REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté *des Sciences et de la technologie*

Département d'Electronique

Rapport

Projet de Fin de Cycle (PFC)

MCIL 3

FILIERE : *Électronique Industrielle***.**

Spécialité : ……*MCIL*……

Par

- **SMAIL ABDELAZIZ**
- **ATIR SOHAIB**

Intitulé

Serrure Numérique basée sur la Technologiede reconnaissance faciale et le ESP32-CAM

Présenté le : …26/06/2022……

Devant le Jury composé de :

Nom & Prénom	*Grade*	*Qualité*	*Etablissement*
M.	*…*	*Examinateur*	*Univ-BBA*
Mme. MEGUELLATI S.	*MCA*	*Encadreur*	*Univ-BBA*

Année Universitaire 2021/2022

Remerciement

Avant tout, nous remercions ***Allah,*** *le tout puissant qui nous donne le courage et la volonté pour effectuer ce modeste travail.*

Nous tienne à remercier ***Madame MEGULLATI*** *notre promotrice de nous avoir fait bénéficier de ses connaissances qui nous ont beaucoup aidé dans ce travail, sa méthode rigoureuse sera pour nous un bon exemple à suivre.*

Nous remercier également toute l'équipe pédagogique de l'université de BBA et les intervenants professionnels responsables de ma formation, les membres du jury pour leur présence, pour leur lecture attentive de ma thèse, Anisi que pour les remarques qu'ils m'adresseront lors de cette soutenance afin d'améliorer mon travail.

Dédicace

A ma très chère mère Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier Comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me Guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force Pour affronter les différents obstacles.

A mon très cher père

Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.

A mes très cher frères et sœurs

Puisse Dieu vous donne santé, bonheur, courage et surtout

Réussite.

Abdalaziz

Dédicace

Je tiens C'est avec grande plaisir que je dédie ce modeste travail :

A ma mère Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice

Ta prière et ta Bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie. Puise Dieu tout puissant te préserver et t''accorder santé, longue vie et Bonheur. .

A mes chers frères et sœurs

A toute ma famille

À tous mes amis de promotion de 3 eme année MCIL électronique, A vous cher lecteur

Souhayb

RESUMÉ

La création d'un système de serrure de porte Est accompli en utilisant la reconnaissance faciale en conjonction avec La came ESP32 pour une détection plus précise du visage. Le ESP32 CAM est alimenté par la batterie qui agit parce que c'est le L'épine dorsale du système, et il contrôle les serrures de porte et Déverrouille les systèmes. Ce système de serrure de porte fonctionne sur facial Reconnaissance. Ici, le système de verrouillage de la porte est contrôlé par le système de verrouillage de la taille. Reconnaissance d'un particulier. Une porte est l'une des caractéristiques de défense Prendre soin de la sécurité physique de la maison. Si la porte de La maison est souvent ouverte facilement, un voleur peut facilement entrer et Voler le contenu de la maison. Dans un premier temps, une porte nécessite seulement Une clé physique pour verrouiller ou déverrouiller la porte mais de l'autre Main, avec l'avancement de la technologie, un plus moderne La porte a été innovée, à savoir la porte numérique qui va Verrouillez ou déverrouillez les portes sans nécessiter de clé physique.

ABSTRACT

The creation of a door lock system is accomplished by using facial recognition in conjunction with The ESP32 cam for more accurate facial detection. The ESP32 CAM is powered by the battery that acts because it is the Backbone of the system, and it controls the door locks and unlocks the systems. This door lock system works on Facial Recognition. Here, the door locking system is controlled by the size locking system. Recognition of an individual. A door is one of the defense features Take care of the physical security of the home. If the door of the house is often opened easily, a thief can easily enter and steal the contents of the house. At first, a door requires only a physical key to lock or unlock the door but on the other hand, with the advancement of technology, a more modern one The door has been innovated, The digital door that will Lock or unlock doors without the need for a physical key.

SOMMAIRE

Liste des figures

Introduction Générale

L'être humain cherche toujours à mettre en place un système de sécurité et de surveillance fiable afinde protéger ses biens immobilier et les locaux collectifs contre les intrusions et les prévenir contre le vol. Les serrures ont pour but d'assurer cette tache depuis longtemps et ne cesse pas à évoluer jusqu'au nos jours dont on trouve des serrures dites intelligentes permet de gérer l'accès aux endroits privé d'une manière très pratique. L'évolution technologique a permis le développement des systèmes de sécurité qui deviennent de plus en plus performants. Cette évolution est dueessentiellement à l'utilisation des applications de l'électronique moderne du point de vue communication entre les périphériques de commande (Bluetooth, WIFI, Infra rouge...) et coté composants (microcontrôleurs programmables, carte ARDUINO...).

