

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET INFORMATIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etude De MASTER ACADEMIQUE.

Domaine : Science et Technologies.

Filière : Electronique.

Spécialité : Instrumentation.

Présenté par :

HADJ-BELKACEM Chiraz

SLIMANI Meriem

Thème :

**Système intelligent pour, télésurveillance de
personnes âgées.**

Jury :

Président : M^r. DJEFFAL.

Encadrant : M^{me}. CHIBANE-BOUDJELLAL Loundja.

Examineur : M^r. KHELIFA.

Année universitaire : 2023/2024.

Remerciement

Après tant d'années de sacrifices, de travail acharné, nous avons enfin atteint la fin de nos études. Nous tenons à remercier Dieu, qui nous a donné la foi et la force nécessaires pour réussir.

Nous exprimons notre gratitude infinie à nos parents, qui nous ont soutenues sans relâche et ont fait de leur mieux pour que nous atteignions les sommets du classement. Leur amour et leur encouragement ont été une source constante de motivation.

Nous remercions également tous nos professeurs, depuis l'école primaire, en passant par le secondaire et le lycée, jusqu'à l'université. Chacun d'eux a contribué à notre formation et à notre épanouissement intellectuel. Nous remercions tout particulièrement les professeurs de la faculté de Génie Électrique et Informatique, et ceux du département d'Électronique, pour leur enseignement, leur soutien et les connaissances précieuses qu'ils nous ont transmises tout au long de notre parcours académique.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance à notre exceptionnelle promotrice, Madame « CHIBANE Loundja ». Elle nous a beaucoup aidées, nous a toujours remonté le moral et a été une source inépuisable de conseils et d'inspiration. Son dévouement et sa bienveillance ont été essentiels à notre réussite. Merci infiniment.

Dédicace

Je dédie ce projet de fin d'études à ceux qui ont été les piliers de mon parcours et qui ont rendu possible l'accomplissement de ce rêve.

À mes chers parents, sans qui rien de tout cela n'aurait été possible. Maman, ta présence constante et ton soutien ont été ma source de force et de motivation. Papa, ton dévouement et ta certitude en ma réussite ont toujours été une lumière dans mon chemin. Vous avez tous les deux sacrifiés tant de choses pour me permettre d'atteindre cet objectif, et pour cela, je vous en serai éternellement reconnaissante.

À mes frères bien-aimés, Amar et Zinedine, votre amour et votre encouragement m'ont souvent remonté le moral dans les moments de doute. À mes sœurs, Asma et Sabrina, dont la présence et l'amour ont été une source constante de réconfort. Sabrina, même de l'étranger, tu m'as toujours soutenu avec tant de chaleur et de générosité.

À Madjid, dont l'absence en ce jour spécial est profondément ressentie. Ton soutien indéfectible et tes mots d'encouragement ont été des bouées de sauvetage dans les moments de stress et d'angoisse. Ta présence a été un phare guidant mes pas vers la réussite.

Je tiens également à dédier ce travail à la famille SIIMANI, et un merci particulier à la famille BENALI, qui a su enrichir ma vie de tant de belles choses.

Enfin, à toutes mes amies, à ma binôme « Chiraz » en particulier avec qui j'ai partagé des moments inoubliables, merci pour votre amitié et votre soutien sans faille. Vous avez ajouté de la joie et du bonheur à ce voyage, rendant chaque moment encore plus précieux.

À vous tous, merci de tout cœur. Ce projet est autant le vôtre que le mien.

SLIMANI Meriem.

Dédicace

À mes chers parents. Vous êtes mes piliers, les fondations de ma force. Votre soutien indéfectible a été la pierre angulaire de ce projet. Votre amour inconditionnel et vos sacrifices ont éclairé mon chemin tout au long de cette aventure académique. Vous êtes mes héros, sans vos efforts considérables ce projet n'aurait jamais vu le jour, et cette réussite est autant la vôtre que la mienne.

À mes adorables sœurs, Vous m'avez toujours apporté joie, encouragement et réconfort. Votre présence compatissante a facilité les moments les plus difficiles et transformé chaque adversité en une expérience plus douce. Vos sourires, vos paroles rassurantes et votre amour ont été des piliers fondateurs qui m'ont soutenu au quotidien. Je ne peux pas exprimer à quel point votre soutien est important pour moi et à quel point je suis reconnaissante de vous avoir à mes côtés.

À mes meilleures amies. Vous êtes plus que de simples amies ; vous êtes ma famille choisie, mes partenaires de rêve et mes plus grands soutiens à chaque pas que je fais avec votre présence constante, vos encouragements continus et votre grand amour. Ensemble, nous avons ri, séché nos larmes et construit des souvenirs inoubliables. Votre amitié a été une source de réconfort et d'inspiration, m'aidant à surmonter les défis et à célébrer chaque réussite. Grâce à vous, je me sens capable d'affronter le monde.

À la seule personne qui m'apporte la paix au milieu de tout ce bruit, qui apporte du bonheur dans mon cœur rien que par sa présence, vers qui je me tourne quand tout le monde autour de moi me déçoit, qui me trouve et me guide quand je suis perdue, et qui me comprend profondément même sans mots.

À ma binôme avec qui j'ai partagé ce merveilleux travail. Ensemble, nous avons surmonté tous les obstacles en toute harmonie, compréhension mutuelle et grand respect jusqu'au bout. Chaque défi a été une opportunité d'apprentissage et j'apprécie chaque moment que j'ai passé avec vous.

À mes camarades, pour leur esprit d'amitié, leur solidarité, leur enthousiasme et pour tous les beaux moments que nous avons partagés. Vous avez enrichi cette expérience de votre présence et de votre énergie positive. Vous avez rendu ce voyage inoubliable.

Chiraz.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Introduction	1
<u>Chapitre I : Généralités sur les systèmes de télésurveillance pour des personnes âgées.</u>	
I.1.Préambule	3
I.2.Les personnes ciblées par notre étude	3
I.3. Les systèmes de télésurveillance	5
I.3.1. Définition	5
I.3.2. L'objectif	5
I.3.3. L'usage	5
I.3.4. La télésurveillance pour personnes âgées	6
I.3.4.1. Les types existants	7
I.3.4.2. La téléassistance classique	7
I.3.4.3.La vidéosurveillance	8
I.3.4.4. La téléassistance mobile par géo-localisation GPS	9
I.3.4.5. Téléassistance GPS Alzheimer	10
I.3.4.6. La téléassistance intelligente	11
I.4. L'internet des objets (L'IoT)	12
I.4.1. Définition	12
I.4.2. Histoire de l'IoT	13
I.4.3. Le fonctionnement de l'IoT	15
I.4.4. Jonction entre le monde physique et le monde numérique	16
I.4.5. Quelques domaines applicatifs de l'IoT	16
I.4.6. Les avantages et les inconvénients de l'IoT	19

I.4.6.1. Les avantages de l’IoT	19
I.4.6.2. Les inconvénients de l’IoT	19
I.5. Discussion	20
<u>Chapitre II : Conception matérielle et logicielle.</u>	
II.1. Préambule	21
II.2. Les origines des cartes ESP	21
II.3. Définition	21
II.3.1. Le microcontrôleur	22
II.3.1.1. La structure simplifiée d’un microcontrôleur	22
II.3.1.2. Les caractéristiques d’un microcontrôleur	24
II.3.1.3. L’utilisation d’un microcontrôleur	24
II.4. Le choix de la carte	24
II.5. Pourquoi utiliser l’esp	25
II.6. Le choix entre les cartes ESP et les cartes Arduino	26
II.7. Les différents types de carte ESP	27
II.7.1. Les cartes ESP8266	27
II.7.1.1. ESP-01	27
II.7.1.2. ESP 12-E/F	28
II.7.1.3. Module NodeMCU ESP8266	29
II.7.2. Les cartes ESP32	31
➤ Les caractéristiques de la carte ESP32	31
II.7.2.1. Les différentes versions de la carte ESP32	33
➤ ESP32 DevKitC	33
➤ ESP32-WROVER	33
➤ ESP32-WROOM-32	33

➤ ESP32-CAM	33
II.8. Matériels utilisés	33
II.8.1. La carte ESP utilisée	33
II.8.2. Les capteurs	34
II.8.2.1. Définition	34
II.8.2.2. Classification des capteurs	35
II.8.2.2.1. Apport énergétique	35
➤ Les capteurs passifs	35
➤ Capteurs actifs	35
II.8.2.2.2. Type de sortie	35
➤ Capteurs analogiques	35
➤ Capteurs numériques	36
➤ Capteurs logiques	36
II.8.2.3. Les caractéristiques d'un capteur	37
II.8.2.4. Les capteurs utilisés	37
➤ Capteur de gaz MQ-2	37
➤ MPU 6050	38
II.8.3. Autres composants utilisés	39
II.8.3.1. ESP32-CAM	39
II.8.3.2. Le servomoteur	41
II.8.3.3. Le clavier matriciel 4*4	42
II.8.3.4. Le ventilateur 5V 0,20A 60x60x20	43
II.8.3.5. Le relais thermique	43
II.8.3.6. La led	44
II.8.3.7. Bouton poussoir	44
II.8.3.8. La résistance	45

II.8.3.9. La plaque d'essai	45
II.8.3.10. Câble USB	46
II.8.3.11. Les fils de liaison	46
II.9. Partie logiciel	47
II.9.1. Qu'est-ce qu'un logiciel	47
II.9.2. Les logiciels de programmation d'une carte ESP32	47
II.9.3. Le logiciel utilisé	48
II.9.3.1. Définition du logiciel Arduino IDE	48
II.9.3.2. Les étapes d'un programme Arduino	51
II.9.3.2.1. Ecrire un programme	51
II.9.3.2.2. Compiler le programme	52
II.9.3.2.3. Téléverser le programme	52
II.10. Discussion	53
Chapitre III :	Réalisation et tests.
III.1. Préambule	54
III.3.1. Le logiciel Fritzing	54
III.3. Le rôle et le brochage des différents capteurs et actionneurs utilisés	55
III.3.1. La présentation du logiciel Fritzing	55
III.3.2. Schémas d'interconnexions des composants	56
III.3.2.1. Les différentes fonctionnalités de notre système	57
III.4. La programmation de l'ESP32	60
III.4.1. Quelques syntaxes utiles du langage C et Arduino	62
III.5. L'organigramme	63
III.6. L'explication des fonctions de programmes présentés dans les annexes	65

III.7. Test du système	65
III.8. Discussion	69
Conclusion	70
Bibliographie.	
Annexes.	

Figure I.1 : maladie d'Alzheimer	4
Figure I.2 : Les outils de la téléassistance classique	7
Figure I.3 : La téléassistance GPS	10
Figure I.4 : l'Internet des objets	13
Figure I.5 : Schéma sur l'historique de l'IoT	14
Figure I.6 : Les différentes étapes du fonctionnement de l'IoT	15
Figure I.7 : L'IoT est le pont entre le monde physique et numérique	16
Figure I.8 : Les domaines applicatifs de 'IoT	16
Figure II.1: Le microcontrôleur	22
Figure II.2 : La structure d'un microcontrôleur	22
Figure II.3 : la carte ESP-01	27
Figure II.4 : Les modules ESP-12E et ESP-12F	28
Figure II.5 : Module NodeMCU ESP8266	29
Figure II.6: Schéma descriptif de la carte ESP32	31
Figure II.7: Schéma bloc fonctionnel du microcontrôleur ESP32	31
Figure II.8 : La représentation des différents pins de la carte ESP32	34
Figure II.9 : Le rôle d'un capteur	35
Figure II.10 : Signal analogique	36
Figure II.11: Signal numérique	36
Figure II.12: Signal logique	37
Figure II.13: Le capteur de gaz MQ-2	37
Figure II.14 : Le capteur MPU6050	38
Figure II.15: ESP32-CAM avec module MB	40
Figure II.16: Description de ESP32-CAM	41
Figure II.17: Servomoteur	41

Figure II.18: Clavier 4*4	42
Figure II.19 : ventilateur	43
Figure II.20 : relais thermique	43
Figure II.21 : Led	44
Figure II.22: Bouton poussoir	44
Figure II.23 : La résistance	45
Figure II.24 : La plaque d'essai	45
Figure II.25: Micro USB	46
Figure II.26 : Fils de liaison	46
Figure II.27: Présentation de la fenêtre principale du logiciel Arduino	48
Figure II.28: Présentation de moniteur série	49
Figure II.29 : Barre de boutons	50
Figure II.30 : Les différentes parties d'un programme Arduino	52
Figure II.31 : Le rôle d'un compilateur	52
Figure III.1 : Schéma synoptique du principe de fonctionnement de notre système ...	54
Figure III.2 : L'interface de Fritzing	56
Figure III.3: Schéma de réalisation de système	57
Figure III.4 : Schéma de réalisation de la serrure automatisée	58
Figure III.5 : Schéma de réalisation du système de détection de gaz	58
Figure III.6: Schéma de réalisation du système de détection de chute	59
Figure III.7: Schéma de réalisation du système d'alerte	59
Figure III.8: Schéma de réalisation du système de surveillance par caméra	60
Figure III.9 : Etape « 1 » pour l'installation de la librairie de l'ESP32	60
Figure III.10: Etape « 2 » pour l'installation de la librairie de l'ESP32	61

Figure III.11: Sélection de la carte et du port	61
Figure III.12 : Organigramme de déroulement des différentes taches	64
Figure III.13 : Affichage de l'adresse IP pour accéder au serveur web ESP32 sur le moniteur série	66
Figure III.14 : Affichage de l'adresse IP pour accéder au serveur web ESP32 Cam sur le moniteur série	67
Figure III.15 : Le serveur web ESP32 à l'état initial	67
Figure III.16 : Les résultats des tests sur le serveur web ESP32	68
Figure III.17 : Le serveur web ESP32 Cam à l'état initial	68
Figure III.18 : Les résultats des tests sur le serveur web ESP32 Cam	69

- Tableau II. 1 : les caractéristiques de la carte ESP-01.....**Error! Bookmark not defined.
- Tableau II. 2 : Les caractéristiques des modules ESP-12E et ESP-12F.....**Error! Bookmark not defined.
- Tableau II. 3 : Les caractéristiques du module NodeMCU.....**Error! Bookmark not defined.
- Tableau II. 4 : Les caractéristiques du capteur MQ-2.....**Error! Bookmark not defined.
- Tableau II. 5 : Les caractéristiques du capteur MPU6050**Error! Bookmark not defined.
- Tableau II. 6 : Les caractéristiques de l'ESP32-CAM.....**Error! Bookmark not defined.
- Tableau II. 7 : Les caractéristiques du servomoteur.....**Error! Bookmark not defined.

Introduction

De nos jours, il est devenu de plus en plus courant que chaque foyer compte au moins une personne âgée nécessitant une surveillance régulière. Cette réalité découle de plusieurs facteurs, notamment l'allongement de l'espérance de vie qui entraîne une population vieillissante, demandant davantage de soins et de soutien spécifiques. Parallèlement, nos vies sont de plus en plus remplies d'obligations professionnelles, scolaires et familiales, rendant difficile le fait de consacrer suffisamment de temps à nos proches âgés. Malgré notre désir profond de veiller sur eux, nos emplois du temps chargés nous éloignent souvent de chez nous, laissant nos aînés seuls et vulnérables pendant de longues périodes.

Face à cette situation préoccupante, il devient nécessaire de trouver des solutions innovantes pour garantir le bien-être et la sécurité de nos personnes âgées, même lorsque nous ne sommes pas physiquement présents. C'est dans ce contexte que les chercheurs se sont lancés dans le développement de systèmes de surveillance à distance [4]. Ces dispositifs exploitent les progrès technologiques pour offrir une réponse efficace, permettant de surveiller à distance l'état de nos proches âgés. Des outils sophistiqués, comme les caméras de surveillance connectées, les capteurs de mouvement et les appareils de suivi de santé, sont désormais utilisés pour surveiller en temps réel l'environnement et les signes vitaux des personnes âgées. De plus, des applications mobiles et des plateformes en ligne permettent aux membres de la famille et aux professionnels de la santé de recevoir des alertes en cas d'urgence, de communiquer rapidement avec les aînés et de coordonner les interventions nécessaires.

Ces avancées technologiques offrent non seulement une tranquillité d'esprit aux familles, mais elles permettent également aux personnes âgées de conserver leur indépendance et leur qualité de vie afin qu'ils puissent continuer à vivre de manière autonome, même en l'absence d'une surveillance physique constante. En mariant l'innovation technologique à la bonté humaine, ces systèmes de surveillance à distance ouvrent la voie à une nouvelle ère de soins et de soutien pour nos aînés, répondant ainsi aux défis croissants posés par notre mode de vie moderne.

Cette situation a inspiré notre présent projet de fin d'études, où nous avons réfléchi à concevoir un système intelligent de télésurveillance pour les personnes âgées, en particulier

celles atteintes d'Alzheimer. Pour pouvoir assurer une couverture optimale en matière de surveillance et de sécurité pour ces personnes vulnérables nous avons tout d'abord imaginé différents scénarios de danger pouvant se produire dans la vie réelle puis nous avons émis et validé des idées que nous avons structurées par la suite sous forme d'une réalisation d'un système électronique pas couteux, intelligent et réalisable dont nous avons démontré la fiabilité une fois réalisé et testé par nos soins par la suite.

Pour mener à bien notre travail et arriver à réaliser les objectifs fixés, nous l'avons structuré comme suit :

Dans le premier chapitre, intitulé « Généralités sur les systèmes de télésurveillance des personnes âgées », nous avons présenté les notions nécessaires à une compréhension globale du sujet, en abordant d'abord des définitions de base en relation avec la maladie d'Alzheimer [1] puis nous avons cité les différents systèmes de télésurveillance, leur utilisation et leurs objectifs. Par la suite, nous avons approfondi le thème de la télésurveillance pour les personnes âgées, avec un accent particulier sur les patients atteints de la maladie d'Alzheimer et nous avons exploré avec le concept de l'Internet des objets, qui fait partie intégrante de notre présent travail.

Le deuxième chapitre est consacré pour la conception matérielle et logicielle. Nous avons commencé par une présentation détaillée des cartes ESP, suivie d'une analyse des composants utilisés, de leurs caractéristiques et de leur fonctionnement. Ensuite, nous avons étudié les bases de l'environnement de programmation Arduino IDE.

Pour le troisième chapitre, nous avons procédé à la réalisation de notre système en décrivant les différentes étapes suivies où nous avons mis le point sur le logiciel « Fritzing » utilisé pour la schématisation de notre circuit. Puis, des explications sur le rôle de chaque composant faisant partie de notre conception ont été données suivies de la présentation des différents programmes et algorithmes développés. Les tests que nous avons réalisés ont été concluants attestant ainsi la fiabilité de notre conception.

Chapitre I

I.1.Préambule :

Au fil de ces dernières années, une remarquable augmentation du pourcentage de personnes âgées a été observée au monde entier, ce qui a incité les chercheurs à étudier le phénomène et à trouver des solutions pour le suivi, le contrôle et la surveillance de ces personnes âgées, en se concentrant sur celles vivants seules. C'est ainsi qu'est né un nouveau domaine de recherche appelé « systèmes intelligent pour la surveillance à distance des personnes âgées ». Et comme nous l'avons mentionné précédemment, notre étude se concentre sur ces systèmes, et dans ce chapitre, nous aborderons des questions telles que : comment définir ces systèmes ? C'est quoi l'objectif de leurs utilisations ? Qui sont les personnes ciblées par notre étude ? ...etc.

I.2.Les personnes ciblées par notre étude : [1]

La maladie d'Alzheimer, une pathologie neurodégénérative complexe qui entraîne un dysfonctionnement des connexions entre les neurones, a captivé l'attention médicale depuis sa première identification par le psychiatre et neurologue allemand Aloïs Alzheimer en 1906 lors de l'autopsie d'une femme morte de démence. Cette maladie se manifeste souvent après 65 ans, touchant environ 3% de cette tranche d'âge et dans 99% des cas n'est pas héréditaire. Cela signifie que pour 1% des patients, elle est liée à un gène défectueux hérité.

L'Alzheimer est principalement causée par des anomalies dans le cerveau, en général ils sont de deux types de dommages :

- La production excessive et l'accumulation de protéines bêta-amyloïdes dans certaines régions du cerveau : ces protéines forment des plaques, appelées plaques amyloïdes ou plaques séniles, qui sont associées à la mort des neurones.
- La déformation de certaines protéines structurales (appelées protéines Tau) : la façon dont les neurones sont enchevêtrés est alors modifiée. Cette forme de lésion s'appelle la dégénérescence neurofibrillaire.

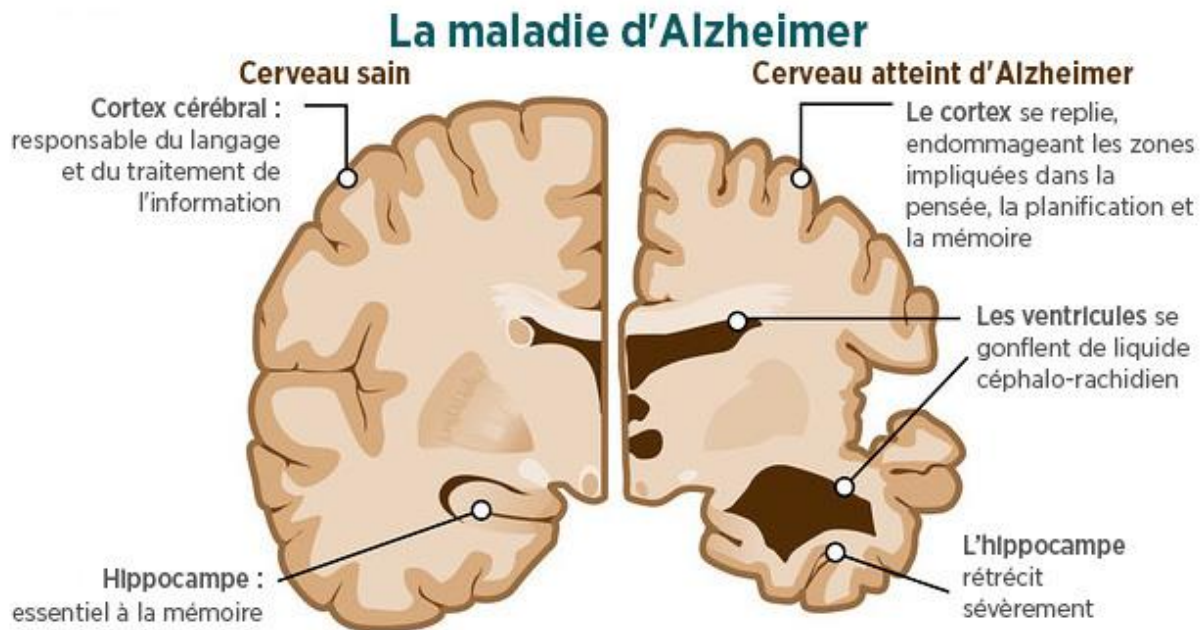


Figure I.1 : maladie d'Alzheimer. [2]

Cette maladie affecte progressivement et insidieusement les fonctions cognitives de l'individu (mémoire, langage, raisonnement, apprentissage, résolution de problèmes, prise de décision, attention, etc.), on le voit clairement à travers le changement de sa personnalité et de son comportement quotidien et comme exemple on cite :

- ❖ Avoir des difficultés à trouver les mots justes pour décrire les choses, exprimer des idées ou participer à des conversations.
- ❖ Oublier des rendez-vous ou des événements, même les noms des membres de la famille.
- ❖ Se perdre dans des endroits qu'ils connaissaient très bien.
- ❖ Colère et comportement agressif avec perte de contrôle en soi.

Délires, comme croire que quelque chose a été volé simplement en changeant d'emplacement.

