la précision du positionnement est comprise entre 5 m et 40 m. Cependant, étant donné que les signaux satellites peuvent être perturbés par des obstructions et des retards de trajets multiples, la faisabilité du service de positionnement intérieur est faible. [15]

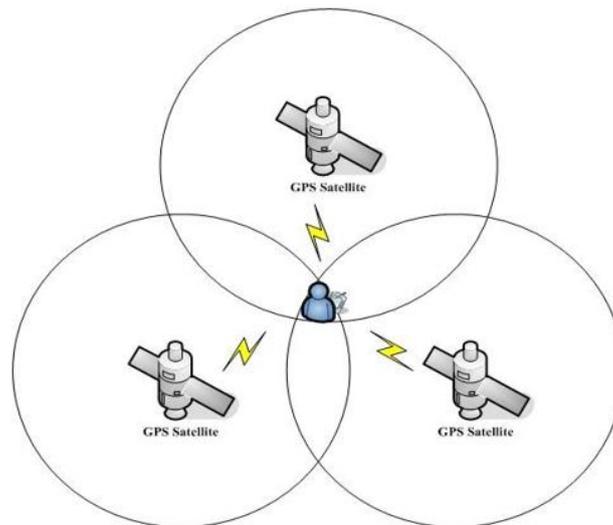


Figure II.8 : La méthode de triangulation du GPS

Le GPS peut fournir aussi autres informations de suivi du déplacement d'un objet mobile, notamment la vitesse, la direction et le temps.

II.3.3. Localisation du bracelet par GPS :

Il est possible de localiser le patient qui porte un bracelet électronique par le biais d'une plateforme ou d'une application utilisée pour suivre notre patient. Les utilisateurs autorisés ont une fonctionnalité qui leur permet de demander la position actuelle du bracelet. Lorsqu'une demande de position est reçue, la plateforme envoie une requête au bracelet électronique pour récupérer les données de localisation les plus récentes. Le bracelet peut ensuite transmettre sa position actuelle au serveur qui gère cette plateforme. Enfin, on aura un affichage graphique sur une carte ou bien on communique cette information sous forme de valeur numérique via un SMS envoyé au téléphone de l'utilisateur demandeur. La figure II.9 montre ce processus de localisation.

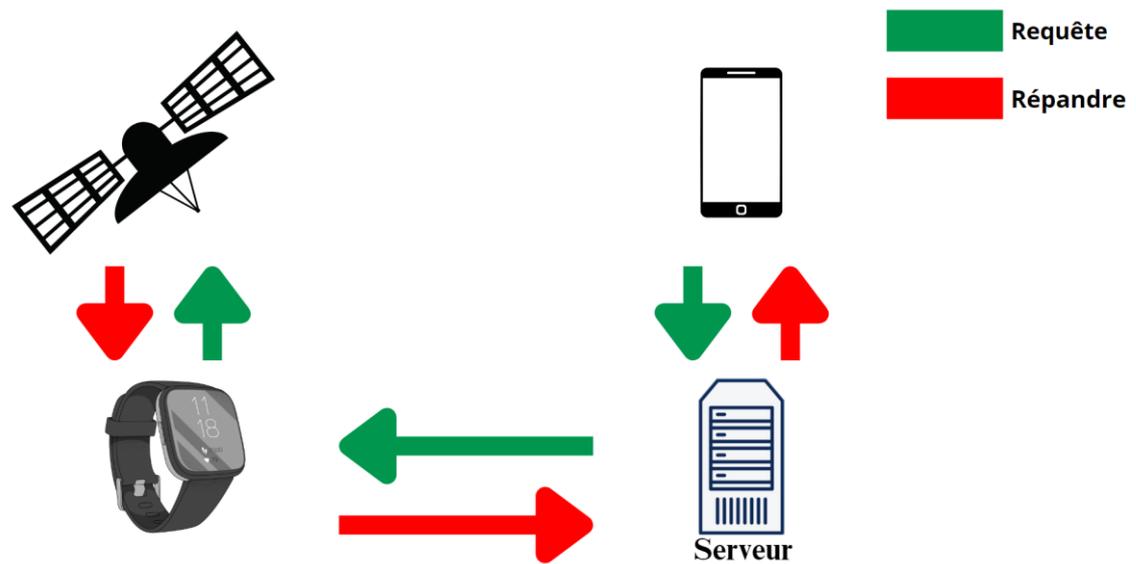


Figure II.9 : La transformation des données

Il est important de noter que la précision de la localisation peut varier en fonction de la qualité du capteur GPS utilisé et de la couverture réseau disponible. Dans des environnements outdoor, avec une bonne réception satellite et une connectivité réseau adéquate, la localisation devrait être relativement précise.

Pour assurer une bonne localisation du bracelet électronique on doit satisfaire ces conditions :

1. Configuration du bracelet électronique : on doit s'assurer que le bracelet est correctement configuré et connecté à un réseau de communication, tel que le réseau cellulaire pour transmettre les données de localisation.
2. Traitement et affichage des données : Les données de localisation reçues doivent être traitées par la plateforme ou l'application pour extraire les coordonnées GPS. En utilisant ces coordonnées, vous pouvez afficher la position du patient sur une carte géographique.
3. Suivi en temps réel : Afin de suivre en temps réel la position du patient, la plateforme ou l'application doit être capable de mettre à jour régulièrement la position du bracelet électronique. Cela peut se faire en établissant une communication bidirectionnelle entre le bracelet et la plateforme, permettant ainsi au bracelet de transmettre périodiquement ses coordonnées GPS.

II.4. Conclusion :

Grâce aux systèmes de positionnement intérieur (IPS) et extérieur (OPS) nous avons pu localiser et suivre les personnes atteintes d'Alzheimer à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Grâce à des technologies telles que la BLE et le GPS, nous pouvons obtenir des informations précises sur la position en temps réel ainsi que la vitesse de déplacement du patient. Nous avons pu présenter le modèle mathématique de la localisation indoor (BLE). Le GPS est une technologie bien connue qui utilise presque le même principe de localisation que celui utilisé en environnement indoor. Ces deux technologies peuvent nous assurer la localisation et le suivi des déplacements d'un objet mobile ce qui peut aider une large gamme d'applications pratiques, allant de la navigation en intérieur à la surveillance de la santé et à la mémorisation et gestion des informations et statistiques journalière

CHAPITRE III :

Résultats Pratiques

III.1. Introduction

Dans ce chapitre, nous expliquerons les étapes qu'on a suivies durant la réalisation pratique de notre prototype du bracelet électronique de surveillance. Puis, nous présenterons le côté software en parlant de la programmation du microcontrôleur embarqué ainsi que la configuration d'une application mobile pour recevoir et afficher les données envoyées par le bracelet.

III.2. Circuit électronique et ses composants

Notre circuit électronique est composé d'un circuit, à savoir : l'ESP32 qui couvre l'essentiel de notre montage, l'Oximeter qui est le circuit mesurant les battements du cœur, le GPS qui est le circuit capturant le signal GPS à partir des satellites pour la localisation.

III.2.1. Microcontrôleur ESP32 :

- **Définition de l'ESP32 :**

L'ESP32 est un microcontrôleur à faible coût et à faible consommation d'énergie avec Wi-Fi et Bluetooth intégrés. Il sert d'alternative à l'ESP8266, offrant un processeur plus rapide, plus de mémoire et prenant en charge le Wi-Fi, le Bluetooth et plusieurs autres interfaces.