Il existe une grande variété de serrures adaptées à tous types de portes et portillons, parmi eux la serrure électrique dont elle est fabriqué en acier renforcé et ne peut pas être percée ou coupée. Cette technologie de fabrication ajoute une grande amélioration par rapport aux serrures traditionnelles.

Dans cet article, la création d'un système de serrure de porte Est accompli en utilisant la reconnaissance faciale en conjonction avec La came ESP32 pour une détection plus précise du visage. Le ESP32 CAM est alimenté par la batterie qui agit parce que c'est le L'épine dorsale du système, et il contrôle les serrures de porte et Déverrouille les systèmes. Ce système de serrure de porte fonctionne sur facial Reconnaissance. Ici, le système de verrouillage de la porte est contrôlé par le système de verrouillage de la taille. Reconnaissance d'un particulier. The serrure est installé sur les portes d'entréeDes immeubles privés et collectifs (hôtels, banques, résidences, salle de conférence...). Ceci Ceci Permet de limiter l'accès à ces locaux aux seules personnes enregistrées dans l'unité esp32-cam.

Ce mémoire est formée de deux chapitres:

Le premier chapitre sera consacré à la présentation des différentes techniques de la serrureLe deuxième chapitre sera dédié à l'étude des différentes parties de notre carteInformations sur le module esp32-cam et nous fabriquons une serrure électronique à l'aide du module esp32-cam

Enfin, nous terminerons avec une conclusion générale et perspective.

Partie Théorique

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LES SERRURES ELECTRONIQUE

La serrure est un système qui permet d'ouvrir ou de fermer une porte. Elle marche par l'actionnement d'une clé, d'une carte ou d'un code [1]. La serrure électrique est fabriquée en acier renforcé et ne peut pas être percée ou coupée. Il s'agit ici d'une grande amélioration par rapport aux serrures traditionnelles.Les serrures électriques sont utiles car elles assurent une très bonne sécurité et elles sont plus faciles à utiliser par rapport aux serrures classiques. Elles offrent également des fonctionnalités nécessaires à une sécurité absolue [2].

Le présent chapitre sera consacré à la présentation de principales techniques de verrou électronique, parmi eux :

- Les serrures connectées Bluetooth,
- Les serrures connectées WIFI.
- Les serrures connectées RFID (Radio Frequency Identification),
- Les serrures à infrarouge (IR),
- Les serrures à Smart code,
- Les serrures biométriques.

I.1. Définition

Une serrure est un mécanisme de fermeture (d'une porte, d'un véhicule) qui ne peut être ouvert que par une clef ou une combinaison correspondante [3]. Il existe différents types de serrures, parmi lesquels on trouve:

La serrure à garniture, utilise des pièces de métal fixes dont la disposition doit correspondre au motif du panneton de la clef afin que celle-ci puisse tourner [4].

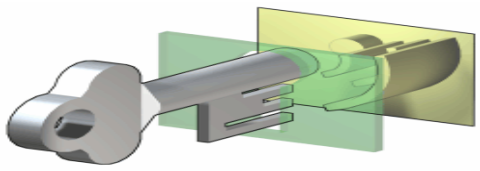

Figure I.1: Serrure à garnitures

La serrure à goupilles, est équipée de pièces métalliques montées sur un pivot, levés à une certaine hauteur par la rotation du panneton de la clef [4].

La serrure à goupilles, encore appelée serrure de Yale (du nom de son inventeur), utilise une série de goupilles (broches) de différentes tailles, pour bloquer l'ouverture sans l'introduction de la clef correspondante, [5]

Figure I.2: Serrure à goupilles

La serrure tubulaire est un type de serrure dans laquelle les goupilles sont disposées de façon circulaire par rapport au cylindre [6].