Selon la Fondation Recherche Alzheimer, d'ici 30 ans le nombre de personnes atteintes de cette maladie neurodégénérative devrait doubler, donc il est important que les structures s'adaptent à cette évolution. Actuellement, les patients chez qui la maladie est avancée sont généralement dirigés vers des services d'hospitalisation spécifiques à cause de leur perte

d'autonomie. [3] En revanche, pour les cas moins avancés, les systèmes de télésurveillance semblent être la solution idéale. C'est pour ça que notre recherche se concentre spécifiquement sur ces individus, afin de développer un système de surveillance à distance pour faciliter leur maintien à domicile dans des conditions sécurisées et confortables.

I.3. Les systèmes de télésurveillance :

I.3.1. Définition :

La télésurveillance est un système technique structuré en réseau qui permet de surveiller à distance des lieux qui peuvent être publics ou privé, des machines ou même des individus grâce à un système composé de détecteurs, capteurs, caméras et d'alarmes reliés à un centre de surveillance dans lequel on trouve des agents spécialement formés et prêts à intervenir en cas de problèmes en alertant les autorités concernées, ou à clarifier la situation s'il s'agit d'une fausse alerte. [4]

Les systèmes d'alerte peuvent aussi être directement connectés à votre téléphone portable grâce à des applications mobiles.

I.3.2. L'objectif :

La mise en place de la télésurveillance dans nos villes, rues et espaces publics devient essentielle pour renforcer la sécurité des biens et des individus. Les résultats positifs des expériences d'installation de systèmes de télésurveillance dans les espaces publics, tant urbains que ruraux, confirment son efficacité. En effet, là où la télésurveillance est déployée, les problèmes d'insécurité tendent à régresser. Son objectif principal est d'assurer la protection, la vigilance, la dissuasion, la prévention et l'identification des incidents. En tant que système complémentaire, la télésurveillance vient en aide aux forces de sécurité. Les études démontrent de manière significative la réduction des délits dans les lieux publics équipés de télésurveillance.

I.3.3. L'usage : [4]

La télésurveillance est utilisée dans de nombreux domaines, elle est devenue indispensable pour garantir la sécurité, surveiller les activités et protéger les biens. Parmi ces utilisations, on cite :

- La télésurveillance de l'environnement qui utilise un système de capteurs distribuée, la connectivité sans fil, l'informatique périphérique et des outils logiciels pour vérifier et gérer les conditions environnementales (la surveillance de la pollution, détection des fuites...etc.)
- La télésurveillance routière, au moyen des caméras spécialisées ou des capteurs à proximité voire même noyés dans la chaussée permettent d'évaluer la densité du trafic, les ralentissements qui peuvent en découler, la présence de personnes sur les bandes d'arrêt d'urgences...etc.
- La télésurveillance industrielle : divers capteurs permettent d'évaluer l'état d'une machine, ces informations peuvent alors être envoyées à un poste de surveillance. L'équipement de consommables, une anomalie de fonctionnement ou même un acte de malveillance serait alors détecté à distance. [5]
- Pour la surveillance des lieux sensibles (banque, centrales nucléaires...), et d'habitation, afin de prévenir les intrusions, les cambriolages et les actes de vandalismes.
- La télésurveillance pour personnes âgées.

Au sein de cette diversité de domaines, notre recherche se focalise spécifiquement sur ce dernier.

I.3.4. La télésurveillance pour personnes âgées :

➤ **Télésurveillance médicale :**

Cette télésurveillance présente un potentiel décisif d'amélioration des prises en charge des patients (diminution des hospitalisations et des passages aux urgences), de réorganisation des parcours et des pratiques (optimisation des organisations de soin). Elle contribue à stabiliser la maladie, voire à améliorer l'état de santé par le suivi régulier d'un professionnel médical qui sera alerté si nécessaire. [6]

➤ **Télesurveillance pour sécurité :**

La télesurveillance pour les personnes âgées, aussi appelés la télé-vigilance sont des systèmes intelligents conçus pour la surveillance à distance des personnes âgées pour leurs permettre de rester autonomes pendant longtemps dans leurs domiciles et pour offrir la tranquillité d'esprit pour leurs familles.

I.3.4.1. Les types existants : [7]

À partir d'un certain âge, il peut arriver que l'on ait du mal à tout gérer en autonomie au quotidien, en raison de nos capacités physiques qui déclinent. En ce sens, certaines personnes âgées dépendent énormément de leurs proches, surtout si elles ont des problèmes de santé. Toutefois, il arrive que leurs proches ne soient pas tout le temps disponible pour s'occuper de leurs parents seniors. Ils utilisent alors des systèmes de télesurveillance pour assurer leur sécurité et leur bien-être. À noter :

I.3.4.2. La téléassistance classique :

Il s'agit d'un système qui permet aux seniors de bénéficier d'une assistance rapide en cas d'urgence ou de besoin de soins médicaux.

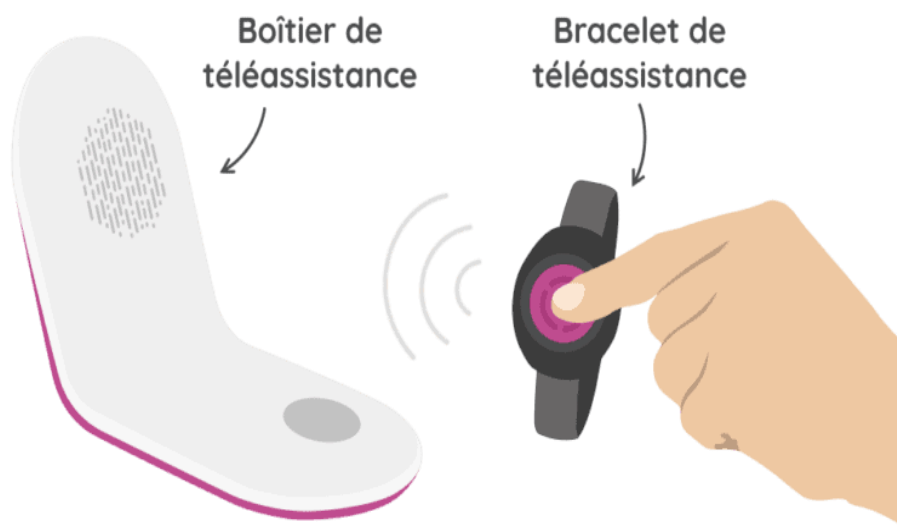


Figure I.2 : Les outils de la téléassistance classique.

➤ **Le fonctionnement :**

Le fonctionnement de la téléassistance est simple. Elle repose sur un dispositif que la personne âgée porte sur elle en permanence, et qui est doté d'un bouton d'urgence. Il peut s'agir d'un pendentif, d'un bracelet ou d'une montre. En cas de malaise, de besoins de soins médicaux ou de chute, votre proche senior appuie sur le bouton d'urgence pour envoyer une alerte à un centre de surveillance. Une fois l'alerte reçue, des opérateurs prennent contact avec la personne âgée et discutent avec elle afin d'évaluer la situation. En fonction de la gravité de la situation, ils décident ensuite d'appeler directement les urgences ou de contacter un membre de la famille pour assister le proche en difficulté.

➤ **Les avantages :**

- ❖ Permet à une personne âgée d'être en sécurité partout dans son logement.
- ❖ La personne âgée pourra contacter un chargé de téléassistance à n'importe quelle heure de la journée ou de la nuit (24 heures/24 et 7 jours/7) si la téléassistance classique est couplée avec un abonnement.
- ❖ La majorité des émetteurs (bracelet, médaillon) sont étanches et peuvent facilement passer sous l'eau

➤ **Les inconvénients :**

- ❖ La personne âgée doit constamment porter le bracelet, la montre, le pendentif ou le médaillon sur elle.
- ❖ Est inutile si la personne n'appuie pas sur le bouton : cela arrive lorsque la personne est désorientée par une chute ou un malaise et lorsqu'elle tombe dans une position qui ne lui permet pas d'appuyer sur le bouton.
- ❖ L'autonomie est parfois limitée : il peut être nécessaire de les recharger régulièrement.

I.3.4.3. La vidéosurveillance :

La vidéosurveillance est l'un des systèmes de télésurveillance les plus efficaces pour assurer le bien-être des personnes âgées à domicile. Elle consiste à utiliser des caméras pour surveiller en temps réel l'environnement d'un proche âgé.

➤ **Le fonctionnement :**

Le fonctionnement de la vidéosurveillance pour les personnes âgées repose sur des caméras installées à l'intérieur de la maison. Les images sont transmises en direct sur un ordinateur, un Smartphone, une tablette ou une télévision. Cela vous permet de veiller sur votre proche en temps réel. Les opérateurs du centre de surveillance peuvent également y accéder en cas de problèmes pour rapidement venir en aide à la personne âgée.

➤ **Les avantages :**

- ❖ Disponible de jour comme de nuit, 7 jours sur 7.

➤ **Les inconvénients :**

- ❖ Nécessite d'avoir une connexion à Internet pour connecter la caméra en Wi-Fi.
- ❖ Certaines personnes peuvent être réticentes à l'idée d'installer une caméra à son domicile.
- ❖ Nécessite de porter un bracelet ou un médaillon et d'activer le bouton d'alerte pour déclencher un appel en Visio.

I.3.4.4. La téléassistance mobile par géo-localisation GPS :

Un dispositif de téléassistance par géo-localisation permet à une personne âgée d'émettre une alerte en cas de problème à l'extérieur de son domicile. Le centre de téléassistance qui reçoit l'appel et qui entre en communication avec la personne âgée peut ensuite appeler les secours ou un proche en fonction du besoin. Grâce au système de géo-localisation qui permet d'avoir accès aux coordonnées géographiques (latitude et longitude), le centre de téléassistance est capable de retrouver l'emplacement précis de la personne âgée.

➤ **Avantages :**

- ❖ Permet sortir sereinement à l'extérieur de son domicile, sans craindre qu'il lui arrive quelque chose. Elle peut d'ailleurs être très utile en cas d'agression
- ❖ Discret et complémentaire aux autres systèmes de téléassistance.
- ❖ Le système de géo localisation fonctionne 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7

➤ **Inconvénients de la téléassistance mobile :**

- ❖ Coûte plus cher qu'un dispositif de téléassistance à domicile.
- ❖ Nécessite le consentement de votre proche pour faciliter son acceptation et faire en sorte qu'il porte bien son bracelet, pendentif ou montre sur lui dès qu'il sort de son domicile.

I.3.4.5. Téléassistance GPS Alzheimer :

La téléassistance GPS Alzheimer est un dispositif, permettant de maintenir l'autonomie d'une personne âgée qui risque de se perdre. Ce système de téléassistance contribue également à rassurer les proches car ils peuvent ainsi suivre les déplacements de la personne âgée en temps réel.



Figure I.3 : La téléassistance GPS.

En effet, la téléassistance GPS Alzheimer permet de définir différentes “zones de vie”. Lorsque la personne âgée sort de ces zones de vie, une alarme se déclenche et alerte le centre de téléassistance qui y est relié ou envoie une notification aux numéros de téléphone des aidants familiaux. La personne qui reçoit l’alerte est alors en mesure de localiser la personne âgée.

Les différentes “zones de vie” qu’il est possible de délimiter :

○ **La zone de vie n°1 :**

Cette zone peut correspondre à l’intérieur du domicile.

- **La zone de vie n° 2 :**

Cette zone peut correspondre aux alentours du domicile (un jardin, une cour,... dans lesquels la personne âgée peut déambuler librement).

- **La zone de vie n°3 :**

Cette zone peut correspondre à l'extérieur du domicile. Dans ce cas, une alerte est envoyée aux aidants ou au centre de téléassistance.

- **Les avantages :**

- ❖ Permet d'assurer le maintien à domicile d'une personne âgée atteinte de la maladie d'Alzheimer.
- ❖ Contribue à rassurer les proches puisqu'ils peuvent suivre en temps réel ses différents déplacements.
- ❖ Fonctionne 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.

- **Les inconvénients :**

- ❖ Est inutile si la personne retire son bracelet.

I.3.4.6. La téléassistance intelligente :

La téléassistance intelligente s'appuie sur l'analyse des habitudes de vie des personnes âgées, utilisant des caméras ou des capteurs dans leur domicile pour détecter automatiquement tout problème potentiel, tels que chute, malaise ou effraction. Contrairement aux autres solutions, aucun dispositif d'urgence personnel n'est nécessaire, car les alertes sont déclenchées automatiquement par les caméras ou capteurs en cas de situation anormale, sans nécessiter d'action spécifique de la personne âgée.

- **Le fonctionnement :**

Des détecteurs de chute automatiques et des caméras sont positionnés dans diverses pièces du domicile de la personne âgée. Un boîtier connecté, souvent doté d'une carte SIM et branché à une prise électrique, enregistre l'activité de ces dispositifs. En cas d'anomalie détectée, les capteurs et caméras déclenchent automatiquement une alerte vers le boîtier. Ce dernier identifie un changement d'activité et initie un appel au centre de téléassistance ou à la famille,

assurant une protection continue de la personne âgée, sans qu'elle en soit consciente. De plus, le boîtier est équipé d'un micro et d'un haut-parleur, facilitant les communications avec un télé-assisteur ou un proche depuis n'importe quelle pièce.

➤ **Les avantages :**

- ❖ Fonctionne 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7.
- ❖ Ne change pas les habitudes de vie : la personne n'a pas à se soucier de porter un médaillon, un bracelet ou encore un collier.
- ❖ Installation réalisée par une équipe de professionnels
- ❖ Pour la téléassistance par caméra : Possibilité de demander à revoir les images en cas de situation inhabituelle (des 24 dernières heures).

➤ **Les inconvénients :**

- ❖ N'est pas fiable à 100% : elle s'appuie sur des habitudes de déplacement prédéfinies qui ne correspondent pas forcément au mode de vie de la personne âgée.
- ❖ Peut être perçue comme étant trop intrusive (particulièrement pour la téléassistance par caméra)
- ❖ Ne fonctionne pas si la personne âgée a un animal de compagnie.
- ❖ Coûte plus cher que la téléassistance classique : chaque capteur ou caméra supplémentaire fait augmenter le prix de l'abonnement mensuel.

I.4. L'internet des objets (L'IoT) :

I.4.1. Définition :

L'Internet des objets est un concept qui désigne l'interconnexion des objets physique à Internet, leur permettant ainsi de collecter et d'échanger des données. Ces objets peuvent être des dispositifs électroniques, des capteurs, des véhicules, des appareils domestiques et bien d'autres encore.

L'objectif de l'IoT est de créer un réseau où les objets peuvent communiquer entre eux et avec des systèmes informatiques, facilitant ainsi la collecte et l'analyse de données en temps réel, qui peuvent être utilisées pour surveiller, contrôler et optimiser les appareils et les processus, apportant ainsi une plus grande efficacité, une meilleure gestion des ressources et de nouvelles possibilités d'interaction entre les objets et les utilisateurs

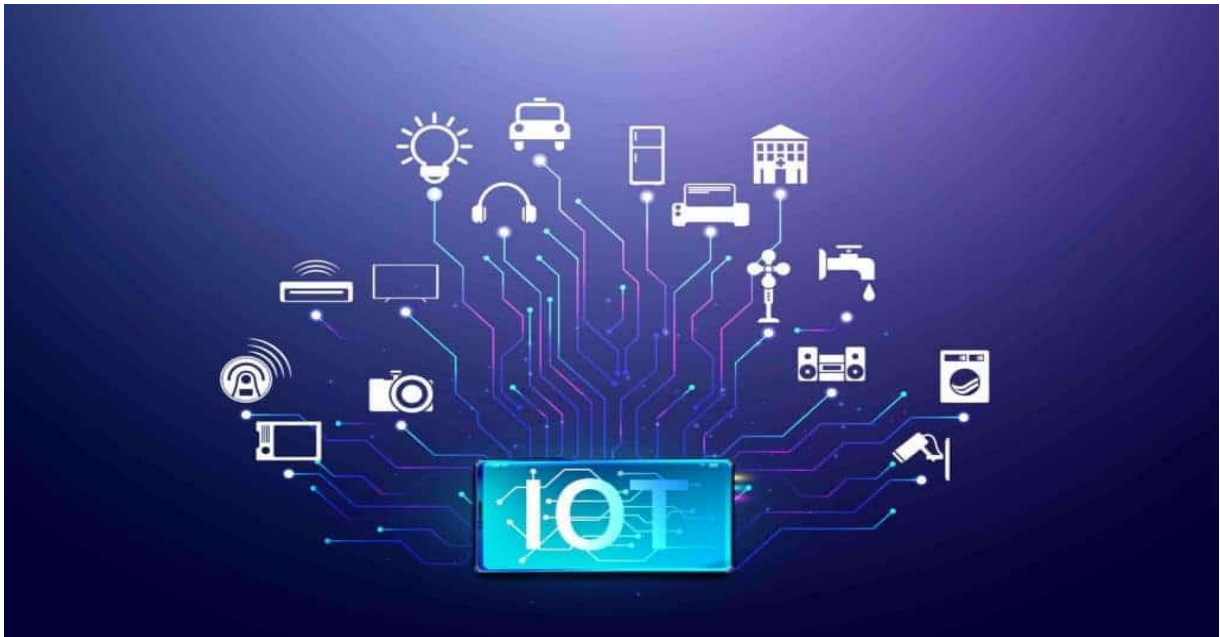


Figure I.4 : l'Internet des objets.

I.4.2. Histoire de l'IoT : [8]

L'Internet des Objets (IoT), bien que souvent perçu comme une technologie moderne, trouve ses racines dans des concepts et des développements technologiques remontant à plusieurs décennies. L'histoire de l'IoT est marquée par une série d'innovations et d'évolutions technologiques qui ont progressivement permis la réalisation de l'idée de connecter des objets du quotidien à Internet.

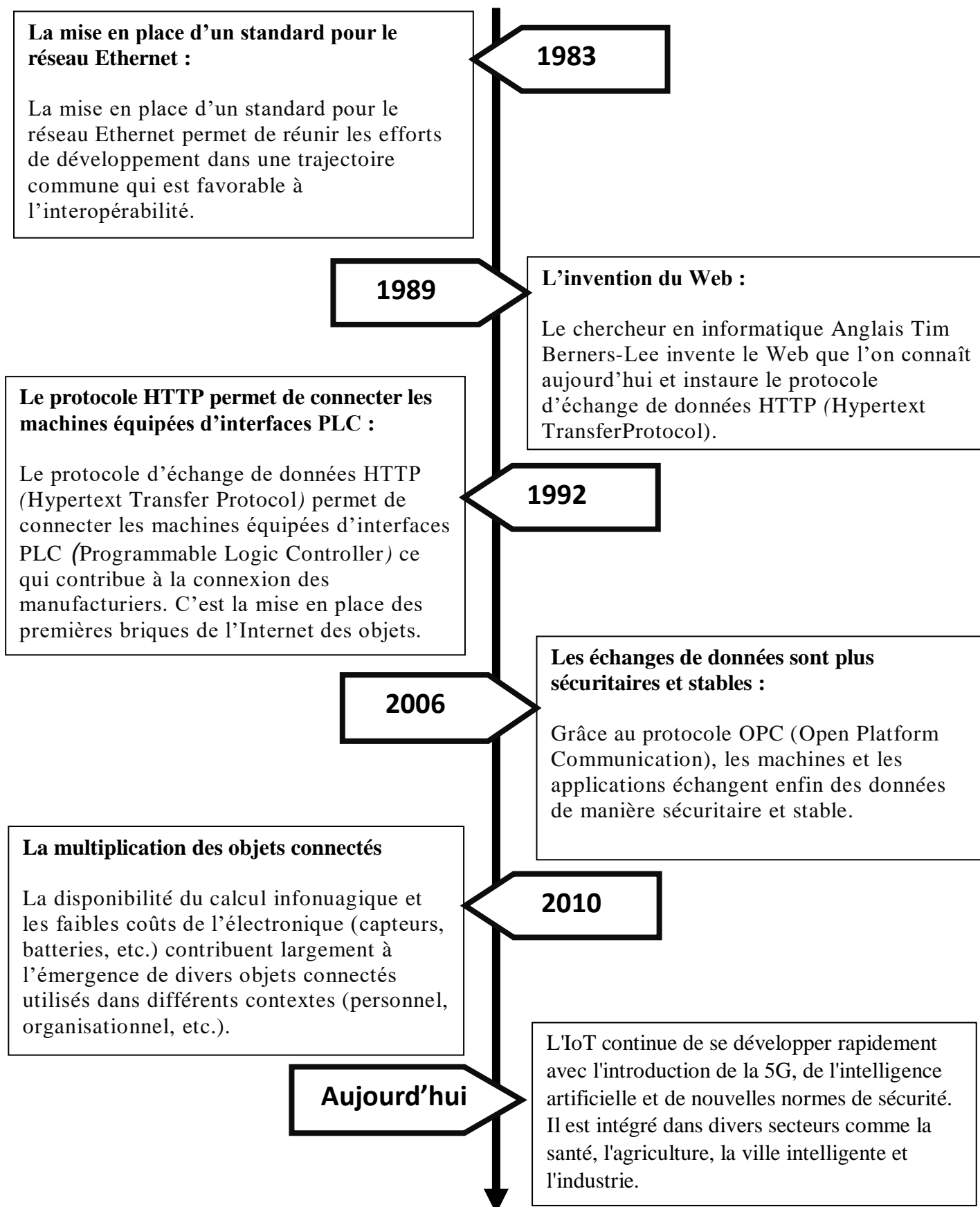


Figure I.5 : Schéma sur l'historique de l'IoT.

I.4.3. Le fonctionnement de l'IoT : [9]

Là où nous ne pouvons être physiquement présents, les terminaux IoT sont nos yeux et nos oreilles. Ils capturent toutes les données pour lesquelles ils sont programmés. Ces données peuvent ensuite être collectées et analysées pour nous aider à guider et automatiser les futures décisions et mesures à prendre. Ce processus se divise en quatre étapes :

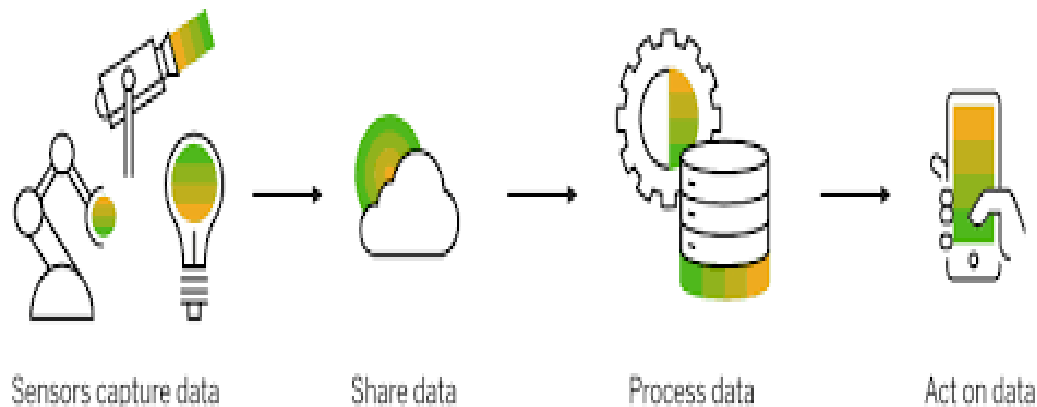


Figure I.6 : Les différentes étapes du fonctionnement de l'IoT.

➤ **Capture des données :**

Les dispositifs IoT, tels que les capteurs, les caméras et les actionneurs, mesurent des données relatives à la fonction d'un appareil, telles que sa température, sa vitesse, sa pression, ses vibrations, ou même un flux vidéo en temps réel, ce qui est une tâche complexe.

➤ **Le partage des données :**

Les appareils communiquent ces informations à une plateforme IoT via des protocoles réseau qui sont utilisés pour normaliser le format des informations circulant des appareils IoT vers la plateforme.

➤ **Traitement des données :**

La plateforme IoT connecte les appareils à Internet, les gère et les contrôle et aussi permet aux utilisateurs de visualiser les données, ou même de lancer une action sur la base grâce à un logiciel programmé.

➤ **Exploitation des données :**

Les données collectées de tous les terminaux d'un réseau IoT sont analysées. Il en ressort de solides insights qui aident à prendre des décisions et des mesures en toute confiance.