L'ESP32 est utilisé dans de nombreux domaines, telles que la domotique, les dispositifs portables, les systèmes de contrôle industriel et les dispositifs médicaux. L'ESP32 peut être programmé en utilisant différents langages de programmation tels que C, C++ et Python. Il existe également un grand nombre de bibliothèques et d'outils disponibles pour l'ESP32 pour faciliter le processus de développement. L'ESP32 est un excellent choix pour tout projet qui nécessite un processeur embarqué puissant et performant avec une prise en charge de diverses interfaces sans fil [16].

- **Description de l'ESP32 :**

Il existe plusieurs versions de L'ESP32 dont on a choisi la version ESP32-DevKitC V4 dans notre projet. Il contient 38 broches avec de multiples fonctions. La figure Fig.III.1 ci-dessous illustre le brochage ESP32.

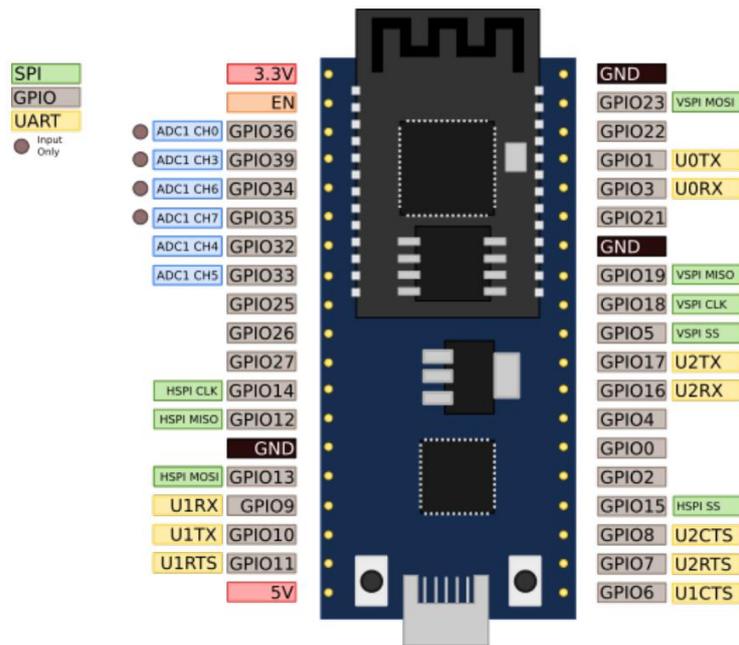


Figure III.1 : Broches de l'ESP32 [16]

Dans notre projet on a utilisé les pins GPIO16 et GPIO17 pour émission/réception du signal GPS. Les pins GPIO32 et GPIO33 également pour émission/réception du signal de l'oximètre. Les pins GPIO1 et GPIO3 sont exploitées pour la connexion série avec l'ordinateur. L'alimentation est assurée à travers les pins 3.3 V et une GND.

○ Champs d'application de l'ESP32 :

Voici quelques domaines d'application de l'ESP32 :

1. Domotique : L'ESP32 peut être utilisé pour créer des systèmes de domotique, permettant de contrôler à distance les lumières, les appareils électroménagers, le chauffage, la climatisation, etc.
2. Surveillance et sécurité : En utilisant les capacités sans fil de l'ESP32, il est possible de créer des systèmes de surveillance à distance, tels que des caméras de sécurité, des systèmes d'alarme, des capteurs de mouvement, etc.
3. Réseaux de capteurs : L'ESP32 peut être utilisé pour connecter des capteurs au sein d'un réseau, tels que des capteurs de température, d'humidité, de luminosité, de mouvement, etc., qui peuvent communiquer avec d'autres appareils via Wi-Fi ou Bluetooth.
4. Contrôle : L'ESP32 peut être utilisé dans le domaine de contrôle, comme par exemple les robots, les drones, les jouets télécommandés, etc.
5. Automatisation industrielle : L'ESP32 est utilisé dans des applications d'automatisation industrielle pour surveiller et contrôler les machines et les processus de fabrication.

6. Dispositifs audio : L'ESP32 dispose de capacités audios intégrées, ce qui le rend idéal pour la création de projets liés à l'audio et à la musique, tels que des lecteurs audio Wi-Fi, des haut-parleurs intelligents, des synthétiseurs, etc.

7. Systèmes de suivi et de localisation : L'ESP32 peut être utilisé pour créer des systèmes de suivi et de localisation en temps réel, tels que des trackers GPS, des dispositifs de suivi d'animaux domestiques et des systèmes de suivi de véhicules. C'est dans ce domaine que notre projet s'inscrit.

○ **Justification du choix :**

Dans notre projet, on a choisi l'ESP32 comme microcontrôleur parmi plusieurs autres circuits en se basant sur un certain nombre de paramètres. En effet, l'ESP32 présente les plusieurs avantages qui en font un choix populaire pour de nombreux projets IoT :

1. Connectivité Wi-Fi et Bluetooth : L'ESP32 dispose d'une connectivité Wi-Fi intégrée, ce qui permet aux appareils de se connecter facilement. Il prend également en charge le Bluetooth, offrant ainsi des options supplémentaires de connectivité sans fil.

2. Puissance de traitement : L'ESP32 est équipé d'un processeur dual-core à haute fréquence de 240 MHz, ce qui lui confère une puissance de calcul supérieure par rapport à certains autres microcontrôleurs. Cela permet d'exécuter des applications plus complexes et de traiter des tâches simultanément.

3. Faible consommation d'énergie : L'ESP32 est conçu pour être économe en énergie, ce qui le rend adapté aux projets nécessitant une efficacité énergétique. Il offre également des modes de veille avancés pour réduire davantage la consommation d'énergie en absence de transmission.

4. Grande capacité de mémoire : L'ESP32 dispose d'une mémoire flash intégrée de 4 Mo qui offre suffisamment d'espace pour le stockage du programme et des données. Il est également équipé d'une mémoire RAM de 520 Ko qui permet d'exécuter des applications complexes.

5. Polyvalence des interfaces : L'ESP32 offre une gamme complète d'interfaces périphériques, notamment des interfaces UART, I2C, SPI, ADC, DAC, PWM, etc. Cela permet de se connecter facilement à une variété de capteurs, d'actionneurs et d'autres dispositifs.

6. Communauté et documentation active : L'ESP32 bénéficie d'une communauté de développeurs active et de nombreuses ressources en ligne. Il existe de nombreuses bibliothèques, tutoriels et exemples de projets disponibles, ce qui facilite le développement et l'apprentissage.

7. Coût abordable : Comparé à certains autres microcontrôleurs avec des fonctionnalités similaires, l'ESP32 offre un excellent rapport qualité-prix. Il est relativement abordable, ce qui est en fait un choix économique pour les projets de développement commercial.

III.2.2. Oximeter MAX30102 :

Le capteur MAX30102 est la version optimisée du capteur MAX30100 ; utilisé à la fois comme moniteur de fréquence cardiaque et oxymètre. Ces fonctionnalités sont rendues possibles par la construction de ce capteur qui se compose de deux LED, d'un photo-détecteur, d'une optique optimisée et de composants de traitement du signal à faible bruit. Il est facilement utilisé avec l'ESP32 pour construire un dispositif efficace de rythme cardiaque et de saturation en oxygène [17]. La figure III.2 illustre les pins et les composants électroniques du circuit oximeterMAX30102.