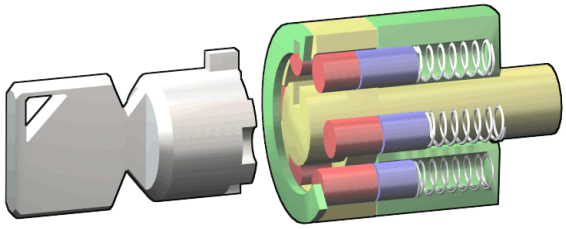

Figure I.3: Serrure tubulaire verrouillée

La serrure à pompe, souvent appelée serrure de sécurité, est un mécanisme cylindrique muni de plusieurs ailettes indépendantes coulissantes suivant l'axe du cylindre **[7].**

La serrure biométrique est un système qui utilise les mesures d'empreinte, de rétine, de contour des mains ou tout autre mécanisme ayant pour clé principale un trait unique à une personne (on pourrait penser à l'empreinte vocale, l'ADN, etc.) pour identifier les personnes ayant accès,

I.2. Les serrures connectées

Les serrures connectées (ou serrures intelligentes), offrent l'opportunité d'ouvrir les portes sans utiliser de clé physique. Par le biais d'un protocole de communication (Bluetooth, Wifi…) elles se déverrouillent à l'aide d'un simple Smartphone par exemple **[8].**

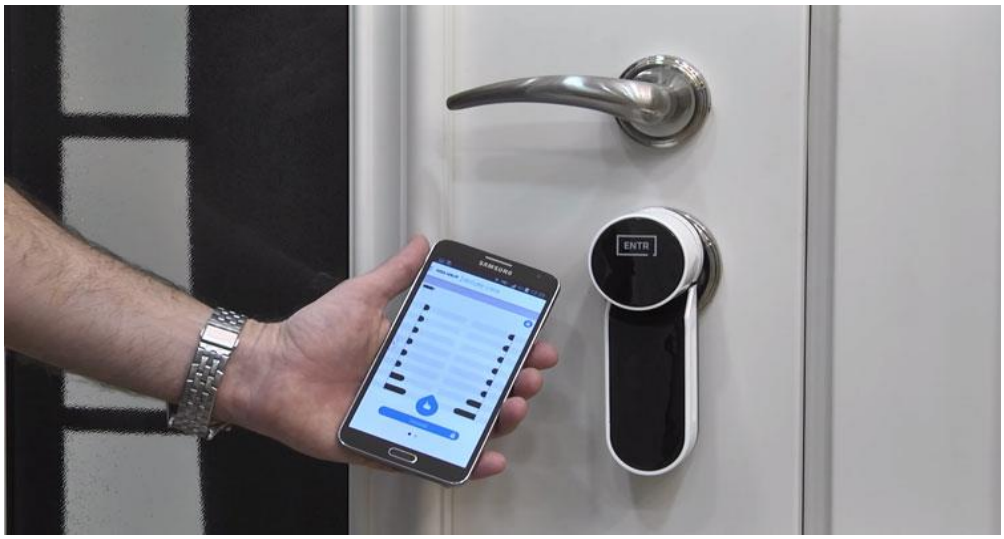

Figure I.4: Serrure connectée

I.2.1 Fonctionnement une serrure connectée

Une serrure connectée s'ouvre lorsque sont connecteur détecte la proximité d'une clef électronique, telle qu'un Smartphone ou une carte magnétique. Les clefs électroniques et les droits qui leurs sont associés sont définies par un administrateur à distance, qui n'est autre que le principal utilisateur [9].

Les clés électroniques fonctionnent grâce à différents protocoles de communication, les principaux protocoles utilisés actuellement sont le Bluetooth, la NFC (Near Field Communication), la RFID ou directement via internet [9].

I.2.2 Les avantages des serrures connectées

Les serrures connectées s'adaptent à toutes les besoins des entreprises et des particuliers, et répond ainsi à toutes les problématiques du contrôle d'accès, ils permettent :

- Améliorer la sécurité des locaux,
- Contrôler les sites sensibles,
- Moderniser les infrastructures,

- Faciliter l'accès aux sous-traitants,
- Simplifier la gestion des plannings d'accès,
- Garantir les temps d'intervention … [9]

I.2.3. Les serrures connectées Bluetooth

Le Bluetooth est un standard de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à très courte distance en utilisant des ondes radio UHF sur une bande de fréquence de 2,4 GHz [10].

Son objectif est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques en supprimant les liaisons filaires. Elle peut remplacer par exemple les câbles entre ordinateurs, tablettes, téléphones mobiles entre eux ou avec des imprimantes, scanneurs, claviers, souris, manettes de jeu vidéo, téléphones portables, systèmes et kits mains libres micro ou écouteurs, autoradios, appareils photo numériques et lecteurs de code-barres [10].

L'objectif de la technologie Bluetooth est de permettre de transmettre des données ou de la voix entre des équipements possédant un circuit radio de faible coût, sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres à un peu moins d'une centaine de mètres et avec une faible consommation électrique [11].