I.4.4. Jonction entre le monde physique et le monde numérique :

L'Internet des Objets (IoT) agit comme un pont entre le monde physique et le monde numérique en connectant des objets physiques à internet. Cela permet à ces objets de collecter, de transmettre et d'échanger des données avec d'autres appareils et systèmes informatiques. En intégrant des capteurs, des dispositifs de communication et des logiciels, l'IoT permet aux objets du monde réel d'être surveillés, contrôlés et automatisés à distance via des applications et des plateformes numériques. Ainsi, l'IoT crée une convergence entre les mondes physique et numérique en permettant une interaction transparente entre eux.

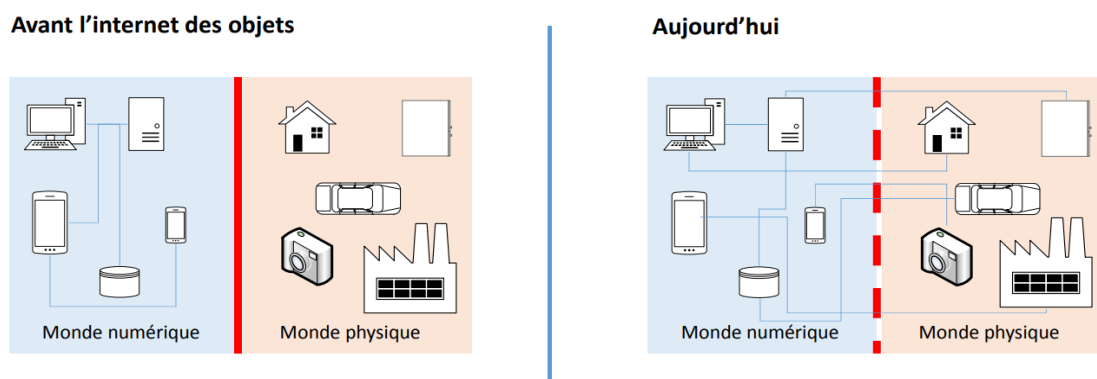


Figure I.7: L'IoT est Le pont entre le monde physique et numérique. [10]

I.4.5. Quelques domaines applicatifs de l'IoT :

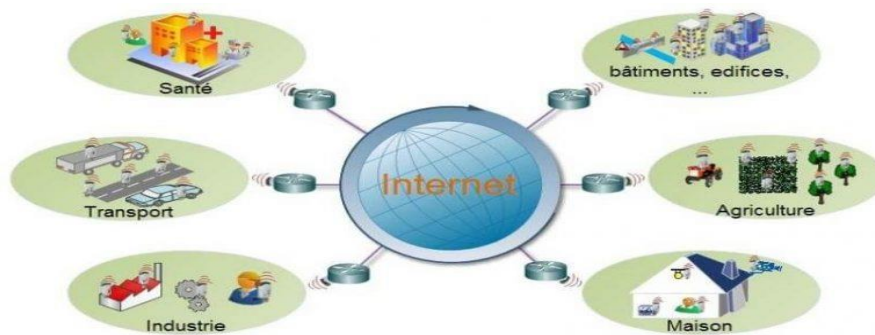


Figure I.8: Les domaines applicatifs de 'IoT. [11]

Plusieurs domaines sont touchés l'IoT notamment la sécurité, le transport, l'environnement et l'infrastructure, les services publics, l'industrie, la santé, la grande distribution et le secteur public...

➤ **La sécurité :**

Les objets connectés sont utilisés pour améliorer la sécurité des biens et des personnes. Les applications courantes comprennent les alarmes incendies, les caméras de vidéosurveillance, les défibrillateurs cardiaques connectés, les boîtiers de téléassistance connectés et les contrôles d'accès biométriques. [12]

➤ **Smart Building :**

Les gestionnaires des bâtiments ont du mal à répondre aux divers besoins des locataires, que ce soit la climatisation, la gestion d'énergie ou la maintenance. L'IoT intervient en ajoutant des capteurs pour contrôler les conditions, comme les détecteurs de présence pour contrôler les lumières et la température d'une pièce vide, et les capteurs particuliers pour et autre gaz pour garantir la sécurité et détecter les problèmes de ventilation. [13]

➤ **Santé :**

Le secteur de la santé a connu un très grand nombre d'applications permettant à un patient et à son docteur de recevoir des informations, parfois même en temps réels, qu'il aurait été impossible de connaître avant l'apparition d'IoT. Par exemple, (Porteuse Digital Health) qui est le premier médicament connecté sur le marché grâce à un capteur directement intégré dans l'être humain qui permet après ça le suivi des patients à distance.

Il existe Plusieurs autres dispositifs sont disponibles, fixé autour du poignet et permettent également de suivre l'activité physique quotidienne du patient, mesurer le taux de sucre, compter le nombre de pas, les kms parcourus, le nombre de calories brûlées..., le dispositif lui envoie une alerte dans les cas anormaux. [14]

➤ **Transport :**

Depuis la création de l'IoT en 1999, le nombre des véhicules intelligents sont en croissance, Aujourd'hui, la plupart des véhicules vendus intègrent des capteurs et des systèmes de communication pour gérer la circulation, la sécurité, la pollution et la logistique des marchandises. L'objectif est de permettre aux véhicules de communiquer de manière autonome pour prévenir les accidents et réduire les coûts

d'assurance. Parallèlement, des applications mobiles comme Waze fournissent des informations en temps réel sur les conditions de circulation, les accidents et les itinéraires alternatifs. De plus, certaines voitures sont équipées de la fonctionnalité d'appel d'urgence automatique, qui déclenche une alerte en cas d'accident, fournissant la localisation du véhicule et facilitant le contact avec les secours. [14]

➤ **Smart City (ville intelligente) :**

L'IoT se charge à rendre la ville plus intelligente grâce à un ensemble des données récoltées en temps réel, la circulation, la gestion des stationnements, la consommation énergétique extérieure, le chauffage des bâtiments ou encore l'éclairage public sont optimisés. L'IoT apporte des solutions à la fois collectives et individuelles. [15]

➤ **L'agriculture intelligente :**

L'agriculture est un secteur qui a beaucoup à gagner de l'Internet des Objets (IoT). Les agriculteurs peuvent désormais surveiller et contrôler leurs cultures à distance, ce qui leur permet d'optimiser leur production et de réduire les coûts. L'Internet des Objets (IoT) est également utilisé pour surveiller les animaux et les élevages, ce qui permet aux agriculteurs de mieux gérer leurs troupeaux, et aussi pour surveiller les conditions météorologiques et les niveaux d'humidité, ce qui permet aux agriculteurs de mieux planifier leurs activités. [16]

➤ **L'industrie :**

L'Internet Industriel des Objets (IIoT) se réfère à l'application de l'IoT dans le domaine industriel. Dans les usines, les capteurs IoT peuvent être utilisés pour surveiller les machines, collecter des données sur les performances et détecter les pannes potentielles. Cela permet aux entreprises d'améliorer l'efficacité opérationnelle, de réduire les temps d'arrêt et d'optimiser la maintenance préventive. L'IoT peut également faciliter la mise en place de processus de production intelligents, dans lesquels les machines sont capables de s'ajuster automatiquement pour optimiser la qualité et la productivité. [17]

I.4.6. Les avantages et les inconvénients de l'IoT :

I.4.6.1. Les avantages de l'IoT: [18]

- ❖ **Automatisation des tâches :** permet une automatisation accrue des tâches quotidiennes, offrant une plus grande commodité aux utilisateurs.
- ❖ **Collecte des données en temps réel :** Les capteurs et dispositifs connectés permettent une collecte continue de données, offrant des informations précises et constamment mises à jour.
- ❖ **Surveillance et contrôle à distance :** L'IoT permet de surveiller et de contrôler à distance différents appareils et objets, tels que les systèmes de sécurité, les thermostats ou encore les appareils électroménagers, offrant ainsi un niveau de commodité et de sécurité supplémentaire.
- ❖ Amélioration de la productivité et des processus opérationnels (ex. : diminution du nombre d'opérateurs humains et optimisation des chaînes de production ou de la logistique).
- ❖ Optimisation des ressources et réduction des coûts.
- ❖ Amélioration de la qualité de vie (ex. : domotique et smart city).

I.4.6.2. Les inconvénients de l'IoT :[18]

- ❖ **Problèmes de sécurité :** L'IoT crée de nouvelles portes d'entrée pour les cybers attaques. Les objets connectés peuvent être vulnérables aux pirates informatiques, compromettant ainsi la vie privée des utilisateurs et pouvant même causer des dommages physiques ou financiers.
- ❖ **Coût élevé :** La mise en place d'un réseau IoT peut être coûteuse, que ce soit pour les entreprises ou les particuliers. La nécessité d'acheter des appareils compatibles, de mettre à jour les infrastructures existantes et de payer pour les services IoT peut représenter un investissement financier important.

- ❖ **Impact environnemental** : L'IoT nécessite des ressources énergétiques considérables pour alimenter les appareils connectés en permanence. Cela peut entraîner une augmentation de la consommation d'énergie et contribuer à l'empreinte carbone globale.
- ❖ Interopérabilité entre les différents appareils et leur protocole de connexion à assurer.
- ❖ Évolutivité du système et gestion d'un volume de données parfois très conséquent.
- ❖ Dépendance à une connectivité Internet fiable.

I.5. Discussion :

En conclusion, ce premier chapitre nous a permis d'explorer les différentes généralités sur la télésurveillance médicale. Nous avons commencé par étudier les différentes définitions de base de cette technologie, puis nous avons identifié son objectif principal ainsi que les domaines variés dans lesquels elle est utilisée. Ensuite, nous avons examiné les avantages et les bénéfices qu'elle offre pour les patients et leurs proches. Enfin, nous avons exploré les diverses connaissances sur l'Internet des objets (IoT), y compris ses différentes utilisations ainsi que ses avantages et inconvénients.

Chapitre II

II.1. Préambule :

Le deuxième chapitre de notre étude se concentre sur la présentation du microcontrôleur ESP32, le type spécifique utilisé dans notre projet. Nous fournirons un aperçu des différentes cartes disponibles, de leurs caractéristiques...etc. De plus, nous discuterons du matériel utilisé dans notre étude.

II.2. Les origines des cartes ESP :

Les cartes de développement ESP ont tracé leur chemin dans le paysage de l'Internet des objets (IoT) grâce à la vision créative d'Espressif Systems, leur créateur. L'histoire de ces cartes remonte à 2014, lorsque la première puce ESP8266 a été mise au point. Conçue pour offrir une connectivité Wi-Fi intégrée à faible coût, cette puce a immédiatement attiré l'attention des développeurs et des passionnés d'IoT, incitant Espressif Systems à concevoir des cartes de développement conviviales et accessibles. L'objectif principal était de démocratiser l'IoT en mettant à disposition des outils puissants et économiques, permettant ainsi à un large éventail de personnes, des amateurs aux ingénieurs expérimentés, d'explorer et de concrétiser leurs idées novatrices. Cette approche inclusive a établi les cartes de développement ESP comme des éléments essentiels dans le domaine de l'IoT, ouvrant la voie à une explosion d'applications intelligentes et connectées dans divers secteurs d'activité. En 2016, Espressif a lancé l'ESP32, une puce plus avancée intégrant à la fois le Wi-Fi et le Bluetooth, offrant ainsi davantage de fonctionnalités aux développeurs et consolidant la position d'Espressif dans le domaine de l'IoT. Depuis lors, Espressif Systems continue de développer et d'améliorer ses puces et ses cartes de développement, lançant régulièrement de nouveaux produits pour répondre aux besoins croissants du marché de l'IoT. Aujourd'hui, les cartes de développement ESP sont largement utilisées dans le monde entier, jouant un rôle essentiel dans la création d'une multitude d'applications intelligentes et connectées.

II.3. Définition :

L'ESP ou Espressif Systems Platform est une gamme de **microcontrôleurs** développée par la société chinoise Espressif Systems, spécialisée dans les technologies sans fil et l'Internet des objets (IoT). Ces microcontrôleurs se distinguent par leur intégration de la connectivité Wi-Fi et Bluetooth, leur faible coût et leur faible consommation d'énergie. L'ESP est

largement adopté pour la création d'applications IoT grâce à sa puissance de traitement, sa flexibilité et le vaste support communautaire qui l'accompagne, incluant des bibliothèques logicielles, des ressources techniques et des forums de discussion. Les microcontrôleurs ESP sont essentiels pour une variété d'applications connectées, des dispositifs domestiques intelligents aux systèmes industriels avancés.

II.3.1. Le microcontrôle :



Figure II.1: Le microcontrôle.[19]

Un microcontrôle est un circuit intégré compact conçu pour contrôler des opérations et des fonctions spécifiques au sein d'un système, rassemble sur une même puce les éléments essentiels d'un ordinateur : processeur, mémoires (mémoire morte pour le programme, mémoire vive pour les données), unités périphériques et interfaces.

Il existe plusieurs famille de microcontrôleurs dont les plus connues sont : Atmel AT91, Atmel AVR , Intel 8051, Motorola 68HC11, PIC de Microchip. [20]

II.3.2. La structure simplifiée d'un microcontrôle :

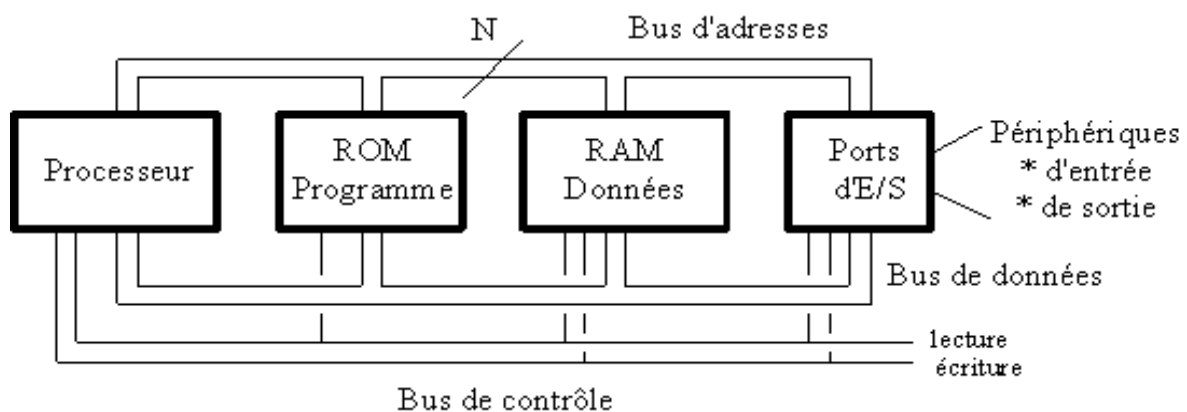


Figure II.2 : La structure d'un microcontrôle.

- Le processeur (L'unité centrale) avec un bus de données allant de 4 à 32 ou 64 bits : C'est le cerveau du système microprogrammé. Il se charge de l'exécution des programmes et aussi la coordination entre les différents organes. Il est composé de :
 - Unité arithmétique et logique.
 - Unité de commande.
 - Les registres généraux.
- La mémoire : est dispositif électronique capable de conserver et de restituer à la demande des grandes quantités d'information. Elles sont classées par leur utilisation en :
 - Mémoire morte (ROM) pour stocker le programme. Différentes technologies peuvent être employées : EPROM, EEPROM, FLASH (la plus récente).
 - Mémoire vive RAM pour stocker les données et les variables. [21]
- Les périphériques : principalement pour interagir avec l'extérieur, sont des circuits électroniques intégrés au microcontrôleur capables d'effectuer des tâches spécifiques. On peut mentionner entre autres :
 - Les convertisseurs Analogique/Numérique (donnent un nombre binaire à partir d'une tension électrique).
 - Les convertisseurs Numérique/Analogique (opération inverse).
 - Les générateurs de signaux à modulation de largeur d'impulsion
 - Les timers (compteurs de temps ou d'événements).
 - Les comparateurs (compent deux tensions électriques).
 - Les contrôleurs de bus (UART, IIC, SSP).
 - Les oscillateurs (servent de base de temps aux timers).
- Souvent un oscillateur pour le cadencement (principalement en quartz).

Ces différents blocs sont reliés par 3 bus :

- Le bus d'adresse (unidirectionnel) : qui permet au microprocesseur de sélectionner la case mémoire ou le périphérique auquel il veut accéder pour lire ou écrire une information (instruction ou donnée).

- Le bus de données (bidirectionnel) : qui permet le transfert des informations entre les différents blocs ; ces informations seront soit des instructions soit des données en provenance ou à destination de la mémoire ou des périphériques.
- Le bus de contrôle : qui indique si l'opération en cours est une lecture ou une écriture, si un périphérique demande une interruption.[21]

II.3.3. Les caractéristiques d'un microcontrôleur :

Les microcontrôleurs se caractérisent par :

- Un plus haut degré d'intégration.
- Une plus faible consommation électrique.
- Une vitesse de fonctionnement plus faible (de quelques mégahertz jusqu'à plus d'un gigahertz).
- Un coût réduit par rapport aux microprocesseurs polyvalents utilisés dans les ordinateurs personnels.

II.3.4. L'utilisation d'un microcontrôleur :

Les microcontrôleurs sont utilisés dès qu'il est nécessaire d'avoir un traitement numérique d'une information ou d'un signal, associé par la suite : soit à un pilotage d'un système, soit à la transmission de cette information à un autre dispositif. Ils sont fréquemment utilisés dans les systèmes embarqués, comme les contrôleurs des moteurs automobiles, les télécommandes, l'électroménager, autoradios. Ces circuits intégrés sont également très prisés en robotique amateur et permettent de réaliser de nombreuses applications, y compris des robots autonomes, les automatismes en modélisme (maquettes de réseau ferroviaire).

II.4. Le choix de la carte :

Le choix d'une carte ESP dépend principalement des exigences spécifiques de votre projet. Voici les principaux facteurs à considérer :

- **Connectivité** : Déterminez si votre projet nécessite uniquement une connectivité Wi-Fi ou si le Bluetooth est également requis.

- **Puissance de traitement et mémoire :** Évaluez la complexité des tâches que votre projet doit accomplir et vérifiez que votre carte dispose suffisamment de mémoire pour stocker les données de votre projet.
- **Tension d'alimentation :** il faut Assurer que la carte choisie correspond à la tension d'alimentation nécessaire pour les composants de votre projet
- **Vitesse du processeur :** Pour des projets nécessitant des réponses rapides aux capteurs, optez pour une carte avec une vitesse de processeur plus élevée.
- **Interfaces de communication :** Assurez-vous que la carte ESP offre les interfaces de communication nécessaires pour interagir avec des modules externes, comme UART, I2C et SPI.
- **Format de la carte :** Considérez la taille et la forme de la carte Arduino, en fonction de l'espace disponible pour votre projet.
- **Support et documentation :** Assurez-vous que la carte choisie dispose d'une bonne documentation et d'un support communautaire actif. Ceci est crucial pour résoudre les problèmes et accélérer le développement.
- **Le coût :** par ce que ça ne sert à rien de payer plus cher qu'on n'a pas besoin.
- **Le poids :** si la réduction du poids est la priorité numéro 1 mieux vaut prendre la plus légère.

II.5. Pourquoi utiliser l'esp :

Choisir une carte de développement ESP dans ses projets présente plusieurs avantages. Ces cartes sont généralement à faible cout, ce qui est idéal pour les projets avec budget limité. Elles offrent une puissance de calcul suffisante pour exécuter diverses tâches, notamment dans le domaine de l'Internet des objets (IoT) et de la domotique. Et comme nous l'avons indiqué précédemment, elle offre une connectivité Wi-Fi intégrée ce qui fait un choix parfait pour les projets nécessitant une communication sans fil. De plus, une large communauté de développeurs et d'utilisateurs soutient ces cartes, offrant de nombreuses ressources en ligne pour faciliter le développement et la résolution de problèmes. Les cartes ESP sont faciles à programmer, y compris via l'IDE Arduino, ce qui les rend accessibles aux débutants. Elles disposent de nombreuses broches d'entrée/sortie (E/S) pour connecter divers capteurs et actionneurs, ce qui les rend très flexibles. Enfin, elles supportent divers protocoles de communication comme le Bluetooth, ce qui augmente encore leur polyvalence. Cette

combinaison de performances, de connectivité, de facilité de développement et de coût fait des cartes ESP un choix populaire parmi les développeurs.

II.6. Le choix entre les cartes ESP et les cartes Arduino : [22]

La carte ESP et la carte Arduino sont deux plates-formes de développement populaires pour les projets électroniques et informatiques. Bien qu'elles présentent des similitudes, il existe également des différences significatives entre ces deux plates-formes, que nous allons présenter dans ce qui suit :

Microcontrôleurs : La principale différence entre la carte ESP et la carte Arduino est le microcontrôleur utilisé. La carte ESP utilise un microcontrôleur Espressif, tandis que la carte Arduino utilise un microcontrôleur Atmel. Le microcontrôleur de la carte ESP est plus puissant que celui de la carte Arduino, avec des fonctionnalités intégrées telles que le Wi-Fi et le Bluetooth.

Fonctionnalités intégrées : Comme mentionné précédemment, la carte ESP dispose de fonctionnalités intégrées telles que le Wi-Fi et le Bluetooth, ce qui la rend particulièrement adaptée pour les projets IoT (Internet des objets). La carte Arduino n'a pas ces fonctionnalités intégrées, mais elles peuvent être ajoutées en utilisant des shields (cartes d'extension).

Langages de programmation : La carte Arduino est traditionnellement programmée en langage C ou C++, tandis que la carte ESP peut être programmée en utilisant Arduino IDE, Micropython ou ESP-IDF.

Niveaux de complexité : En raison de ses fonctionnalités intégrées, la carte ESP peut être plus complexe à utiliser que la carte Arduino. La carte Arduino est souvent utilisée pour les projets plus simples ou pour les débutants en électronique, tandis que la carte ESP est plus adaptée pour les projets plus avancés ou pour les utilisateurs expérimentés.

En fin de compte, le choix entre la carte ESP et la carte Arduino dépendra des besoins de votre projet et de votre niveau de compétence en programmation et en électronique.

II.7. Les différents types de carte ESP :

« ESP » n'est pas en soi un type de carte ou un microcontrôleur spécifique. ESP désigne plutôt toute une famille ; Chaque carte ayant ses spécificités propres elles sont choisies en fonction de ce que l'on veut faire.

Voici une présentation des différentes cartes ESP :

II.7.1. Les cartes ESP8266 :

ESP8266, un système sur puce (SoC) fabriqué par Espressif, elle se compose d'un microcontrôleur Tensilica L106 32 bits et d'un émetteur-récepteur Wi-Fi. Cette combinaison lui permet d'héberger une application IoT de manière autonome ou d'être utilisée pour décharger les fonctions de réseau Wi-Fi vers un autre microcontrôleur ou un ordinateur à carte unique. [23]

On peut se servir de la puce ESP8266 pour :

Créer un serveur Web qui permet d'envoyer ou recevoir des données sur le Web, à partir d'un site, et de visualiser les données d'un capteur sur un téléphone mobile ou un ordinateur via le navigateur Web. Il sert également à créer des connexions sans fils, et donc envoyer et recevoir des informations par le WiFi. [24]

Il existe de nombreuses cartes de développement basées sur ESP8266, elles utilisent toutes la puce SoC ESP8266 au cœur de leur architecture. Voici les plus connus :

II.7.1.1. ESP-01 : [25]



Figure II.3 : la carte ESP-01.

L'ESP-01 est un module WiFi économique basé sur un ESP8266, et il est la version la plus basique et la plus compacte. Il peut être utilisé de façon autonome ou connecté en UART à un Microcontrôleur.

Ce microcontrôleur peut être programmé avec plusieurs environnements de développement comme IoT Development Framework (IDF) Espressif MicroPython et l'Arduino IDE ...etc. Sa programmation requiert un convertisseur USB série adapté.