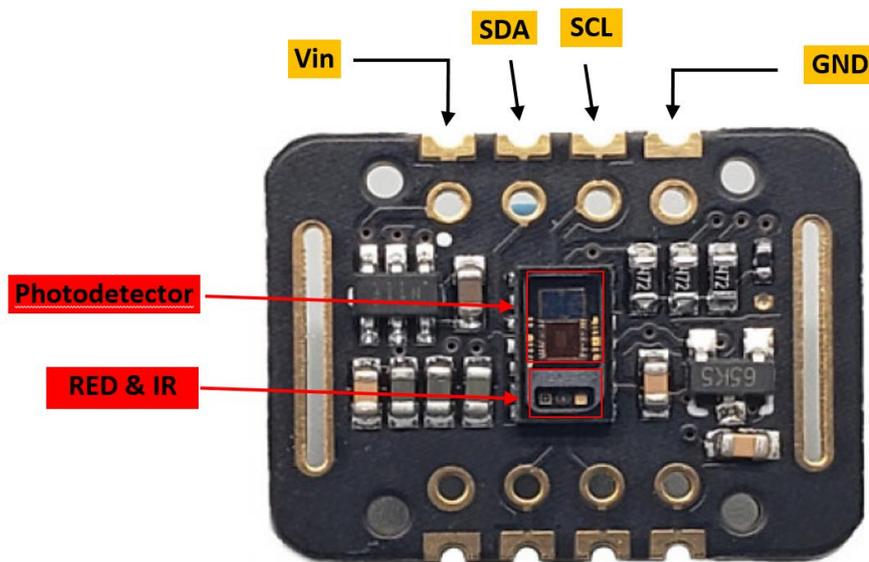


Figure III.2: OximeterMAX30102

Dans ce circuit on a utilisé la pin SCL (Serial clock) et SDA (Serial data) pour transmettre les données à l'ESP32, l'alimentation est assurée par les pins Vin et GND.

Le protocole de communication sérielle I2C (Inter-integrated Circuit) est utilisé pour permettre l'émission vers l'ESP32. [18]

III.2.3. Module GPS :

Le module GPS NEO-6M est un récepteur GPS complet très performant muni par une antenne en céramique intégrée de 25 x 25 x 4 mm de dimensions, qui constitue un support de communication avec les satellites GPS. Il contient des indicateurs en LED pour indiquer l'alimentation et le fonctionnement ou la transmission des signaux [19].

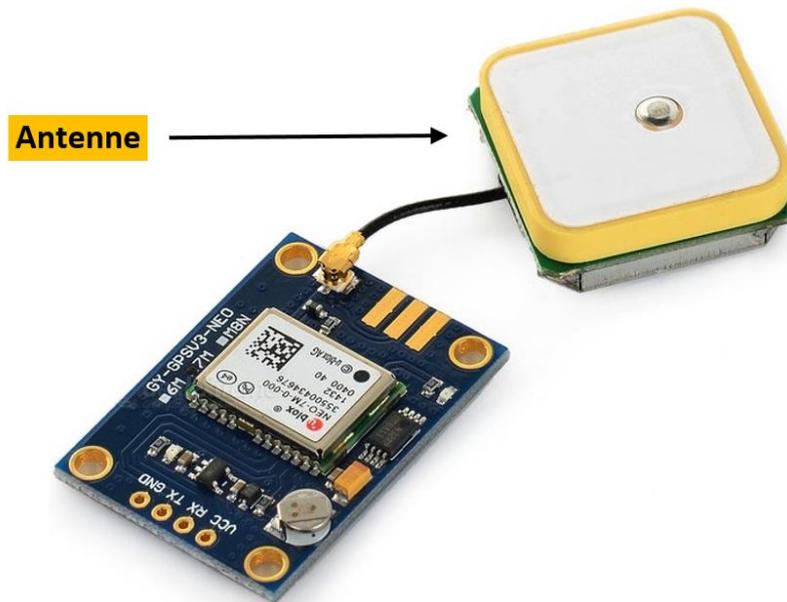


Figure III.3: Module GPS, Neo-6M

Les pins TX et RX sont utilisées également pour émettre/recevoir le signal GPS vers et depuis l'ESP32. Le circuit est alimenté à travers les pins Vcc et GND.

Le protocole de communication sérielle UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter) est utilisé pour assurer le dialogue entre le circuit Neo-6M et l'ESP32. [20]

III.3. Logiciels utilisés et programmes développés :

III.3.1 Arduino IDE :

Arduino IDE est un environnement de développement intégré (IDE) largement utilisé pour programmer des microcontrôleurs, qu'on a utilisée pour programmer notre ESP32. Il dispose d'une interface conviviale et d'un ensemble d'outils pour enregistrer, compiler et télécharger des programmes sur des cartes compatibles. On a utilisé le langage C pour programmer notre ESP32.

Le logiciel Arduino IDE a une interface relativement simple et pratique comme illustré sur la figure III.4 suivantes :

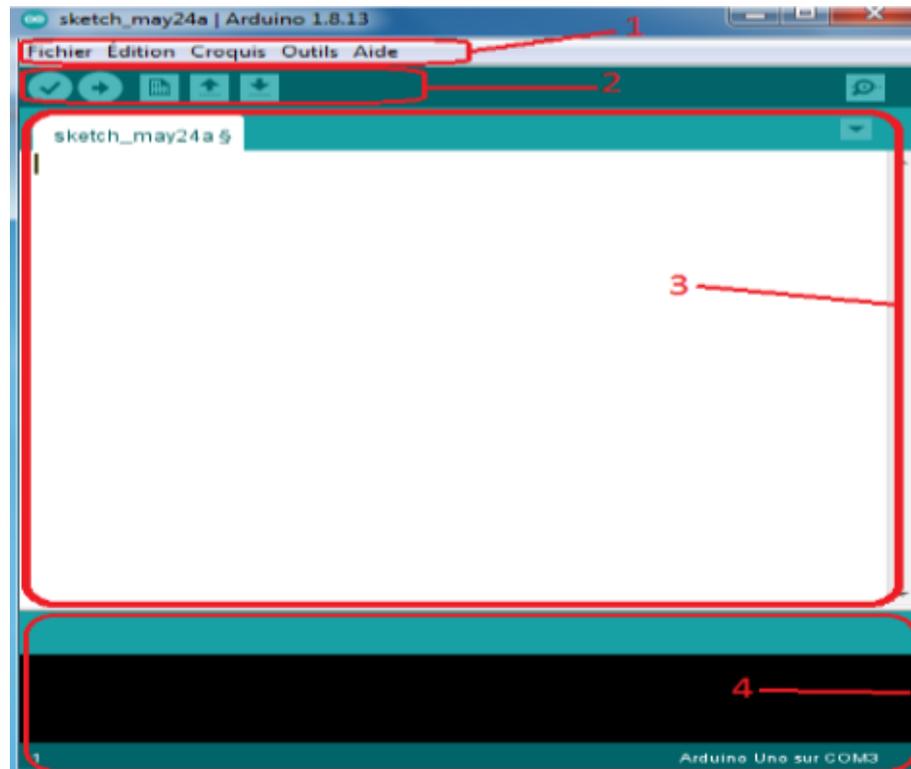


Figure III.4: Interface du logiciel Arduino IDE

L'interface présente les fonctionnalités suivantes :

1. Menu standard qui permet d'accéder aux options de configuration du logiciel
2. Boutons permettant de lancer la compilation du programme ainsi que de charger le programme final sur la carte ESP32.
3. Espace de programmation par le langage C.
4. Débogueur (affichage des erreurs de programmation) ainsi que l'affichage des résultats avec la communication série.