Parmi les serrures connectées Bluetooth existant sur le marché, on peut citer :

I.2.3.a. La serrure Smart Bluetooth

La serrure Smart Bluetooth (Smart Lock) est une serrure de porte connectée équipée d'une caméra et capable de contacter son propriétaire [12]. En matière de connectivité, le Smart Lock embarque deux technologies sans fil à la fois:

- Bluetooth pour un usage de proximité : il offre une solution de proximité qui permettra d'ouvrir la serrure à l'approche d'un Smartphone,
- Wi-Fi : il permettra d'ouvrir la porte à distance [12].

Une fonction très pratique qui pourra servir notamment aux propriétaires d'activer l'ouverture de porte à distance. Le Smart Lock est équipé d'une caméra embarquée qui prendra systématiquement une photo des personnes qui se présenteront devant la porte [12].

Figure I.5: La serrure Smart Bluetooth

Comme tout objet connecté, le Smart Lock est accompagné d'une application qui sera en mesure d'afficher la photo de la personne présente devant la porte d'entrée [12].

De même, l'application sera en mesure d'établir un historique complet des allées et venues. Ainsi que de l'ouverture et du verrouillage de la serrure [12].

I.2.3.b. Serrure connectée Bluetooth Smart

La serrure connectée Bluetooth Smart permet d'utiliser le Smartphone comme une clé intelligente. Avec cette serrure, la porte est automatiquement déverrouillée lorsque son utilisateur est rentré chez lui, et verrouillée lorsque il en parte, grâce au Bluetooth de la Smartphone [13].

Figure I.6: Serrure connectée Bluetooth Smart

Ce type de serrure permet de Créer et gérer des automatisations d'accès individuelles à domicile depuis une application disponible sur Smartphones Androide ou IOS (système d'exploitation mobile d'Apple). Cette application dispose d'un journal d'activité 24h / 24 pour savoir à tout moment qui est entré dans la maison et qui l'a quitté

I.2.4.Serrures connectées WIFI

WIFI, pour 'Wireless Fidelity', peut être traduite en français par "fidélité sans fil". Régi par les normes IEEE802.11, cette technologie permet de relier des équipements informatiques et de téléphonie mobile dans un réseau sans fil haut débit elle fonctionnant avec des ondes radio dans une bande de fréquence de 2,4 ou 5 GHz

I.2.4.a. Différence entre wifi et Bluetooth

- Bluetooth connecte les appareils sans utiliser de câbles et offre la portabilité, tandis que le Wi-Fi fournit des connexions Internet et réseau haut débit.

- Bluetooth consomme peu d'énergie.

- Le WIFI offre une meilleure sécurité que le Bluetooth

- Le Wifi diffuse à une portée relativement importante (environ 50m), tandis que le Bluetooth est limité (moins de 10m).

- Le Wifi permet une connexion de plusieurs utilisateurs en simultanés.

I.2.4.b. Fonctionnement d'Une Serrures connectées WIFI

Fonctionnant via des applications, ces produits vous permettent de verrouiller ou de déverrouiller votre porte de n'importe où avec une connexion sans fil. Vous pouvez également suivre l'historique d'ouverture et de fermeture et partager des clés électroniques avec la famille, les voisins, les techniciens de réparation ou d'autres personnes de confiance.

I.2.5 Les serrures connectées RFID

Le système RFID (Radio Frequency Identification) est une technologie très attractive pour les entreprises qui offrent la possibilité d'une gestion automatique du nombre conséquent d'informations qu'elle doit traiter. Les équipements adaptés à ce système permettent de synchroniser les flux physiques avec les flux d'informations [14]. Le terme RFID englobe

toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour identifier automatiquement des objets ou des personnes [14].

I.2.5.a. Serrure électronique RFID

Les serrures à badge permettent une identification à contact avec un badge RFID ou à distance à l'aide d'une carte à puce approprié [15].

- Le badge RFID fonctionne grâce à la radio-technologie selon un système d'émission, de réception, et de stockage des données dans une puce [15].

Figure I.7: Serrure électronique badge RFID à contacte

- La technologie d'identification à distance à l'aide d'une carte à puce permet une reconnaissance sans contact direct avec la serrure à badge. Il s'agit d'un système conçu pour une identification en champ proche [15].