➤ **Caractéristiques :**

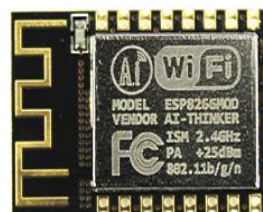
Alimentation :	3,3 Vcc.
Microcontrôleur:	ESP8266.
Mémoire flash :	512 KO à 1 MO selon la version.
Les E/S (UART, alimentation, etc) :	sont disponibles sur 2 x 4 broches mâles.
Interface:	2 ports GPIO, UART, SPI.
Température de service:	- 40 à 125 °C.
Dimensions:	25 x 15 x 12 mm.
Poids :	1 g.
Référence :	ESP-01.

Tableau II.1 : les caractéristiques de la carte ESP-01.

II.7.1.2. ESP 12-E/F : [26]



ESP-12E



ESP-12F

Figure II.4 : Les modules ESP-12E et ESP-12F.

Les modules ESP-12E et ESP-12F, tous deux basés sur le SoC ESP8266, font partie de la série "ESP-XX », partageant la même taille et les mêmes broches, sauf que L'ESP-12F est une version améliorée de l'ESP-12E.

➤ **Leurs caractéristiques :** [27]

Alimentation :	3 à 3,6 Vcc (3,3 Vcc conseillé).
Consommation :	80 mA.
CPU :	32 bit Xtensa LX106.
Mémoire flash :	4 Mo.
Fréquence Wifi :	2400 Mhz à 2483,5 MHz.
Interface:	UART, SPI, I2C, I2S, IRDA, GPIO et PWM.
Température de service :	- 20 à 85 °C.
Dimensions :	24 x 16 x 3 mm.
Poids :	2 g.

Tableau II.2 : Les caractéristiques des modules ESP-12E et ESP-12F.

La principale différence entre eux réside dans la conception de l'antenne PCB, l'ESP-12F ayant une antenne offrant des meilleures performances et une portée Wi-Fi légèrement accrue par rapport à l'ESP-12E.

II.7.1.3. Module NodeMCU ESP8266 :[28]

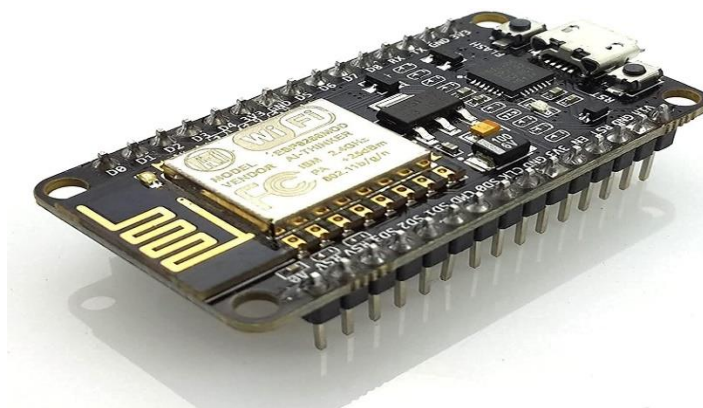


Figure II.5 : Module NodeMCU ESP8266.

NodeMCU est une carte Wi-Fi conçue pour être utilisée dans des projets IoT. Elle est basée sur un circuit ESP8266 et expose toutes ses broches GPIO. De plus, un régulateur de tension a été ajouté, ainsi qu'un port de programmation USB. Elle est open source puisque vous pouvez la programmer avec LUA ou via l'IDE Arduino.

➤ **Les caractéristiques :**

Alimentation:	- 5 Vcc via micro-USB. - 5 à 9 Vcc via broche Vin (régulateur intégré).
Microcontrôleur :	ESP8266.
Microprocesseur :	Tensilica LX106.
Fréquence :	80 MHz.
Mémoire RAM :	64 Kb.
Mémoire Flash :	4 MO.
Entrée/ Sortie :	10 E/S digitales compatibles PWM.
Interface :	9 Broches GPIO, I2C, SPI, UART.
Antenne intégrée.	
Température de service :	-40 à 125 °C.
Dimensions :	58 x 31 x 12 mm.
Mémoire FLASH :	4 MO.
Bouton RESET.	
Régulateur intégré :	3.3 V (500 mA).
Convertisseur USB-Série :	CH340G / CH340G.
Référence fabricant :	NodeMCU ESP8266.

Tableau II.3 : Les caractéristiques du module NodeMCU.

II.7.2. Les cartes ESP32 :

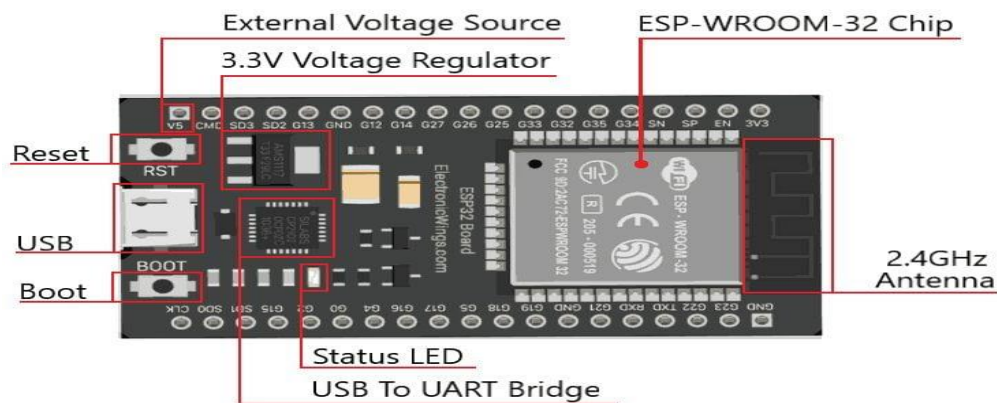


Figure II.6 : Schéma descriptif d'une carte ESP32. [29]

La carte ESP32 est une carte de développement basée sur le système sur une puce ESP32, qui est un microcontrôleur à double cœur, doté de fonctionnalités Wi-Fi et Bluetooth intégrées. La carte ESP32 est largement utilisée dans le développement de projets IoT (Internet des objets), grâce à ses capacités de connectivité sans fil, sa faible consommation d'énergie et sa flexibilité. Elle dispose de nombreux ports d'entrée/sortie (E/S) pour connecter différents capteurs, actionneurs et périphériques, tels que des capteurs de température, des capteurs de lumière, des afficheurs LED, des servomoteurs...etc. [22]

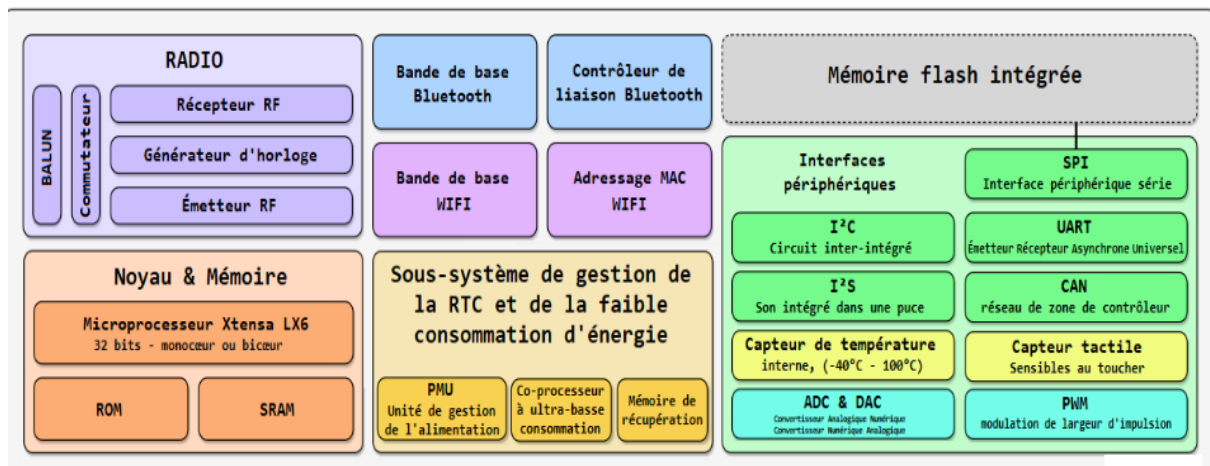


Figure II.7: Schéma bloc fonctionnel du microcontrôleur ESP32. [30]

➤ Les caractéristiques de la carte ESP32 :[31]

- **Intégration Wi-Fi et Bluetooth :** L'ESP32 prend en charge la connectivité Wi-Fi donc on n'aura pas besoin de monopoliser des broches en ajoutant un module WiFi externe, et l'utilisateur va être capable de connecter son

objet IoT à Internet grâce à trois lignes de codes. Et Bluetooth, peut aussi être utilisée en mode «BLE» (Bluetooth Low Energy) consommant moins d'énergie.

- **Faible consommation d'énergie** : l'ESP32 est conçu pour les applications à faible consommation, avec une combinaison de logiciels propriétaires et de circuits d'étalonnage avancés pour atteindre une consommation d'énergie ultra faible.
- **Haute intégration** : la puce comprend des commutateurs d'antenne intégrés, un balun RF, un amplificateur de puissance, un amplificateur de réception à faible bruit, des filtres et des modules de gestion de l'alimentation, ce qui la rend hautement intégrée et polyvalente.
- **Plage de température de fonctionnement** : l'ESP32 peut fonctionner de manière fiable dans des environnements industriels, avec une plage de température de -40°C à $+125^{\circ}\text{C}$.
- **Les Broches** : [22]

Broches d'alimentation : Les broches 3V3 et GND sont utilisées pour l'alimentation de la carte et des périphériques connectés. Il y a aussi une broche VBAT qui peut être utilisée pour alimenter la carte avec une batterie.

Broches d'E/S numériques : Les broches GPIO sont utilisées pour connecter des périphériques numériques, tels que des capteurs de température, des relais, des LED, etc.

Broches d'E/S analogiques : Les broches ADC sont utilisées pour mesurer des signaux analogiques tels que la tension et le courant. La carte ESP32 dispose également d'une broche DAC pour générer des signaux analogiques.

Broches de communication : La carte ESP32 dispose de plusieurs broches pour la communication série (UART), I2C, SPI et la communication sans fil Bluetooth et Wi-Fi.

Broches spéciales : La carte ESP32 dispose également de broches spéciales pour le reset, la programmation, le boot et le contrôle de la puissance.

II.7.2.1. Les différentes versions de la carte ESP32 :

La carte ESP32 est disponible dans une variété de formats et de configurations, allant des cartes de développement simples aux modules intégrés. Et parmi les plus connues, on trouve :

- **ESP32 DevKitC** : Elle est la carte de développement la plus courante et sert de base à de nombreuses autres variantes et dérivés.
- **ESP32-WROVER** : Elle inclut de la RAM PSRAM supplémentaire (généralement 4 Mo), en plus de la mémoire flash, ce qui la rend idéale pour les applications nécessitant plus de mémoire.
- **ESP32-WROOM-32** : C'est le petit dernier de la famille des ESP de Espressif.
- **ESP32-CAM** : Elle intègre une caméra OV2640 et un slot pour carte microSD, ce qui la rend parfaite pour les projets de vision et de surveillance, tels que la vidéosurveillance et la reconnaissance d'image.

II.8. Matériels utilisés :

L'utilisation adéquate du matériel est fondamentale dans toute recherche scientifique. Dans cette section, nous présenterons les outils et équipements essentiels qui ont permis de conduire cette étude de manière précise. Chaque choix de matériel a été bien réfléchi en fonction des objectifs de recherche, afin de garantir la fiabilité et la validité des résultats obtenus.

II.8.1. La carte ESP utilisée :

Dans notre projet, nous allons utiliser la carte ESP32 DEV-KIT V1 que nous avons déjà mentionnée parmi les différents types de cartes ESP. La figure (II.8) représente les différents pins de la carte que nous utiliserons.

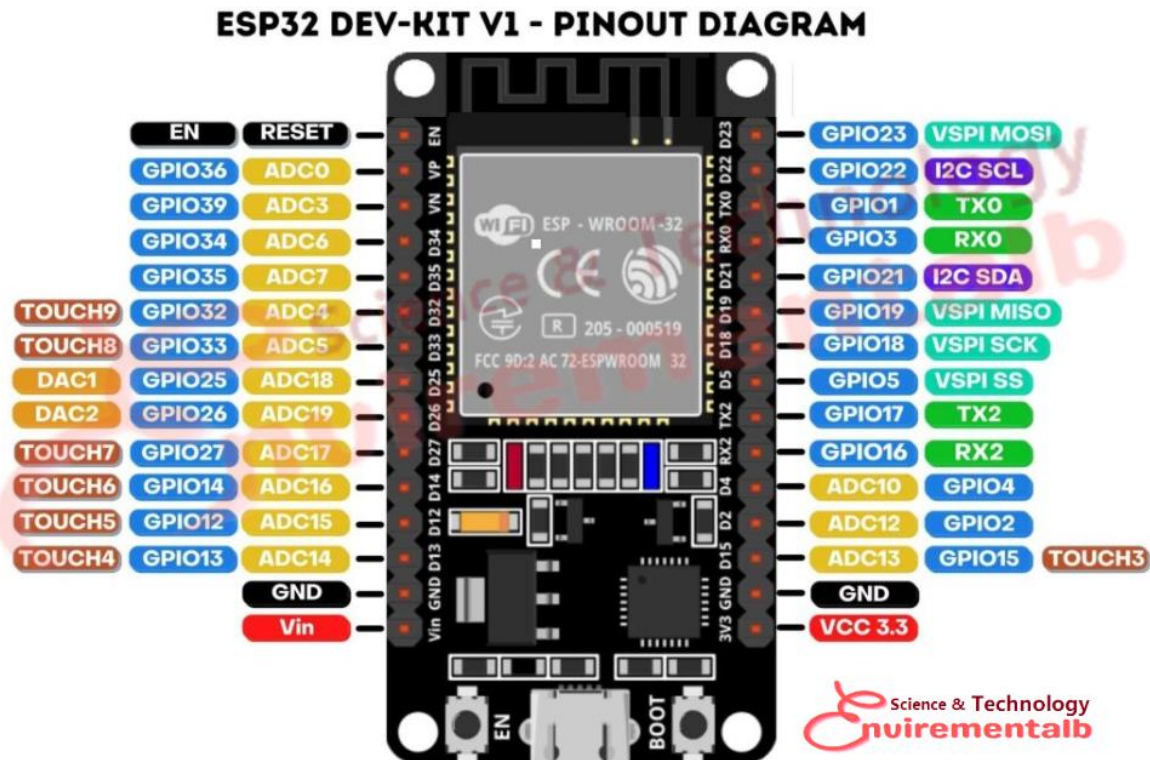


Figure II.8 : La représentation des différents pins de la carte ESP32. [32]

Notre choix revient à la facilité de son utilisation d'ailleurs elle est accessible même aux débutant en programmation, de plus elle est polyvalente c'est-à-dire elle peut être utilisée pour une grande variété de projets, des simples clignotements de LED aux projets plus avancés impliquant des capteurs, des moteurs et d'autres périphériques. En outre, elle possède de nombreux ports d'entrée/sortie (E/S) qui vont nous permettre de connecter facilement nos différents capteurs et composants. Enfin, un avantage non négligeable c'est que l'ESP32 DEV-KIT V1 est peu coûteuse par rapport à d'autres cartes de développement sur le marché, ce qui la rends accessible à un large éventail de personnes et de projets.

II.8.2. Les capteurs :

II.8.2.1. Définition :

Un capteur est un organe chargé de prélever une grandeur physique (température, humidité, distance, concentration, force.....) à mesurer et de la transformer en une grandeur électrique exploitable (courant, tension, charge). C'est le premier maillon de toute une chaîne de mesure, acquisition de données, de tout système d'asservissement, régulation, de tout dispositif de contrôle, ... [30]

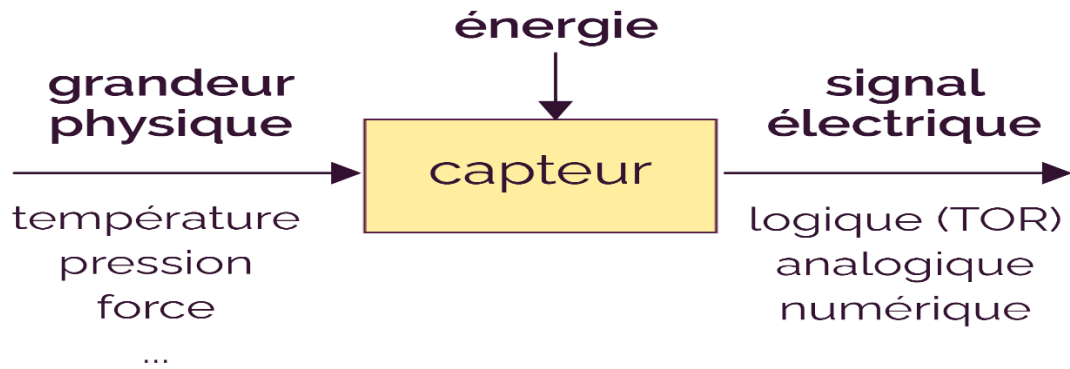


Figure II.9 : Le rôle d'un capteur. [33]

II.8.2.2. Classification des capteurs :

Les capteurs ont plusieurs modes de classification :

II.8.2.2.1. Apport énergétique :

En classifiant les capteurs selon l'apport énergétique, on distingue deux grands types :

➤ **Les capteurs passifs :**

Ce sont des capteurs modélisables par une impédance : Résistance, capacité ou inductance. Un capteur passif nécessite un circuit électrique extérieur (conditionneur) pour mesurer cette impédance : montage potentiométrique, pont d'impédance, etc... [30]

➤ **Capteurs actifs**

Ce sont des capteurs que l'on modélise par des générateurs de tension ou de courant en fonction de l'intensité du phénomène physique mesuré. Ils n'ont pas besoin d'une alimentation externe (exemple : thermocouple, photodiode, capteur piézoélectrique). [30]

II.8.2.2.2. Type de sortie :

Les capteurs peuvent aussi faire l'objet d'une classification par type de sortie :

➤ **Capteurs analogiques :**

La sortie peut prendre une infinité de valeurs continues. Le signal des capteurs analogiques peut être du type : sortie tension ou sortie courant. Exemple (la jauge de contrainte et la jauge d'essence...). [34]

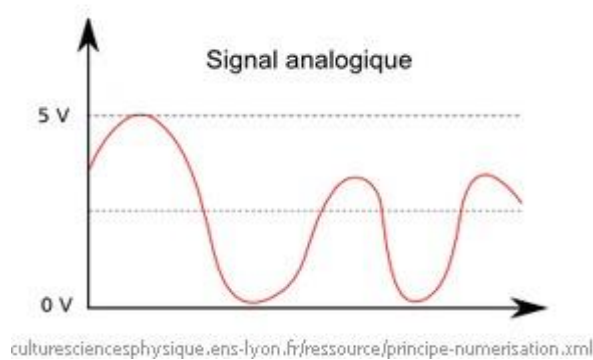


Figure II.10 : Signal analogique. [35]

➤ **Capteurs numériques :**

Un capteur numérique est un capteur qui effectue successivement :

- La transduction d'un phénomène physique en signal électrique analogique.
- La numérisation du signal analogique en signal logique.

Le signal logique produit n'est pas un simple signal binaire comme celui produit par les détecteurs : c'est un signal logique codé. Cela signifie qu'il utilise un langage, appelé norme ou protocole de communication, pour transmettre sous forme binaire une information complexe comme un nombre, une lettre, un mot, un texte complet, etc.[36]

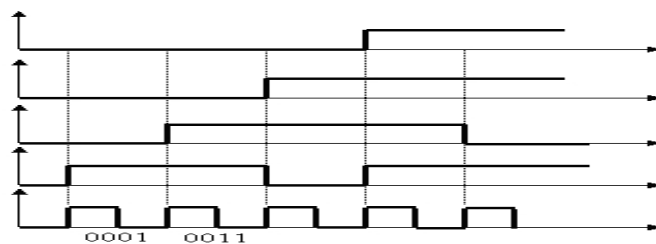


Figure II.11: Signal numérique. [37]

➤ **Capteurs logiques :**

Ils délivrent une sortie logique de type TOR (Tout Ou Rien). Ils sont en général appelés détecteurs car ils servent surtout à prélever l'information "présence" ou « absence » d'un objet. Un exemple est un capteur de fin de course qui détecte si un objet est présent ou non dans une certaine position. [38]

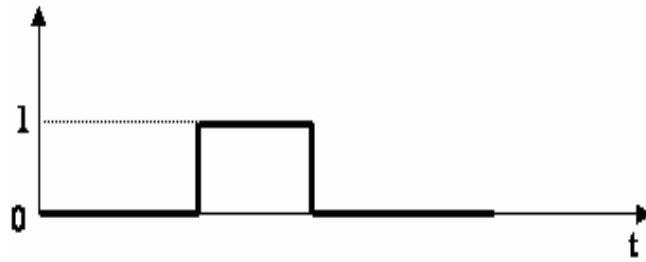


Figure II.12: Signal logique. [37]

II.8.2.3. Les caractéristiques d'un capteur :[39]

- **L'étendue de la mesure** : c'est la différence entre le plus petit signal détecté et le plus grand perceptible sans risque de destruction pour le capteur.
- **La sensibilité** : c'est la plus petite variation d'une grandeur physique que peut détecter un capteur.
- **La rapidité** : c'est le temps de réaction d'un capteur entre la variation de la grandeur physique qu'il mesure et l'instant où l'information prise en compte par la partie commande.
- **La précision** : c'est l'aptitude d'un système à être juste et fidèle.
- **Linéarité** : représente l'écart de sensibilité sur l'étendue de mesure.

II.8.2.4. Les capteurs utilisés :

- Capteur de gaz MQ-2 : [40]

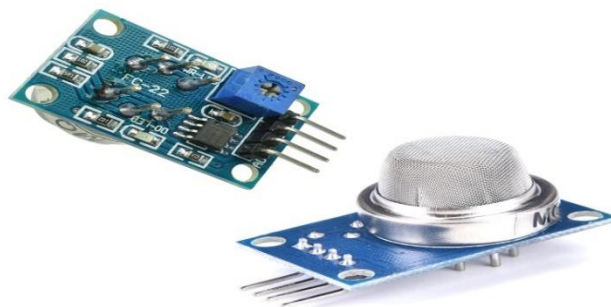


Figure II.13: Le capteur de gaz MQ-2.

Le capteur MQ-2 est un capteur de gaz semi-conducteur conçu pour détecter différents gaz inflammables et fumées, notamment le GPL (propane, butane), le méthane, l'alcool, l'hydrogène et la fumée.

Principales caractéristiques du capteur MQ-2 :

La tension d'alimentation :	5V.
La sortie :	analogique et numérique (0V ou 5V logique TTL).
Sensibilité :	réglable à l'aide d'un potentiomètre.
Temps de préchauffage :	20 secondes.
L'utilisation :	Peut être utilisé comme capteur numérique ou analogique.
Conception :	à double panneau de haute qualité.
Haute sensibilité et temps de réponse rapide aux cibles de gaz.	

Tableau II.4 : Les caractéristiques du capteur MQ-2.

Le fonctionnement:

Le fonctionnement du capteur MQ-2 se base sur un changement de conductivité du capteur en présence des cibles de gaz. Plus la concentration de ces gaz est élevée, plus la conductivité du capteur augmentée, ce qui se traduit par une variation de la tension de sortie analogique.

Le seuil de détection peut être ajusté à l'aide du potentiomètre.

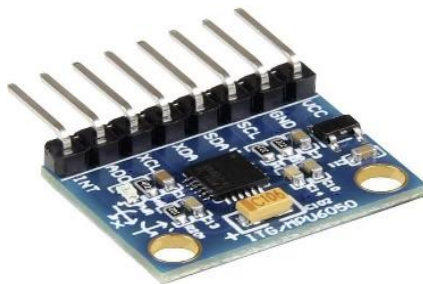
➤ **MPU 6050** :[41]

Figure II.14: Le capteur MPU6050.