III.3.2. Application « Blynk » :

Afin de pouvoir visualiser à distance les données et mesures réalisées par notre circuit, on a profité d'une application web-mobile disponible sur le Net et facilement accessible et manipulée, il s'agit de l'application « Blynk ».

- **Définition :**

Blynk est une plate-forme logicielle IoT low-code permettant de connecter des appareils au Cloud, de créer des applications mobiles pour les contrôler et les surveiller à distance, et de gérer des milliers

d'utilisateurs et de produits déployés. Il s'agit d'une PaaS (Platform-as-a-Service) qui aide les entreprises et les particuliers à passer de manière transparente du prototype d'un produit connecté à son lancement commercial et à sa croissance future. Tous les plans Blynk incluent des applications mobiles natives, en plus de toutes les autres infrastructures IoT typiques. Avec plus de 400 modèles matériels pris en charge, les clients peuvent connecter n'importe quel appareil à Internet et utiliser une suite de produits logiciels pour exécuter des projets commerciaux. [21]

- **Fonctionnement dans notre projet :**

Avant de communiquer avec cette application, il faut créer un compte anonyme et récupérer des attributs de connexion pour garantir une compatibilité et une reconnaissance avec notre circuit ESP32. Une fois fait, nous pouvons afficher les coordonnées de localisation GPS ainsi que toutes autres informations.

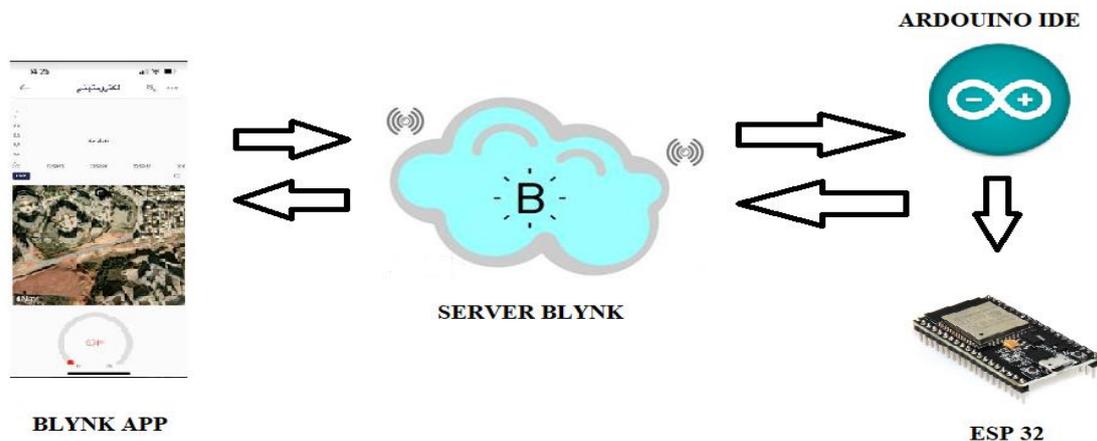


Figure III.5: Fonctionnement de Blynk

- **Interface de la plateforme :**

La figure III.6. Présente l'interface de la plateforme Blynk sur laquelle sont affichées des données envoyées par notre circuit de projet.

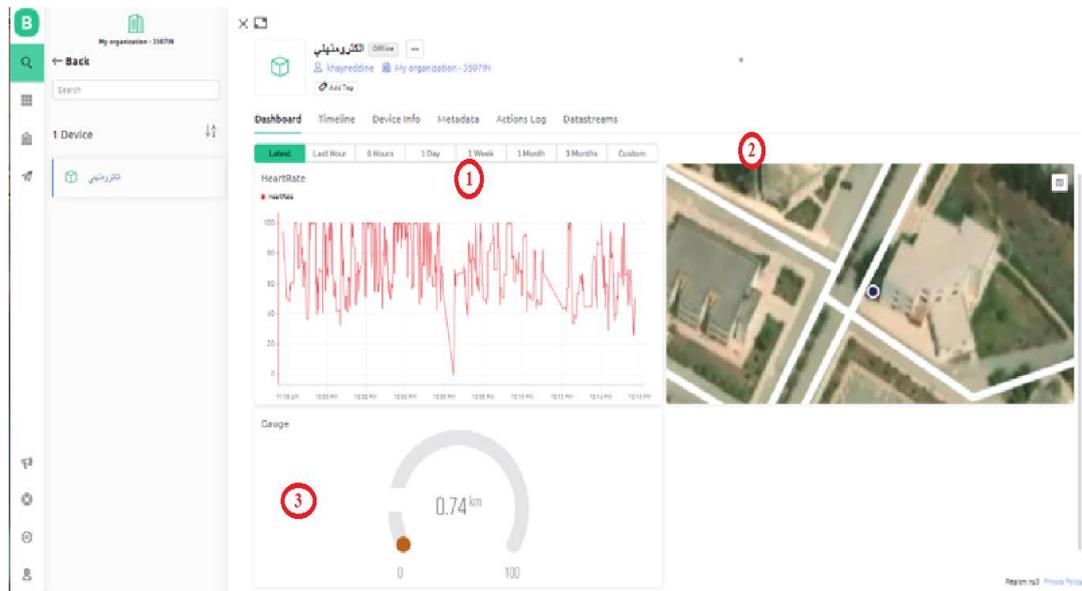


Figure III.6: Interface de la plateforme Blynk

Sur cette figure d'exemple on a affiché les résultats suivants (indiqués en rouge) :

- 1- Affichage de la fréquence cardiaque du patient
- 2- Affichage de la position du patient sur la carte (téléchargée à partir de Google-Maps)
- 3- Affichage de la vitesse de déplacement du patient

III.4. Notre banc d'essai :

III.4.1. Constitution du projet :

La figure III.7 représente le banc d'essai de notre projet du bracelet électronique qui comporte les différents circuits utilisés embarqués sur une plaque d'essai ordinaire.