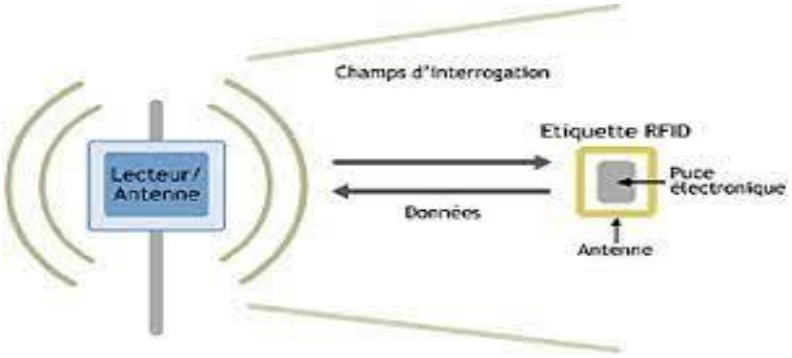

Figure I.8: Serrure électronique badge RFID à distance

Pour chaque type de serrure électronique RFID, l'enregistrement des évènements est horodaté est consultable par l'opérateur [15].

I.2.5.b. Avantage des serrures badge (RFID)

- Les données sur le badge sont sécurisées car il faut un équipement spécialisé pour les lire.

- La possibilité de suivent la personne qui porte le badge et enregistrent ses mouvements.

- Les badges RFID peuvent être programmées et reprogrammées.

I.2.6. Les Serrures connectée NFC

Le NFC (pour Near Field Communication ou communications en champ proche) est une technologie dérivée de la RFID, permet d'échanger des données entre un lecteur et n'importe quel terminal mobile ou entre les terminaux eux-mêmes et ce, à un débit maximum de 424 Kbits/s.

Le NFC fonctionne grâce à l'induction magnétique. Il fonctionne sur une fréquence de 13,56 MHz avec un débit de communication varie entre 106 et 848 kbps/s. Lorsque la puce est en fonctionnement, le lecteur NFC (dit initiateur) émet un courant électrique qui relie l'appareil communiquant (dit la cible) par un champ magnétique elle permet à un smartphone de se connecter et d'échanger des données à courte distance avec un autre dispositif équipé de la même technologie elle a trois modes de fonctionnement : le mode lecteur, le mode émulation de cartes et le mode peer-to-peer.

I.2.6.a. Les différences entre NFC et RFID

Les appareils NFC peuvent jouer les rôles de lecteur et de tag en même temps. Cette fonction unique permet la communication peer-to-peer entre deux appareils compatibles NFC ainsi que Les appareils NFC doivent être très proches (quelques centimètres). C'est pourquoi le NFC est souvent utilisé pour les communications sécurisées, notamment pour les contrôles d'accès pour le paiement sans contact.

I.2.6.b. Les avantages du NFC par rapport aux serrures RFID Contrairement à la RFID

Le NFC peut être utilisé dans diverses situations et vous permet d'utiliser votre smartphone comme clé d'accès. Ceci est incroyablement utile car cela permet d'économiser beaucoup de temps et d'argent, en plus de réduire les déchets plastiques. L'utilisation de smartphones

I.2.7. Serrure à infrarouge (IR)

Le rayonnement infrarouge (IR) est un rayonnement électromagnétique dont les longueurs d'onde sont comprises entre 750 nanomètres et 1 millimètre désigne une onde électromagnétique situé au-dessous du rouge. L'infrarouge est associé à la chaleur et il est utilisée dans plusieurs secteurs de la vie courante [16].

I.2.7.a. Serrure à télécommande IR

Le verrou à télécommande IR est la solution idéale pour les locaux commerciaux ou à fort passage, le verrou à télécommande est invisible de l'extérieur [17].

Figure I.9: Serrure à télécommande IR

La gâchette électrique est un système qui permet l'ouverture d'une porte à distance. Grâce à son électro-aimant qui libère le loquet de la serrure, la serrure va être débloquée d'un demi-tour et ainsi permettre à la porte de s'ouvrir. L'ouverture est généralement signalée par un léger bruit. Le combiné intérieur qui commande l'ouverture de la porte est sans fil, à batterie ou à piles. La transmission de l'ordre de l'ouverture se fait par ondes radio [18]

I.2.8. Les serrures biométriques

La serrure biométrique est un système de gestion des accès par l'empreinte digitale, (la rétine ou le contour des mains), seules les personnes enregistrées peuvent procéder au déverrouillage de la porte. Il s'agit d'apporter un confort d'utilisation et une sécurité supplémentaire [19].

Le système biométrique est composé généralement de:

- Un lecteur biométrique destiné à l'enregistrement des empreintes sur port USB,

- Une interface pour transférer les données vers la serrure biométrique [20].

Figure I.10: Serrure biométrique

I.2.8.a. Fonctionnement d'Une serrure biométriques

- La serrure biométrique est équipée d'un capteur capable de lire les empreintes digitales. Après avoir lu l'empreinte digitale, la serrure se verrouillera ou se déverrouillera automatiquement. Il existe deux types de serruriers biométriques :

- Serrures biométriques sans trace : lisent la rétine ou les veines du doigt

- Serrures biométriques à traces : lisent les empreintes digitales.