Le capteur MPU6050 est un dispositif qui combine un gyroscope et un accéléromètre sur une seule puce. Il est utilisé pour mesurer les accélérations linéaires et angulaires dans les trois axes de l'espace. Ce capteur est présent dans diverses applications telles que les manettes de jeux vidéo, les smartphones, le contrôle d'assiette des drones, ou l'équilibrage des robots. Le MPU6050 permet de récupérer simultanément les valeurs des capteurs, offrant ainsi une vision complète de la position du capteur. Il est très pratique puisqu'il communique grâce au

protocole I2C, ce qui simplifie le câblage et permet une communication avec de nombreuses cartes microcontrôleur de plus est fourni avec deux types de broches, on peut donc choisir entre celles droites ou recourbées et passer à l'étape de soudage.

Principales caractéristiques du capteur MPU6050 :

L'alimentation :	3v-5v.
Plage de mesure d'accélération :	de $\pm 2g$ à $\pm 16g$.
Plage de mesure de vitesse angulaire :	de $\pm 250^\circ/s$ à $\pm 2000^\circ/s$.
Interface de communication :	I2C.
Capteur d'accélération linéaire à 3axes.	
Capteur de la vitesse angulaire à 3axes.	

Tableau II.5 : Les caractéristiques du capteur MPU6050.

Le fonctionnement :

Le module MPU6050 est constitué d'un capteur de température et de deux capteurs micromécaniques : un gyroscope qui permet de mesurer les rotations et un accéléromètre qui permet de mesurer les accélérations dans l'espace. Ces capteurs sont généralement constitués d'une partie mécanique et d'une partie piézoélectrique. Lorsque l'objet est en mouvement la pièce mécanique se déplace contre la partie piézoélectrique qui envoie un signal électrique.

II.8.3. Autres composants utilisés :

Nous avons utilisé plusieurs composants, à citer :

II.8.3.1. ESP32-CAM : [42]

Module IoT ESP32-CAM avec module MB basé sur un ESP32 proposant une interface WiFi associée à une caméra miniature. Cet ensemble est idéal pour la création de projets miniatures connectés nécessitant une capture vidéo ou photo. Ce microcontrôleur ne dispose pas de convertisseur USB-série intégré c'est pour ça qu'il est nécessaire d'utiliser un convertisseur externe, comme l'ESP32-CAM-MB.

L'ESP32 est programmable grâce à l'IDE Arduino et permet d'accéder au flux vidéo de la caméra via un réseau WiFi local ou internet.

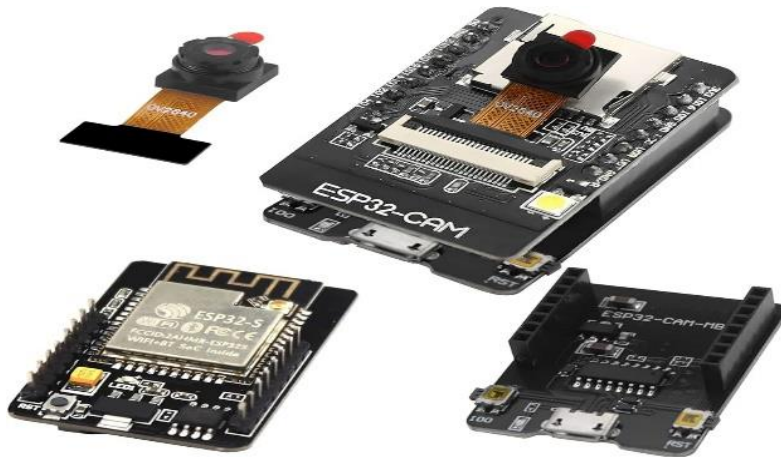


Figure II.15: ESP32-CAM avec module MB.

Principales caractéristiques :

Alimentation:	3,3 ou 5 Vcc.
Consommation:	2000 mA maxi
Microcontrôleur:	ESP32 à 240 MHz.
Mémoire RAM:	520 Ko.
Mémoire PSRAM (RAM supplémentaire externe):	4 Mo.
Compatibilité:	capteurs OV2640 et OV7670 (capteur OV2640 intégré).
Interfaces sans fil:	- Bluetooth: compatible 4.2, EDR et BLE - WiFi 802.11b/g/n/e/i (compatible WPA, WPA2, WPA2-Enterprise et WPS).
Interfaces disponibles:	UART, SPI, I2C, PWM, ADC et DAC
Lecteur de carte micro-SD :	(4 Go maxi, carte non inclus)
Broches utilisées par le lecteur micro-SD:	2, 4, 12, 13, 14 et 15
Sorties :	3,3 Vcc.
Broches GPIO:	UART, SPI et I2C.
Bouton reset	
Température de service: -20 à 85 °C	
Dimensions: 27 x 40 x 12 mm	

Tableau II.6 : Les caractéristiques de l'ESP32-CAM.

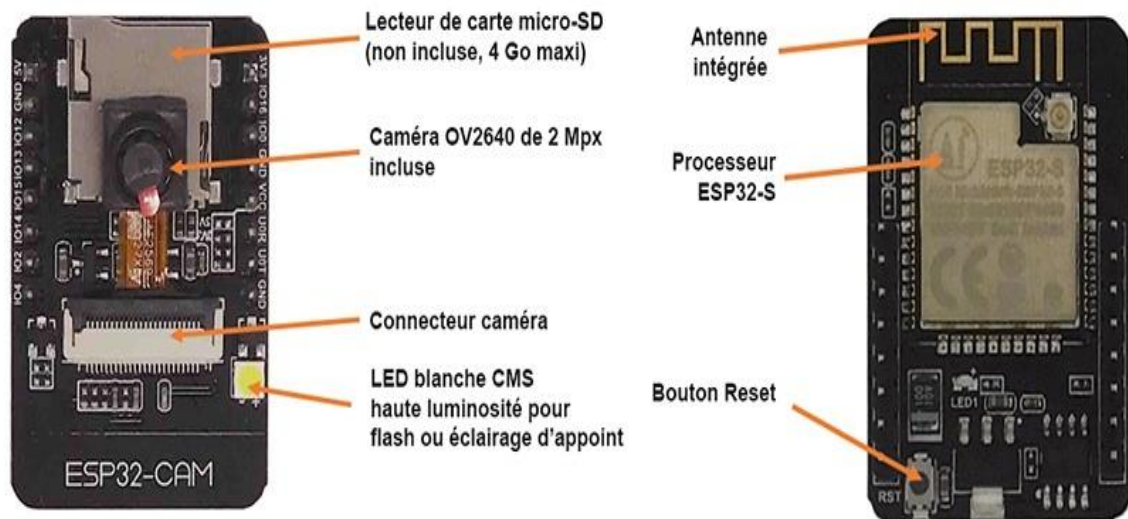


Figure II.16: Description d'ESP32-CAM. [43]

.8.3.2. Le servomoteur :



Figure II.17: Servomoteur. [44]

Un servomoteur est un moteur qui contient un codeur à l'intérieur, appelé décodeur, qui convertit le mouvement mécanique (tours d'arbre) en impulsions numériques interprétées par un contrôleur de mouvement très précis. Ils utilisent également un pilote, qui forment ensemble un circuit pour commander la position, le couple et la vitesse. [45]

Un servomoteur est un peu plus complexe qu'il n'en a l'air, il est constitué de :

Un petit moteur à courant continu qui est relié à un potentiomètre (résistance variable) par l'intermédiaire d'un circuit électronique ce qui permet de contrôler finement le moteur en

fonction de la position du potentiomètre. Sur l'axe de sortie du moteur, une série d'engrenages permet d'augmenter son couple (sa force utile) en réduisant sa vitesse de rotation.

Principales caractéristiques du servomoteur :

Tension de fonctionnement :	4,8 ~ 6,0 V.
Vitesse de fonctionnement :	0,12 seconde/60 degrés (4,8 V) ~ 0,1 seconde/60 degrés (6,0 V).
Couple :	1,6 kg/cm(4,8 V).
Plage de température :	-30 ~ + 60 °C.
Longueur du câble :	25 cm.
Poids :	9g.
Type de servomoteur :	Servomoteur analogique.

Tableau II.7 : Les caractéristiques du servomoteur

Le fonctionnement :

Quand le moteur tourne, les engrenages s'animent, le bras bouge et entraîne dans son mouvement le potentiomètre. Si le mouvement s'arrête, le circuit électronique ajuste en continu la vitesse du moteur pour que le potentiomètre et donc par extension le bras du moteur reste toujours au même endroit. C'est ce qui permet par exemple à un bras d'un robot de ne pas retomber sous l'effet de son propre poids lorsque le mouvement s'arrête. [46]

II.8.3.3. Le clavier matriciel 4*4 :[47]

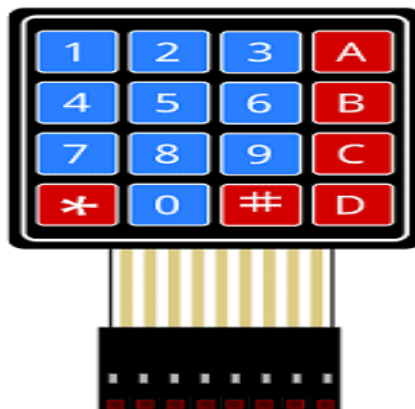


Figure II.18: Clavier 4*4.

Un clavier matriciel 4×4 est un type de clavier qui utilise une grille de 4 colonnes et 4 lignes de touches pour entrer des données. Chaque touche est associée à une combinaison unique de lignes et de colonnes, ce qui permet de détecter la touche appuyée en mesurant la résistance entre les lignes et les colonnes.

II.8.3.4. Le ventilateur 5V 0,20A 60x60x20 :



Figure II.19 : ventilateur. [48]

C'est un ventilateur électrique qui fonctionne sous une tension de 5 volts, avec une consommation de courant de 0,20 ampères, et des dimensions de 60 millimètres par 60 millimètres par 20 millimètres. Ces ventilateurs sont utilisés dans diverses applications, notamment pour le refroidissement des composants électroniques dans les appareils informatiques comme les ordinateurs de bureau, les serveurs et les routeurs. Ils sont également utilisés dans des projets électroniques personnels nécessitant un refroidissement actif, tels que les imprimantes 3D, les systèmes de domotique et les systèmes de contrôle.

II.8.3.5. Le relais thermique :



Figure II.20 : relais thermique. [49]

Le relais thermique est un appareil de protection capable de protéger contre les surcharges prolongées.

Une surcharge est une élévation anormale du courant consommé par le récepteur (1 à 3 In), mais prolongée dans le temps, ce qui entraîne un échauffement de l'installation pouvant aller jusqu'à sa destruction. Le temps de coupure est inversement proportionnel à l'augmentation du courant. [50]

II.8.3.6. La led :



Figure II.21 : Led [51]

Une LED (Light-Emitting Diode) est un composant optoélectronique qui émet de la lumière lorsqu'il est traversé par un courant électrique.

II.8.3.7. Bouton poussoir :



Figure II.22: Bouton poussoir. [52]

Un bouton poussoir, parfois appelé interrupteur momentané, est un type d'interrupteur qui permet de contrôler l'alimentation électrique d'un dispositif en exerçant une pression. Il revient automatiquement à sa position initiale lorsque la pression est relâchée. Les boutons poussoirs sont largement utilisés dans diverses applications, telles que les systèmes d'éclairage, de sécurité, le contrôle industriel et les équipements électroniques.

II.8.3.8. La résistance :

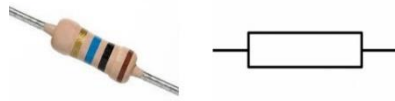


Figure II.23 : La résistance.[53]

Une résistance est un composant électrique qui s'oppose au passage du courant électrique, créant ainsi une perte d'énergie sous forme de chaleur par effet Joule. Elle est faite d'un mélange de carbone, de fil résistif ou de films de métal, et est reliée au circuit électrique via deux fils de connexion. Sa valeur et sa tolérance sont indiquées par des anneaux de couleur à sa surface, et elle est d'une grande importance pour protéger les autres composants d'un circuit électronique.

II.8.3.9. La plaque d'essai :

La plaque d'essai (breadboard) ou boîte de montage rapide à connexions sans soudure au pas de 2,54 mm, est un très bon moyen pour tester un montage sans effectuer aucune soudure et s'assurer rapidement que le montage fonctionne correctement.

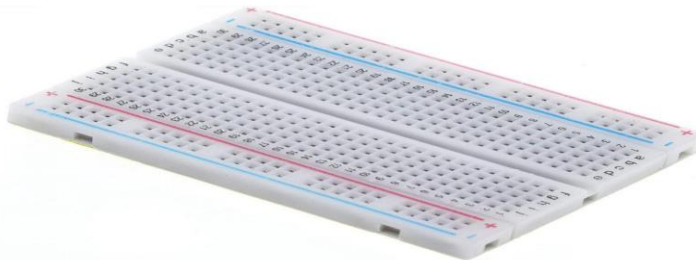


Figure II.24 : La plaque d'essai. [54]

II.8.3.10. Câble USB :

Le câble micro-USB est un élément essentiel pour établir la connexion entre un ordinateur et une carte ESP32, assurant à la fois l'alimentation et le transfert de données. Il se compose d'un connecteur USB de type A d'une extrémité et d'un connecteur micro-USB de l'autre extrémité, permettant ainsi de relier le port USB de l'ordinateur au port USB de type micro-USB la carte ESP32. Ce câble doit supporter des débits de transfert de données élevés,

atteignant généralement jusqu'à 480 Mbps, ce qui garantit un chargement rapide des programmes sur la carte. Certains modèles sont renforcés par une tresse pour une meilleure solidité et durabilité.



Figure II.25: Micro USB. [55]

II.8.3.11. Les fils de liaison :

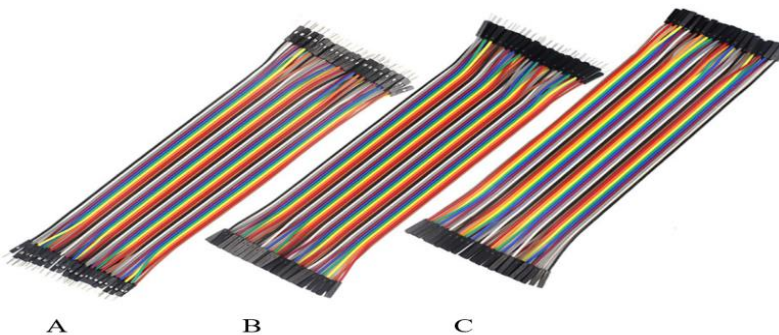


Figure II.26 : Fils de liaison. [56]

Ce sont des fils qui servent à lier les différents composants avec la carte ESP32. Ils se divisent en trois types principaux :

Fils mâles-mâles (A sur la figure) : Ces fils ont des connecteurs mâles à chaque extrémité, ce qui les rend adaptés pour connecter des broches mâles sur des composants électroniques à des broches mâles sur une carte ESP32 ou un prototype électronique.

Fils mâles-femelles (B sur la figure) : Ces fils ont un connecteur mâle à une extrémité et un connecteur femelle à l'autre extrémité. Ils sont utiles pour connecter des broches mâles sur des composants électroniques à des broches femelles sur une carte ESP32.

Fils femelles-femelles (C sur la figure) : Ces fils ont des connecteurs femelles à chaque extrémité, ce qui les rend adaptés pour connecter des broches femelles sur des composants électroniques à d'autres broches femelles sur une carte ESP32 ou un prototype électronique.

II.9. Partie logiciel :

II.9.1. Qu'est-ce qu'un logiciel :

Un logiciel est l'ensemble des programmes, procédés et règles, et éventuellement de la documentation, relatifs au fonctionnement d'un ensemble de traitement de données.

Il s'agit donc d'un ensemble plus ou moins complexe d'instructions, écrites dans un langage de programmation qui peut être un langage compilé ou un langage interprété ayant vocation à être exécutées par un processeur, c'est-à-dire par un ordinateur, un terminal mobile (téléphone, tablette, etc.) ou par des dispositifs plus rudimentaires ou plus évolués (lecteur de carte à puce, robot, objet connecté tel qu'enceinte intelligente, etc.). [57]

II.9.2. Les logiciels de programmation d'une carte ESP32 : [22]

Divers logiciels sont disponibles pour la programmation de l'ESP32, chacun étant adapté aux préférences et aux besoins spécifiques de chaque utilisateur. Voici quelques-uns des choix populaires :

➤ **Micro Python :**

Micro Python est un interpréteur Python optimisé pour les microcontrôleurs comme les cartes ESP32. On peut écrire des scripts Python qui seront directement exécutés sur une carte ESP32. Pour ce faire, il suffit de flasher la carte ESP32 avec Micro Python dessus et d'utiliser un logiciel IDE, par exemple ThonnyIDE pour coder des scripts Python et les envoyer à l'ESP32.

➤ **Plateforme IO :**

Un environnement de développement unifié compatible avec un large éventail de plateformes, dont ESP32. Il est gratuit et open source et possède des fonctionnalités avancées telles que l'intégration avec GitHub et la possibilité de gérer des bibliothèques tierces.

➤ ESP-IDF :

ESP-IDF (Espressif IoT Development Framework) est le cadre de développement IoT officiel d'Espressif pour les séries de Soc ESP32, ESP32-S, ESP32-C et ESP32-H. Il fournit un SDK autonome pour tout développement d'applications génériques sur ces plateformes, utilisant des langages de programmation tels que C et C++. L'ESP-IDF alimente actuellement des millions d'appareils dans ce domaine et permet de créer une variété de produits connectés au réseau, allant des simples ampoules et jouets aux gros appareils électroménagers et appareils industriels.

II.9.3. Le logiciel utilisé :

II.9.3.1. Définition du logiciel Arduino IDE :

C'est le logiciel officiel Arduino et est compatible avec Windows, Mac OS X et Linux. C'est un éditeur de texte qui vous permet d'écrire et de télécharger du code sur votre carte ESP32. Il est simple à utiliser et dispose d'une large communauté d'utilisateurs qui partagent des projets et des codes. De plus, vous pouvez l'utiliser pour programmer d'autres microcontrôleurs basés sur AVR.

Le logiciel Arduino a pour fonctions principales :

- De pouvoir écrire et compiler des programmes pour la carte ESP32.
- De se connecter avec la carte ESP32 pour y transférer les programmes.
- De communiquer avec la carte ESP32.



Figure II.27: Présentation de la fenêtre principale du logiciel Arduino.

➤ **Barre de menu :**

Dans cette zone, située en haut de la fenêtre principale, on retrouve les diverses fonctions possibles du logiciel :

Fichier :

- Nouveau / Ouvrir / Enregistrer / Enregistrer sous... / Imprimer / Préférences / Quitter
- Carnet de croquis : accès à votre espace de travail et à vos anciens programmes
- Exemples : des dizaines d'exemples de codes sources en fonction de l'application souhaitée

Edition :

- Couper / Copier / Coller...
- Commenter / Décommenter : pour mettre en commentaire rapidement toute une zone du programme
- Augmenter / Réduire l'indentation : pour soigner la mise en page de votre code

Croquis :

- Vérifier / Compiler : pour vérifier la syntaxe et compiler le code.
- Importer bibliothèque : pour ajouter des bibliothèques de fonctions à votre croquis

Outils :

- Moniteur Série sur la figure II.28: permet d'afficher des messages textes reçus de la carte ESP32 et d'envoyer des caractères vers la carte ESP32.
- Type de carte : pour choisir parmi les différentes versions disponibles.
- Port Série : pour choisir le port sur lequel la carte est connectée.

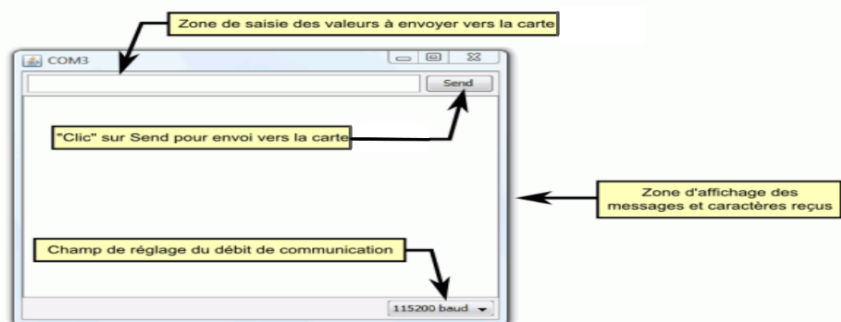


Figure II.28: Présentation de moniteur série.

➤ **Barre de boutons :**

Elle donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel et fait toute sa simplicité d'utilisation.



Figure II.29 : Barre de boutons.



Vérifier/Compiler : ce bouton nous permet de vérifier s'il y a des erreurs dans le programme en sélectionnant la ligne où se trouve l'erreur.



Téléverser/Transférer vers la carte : ce bouton permet de Compiler votre code et le transférer vers la carte ESP32.



Nouveau : en appuyant sur cette icône, une fenêtre d'édition vide s'ouvre pour la saisie d'un nouveau programme.



Ouvrir : il suffit de cliquer sur ce bouton pour accéder à la liste de tous les programmes qui se trouvent dans le "livre de programmes". Cliquer sur l'un des programmes l'ouvre dans la fenêtre courante



Enregistrer/Sauvegarder : avant de quitter le programme saisi, il faut l'enregistrer et ça peut se faire en cliquant sur cette icône.

➤ **Fenêtre d'édition des programmes :**

Elle permet d'écrire le code de vos programmes, avec onglets de navigation.

➤ **Zone de message :**

Elle affiche l'état des actions en cours.

➤ **Console texte :**

Elle affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme.

II.9.3.2. Les étapes d'un programme Arduino :

Pour mettre en œuvre une carte ESP32, il faut suivre les étapes suivantes :

II.9.3.2.1. Ecrire un programme :[58]

Un programme Arduino comporte trois parties :

➤ **Déclaration des variables (optionnelle) :**

Elle se situe au-dessus du Setup ; représente la zone de déclaration des Constantes et des Variables. C'est également ici que l'on déclare les Bibliothèques.

Les constantes et les variables qui y sont déclarés, sont prises en compte pour l'intégralité du code. Ce sont des constantes et des variables globales. Parfois vide ou inexistante, lorsqu'il n'y a pas lieu d'être car le code ne comprend pas de constantes et de variables globale ou qu'il n'y a pas de bibliothèque à déclarer.

➤ **Fonction Setup :**

Elle représente la partie du code qui ne s'exécute qu'une fois. Il s'agit de la fonction d'initialisation de votre ESP32. C'est la première fonction qui va être lancée au démarrage de l'ESP32. C'est donc ici que l'on va paramétrer nos différents objets, nos protocoles de communications, la configuration de nos entrées/sorties, etc...

➤ **Fonction loop :**

Elle représente la partie du code qui s'exécute à l'infinie en boucle. En effet, cette fonction a la particularité comme son nom l'indique d'être une boucle (loop en anglais). Elle reboucle sur elle-même. Lorsque la dernière ligne de la fonction loop () sera atteinte par votre programme, ce dernier remontera à la première ligne.