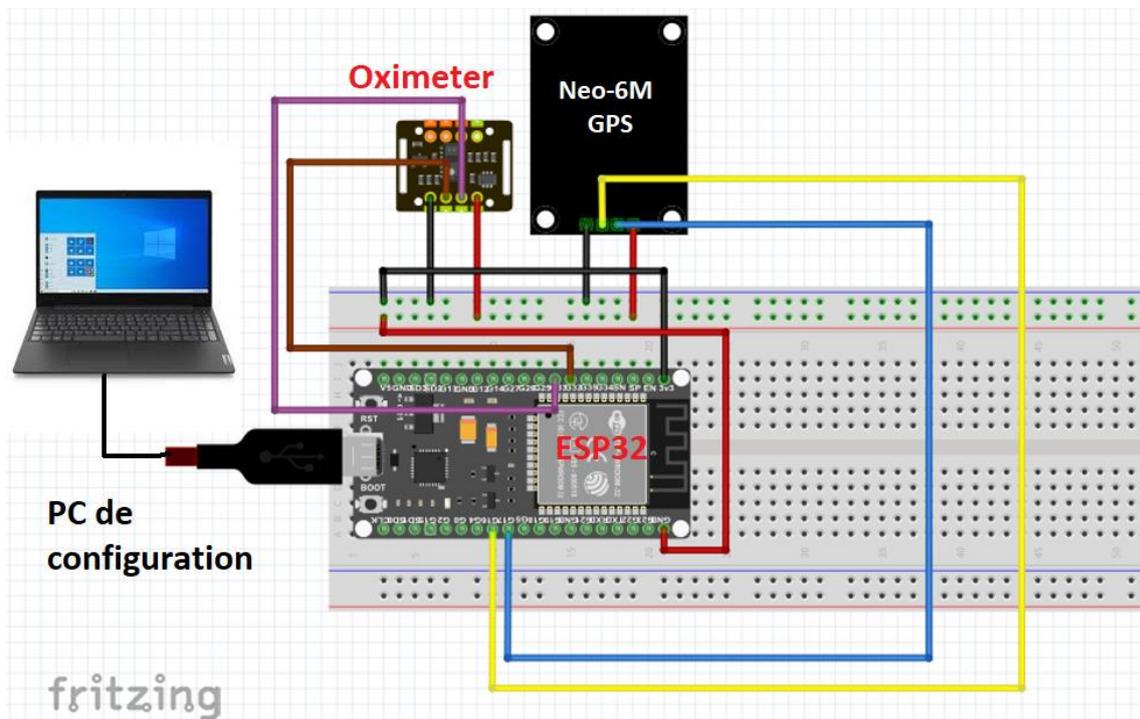


Figure III.7: Banc d'essai de notre projet

Nous avons connecté l'oximeter-MAX30102 avec ESP32 de la manière suivante :

- Connectez la broche de masse (GND) du MAX30102 à la broche de masse (GND) de l'ESP32.
- Connectez la broche d'alimentation (VCC) du MAX30102 à une source d'alimentation 3.3V de l'ESP32.
- Connectez la broche de données en série (SDA) du MAX30102 à la broche de données en série (pin 33) de l'ESP32.
- Connectez la broche d'horloge de données (SCL) du MAX30102 à la broche d'horloge de données (pin 32) de l'ESP32.

La connexion entre GPS NEO-M6 et ESP32 est effectuée de la manière suivante :

- Connectez la broche de masse (GND) du GPS NEO-M6 à la broche de masse (GND) de l'ESP32.
- Connectez la broche d'alimentation (VCC) du GPS NEO-M6 à une source d'alimentation de 3,3 V de l'ESP32.
- Connectez la broche de données série (TX) du GPS NEO-M6 à la broche de données série (pin 16 "RX") de l'ESP32.
- Connectez la broche de données série (RX) du GPS NEO-M6 à la broche de données série (pin 17 "Tx") de l'ESP32.

III.4.2. Fonctionnement du projet :

Tout d'abord le circuit ESP32 est raccordé à un ordinateur pour assurer à la fois l'alimentation et la programmation à travers le logiciel Arduino-IDE. Cette étape n'est utilisée qu'à la phase de configuration, par la suite on n'aura plus besoin du PC ainsi que l'alimentation qui sera assurée par une batterie embarquée.

Après avoir configuré l'ESP32, la connexion sans fil entre ce dernier et l'application Blynk est possible à travers le Wi-Fi fourni par l'ESP32 en permettant un accès à Internet.

Pour la fréquence cardiaque, on peut obtenir des résultats en mettant un contact direct entre l'oximètre et n'importe quel endroit du corps humain (pour un bracelet électronique ce serait la main du patient le meilleur endroit), la grandeur physique mesurée sera envoyée à l'ESP32 qui va la traiter et la convertir en une valeur affichable puis la transmettre en temps réel via Wi-Fi à l'application Blynk.

Pour la localisation du patient, ce sera la même procédure avec le circuit Neo-6M GPS.

III.5. Conclusion :

En conclusion, nous avons exploré la construction du prototype de notre circuit du bracelet électronique à l'aide de l'ESP32 qui sert de microcontrôleur de traitement, du capteur MAX30102 qui mesure les fréquences cardiaques et du Neo-6M GPS pour assurer la localisation du patient.

Du côté logiciel, on a utilisé l'Arduino IDE pour configurer l'ESP32 ainsi que la plate-forme Blynk pour visualiser les résultats des mesures effectuées.

Enfin, nous avons pu créer un système électronique sans fil fonctionnel qui permet de surveiller à distance le patient d'Alzheimer en termes de localisation et de rythme de fréquence cardiaque comme un paramètre lié à cette maladie. Le suivi de la fréquence cardiaque fait objet d'un premier essai et nous envisagerons le suivi d'autres paramètres qui ont relation avec l'évolution de cette maladie dans la suite de ce projet.

Conclusion générale

En conclusion, ce mémoire a exploré en profondeur le développement d'un bracelet de télésurveillance pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Nous avons examiné la nature de cette maladie dévastatrice, son impact sur les patients et leurs proches, ainsi que les défis auxquels ils sont confrontés au quotidien.

Nous avons également étudié les différentes approches de localisation des patients, en mettant l'accent sur la localisation en intérieur (par BLE) et en extérieur (via GPS). Nous avons analysé les avantages et les limites de chaque méthode, tout en soulignant l'importance d'une localisation précise pour assurer la sécurité et le bien-être des patients.

Enfin, nous avons présenté l'architecture du prototype de notre projet, mettant en évidence les composants clés tels que l'ESP32, le module MAX30102 pour la surveillance des signes vitaux et le module NEO6M GPS pour la localisation en extérieur. Nous avons également discuté de la transmission des données vers l'application Blynk, offrant ainsi une interface conviviale pour le suivi et la gestion des patients.

Ce mémoire a démontré l'importance de l'innovation technologique dans le domaine de la santé, en particulier pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Le bracelet de télésurveillance proposé peut jouer un rôle crucial dans l'amélioration de la sécurité et de la qualité de vie de ces patients, ainsi que dans la réduction de la charge pour leurs proches et les professionnels de la santé.

Cependant, il convient de noter que ce projet de bracelet de télésurveillance est encore au stade de prototype, et des efforts supplémentaires sont nécessaires pour sa mise en œuvre pratique et son déploiement à grande échelle. Des tests approfondis, des améliorations techniques et des études cliniques seront nécessaires pour garantir l'efficacité et la fiabilité de ce dispositif.

En conclusion, ce mémoire constitue une contribution significative à la recherche sur les solutions technologiques pour les patients atteints de la maladie d'Alzheimer. Il offre une base solide pour le développement futur de bracelets de télésurveillance plus avancés, qui pourraient révolutionner les soins et la prise en charge de ces patients vulnérables, et ainsi contribuer à améliorer leur qualité de vie