I.2.9. Serrure à Smart code

La serrure Smart Code ne possède ni application Smartphone, ni protocole de communication mobile. Elle fonctionne à l'aide d'un digicode ordinaire, et peut également s'ouvrir à l'aide d'une clé traditionnelle. Cependant, elle peut être synchronisée à différents hubs de maison connectée [21].

Figure I.11: Serrure connectée

Plus petite que la plupart des serrures connectées, la serrure à Smart Code est moins encombrante. Plusieurs améliorations ont permis de renforcer la sécurité de ce type de serrurerie par exemple en pressant deux touches au hasard avant de taper le digicode ou à l'aide d'un lecteur d'empreinte digitales. Grâce à ce système, les cambrioleurs ne peuvent pas découvrir le code secret. De plus, une alarme retentit en cas de tentative d'effraction. Ce modèle représente le meilleur compromis pour les personnes désirant découvrir l'univers des sécurités connectées [21].

I.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons essayé de résumer les types principaux des serrures électroniques. Nous nous somme concentré notamment sur les serrures connectées, qui sont d'actualité et capables de remplacer les serrures mécaniques classiques.

CHAPITRE II : LE MODULE ESP32-CAM

Le module CAM ESP32 d'AI-Thinker est une carte de développement à faible coût avec un port de carte micro-SD et une petite caméra OV2640.Il contient une puce Wi-Fi et Bluetooth intégrée, ainsi que deux processeurs LX6 32 bits haute performance et un pipeline à 7 étagesarchitecture. On tente d'expliquerle modèle ESP32 CAM en profondeur et demontré comment l'utiliser pour créer une sonnette vidéo Wi-Fi.

II.1. Présentation du module ESP32-CAM

L'ESP32-CAM est une carte de développement ESP-WROOM-32 du fabricant AI Thinker associé à une caméra couleur 2MP OV2640. Le module ESP32-CAM dispose également d'un lecteur de carte SD qui pourra servir à enregistrer des images lorsqu'un événement est détecté (détecteur de présence ou de mouvement par exemple)[22].

La société Espressif fournit une API complète qui permet d'accéder à toutes les fonctionnalités du module caméra. C'est vraiment une excellente base pour développer son propre système de vidéosurveillance IP sans avoir la crainte que le flux vidéo arrive sur des serveurs douteux [22].

L'ESP-32CAM peut être utilisé dans diverses applications IoT. Elle convient aux appareils intelligents domestiques, aux commandes sans fil industrielles, à la surveillance sans fil, à l'identification sans fil QR, aux signaux du système de positionnement sans fil et à d'autres applications IoT. C'est une solution idéale pour les applications IoT[22].

II.2.Caractéristiques techniques du module ESP32-CAM

Le module ESP 32-CAM contient quelques caractéristiques techniques intéressantes qu'on pout voir dans la fiche technique du fabricant. Ici, on décritles points essentiels liés à notre application:

Connectivité: WiFi 802.11b/g/n + Bluetooth 4.2 avec BLE. Prend en charge le téléchargement d'images via WiFi.

Liens liés à Uart, SPI, I2 Ce PWM. Il a 9 broches GPIO.

Fréquence d'horloge: jusqu'à 160 Mhz.

Puissance de calcul du microcontrôleur: jusqu'à 600 DMIPS.

Mémoire: 520 Ko SRAM + 4 Mo PSRAM + carte SD

Liens utiles: Il dispose de nombreuses méthodes de rechange, barrières fixes qui peuvent être mises à niveau par OTA LED pour une utilisation avec mémoire flash intégrée.

Appareil photo:prend en charge les caméras OV 2640 qui peuvent être livrées dans l'emballage ou achetées indépendamment. Ces types de caméras peuvent :

- 2MP sur le capteur

- Taille de matrice UXGA 1622 Taille de matrice 1200px

- Format de sortie, et 8 bits de compression de données.

- Vous pouvez déplacer une image entre 15 et 60 images par seconde[23].