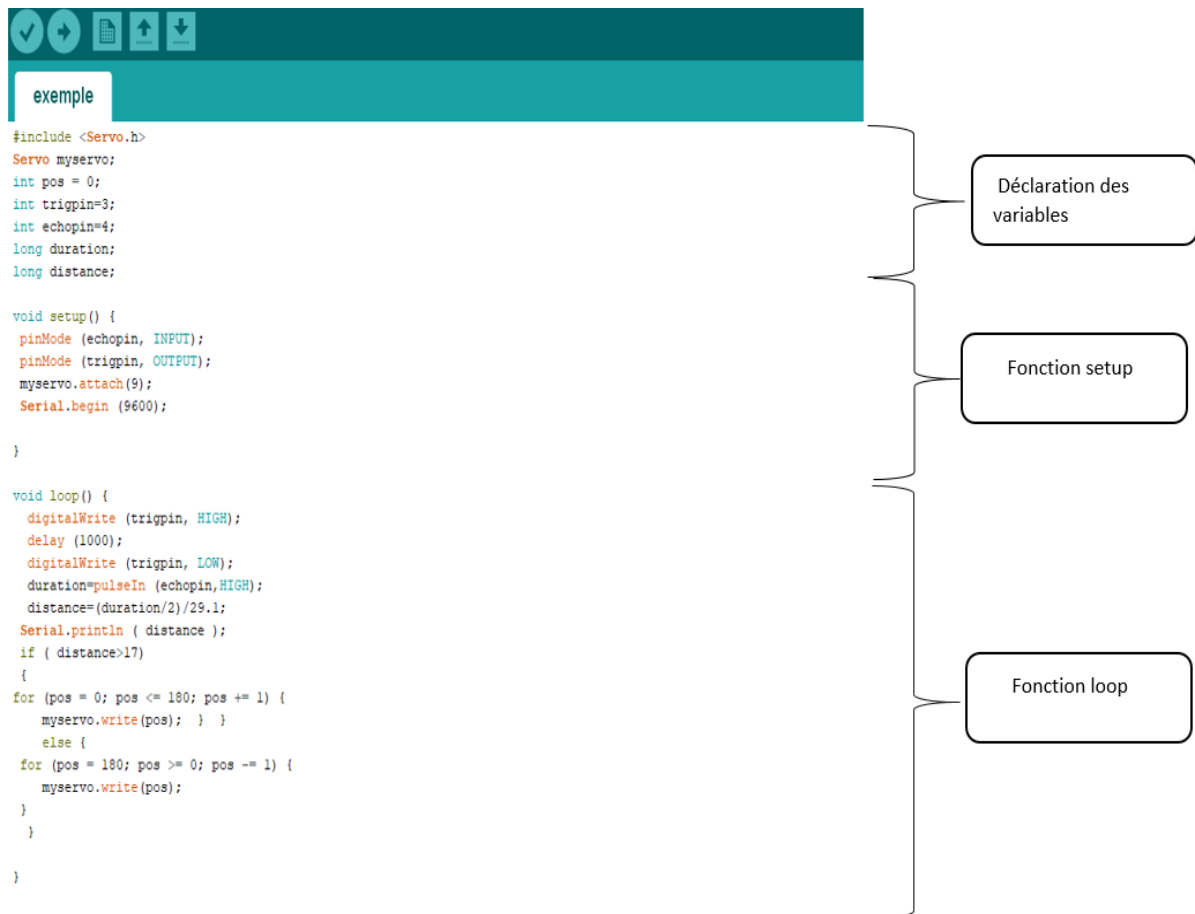


Figure II.30 : Les différentes parties d'un programme Arduino.

II.9.3.2.2. Compiler le programme :[59]

Le logiciel Arduino va alors vérifier si le programme ne contient pas d'erreur et ensuite le compiler (traduire le code source compréhensible par les humains en code binaire compréhensible par les machines dans le but de générer un programme exécutable par un ordinateur).



Figure II.31 : Le rôle d'un compilateur.

II.9.3.2.3. Téléverser le programme :

Une fois le code écrit dans la fenêtre de programmation, il faut l'envoyer sur la carte ESP32. Pour cela, après avoir connecté l'ESP32 à l'ordinateur, il faut sélectionner le port et le type de carte puis cliquer sur téléverser.

II.10. Discussion :

En effet, le microcontrôleur ESP32 est une merveille technologique avec son environnement de programmation clair et simple, il ouvre la voie à une multitude de possibilités et il rend les montages électriques accessibles à tous. De plus, sa polyvalence permet d'accomplir une variété impressionnante de tâches.

Dans notre expérience pratique, l'ESP32 est l'élément central de montage que nous avons réalisé, grâce à sa fiabilité et sa simplicité d'utilisation.

Chapitre III

III.1. Préambule :

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté le système de télésurveillance que nous avons réalisé. Dans un premier temps, nous avons présenté d'une manière générale les différentes parties le constituant, les brochages de chaque composant avec la carte ESP32 et nous avons testé leur bon fonctionnement. Puis, nous sommes passés à la partie programmation dans laquelle nous avons détaillé les différentes étapes suivies afin de pouvoir programmer notre système.

III.2. Présentation de notre projet :

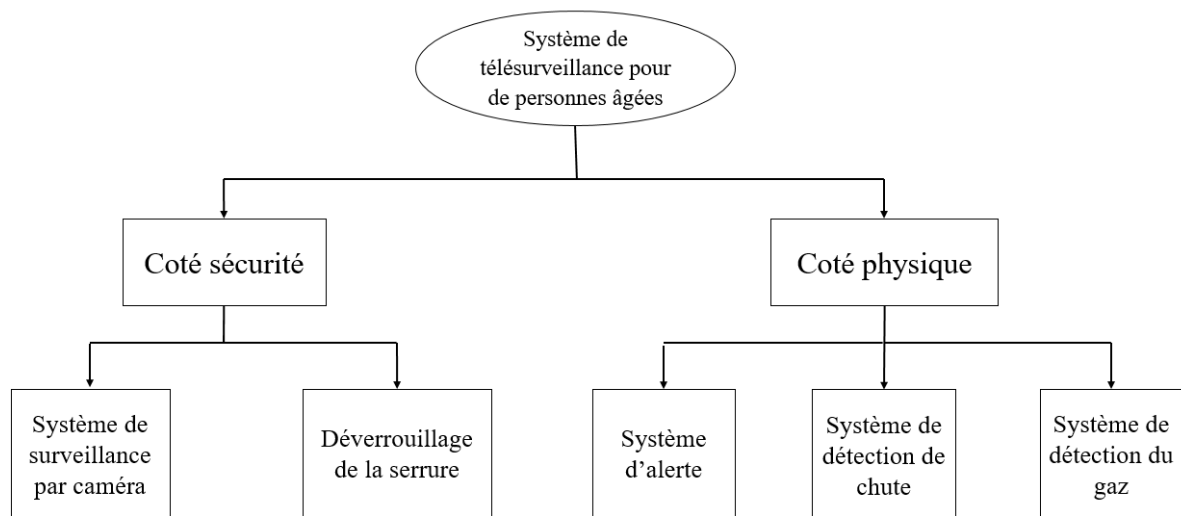


Figure III.1: Schéma synoptique du principe de fonctionnement de notre système

. La surveillance à distance pour personnes âgées est une technologie émergente qui permet de suivre l'état et le bien-être de nos proches âgés à distance, sans qu'il soit nécessaire d'être physiquement présent avec eux en permanence. Cette technologie est de plus en plus utilisée en raison de ses nombreux avantages. Elle offre non seulement une tranquillité d'esprit aux familles, mais aussi une prise en charge continue de nos aînés. De plus, elle améliore la qualité de leur vie, et leur permet de vivre de manière plus autonome et sécurisée à domicile.

Dans ce travail, nous avons réalisé un prototype d'un système de télésurveillance pour personnes âgées, celles atteintes d'Alzheimer en particulier, en utilisant la carte ESP32 en intégrant divers capteurs et actionneurs, tout en offrant une interface web qui nous permettra d'afficher les données des capteurs en temps réel sur une page HTML. Ce prototype vise à

surveiller plusieurs paramètres critiques en fournissant des alertes instantanées et des actions automatisées pour garantir la sécurité des personnes âgées.

Dans les parties suivantes, nous détaillerons les différents brochages des capteurs et actionneurs utilisés. Nous expliquerons également le rôle et le but de chaque composant, et nous décrirons également le processus de développement de l'interface web qui permet la visualisation et la gestion des données en temps réel, offrant ainsi une solution complète et intégrée pour la surveillance à distance des personnes âgées.

III.3. Le rôle et le brochage des différents capteurs et actionneurs utilisés :

Dans le domaine de l'électronique, la transition des idées théoriques aux prototypes fonctionnels nécessite des logiciels de conception et de simulation qui permet aux ingénieurs, étudiants et amateurs de concevoir et de tester leurs circuits avant de passer à la réalisation physique. Ainsi, pour mener à bien notre projet, nous avons utilisé l'un de ces logiciels qui est « Fritzing ».

III.3.1. Le logiciel Fritzing : [60]

Fritzing est un logiciel de circuit imprimé open source qui nous permet de faire de beaux schémas pour présenter vos circuits électriques. De plus, nous pourrions les exporter en image afin de les présenter à votre guise. Il est disponible en téléchargement gratuitement sur les systèmes d'exploitation Windows, MacOS et Linux, ce qui le rend accessible à tous. Avec une bibliothèque de composants constamment mise à jour, offrant une grande variété de dispositifs électroniques, comprenant des microcontrôleurs, des capteurs, des transistors, des résistances et des condensateurs.

➤ Présentation :

En ouvrant pour la première fois Fritzing. Nous aurons l'interface présentée sur (la figure III.2) sur notre écran, dans laquelle on peut voir différents menus, comme Platine d'essai, Vue Schématique, Circuit imprimé et Code qui permettront de faire différents types de schémas.

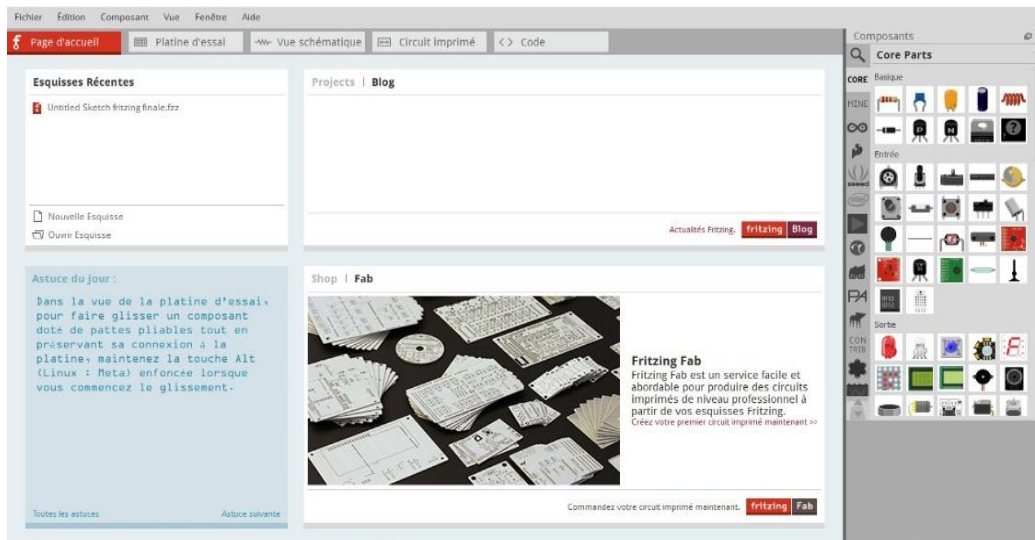


Figure III.2 : L'interface de Fritzing.

- La platine d'essai :

L'affichage de la platine d'essai va nous permettre de faire nos circuits. A droite il y a les différents composants que l'on peut ajouter sur notre circuit. On pourra ensuite relier les différentes bornes des composants à la platine d'essai.

- Vue Schématique :

La Vue Schématique nous permet d'avoir une image des composants avec les différentes bornes de sortie. Ceci permet d'avoir une vision plus claire du schéma électrique.

- Circuit imprimé :

La partie circuit imprimé de Fritzing va nous permettre de construire notre propre maquette après avoir fait votre circuit dans la platine d'essai.

- Code :

La partie code permet d'écrire nos codes de façon esthétique afin de les présenter. Nous avons en plus une option pour téléverser votre programme sur notre carte afin de tester notre code.

III.3.2. Schémas d'interconnexions des composants :

Pour réaliser notre système de télésurveillance, nous avons utilisé l'ESP32 et divers composants tels qu'un capteur de gaz MQ2, un bouton poussoir, un servomoteur, des LED, un ventilateur 5v, un clavier matriciel et un capteur d'accélération MPU6050. Ce qui lui permet

d'offrir plusieurs fonctionnalités. La figure III.3 représente le branchement des différents pins du l'ESP32 avec les différents capteurs et actionneurs.

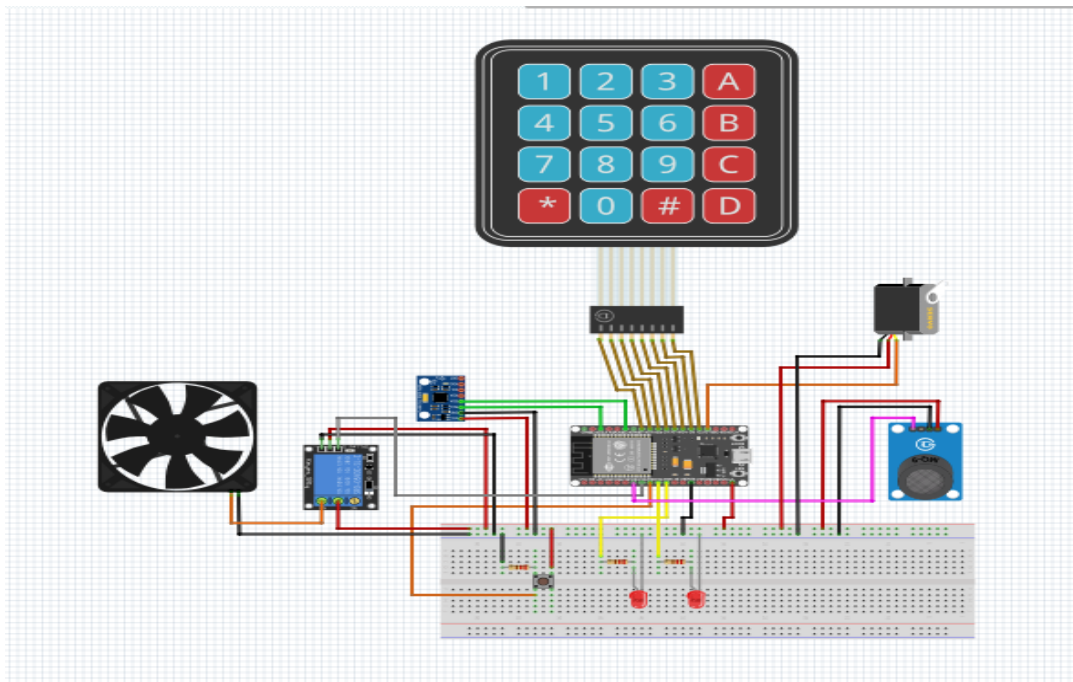


Figure III.3 : Schéma de réalisation de système.

Remarque :

Dans la figure III.3 Nous avons utilisé le capteur de gaz MQ-9 pour représenter notre système et cela revient à l'indisponibilité de la librairie MQ-2 sur Fritzing.

III.3.2.1. Les différentes fonctionnalités de notre système :

➤ **Le déverrouillage de la serrure :**

Le clavier matriciel 4*4 permet à l'utilisateur de saisir un mot de passe à quatre chiffres pour déverrouiller une serrure contrôlée par un servomoteur. Si le mot de passe est correct, le servomoteur positionne la serrure en mode déverrouillé, avant de la verrouiller à nouveau après un délai. Sinon la serrure reste en mode verrouillé. Tout en affichant les différents états de la serrure (serrure verrouillé, tentative d'ouvrir la porte, serrure déverrouillé / code invalide).

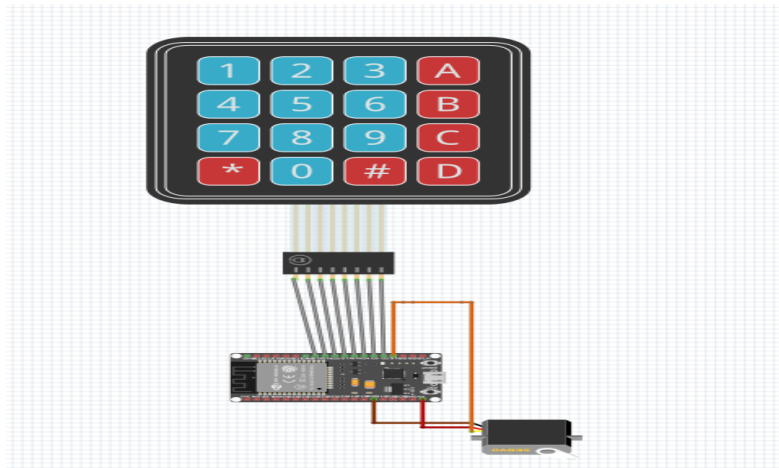


Figure III.4 : Schéma de réalisation de la serrure automatisée.

➤ **Le système de détection du gaz :**

Le capteur de gaz MQ2 joue un rôle essentiel en détectant la présence de gaz. Les valeurs analogiques lues par ce capteur permettent de déterminer s'il y a une fuite de gaz. En cas de détection de niveaux de gaz élevés (dépasse un seuil choisi >1300 qui est une valeur analogique, donc l'unité est une valeur brute d'ADC (Analog-to-Digital Converter). Cette valeur n'a pas d'unité spécifique), les LED rouges et vertes seront actifs et le ventilateur 5v sera déclenché pour assurer l'aération.

Dans notre projet, les LED remplacent des servos-moteur qui contrôlent l'ouverture des fenêtres en cas de détection d'une fuite de gaz, afin de minimiser les couts de réalisation.

Le relais et les résistances sont utilisés pour la protection.

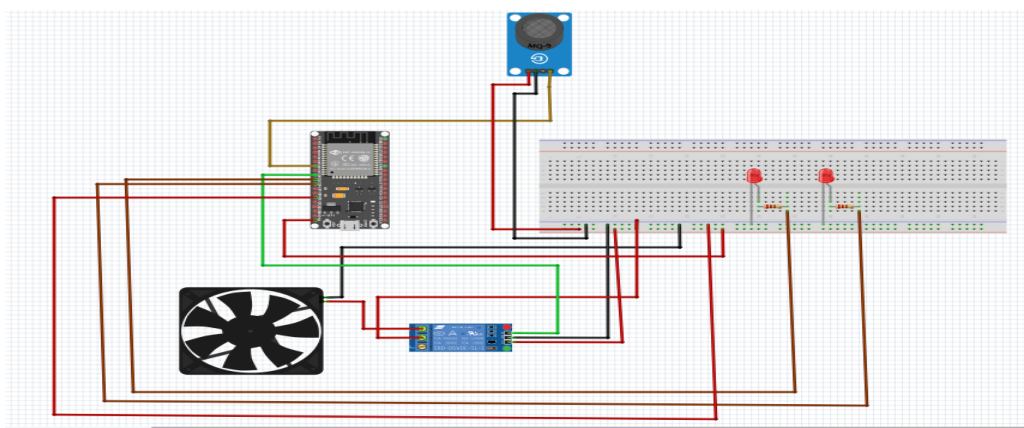


Figure III.5: Schéma de réalisation du système de détection de gaz.

➤ **Système de détection de chute :**

L'accéléromètre MPU6050 est utilisé pour la détection de chutes. En surveillant les valeurs d'accélération sur les trois axes, le MPU6050 détecte une chute lorsque l'accélération dépasse un certain seuil prédéfini ; dans notre cas, le seuil = 2g (accélération gravitationnelle). Cela permet de surveiller les mouvements et de réagir en cas de détection de chutes.

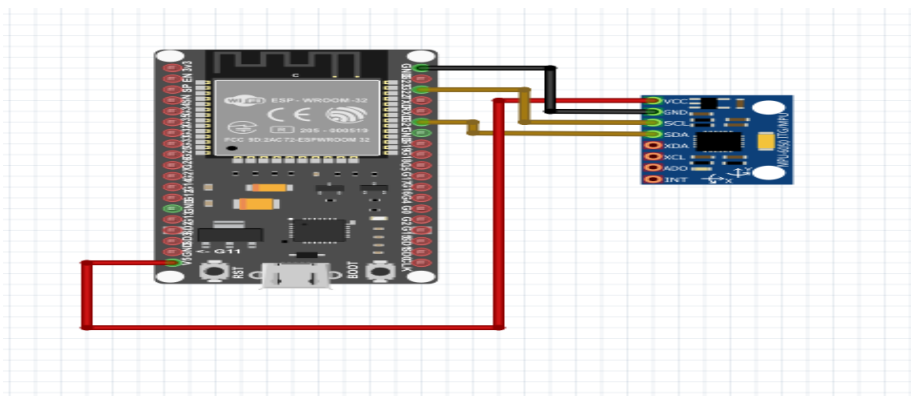


Figure III.6: Schéma de réalisation du système de détection de chute.

➤ **Système d'alerte :**

Puisque notre système se base seulement sur le côté sécurité d'une personne âgée, nous avons pensé de rajouter un bouton poussoir qui servira d'un système d'alerte en cas de sensation d'un malaise, ou d'une présence d'un danger.

Le bouton poussoir est conçu pour envoyer un message d'alerte une fois qu'il est pressé indiquant ainsi une situation de danger. Si le bouton est relâché, cela signifie qu'il n'y a pas de danger.

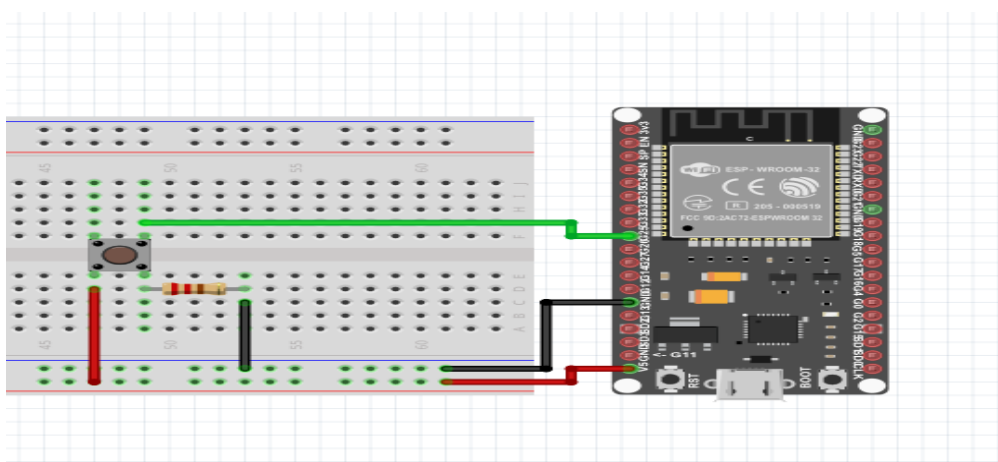


Figure III.7: Schéma de réalisation du système d'alerte.

➤ **Système de surveillance par caméra :**

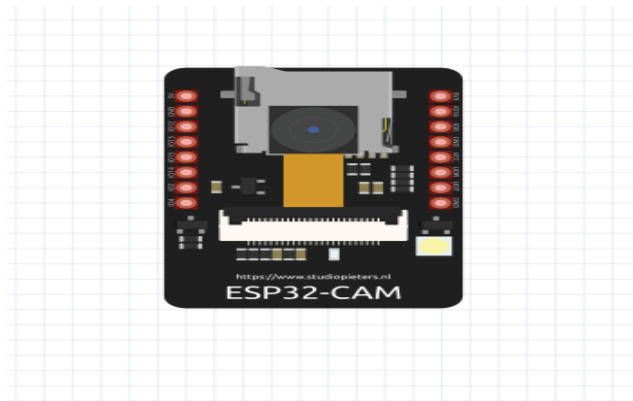


Figure III.8: Schéma de réalisation du système de surveillance par caméra.

Notre Esp32cam ne sera pas interconnectée avec l'esp32 comme les autres capteurs, mais elle sera indépendante et utilisera son propre programme. Elle va prendre le rôle d'une caméra de surveillance accessible via un réseau wifi.

III.4. La programmation de l'ESP32 :

Avant de programmer l'ESP32, il faut d'abord passer par l'installation de la librairie dans l'IDE ARDUINO, et pour se faire on suit ces différentes étapes :

- Dans votre IDE Arduino, allez dans Fichier, puis Préférences.

- Entrez : https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json dans le champ URL de gestionnaire de cartes supplémentaires comme indiqué dans la figure III.9 Ensuite, cliquez sur OK.