Bibliographie

- [1] [Alzheimer/Démence en Algérie \(worldlifeexpectancy.com\)](http://worldlifeexpectancy.com) consulter le 02/04/2023
- [2] Site www.algerie360.com , Par **nawel. D**, 21 septembre 2011.consulter le 02/04/2023
- [3] L'Organisation mondiale de la santé (OMS) en 2020.
- [4] [Santé Maghreb - Revue de presse \(santemaghreb.com\)](http://santemaghreb.com) consulter le 07/04/2023
- [5] [Population active, total - Algeria | Data \(banquemondiale.org\)](http://banquemondiale.org) consulter le 02/02/2023
- [6] [Conférences | Population | Nations Unies](#) consulter le 02/02/2023
- [7] [Population de Algérie 2020 - PopulationPyramid.net](http://PopulationPyramid.net) consulter le 10/03/2023
- [8] **Dr. Gilles Albrand** « LA FRAGILITÉ DES PERSONNES ÂGÉES ET SA DÉTECTION EN MÉDECINE GÉNÉRALE » – LE GENERALISTE 19 avril 2019
- [9] **Dr. Holi Rajery**, Site web, JUN 19, 2020.
- [10] **Walid Bourennane**. Étude et conception d'un système de télésurveillance et de détection de situations critiques par suivi altimétrique des personnes à risques en milieu indoor et outdoor. Ordinateur et société [cs.CY]. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II ,Français, 2013.
- [11] [What is an Indoor Positioning System\(IPS\)? - IoTEDU \(iot4beginners.com\)](http://iot4beginners.com) consulter le 08/04/2023
- [12] **Louisburgs**. RSSI vs Distance measurements in an indoor environment using KW0x , 10-08-2014.
- [13] Chuan-Chin Pu¹, Chuan-Hsian Pu², and Hoon-Jae Lee³ ¹Sunway University College, ²Taylor's University College, ³Dongseo University ¹Malaysia, ²Malaysia, ³South Korea
- [14] **GASMI Yahia ; Bouzelha Sofiane** UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU ,Etude générale du GPS ,(2010/2011).
- [15] Sheng-Cheng Yeh, Wu-Hsiao Hsu, Ming-Yang Su, Ching-Hui Chen and Ko-Hung Liu. A Study on Outdoor Positioning Technology Using GPS and WiFi Networks, (2009).
- [16] **Neil Kolban** ,Kolban's Book on ESP32, ,(2018).
- [17] [MAX30102 Pulse Oximeter and Heart Rate Sensor with Arduino \(microcontrollerslab.com\)](http://microcontrollerslab.com) consulter le 17/05/2023
- [18] **CHENNOUFI Hicham**. mise en œuvre de protocole I2C dans environnement à Microcontrôleur Atmel (ATMEGA 32). Université Mohamed khider biskra 2012/2013.

[19] [Module NEO-6M V1 GPS – SMART CUBE \(smart-cube.biz\)](https://www.smart-cube.biz/) consulter le 17/05/2023

[20] <https://www.edukelectro.com/2022/02/les-protocoles-de-communication.html>. Consulter le 19/05/2023

[21] <https://www.g2.com/products/blynk-iot-platform/reviews>. Consulter le 26/05/2023

الكتورو-مهني



مجال نشاطنا يتمثل في
الصناعة الالكترونية
(سوار الكتروني)

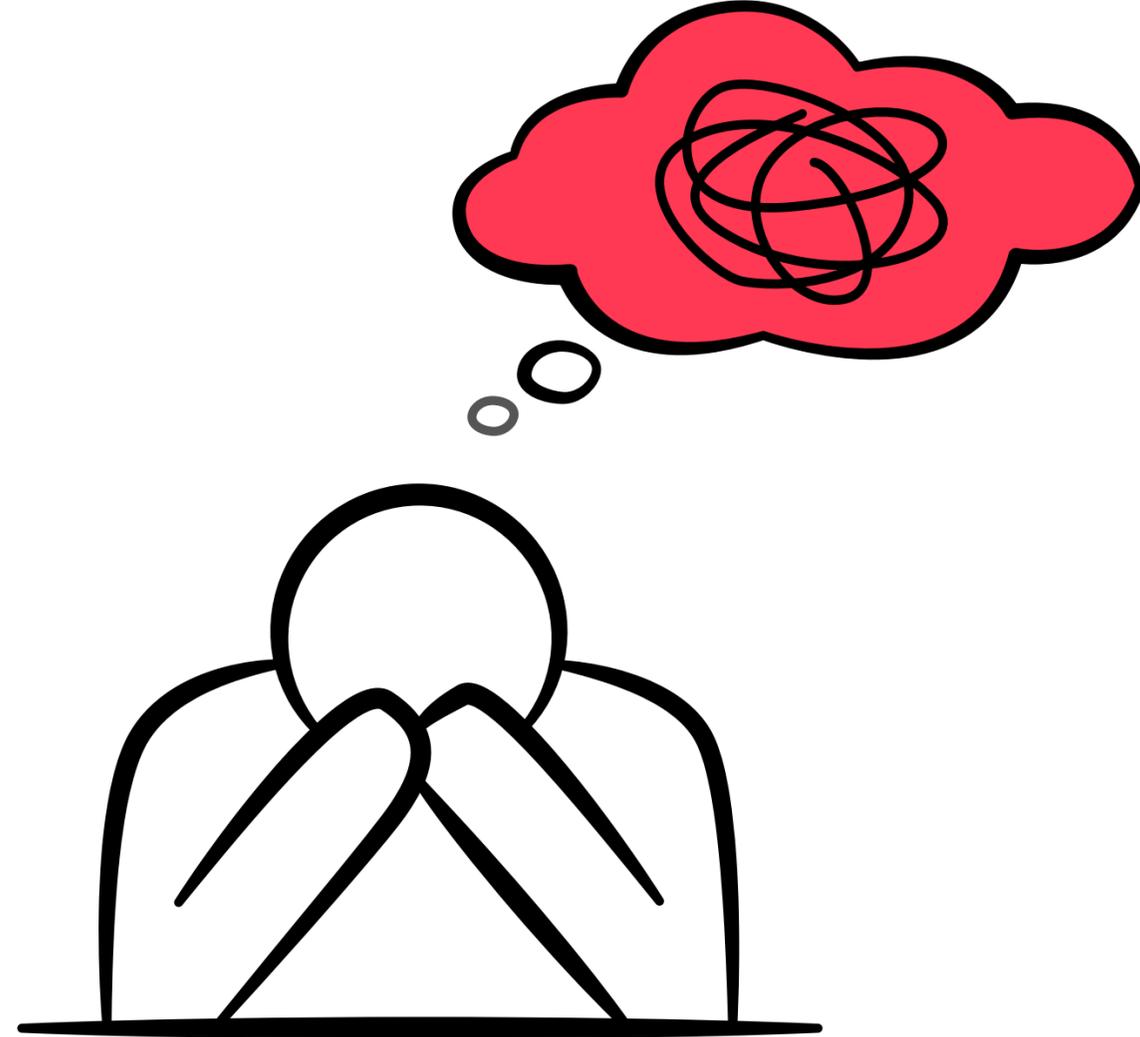
• حسب احصائيات منظمة الصحة العالمية فان عدد المصابين بمرض الزهايمر :

بلغ حوالي 150 الف شخص في الجزائر سنة 2020 هذا الرقم يتزايد بشكل ملحوظ بسبب الزيادة في متوسط عمر السكان .

يعاني حوالي 50 مليون شخص منه حول العالم مع توقعات الى وصول عدد المصابين به الى حوالي 150 مليون شخص بحلول سنة 2050 .



ان الاشخاص المسؤولين عن الرعاية الصحية لمرضى الزهايمر يعانون من حيرتهم
الدائمة و قلقهم على حالتهم الصحية و اماكن تواجدهم .



سنقوم بانتاج سوار الكتروني ذكي
يتم ذلك من خلال انجاز وحدة انتاجية صناعية مزودة باحدث التكنولوجيا و البرمجيات
المتطورة بالاعتماد على مواد اولية (مكونات الكترونية)
تم اختيار ولاية قالمة لقربها من الموانئ للولايات الساحلية ما يسهل الحصول على المواد
الاولية



ان منتجنا يمكن ان يقدم عدة اضافات من خلال ما يلي :

- يعتبر سوارنا الالكتروني اداة الکترونية جد متطورة ببرمجياتها و مكوناتها الالکترونية الحديثة
- تكلفة انتاجية ضعيفة مقارنة بما تقدمه من خدمات متنوعة.
- ان منتجنا سيكون انتاجا وطنيا الاول من نوعه .
- القرب من العميل و توفير خدمات ما بعد البيع لكون مقرنا في الجزائر.