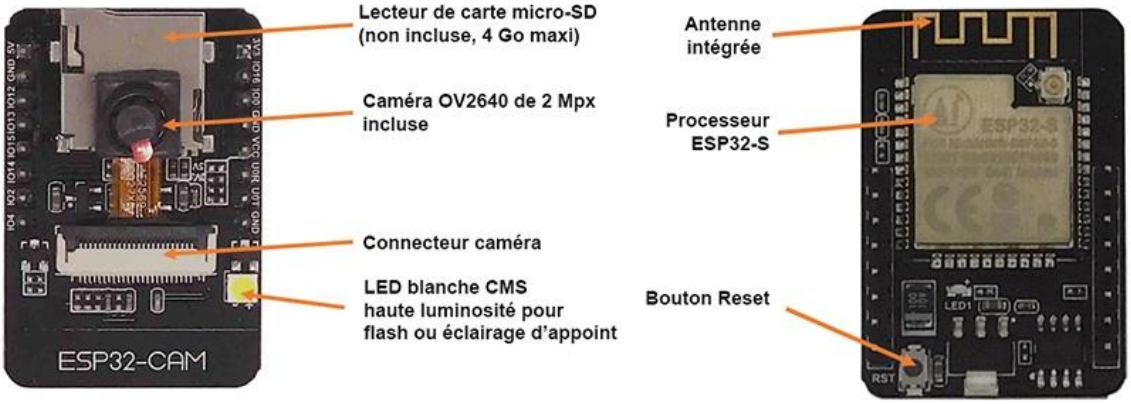

Figure II.1: Les caractéristiques techniques du module ESP32-CAM

II.3. Fonctonement de module ESP32-CAM

Ce module est facilement programmable via l'IDE Arduino et permet d'accéder au flux vidéo de la caméra via un réseau local.[24].La caméra livrée avec le microcontrôleur ESP32 s'enfiche dans le connecteur prévu.Il est nécessaire de faire attention lors de la manipulation de la nappe de la caméra, celle-ci est très fragile.

Un lecteur de carte micro-SD permet le stockage d'images, de vidéos ou de pages HTML. Carte micro-SD de 4 Go maxi, non incluse.Ce microcontrôleur ne dispose pas de convertisseur USB-série intégré.Il est nécessaire d'utiliser un convertisseur externe, comme le convertisseur USB-Série FTDI GT1125 [24].

II.4. La Transmission de vidéos ou d'images

La transmission vidéo et le processus d'affichage sur la plupart des systèmes sont très importants. Dans cette étude, il est destiné à faire un système de transfert vidéo ou d'image sécurisé. Pour atteindre cet objectif, l'image doit d'abord être prise par le module ESP32-CAM. Ce module agit en tant que fournisseur de données. La fonctionnalité a été installée lors de la personnalisation du module pour cet usage. Pour afficher l'image prise à partir du module, il rejoint un réseau commun [25].

Lorsque le module ESP32-CAM est connecté à un réseau commun, il fournit une adresse de protocole Internet (IP) à diffuser. Ce réseau est un réseau commun, y compris le serveur Web. Dans le cadre de cette étude, le module ESP32-CAM et l'ordinateur de bureau sur lequel le serveur Web est installé sont connectés au même point d'accès. L'utilisateur que nous assumons en tant qu'observateur se connecte à un point d'accès via son ordinateur. Ce point d'accès est le même appareil auquel l'ESP32-CAM et le Web Server Provider Device se connectent. De cette façon, l'observateur et le module de la caméra sont connectés au même réseau. Une fois ce partenariat réalisé, les logs sont observés dans le navigateur web avec l'adresse IP fournie par l'ESP32-CAM. Au cours de ce développement, les implémentations nécessaires pour le module ESP32-CAM ont été faites par Arduino IDE 1.8.12 version et Web Server a été fait par NodeJS avec la version 10.16.3. Une bibliothèque spéciale a été utilisée pour afficher les données en direct tout en apportant les améliorations nécessaires [25].

II.5. Transfert et rendu de données décalés

Un modèle d'envoi des données par déplacement est détaillé comme première approche dans les sous-sections. Ce modèle est vulnérable. Les données décalées sont envoyées, et les données originales sont obtenues par un processus inverse du côté du récepteur [26].

II.5.1. Côté du module ESP32-CAM

Les bibliothèques utilisées lors du développement du module ESP32-CAM sont les suivantes : « esp_camera. h », « WiFi. h », « ArduinoWebSockets. h » et « camera_pins. h ». Le modèle de caméra du module a été choisi comme CAMERA_MODEL_AI_THINKER. L'identifiant du service set (SSID) et le mot de passe du modem auquel le module caméra est connecté sont définis par défaut dans le développement du code Arduino. Pour envoyer des

données du module au serveur Web, l'hôte et le numéro de port du Websocket ont été déterminés. L'adresse IP pour héberger le Websocket a été fournie. Lors de la détermination de cette adresse IP, la commande "ipconfig" a été exécutée sur le périphérique qui exécute un serveur Web (ce périphérique est un bureau Windows 10). L'adresse "IPv4" obtenue à la suite de l'exécution de la commande "ipconfig" est l'adresse qui héberge le Websocket. Le numéro de port de serveur Websocket spécifié dans le code Arduino est 8888. Par la suite, l'objet client pour le Websocket est créé dans le type "WebSocket Client" [27].