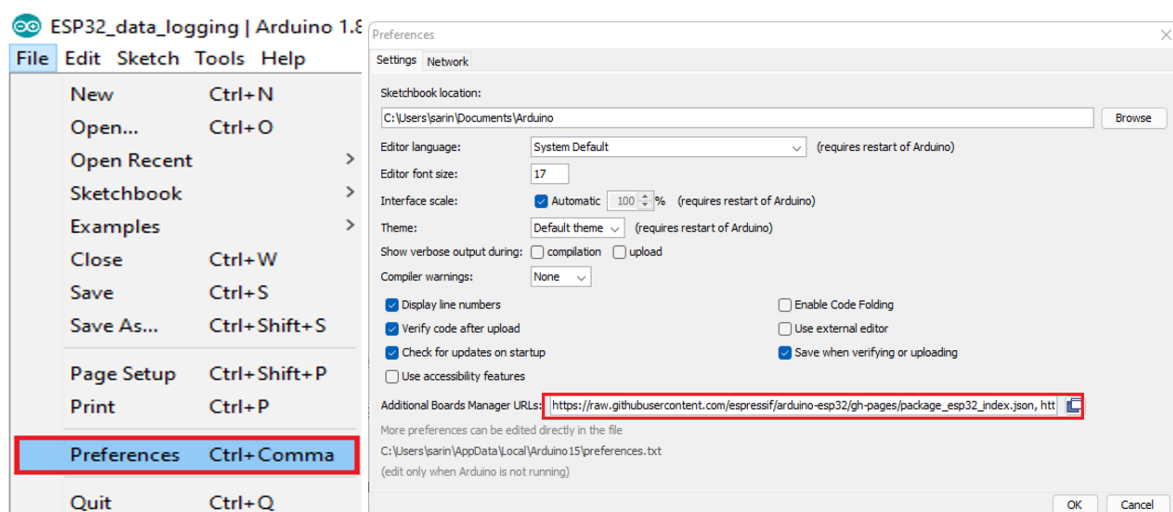


Figure III.9 : Etape « 1 » pour l'installation de la librairie de l'ESP32.

-Allez dans Outils> Carte > Gestionnaire de cartes...

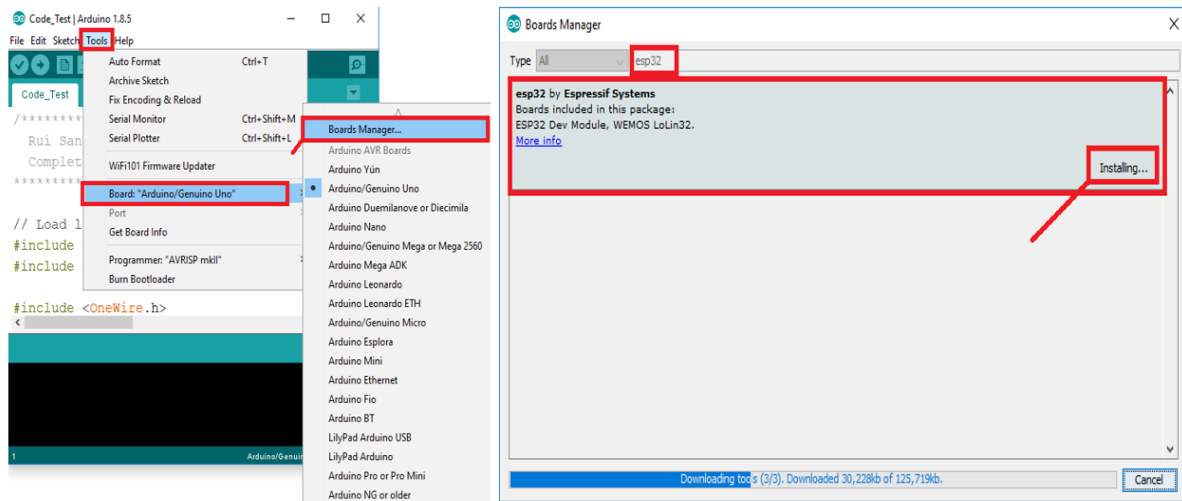


Figure III.10: Etape « 2 » pour l'installation de la librairie de l'ESP32.

- Recherchez ESP32 et appuyez sur le bouton d'installation d'ESP32 by EspressifSystems si elle n'est pas déjà installée.

-Sélectionnez votre carte dans le menu Outils> Carte.

-Sélectionnez le Port.

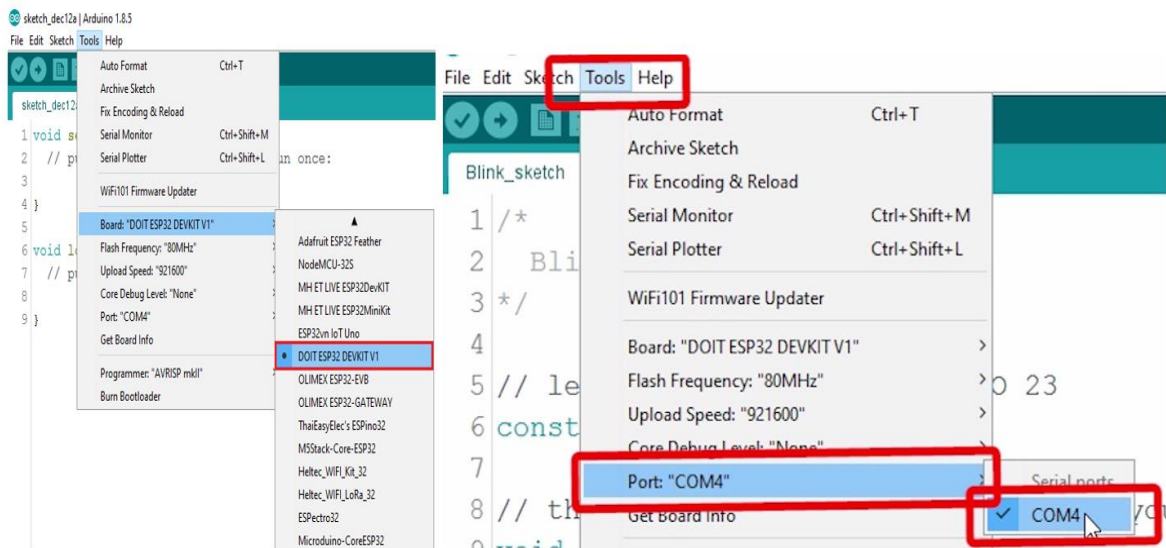


Figure III.11: Sélection de la carte et du port.

III.4.1. Quelques syntaxes utiles du langage C et Arduino :

➤ Syntaxes de base :

- . Virgule des nombres.
- ; Utilisé (obligatoirement) à la fin d'une instruction.
- // Commentaires en lignes.
- { Ouverture d'une fonction Instructions.
- } Fermeture d'une fonction.

➤ Opérations arithmétique :

- = égalité.
- + addition.
- soustraction.
- * multiplication.
- / division.
- % modulo (Reste de la division).

➤ Constantes prédéfinies :

- HIGH | LOW
- INPUT | OUTPUT
- true | false

➤ Entrées / Sorties numériques :

- **pinMode** (broche, mode).
- **digitalWrite** (broche, valeur).
- **digitalRead** (broche).

➤ Entrées analogiques :

- **analogRead** (broche).

➤ **Type de données :**

- **boolean** : true ou false.
- **char** : variable de 8 bits qui contient un caractère.
- **int** : variable entre -32 768 à 32 767 (2^{15}) 2 octets.
- **long** : variable entre -2147483648 à 2147483647 (2^{32}) 4 octets.
- **float** : variables de type "virgule-flottante", c'est à dire des nombres à virgules.

III.5. L'organigramme :

Avant de passer à la programmation, nous devons réaliser un organigramme qui explique le déroulement des différentes séquences tant intérieures qu'extérieures : il comporte plusieurs boucles dont la fin d'exécution succède toujours à son commencement.

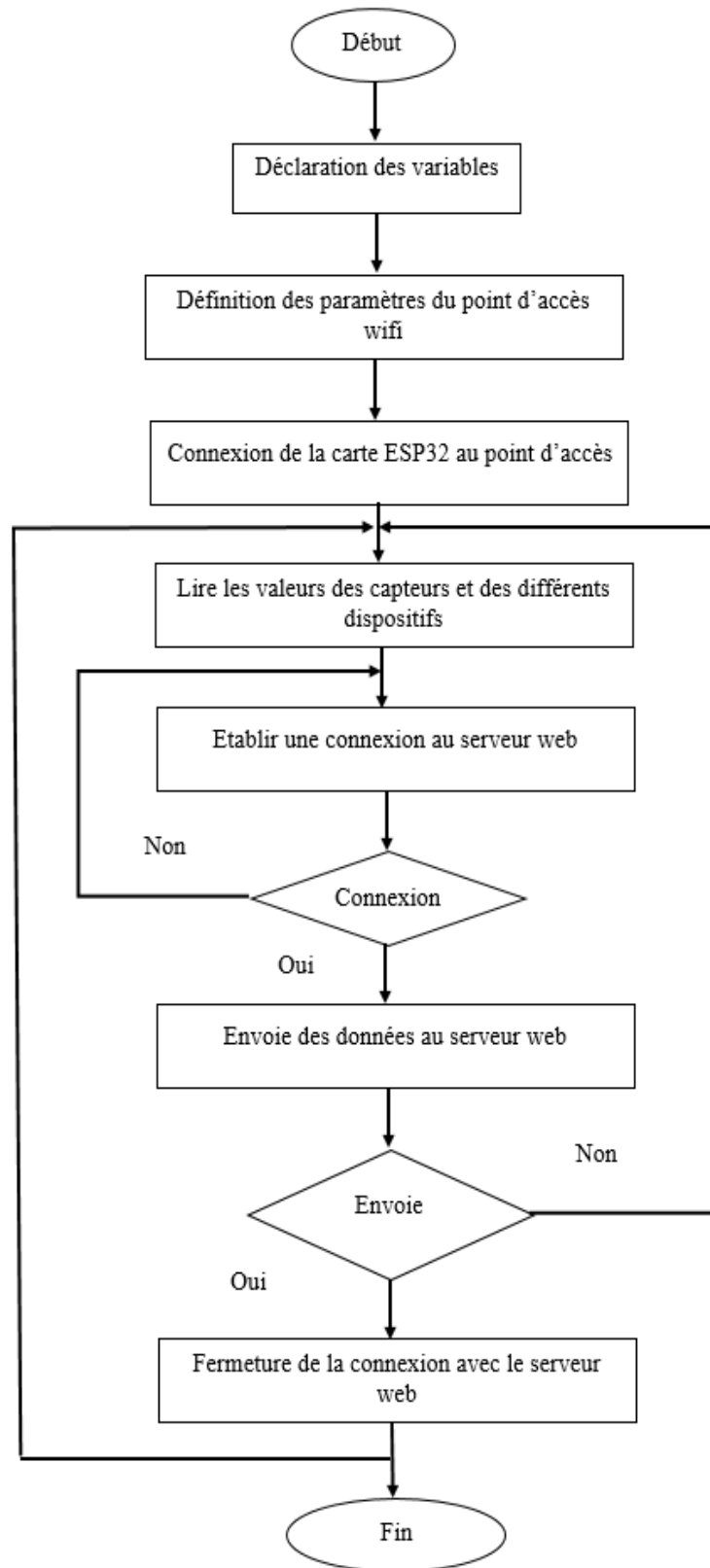


Figure III.12 : Organigramme de déroulement des différentes tâches.

III.6. L'explication des fonctions de programmes présentés dans les annexes :

➤ **Web serveur :**

L'explication :

Le programme configure un serveur web sur un ESP32 pour afficher des données de capteurs et contrôler divers composants. Dans la fonction setup, le serveur est initialisé sur le port 80(par défaut), et des routes sont définies pour répondre aux requêtes spécifiques, telles que sensor, /button, et autres. La fonction handleRoot génère une page HTML avec du JavaScript qui utilise des requêtes AJAX, pour interroger régulièrement le serveur et mettre à jour dynamiquement les informations affichées sur la page, comme les données du capteur MQ2, l'état du bouton, le clavier, le statut de la serrure, et la détection de chute. Les fonctions associées à chaque route, comme « handleSensorData » ou « handleKeypadState », récupèrent les données correspondantes et les renvoient en tant que réponse HTTP. Ces réponses sont ensuite utilisées pour actualiser les éléments HTML spécifiques sur la page web toutes les secondes, sans nécessiter de rechargement de la page, permettant ainsi une visualisation en temps réel des données et de l'état des dispositifs.

➤ **ESP32 CAM :**

L'explication :

Ce programme, fourni par l'IDE Arduino, configure une caméra ESP32-CAM pour se connecter à un réseau Wi-Fi et démarrer un serveur web de streaming vidéo. Il initialise les paramètres de la caméra, ajuste la qualité d'image et se connecte au Wi-Fi. Une fois connecté, il lance un serveur web et affiche l'adresse IP locale pour accéder au flux vidéo en temps réel via un navigateur web. La boucle principale reste inactive car le serveur web gère toutes les opérations nécessaires.

III.7. Test du système :

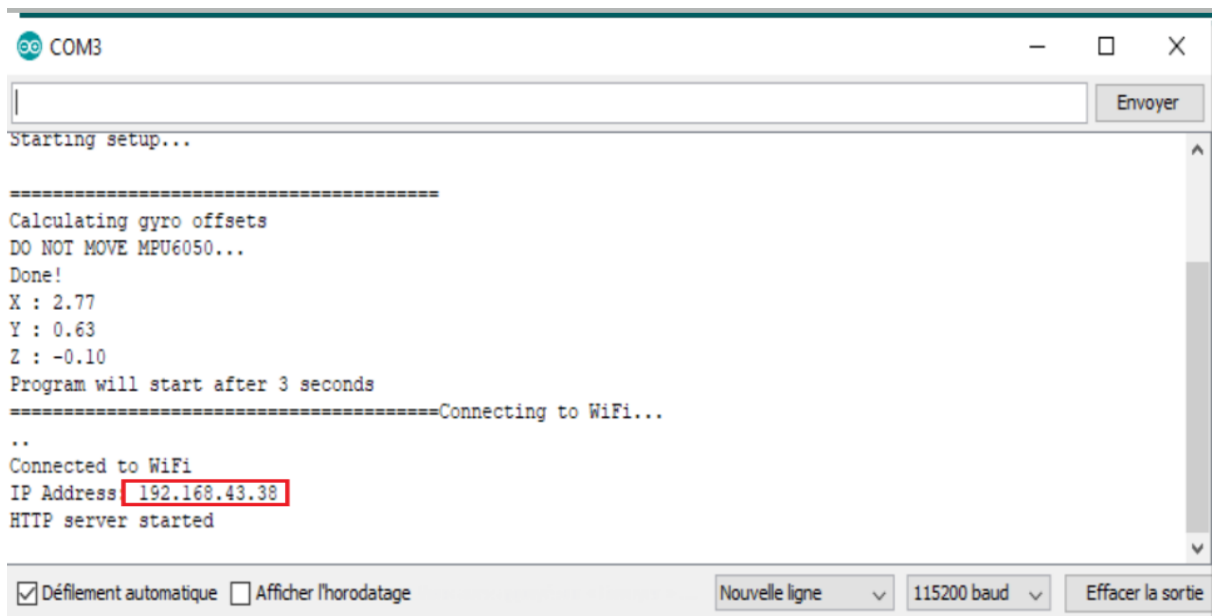
Après avoir réalisé le système et programmé la carte, nous avons effectué plusieurs tests pour vérifier son bon fonctionnement. Les résultats de ces tests sont affichés sur un serveur web. Nous allons maintenant présenter les étapes pour accéder à ce serveur web ainsi que les résultats obtenus.

➤ **L'accès au serveur web :**

Afin d'accéder à un serveur Web autonome avec un ESP32 nous avons suivis les étapes suivantes :

- Ecriture du code sur IDE permettant de créer le serveur web.
- Définition des informations d'identification du réseau : on doit définir le SSID et le mot de passe pour y accéder
- Téléversement du code sur l'Esp32.
- Ouverture du moniteur série à un débit de 115200.

Les figures III.13 Et III.14montrent l'affichage (sur le moniteur série) des adresses IP qu'on va utiliser pour accéder aux serveurs Web ESP32 et ESP32 Cam :



```
COM3
Starting setup...

=====
Calculating gyro offsets
DO NOT MOVE MPU6050...
Done!
X : 2.77
Y : 0.63
Z : -0.10
Program will start after 3 seconds
=====Connecting to WiFi...
..
Connected to WiFi
IP Address 192.168.43.38
HTTP server started

 Défilement automatique  Afficher l'horodatage
Nouvelle ligne 115200 baud Effacer la sortie
```

Figure III.13 : Affichage de l'adresse IP pour accéder au serveur web ESP32 sur le moniteur série.

```

ats Jul 29 2019 12:21:46

rst:0x1 (POWERON_RESET),boot:0x13 (SPI_FAST_FLASH_BOOT)
confsip: 0, SPIWP:0xee
clk_drv:0x00,q_drv:0x00,d_drv:0x00,cs0_drv:0x00,hd_drv:0x00,wp_drv:0x00
mode:DIO, clock div:1
load:0x3fff0030,len:1344
load:0x40078000,len:13964
load:0x40080400,len:3600
entry 0x400805f0
E (497) esp_core_dump_fffs: No core dump partition found!
E (497) esp_core_dump_flash: No core dump partition found!

.
WiFi connected
Camera Ready! Use 'http://192.168.43.150' to connect

```

Figure III.14 : Affichage de l'adresse IP pour accéder au serveur web ESP32 Cam sur le moniteur série.

➤ Les résultats obtenus :

Après avoir affiché les différentes adresses IP sur le moniteur, nous allons les copier et les coller sur des navigateurs web afin de visualiser les résultats souhaités.

Les résultats sont illustrés sur les figures qui suivent.

-L'ESP 32 :

Valeur du Capteur MQ2

Valeur analogique: 635 - Pas de fuite de gaz
 État du bouton: 0
 Dernière touche appuyée:
 Statut de la serrure: Serrure verrouillée
 Détection de chute: Pas de chute détectée
 Danger: Pas de danger

Figure III.15 : Le serveur web ESP32 à l'état initial.



Figure III.16 : Les résultats des tests sur le serveur web ESP32.

-ESP 32 CAM :

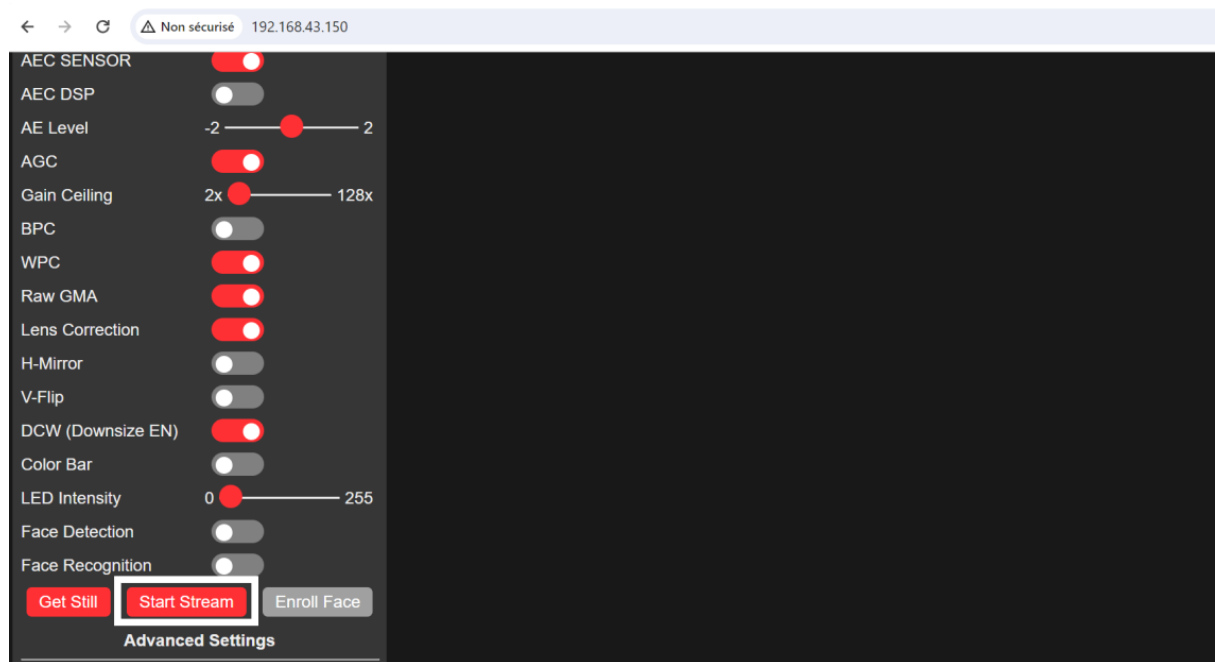


Figure III.17 : Le serveur web ESP32 Cam à l'état initial.

Afin de pouvoir accéder au flux vidéo en temps réel via le serveur web, nous devons d'abord cliquer sur « Start Stream », comme indiqué dans la figure III.17.

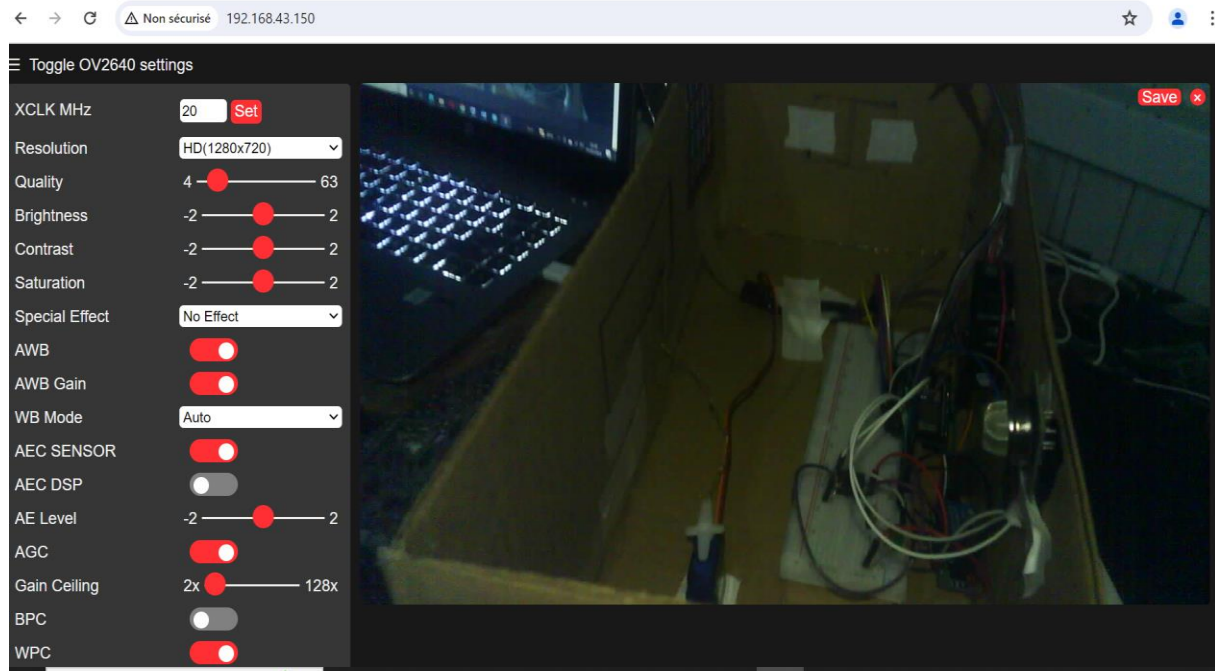


Figure III.18 : Les résultats des tests sur le serveur web ESP32 Cam.

III.8. Discussion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les étapes de conception de notre système de surveillance à distance constitué d'une serrure automatisée, d'un système de détection de chute et de gaz, système d'alerte ainsi qu'un système de surveillance par caméra. Après la réalisation de notre système et après plusieurs tests effectués nous avons pu montrer son bon fonctionnement et sa fiabilité et qu'il répond largement aux fonctions attendues et qui sont la surveillance et la sécurisation à distance d'une personne âgée malade.