فريق العمل



Tair Abdallah



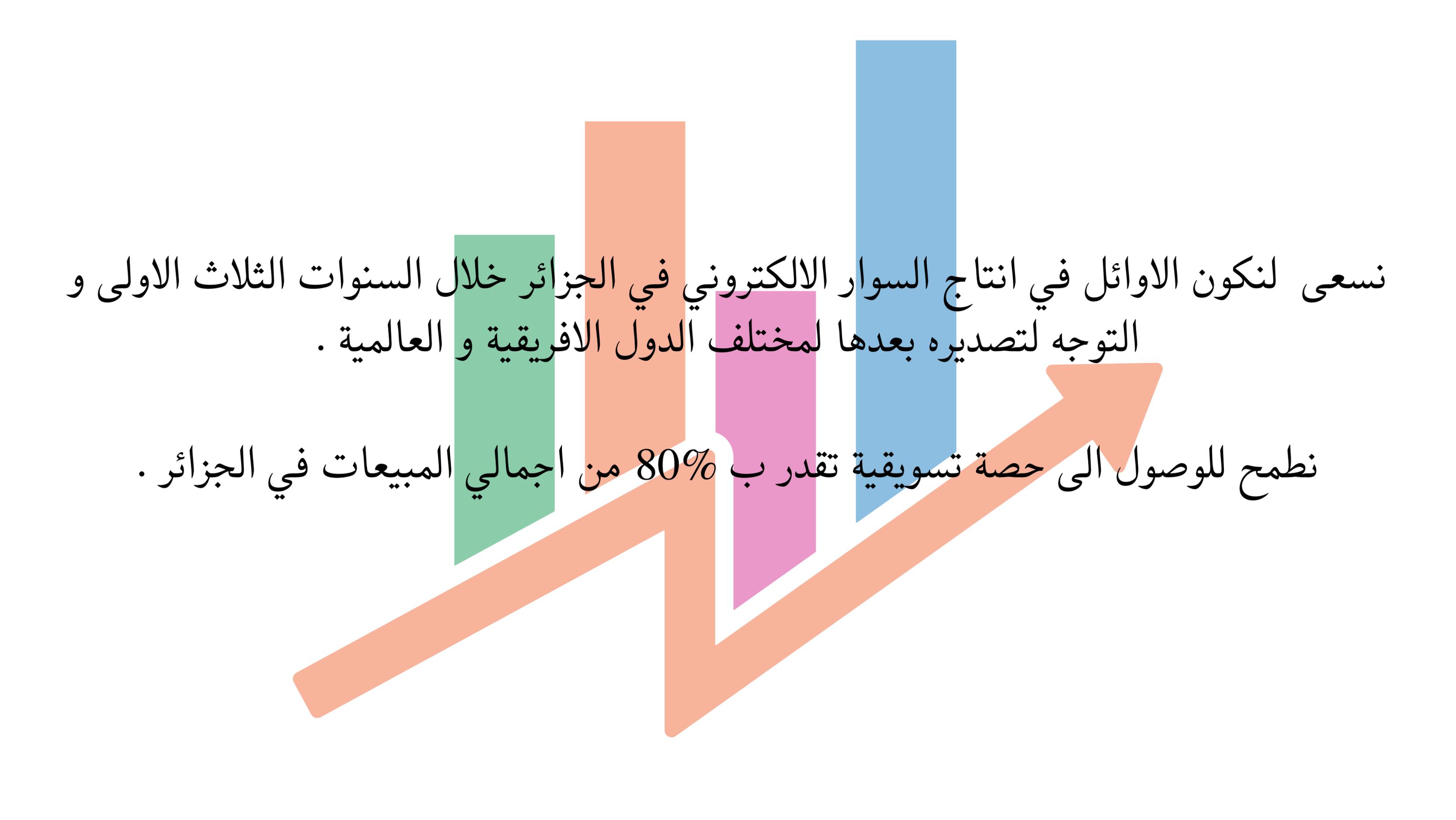
**RAHABI
Khayreddfine**



**Mehadjbia
Bachir Zakaria**



**Zedadra
Houssam eddine**



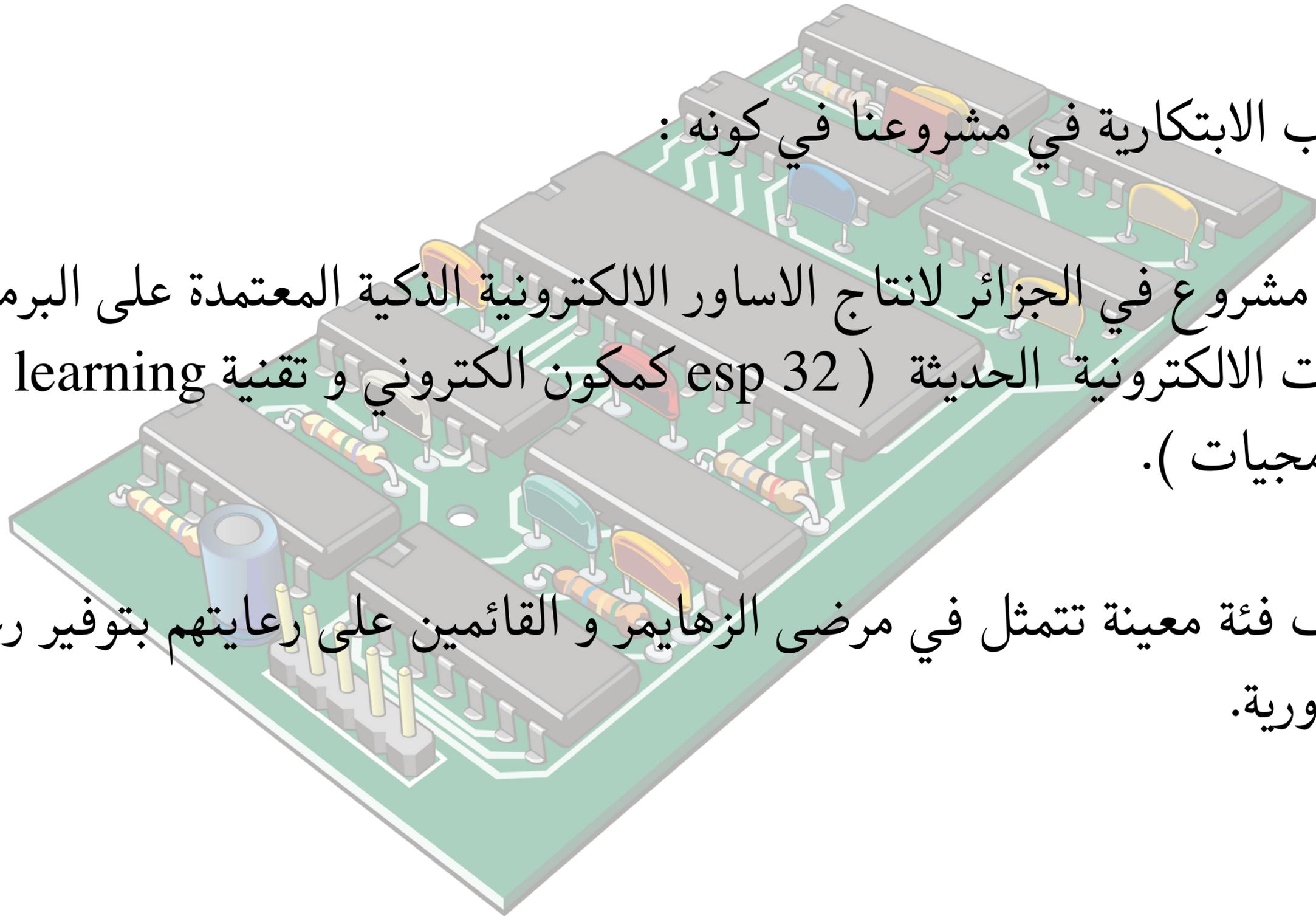
نسعى لنكون الاوائل في انتاج السوار الالكتروني في الجزائر خلال السنوات الثلاث الاولى و التوجه لتصديره بعدها لمختلف الدول الافريقية و العالمية .

نطمح للوصول الى حصة تسويقية تقدر ب 80% من اجمالي المبيعات في الجزائر .

تتمثل الجوانب الابتكارية في مشروعنا في كونه :

• هو اول مشروع في الجزائر لانتاج الاساور الالكترونية الذكية المعتمدة على البرمجيات و المكونات الالكترونية الحديثة (esp 32 كمكون الكتروني و تقنية Machine learning في البرمجيات).

• استهداف فئة معينة تتمثل في مرضى الزهايمر و القائمين على رعايتهم بتوفير رعاية عن بعد آنية و دورية.



السوق المحتمل :

كل الاشخاص الذين يحتاجون مراقبة و تتبع لحالتهم الصحية او اماكن تواجدهم

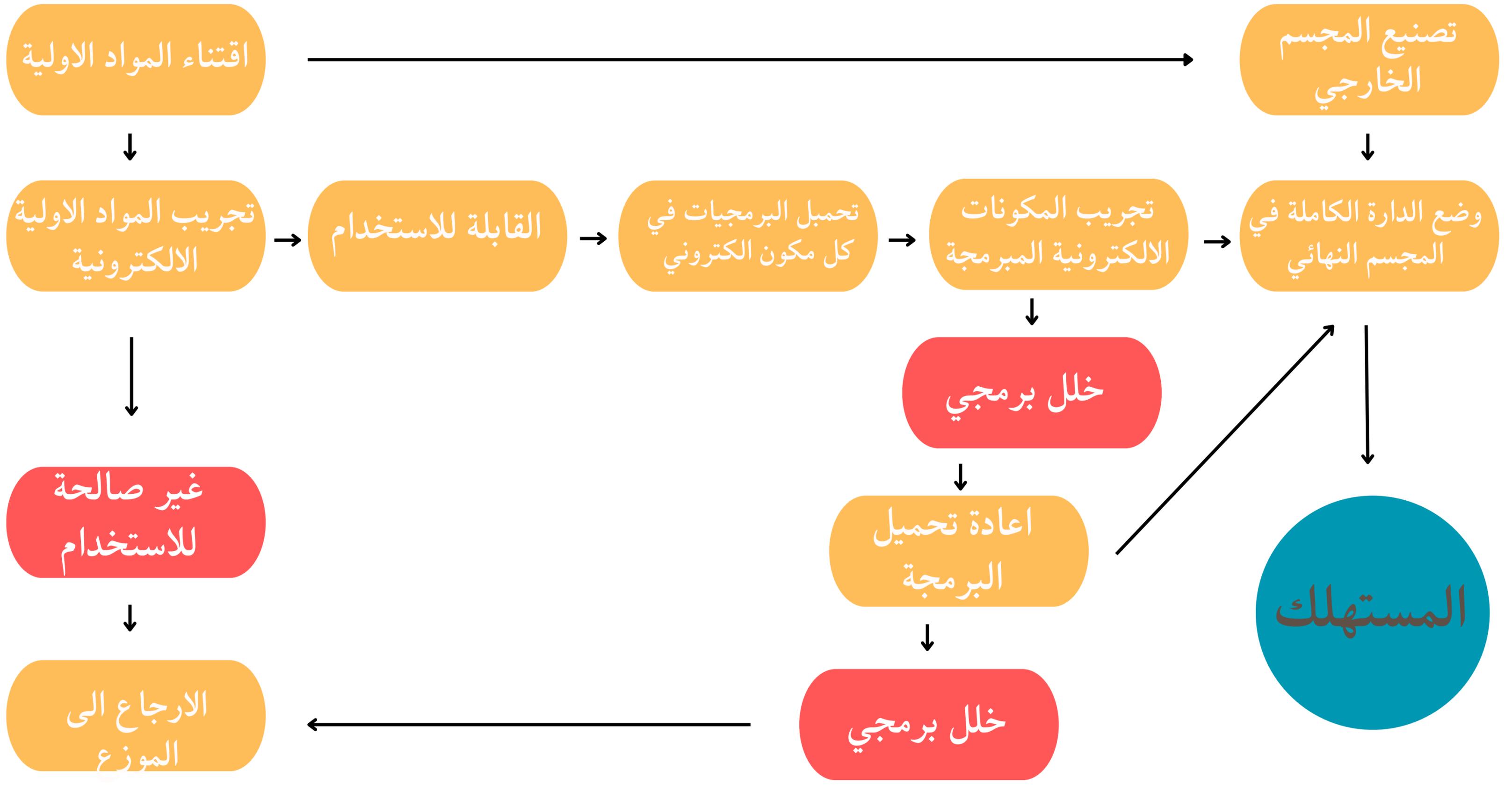
السوق المستهدف :

هم كل الاشخاص المسؤولين عن رعاية مرضى الزهايمر
تم اختيار هذه الشريحة لكونهم بحاجة الى اداة لتسهيل مراقبتهم الدائمة و الاطمئنان
عليهم بشكل دوري .

ليس لنا في الجزائر منافس مباشر .

من المنافسين الغير المباشرين :
smart 2030 التي توفر نظام تتبع للموقع
نقاط ضعفها تتمثل في غياب نظام رعاية الصحية

نعمد في تسويق منئوءاءنا على اسءراءية تسويقية باسعار ءنافسية و ءءماء
مءءءة بءقنيات و ءءنولوجيا مءطورة و ءءرويء لها في مواء ءءواصل الاءءماعي
مع اعءماءنا على نءاط بيع و كذلك مواء الكءروني للءسويق و اءارة الطلباء
و ءلءي الشكاوي او الاءءفسارات و بءلك نضمن لعميلنا القرب الءائم منا و نيل
رضاه يكون اهم اولوياتنا.



ان عملياتنا الشرائية تتم مع الموزعين الاساسيين للمكونات الالكترونية و اللتي تضمن لنا توفر المواد
الاولية ما يضمن الانتاج المستمر

يمكن لمشروعنا خلق مختلف مناصب الشغل لمختلف الفئات العاملة (الجامعيين , التكوين
المهني...)

حوالي 20 عامل مختص و حوالي 30 عامل من التكوين المهني بالاضافة لحوالي 100 شخص للاعمال
الغير مباشرة

يعتبر الموزعون من اهم الشراكات لضمان استمرارية الانتاج بالاضافة الى حاضنة الاعمال

لجامعة 08 ماي 1945

The Business Model Canvas