Conclusion

La télésurveillance pour les personnes âgées marque une avancée significative dans la manière dont nous pouvons leur garantir une assistance et une sécurité renforcée particulièrement au sein de leurs domiciles.

Dans cette thèse nous avons exploré les divers aspects de ces systèmes de télésurveillance destinés à cette vulnérable population en intégrant des technologies avancées tel que l'internet des objets (IOT), l'intelligence artificielle et les réseaux de capteurs.

A travers cette thèse nous avons pu nous familiariser avec le domaine de l'engineering médicale et mettre en évidence l'étroite relation entre les divers domaines notamment ceux de la médecine et de l'électronique surtout avec l'avènement des nouvelles technologies se basant sur des circuits électroniques complexes mais faciles à mettre en œuvre, non coûteux, robustes et fiables.

Dans ce présent travail nous avons pu mener une réflexion d'ingénieur autour d'un sujet d'actualité, posé une problématique et la résoudre par la suite en proposant une réalisation électronique programmable que nous avons pu mener à bien.

Notre réalisation a consisté à la conception d'algorithmes et à la programmation d'une carte « ESP32 » via « l'IDE Arduino » connectée à divers capteurs et actionneurs servant à la surveillance et à la protection de la personne âgée à prendre en charge. La carte ESP32 offre une connectivité Wi-Fi intégrée pour la gestion des projets nécessitant une communication sans fil.

Nous avons utilisé et programmé le Module « IoT ESP32-CAM » avec module MB basé sur un ESP32 avec interface « WiFi » associée à une caméra miniature que nous avons utilisé pour une surveillance en temps réel en cas d'inquiétude ou de soupçon de danger, et peut être déclenchée en cas d'alerte signalée.

Nous avons aussi utilisé une interface web qui nous a permis d'afficher les données des capteurs en temps réel sur une page « HTML », ce qui vise à surveiller plusieurs paramètres critiques en fournissant des alertes instantanées et des actions automatisées pour garantir la sécurité de la personne âgée à surveiller.

Les différents résultats et tests expérimentaux que nous avons appliqués à notre réalisation ont démontré sa fiabilité et validé sa capacité à répondre aux exigences que nous nous sommes fixées au début de ce travail.

Cette thèse ouvre la voie à plusieurs perspectives de recherche, telle que la télésurveillance et le contrôle à distance des signes vitaux d'une personne âgée, un travail que nous souhaiterons développer dans un futur proche.

- [1] : <https://www.francealzheimer.org/comprendre-la-maladie/la-maladie-dalzheimer/premiers-reperes-maladie/>(consulté le 27/02/2024).
- [2] : <https://blog.doctoranytime.be/alzheimer-tout-savoir-sur-cette-maladie/?amp=1>(consulté le 27/02/2024).
- [3] : <https://www.kiwatch.com/videosurveillance-senior/maintien-domicile-alzheimer>(consulté le 27/02/2024).
- [4] : <https://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9surveillance> (dernière modification sur le site le 27/05/2024).
- [5] : https://fr.digi.com/blog/post/industrial-remote-monitoring?fbclid=IwAR1qkEk_cKWXQ56-LnZV7j4C8SoZSGSfWCGAX9luEpmEZtE9CoThI9ezP30(publié le 17/02/2023).
- [6] : <https://www.occitanie.ars.sante.fr/la-tele-surveillance-medicale>(publié le 05/06/2023).
- [7] : <https://linote.fr/guide-teleassistance/>(consulté le 02/03/2024).
- [8] : <https://praedictia.com/page/internet-des-objets/lhistoire-de-linternet-des-objets.html>(consulté le 05/03/2024).
- [9] : <https://www.sap.com/suisse/products/artificial-intelligence/what-is-iot.html>(consulté le 05/03/2024).
- [10] : Yassine HADDAB, introduction à internet des objets (IdO-IoT), Université de Montpellier.
- [11] : <https://wikimemoires.net/2019/09/domaines-d-applications-de-l-iot/>(consulté le 12/03/2024).
- [12] : <https://www.matooma.com/fr/s-informer/actualites-iot-m2m/securite-des-biens-et-des-personnes-en-quoi-liot-est-necessaire-pour-les-acteurs-du-domaine>(consulté le 12/03/2024).
- [13] : <https://www.uzinakod.com/blogue/domaines-application-iot>(Publié le 04/02/2024 par Cédric).
- [14] : <https://wikimemoires.net/2019/09/domaines-d-applications-de-l-iot/>(consulté le 12/03/2024).
- [15] : <https://www.synox.io/actualites-sectorielle/limpact-de-liot-dans-lindustrie-vers-un-modele-economique-orienté-service/>(consulté le 12/03/2024).
- [16] : <https://community.fs.com/fr/article/comprendre-linternet-des-objets-iot-explications-applications-et-avantages.html>(Publié le 21/02/2024 by David).
- [17] : <https://web-app-art.fr/fr/a-propos/domaines-iot>(consulté le 12/03/2024).
- [18] : <https://acapros.fr/techno-et-conso/les-avantages-et-les-inconvenients-de-linternet-des-objets/?ext=yes>(consulté le 17/03/2024).
- [19] : <https://www.technologuepro.com/cours-genie-electrique/cours-56-microcontrôleur-pic16f877/>(Dernière mise à jour : 21/11/2020).

- [20] : <https://www.techno-science.net/definition/6737.html>(consulté le 24/03/2024).
- [21] : Cours de Mme. Yosra Rkhissi Kammoun, module microcontrôleur.
- [22] : <https://www.robotique.site/tutoriel/presentation-de-la-carte-esp32/>(publié le 07/05/2023).
- [23] : <https://www.engineersgarage.com/getting-started-with-esp8266/>(consulté le 13/04/2024).
- [24] : <https://reso-nance.org/wiki/materiel/esp8266/accueil> (Dernière modification: 04/04/2019).
- [25] : https://www.gotronic.fr/art-module-wifi-esp-01-25664.htm#complte_desc(consulté le 14/04/2024).
- [26] : <https://www.elecrow.com/blog/things-you-should-know-about-esp8266-wifi-module.html>(publié le 21/08/2021).
- [27] : <https://www.gotronic.fr/art-module-esp-12f-28406.htm>(consulté le 17/04/2024).
- [28] : <https://www.gotronic.fr/art-module-nodemcu-esp8266-27744.htm>(consulté le 17/04/2024).
- [29] : <https://www.electronicwings.com/esp32/introduction-to-esp32>(consulté le 18/04/2024).
- [30] : Justin DARNET, Tutoriel ESP32 Présentation et Installation, 5 juin 2020.
- [31] : <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>(consulté le 24/04/2024).
- [32] : <https://enviremental.com/esp32-devkit-v1-pinout>(consulté le 24/04/2024).
- [33] : <https://www.maxicours.com/se/cours/acquerir-l-information---les-differents-capteurs/>(consulté le 27/04/2024).
- [34] : https://www.mytopschool.net/mysti2d/activites/polynesie2/ETT/C044/32/Capteurs1/index.html?Lescapteursanalogiques.html&fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMATAAR2NCX9g1GYeZbtc9IDCe-9vtBG7DHMqo1yVWQNMXyfiSuyAsK23AcMK2p0_aem_AfiZh8DMTS5dmIF0qbH2wVMDSx51ThUq6VPpLNIh19B5GBnHOeMKri2ptvXv3YWd2Sw2ox5OT5Q2zZgVINaWj8ST (Consulté le 28/04/2024).
- [35] : <https://audreypierrelyne.webnode.fr/i-le-fonctionnement-du-lecteur-mp32/a-les-signaux-numeriques-et-analogiques/>(Consulté le 28/04/2024).
- [36] : <https://www.maxicours.com/se/cours/les-grandes-familles-de-capteurs/>(Consulté le 28/04/2024).
- [37] : https://f2school.com/capteurs-analogiques-numeriques-tor-photoelectriques/amp/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMATAAR3ibE63m3uDanpv1Z3auijBAPyEVgkdl-vgS8sURN8neDd3EwLFEcW15Kc_aem_Afi-

- zoMKjI2Uojp5SWOGhFhKeGwaJz2OvPYCnOJD2r P4s-7cOkPntF0pOsaZIO4JeiMTYTDqoluCxeNo40f_vyJ(Consulté le 28/04/2024).
- [38] : https://www.cpge-brizeux.fr/wordpress/wp-content/uploads/CI8_C01_-_capteurs_v20.pdf?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR0DQtuwKMgUftSOSPGLSXHbRoZ1K5miCaqY6kczb3UoZHGNQhnxG618QfA_aem_ASQQB-I5x3XniEipoj0ERfar7HKjabI_tMXsi3dxcwM5bqvJENRSBsla6eZgL4tt9EFx-7SJ2xPDvzwXGpKrbaAn(Consulté le 28/04/2024).
- [39] : https://www.la-fayette.fr/SSI/cours/capteurs.htm?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTEAAAR045eHffqMgDA2WRLhNh0wCTJDllaL4JTwdgHL2n2oRKKwj96oaRYZBGcw_aem_Ae_gwESPHGtPuyG68aqY7aswlJHsvKuC1vf3Go_1uY_1uDGRAaHpMrdYIAwVyENlxQZTOy3qKvbX9bu_hznJ4AK(Consulté le 28/04/2024).
- [40] : <https://www.orbit-dz.com/product/mq2/>(Consulté le 29/04/2024).
- [41] : <https://www.firediy.fr/article/calibrer-le-capteur-mpu6050-avec-un-arduino-drone-ch-5>(Consulté le 29/04/2024).
- [42] : https://www.gotronic.fr/art-module-esp32-cam-32630.htm#complte_desc(Consulté le 29/04/2024).
- [43] : <https://www.gotronic.fr/blog/guides/utilisation-du-module-eps32-cam-avec-arduino/amp/>(Consulté le 29/04/2024).
- [44] : <https://idehack.com/comment-utiliser-un-servomoteur-avec-larduino/>(Consulté le 01/05/2024).
- [45] : <https://www.ip-systemes.com/details-qu+est+ce+qu+un+servomoteur+et+comment+cela+fonctionne+-869.html#:~:text=Un%20servomoteur%20est%20un%20moteur,par%20un%20contr%C3%B4leur%20de%20mouvement.> (Consulté le 01/05/2024).
- [46] : <https://www.upesy.com/blogs/tutorials/pi-pico-servo-motor-sg90-on-micropython?shpxid=da37cadf-065c-4167-b745-a14ba4f2d997>(Consulté le 01/05/2024).
- [47] : https://www.robotique.tech/tutoriel/utilisation-du-clavier-matriciel-4x4-avec-arduino/#google_vignette(publié le 21/08/2021).
- [48] : <https://www.orbit-dz.com/product/produit-1757/>(Consulté le 01/05/2024).
- [49] : <https://www.amazon.fr/Module-Thermique-temp%C3%A9rature-thermistance-capteur/dp/B0718Z1FTQ>(Consulté le 02/05/2024).
- [50] : Cours M^r Khalil Tamersit, 2020-2021 module actionneur, M2 Instrumentation, Université 8 Mai 1945 – Guelma.
- [51] : <https://visualled.com/fr/glossaire/led-dip/>(Consulté le 02/05/2024).
- [52] : <http://www.tunisie-didact.com/composants-electroniques/586-bouton-poussoir-touche-12x12-tunise-sousse.html>(Consulté le 02/05/2024).
- [53] : <http://electropratic.free.fr/resistance-electrique.html>(Consulté le 02/05/2024).

[54] : <https://marocproduits.com/produit/plaque-dessai-400points-maroc/>(Consulté le 05/05/2024).

[55] : <https://www.amazon.fr/StarTech-com-Cble-Micro-USB-15/dp/B003YKX6WM>(Consulté le 05/05/2024).

[56] : https://www.google.com/imgres?imgurl=http://wiki.t-o-f.info/uploads/Arduino/Dupont_Cables.png&tbnid=ma8f4XkozscwoM&vet=1&imgrefurl=http://wiki.t-o-f.info/Arduino/C%25C3%25A2blage&docid=prBUcH1aJhSojM&w=764&h=481&itg=1&hl=fr-FR&source=sh/x/im/m1/2&kgs=39818636fa491b15&shem=abme,ssic,trie(Consulté le 05/05/2024).

[57] : <https://www.dictionnaire-juridique.com/definition/logiciel.php>(Consulté le 10/05/2024).

[58] : <https://ardwinner.jimdofree.com/arduino/ia-arduino-ide/3-structure-d-un-programme/>(Consulté le 10/05/2024).

[59] : Simon Landraut et Hippolyte Weisslinger, 2014. Arduino : premier pas en informatique embarquée. Le blog d'Eskimon

[60] : https://arduinofactory.fr/fritzing-cours-schema/#Linterface_de_Fritzing (Consulté le 20/05/2024).

Le programme pour Web serveur :

```

1 void setup() {
2   // ... autres configurations ...
3
4   // Connexion au WiFi
5   WiFi.begin(ssid, password);
6
7   // Attente de la connexion au WiFi
8   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
9     delay(1000);
10    Serial.print(".");
11  }
12
13  // Confirmation de la connexion
14  Serial.println("");
15  Serial.println("Connected to WiFi");
16  Serial.print("IP Address: ");
17  Serial.println(WiFi.localIP());
18
19  // Définition des routes du serveur web
20  server.on("/", handleRoot);
21  server.on("/sensor", handleSensorData);
22  server.on("/button", HTTP_GET, []() {
23    server.send(200, "text/plain", String(digitalRead(buttonPin)));
24  });
25  server.on("/keypad", HTTP_GET, handleKeypadState);
26  server.on("/lockstatus", HTTP_GET, handleLockStatus);
27  server.on("/fallstatus", HTTP_GET, handleFallStatus);
28  server.on("/dangerstatus", HTTP_GET, handleDangerStatus);
29
30  // Démarrage du serveur web
31  server.begin();
32
33  Serial.println("HTTP server started");
34 }
35
36 void handleRoot() {
37   String html = "<html><head><title>MQ2 Sensor</title>";
38   html += "<script>function fetchData() {";
39   // Requête AJAX pour le capteur
40   html += "var xhr = new XMLHttpRequest();";
41   html += "xhr.onreadystatechange = function() {";
42   html += "if (xhr.readyState == 4 && xhr.status == 200) {";
43   html += "document.getElementById('sensorData').innerHTML = xhr.responseText;";
44   html += "}}";
45   html += "xhr.open('GET', '/sensor', true);";
46   html += "xhr.send();";
47
48   // Requête AJAX pour le bouton
49   html += "var xhrButton = new XMLHttpRequest();";
50   html += "xhrButton.onreadystatechange = function() {";
51   html += "if (xhrButton.readyState == 4 && xhrButton.status == 200) {";
52   html += "document.getElementById('buttonState').innerHTML = 'État du bouton: ' + xhrButton.responseText;";
53   html += "}}";
54   html += "xhrButton.open('GET', '/button', true);";
55   html += "xhrButton.send();";
56
57   // Requête AJAX pour le clavier
58   html += "var xhrKeypad = new XMLHttpRequest();";
59   html += "xhrKeypad.onreadystatechange = function() {";
60   html += "if (xhrKeypad.readyState == 4 && xhrKeypad.status == 200) {";
61   html += "document.getElementById('keypadState').innerHTML = 'Dernière touche appuyée: ' + xhrKeypad.responseText;";
62   html += "}}";

```

```

63 html += "xhrKeypad.open('GET', '/keypad', true);";
64 html += "xhrKeypad.send();";
65
66 // Requête AJAX pour le statut de la serrure
67 html += "var xhrLockStatus = new XMLHttpRequest();";
68 html += "xhrLockStatus.onreadystatechange = function() {";
69 html += "if (xhrLockStatus.readyState == 4 && xhrLockStatus.status == 200) {";
70 html += "document.getElementById('lockStatus').innerHTML = 'Statut de la serrure: ' + xhrLockStatus.responseText;";
71 html += "}}";
72 html += "xhrLockStatus.open('GET', '/lockstatus', true);";
73 html += "xhrLockStatus.send();";
74
75 // Requête AJAX pour le statut de la chute
76 html += "var xhrFallStatus = new XMLHttpRequest();";
77 html += "xhrFallStatus.onreadystatechange = function() {";
78 html += "if (xhrFallStatus.readyState == 4 && xhrFallStatus.status == 200) {";
79 html += "document.getElementById('fallStatus').innerHTML = 'Détection de chute: ' + xhrFallStatus.responseText;";
80 html += "}}";
81 html += "xhrFallStatus.open('GET', '/fallstatus', true);";
82 html += "xhrFallStatus.send();";
83
84 // Requête AJAX pour le statut de danger
85 html += "var xhrDangerStatus = new XMLHttpRequest();";
86 html += "xhrDangerStatus.onreadystatechange = function() {";
87 html += "if (xhrDangerStatus.readyState == 4 && xhrDangerStatus.status == 200) {";
88 html += "document.getElementById('dangerStatus').innerHTML = 'Danger: ' + xhrDangerStatus.responseText;";
89 html += "}}";
90 html += "xhrDangerStatus.open('GET', '/dangerstatus', true);";
91 html += "xhrDangerStatus.send();";
92
93 // Appel de la fonction fetchData toutes les secondes
94 html += "} setInterval(fetchData, 1000);</script></head><body>";
95 html += "<h1>Valeur du Capteur MQ2</h1>";
96 html += "<p id='sensorData'>Valeur analogique: En attente...</p>";
97 html += "<p id='buttonState'>État du bouton: En attente...</p>";
98 html += "<p id='keypadState'>Dernière touche appuyée: En attente...</p>";
99 html += "<p id='lockStatus'>Statut de la serrure: En attente...</p>";
100 html += "<p id='fallStatus'>Détection de chute: En attente...</p>";
101 html += "<p id='dangerStatus'>Danger: En attente...</p>";
102 html += "</body></html>";
103
104 server.send(200, "text/html", html);
105 }

```

Le programme pour l'ESP32 CAM :

```

1 #include "esp_camera.h"
2 #include <WiFi.h>
3
4 #define CAMERA_MODEL_AI_THINKER
5 #include "camera_pins.h"
6
7 const char* ssid = "J4+";
8 const char* password = "chiraz2001";
9
10 void startCameraServer();
11 void setupLedFlash(int pin);
12
13 void setup() {
14     Serial.begin(115200);
15     Serial.setDebugOutput(true);
16     Serial.println();
17
18     camera_config_t config;
19     config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
20     config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
21     config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
22     config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
23     config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
24     config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
25     config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
26     config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
27     config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
28     config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
29     config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
30     config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
31     config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
32     config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
33     config.pin_sccb_sda = SIOC_GPIO_NUM;
34     config.pin_sccb_scl = SIOC_GPIO_NUM;

```

```

35 config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
36 config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
37 config.xclk_freq_hz = 20000000;
38 config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
39 config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG; // for streaming
40 //config.pixel_format = PIXFORMAT_RGB565; // for face detection/recognition
41 config.grab_mode = CAMERA_GRAB_WHEN_EMPTY;
42 config.fb_location = CAMERA_FB_IN_PSRAM;
43 config.jpeg_quality = 12;
44 config.fb_count = 1;
45
46 if(config.pixel_format == PIXFORMAT_JPEG){
47     if(psramFound()){
48         config.jpeg_quality = 10;
49         config.fb_count = 2;
50         config.grab_mode = CAMERA_GRAB_LATEST;
51     } else {
52
53         config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
54         config.fb_location = CAMERA_FB_IN_DRAM;
55     }
56 } else {
57     config.frame_size = FRAMESIZE_240X240;
58 #if CONFIG_IDF_TARGET_ESP32S3
59     config.fb_count = 2;
60 #endif
61 }
62 #if defined(CAMERA_MODEL_ESP_EYE)
63     pinMode(13, INPUT_PULLUP);
64     pinMode(14, INPUT_PULLUP);
65 #endif
66
67 // camera init
68 esp_err_t err = esp_camera_init(&config);

```

```

69 if (err != ESP_OK) {
70     Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
71     return;
72 }
73
74 sensor_t * s = esp_camera_sensor_get();
75
76 if (s->id.PID == OV3660_PID) {
77     s->set_vflip(s, 1); // flip it back
78     s->set_brightness(s, 1); // up the brightness just a bit
79     s->set_saturation(s, -2); // lower the saturation
80 }
81 if(config.pixel_format == PIXFORMAT_JPEG){
82     s->set_framesize(s, FRAMESIZE_QVGA);
83 }
84 #if defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE) || defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_ESP32CAM)
85     s->set_vflip(s, 1);
86     s->set_hmirror(s, 1);
87 #endif
88
89 #if defined(CAMERA_MODEL_ESP32S3_EYE)
90     s->set_vflip(s, 1);
91 #endif
92 #if defined(LED_GPIO_NUM)
93     setupLedFlash(LED_GPIO_NUM);
94 #endif
95 WiFi.begin(ssid, password);
96 WiFi.setSleep(false);
97
98 while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
99     delay(500);
100     Serial.print(".");
101 }
102 Serial.println("");

```

```
103 Serial.println("WiFi connected");
104
105 startCameraServer();
106 Serial.print("Camera Ready! Use 'http://");
107 Serial.print(WiFi.localIP());
108 Serial.println("' to connect");
109 }
110
111 void loop() {
112   delay(10000);
113 }
```

Résumé

Ce projet de fin d'études porte sur la conception et la réalisation d'un système de télésurveillance pour les personnes âgées, basé sur l'utilisation des cartes "ESP32" et "ESP32 CAM" et intégrant l'Internet des objets (IoT). L'objectif est de permettre la surveillance à distance, en temps réel, d'une personne âgée atteinte de la maladie d'Alzheimer, grâce aux différents dispositifs mis en place. Nous avons programmé la CAM ESP32 via l'IDE Arduino pour assurer la vidéosurveillance en temps réel lorsque cela est nécessaire. De plus, nous avons utilisé et programmé l'ESP32 avec le même environnement de programmation, en la connectant à divers capteurs et actionneurs pour plusieurs fonctionnalités : le pilotage d'une serrure automatisée grâce à un clavier matriciel 4x4 et un servomoteur, la détection de gaz avec le capteur MQ2, la détection de chutes avec le capteur MPU6050, et un système d'alerte signalant un état de danger via un bouton poussoir. Les données transmises sont envoyées vers un serveur web consultable par des utilisateurs autorisés. Les tests effectués démontrent que le système fonctionne correctement. Cependant, des améliorations peuvent être apportées, comme l'ajout de la surveillance à distance des signes vitaux d'une personne âgée alitée, ce qui pourrait constituer un excellent sujet pour une future thèse.

Mots clés : Télésurveillance, personnes âgées, ESP32, ESP32 CAM, internet des objets (IoT), maladie d'Alzheimer, vidéosurveillance, serrure automatisée, détection de gaz, détection de chutes, système d'alerte.

Abstract.

This end-of-study project concerns the design and implementation of a remote monitoring system for elderly people, based on the use of “ESP32” and “ESP32 CAM” cards and integrating the Internet of Things (IoT). The objective is to enable remote, real-time monitoring of an elderly person suffering from Alzheimer's disease thanks to the various systems put in place. We programmed the ESP32 CAM using the Arduino IDE to provide real-time video monitoring when needed. Furthermore, we used and programmed the ESP32 with the same programming environment, connecting it to different sensors and actuators for multiple functionalities: control of an automated lock thanks to a 4x4 keypad and a servomotor, gas detection with the MQ2 sensor, fall detection with the MPU6050 sensor, and a warning system indicating a dangerous condition via a push button. The transmitted data is sent to a web server accessible to authorized users. The tests carried out demonstrate that the system works correctly. However, improvements can be made, such as adding remote monitoring of the vital signs of a bedridden elderly person, which could be an excellent subject for a future thesis.

Keywords: Remote monitoring, elderly people, ESP32, ESP32 CAM, Internet of Things (IoT), Alzheimer's disease, video monitoring, automated lock, gas detection, fall detection, warning system.