Une fois les paramètres de configuration et les paramètres nécessaires définis pour le module caméra, une connexion réussie du module au serveur web est assurée. Par la suite, l'adresse hôte du serveur websocket (adresse IPv4) et le port serveur websocket spécifié fournissent une connexion au client websocket. Une fois la connexion réussie, la caméra est prête à envoyer des données au serveur [27].

À ce stade, des modifications des données sont nécessaires pour déplacer la transmission des données. Le type de données reçu du module de la caméra est dans une structure spéciale comme « camera_fb_t ». Le paramètre « buf » de cette structure correspond aux données de pixels reçues de la caméra. La forme brute des données extraites de la caméra est de type « char »[27].

Lorsqu'une opération de décalage à gauche de 32 bits est appliquée à ces données, la charge utile (c.-à-d. les données de diffusion en continu en temps réel) provenant de la caméra devient incompréhensible. Après l'opération de décalage, le client est de type binaire ; la charge utile décalée et la taille de cette charge utile sont envoyées [27].

II.5.2. Côté serveur Web

Le côté serveur Web a été développé sur « Node.js ». Certaines composantes ont été utilisées dans le processus de développement. Ces composants sont : « path » [28], « express » [29] et « ws » [30]. Le numéro de port 8888 a été déterminé comme un port de serveur Web. D'autre part, 8000 a été déterminé comme port de protocole de transfert hypertexte (HTTP). Après que le serveur Web a fait les connexions nécessaires, il a commencé à écouter les données du module de la caméra. Ici, l'opération de décalage inverse a été appliquée après que le flux de la caméra a été manipulé. Ensuite, les données de flux prêtes pour le rendu ont été envoyées à la page du langage de balisage hypertexte (HTML) par le client pour affichage [31].

II.5.3. Rendu du côté de la page

La page rendue est une page HMTL [32]. Cette page crée la connexion au serveur Web et attend les messages à partir de là. Il envoie les données du type tampon au type blob et les assigne à l'objet créé avec les balises "img", de sorte que l'image peut être vue par cette page HTML [33].

II.5.4. Ordre des opérations

Le processus suit l'ordre suivant [34].:

- Le code Arduino est attribué au module ESP32-CAM.
- Le chemin du fichier contenant les codes Node.js, créé comme serveur web, est accessible depuis l'écran "Node.js command prompt".
- Dans l'écran "Node.js command prompt", le serveur est exécuté en utilisant la commande "node <filename.js>".
- Le navigateur Web Chrome s'exécute sur l'ordinateur où le serveur Web est exécuté. Ensuite, on accède à l'URL "IPv4 address:8000/client" (l'adresse IPv4 est l'adresse hébergée sur le serveur web).
- Le flux de données est déclenché par la réinitialisation du module ESP32-CAM.

II.6. Transfert et rendu des données chiffrées décalées

Dans cette section, il est suggéré d'ajouter une couche de sécurité qui n'est pas incluse dans le système mentionné dans les paragraphes précédents. Maintenant, expliquons ce modèle et comment ajouter la couche de sécurité [35].

II.6.1 Côté du module ESP32-CAM

Certaines bibliothèques supplémentaires ont été utilisées dans le processus décalé de transfert et de création de données cryptées pour le module ESP-32 Cam. Ces bibliothèques peuvent être classées comme « AES. h », « base64.h », « iostream », « stdio. h » et « string. h ». Tout est fait comme décrit dans la section "données décalées" jusqu'à ce que les données soient prises à partir du module de la caméra. Après que les données atteignent, les processus diffèrent.

Chacune des données reçues est stockée en tant que "HEX" de type "int non signé". Toutes les données stockées sont trop grandes pour être cryptées. Par conséquent, les données sont divisées en blocs de 256 et 200 octets.

Tout d'abord, chaque bloc divisé passe par l'opération d'encodage base64 en utilisant le vecteur initial. Le texte chiffré, la clé secrète et le vecteur initial, encodés avec base64, sont soumis au cryptage AES 128 bits. Les parties de la charge utile qui sont converties en formulaire chiffré sont envoyées au serveur Web un par un [36].

II.6.2 Côté serveur Web

En plus des opérations données dans la section "données décalées", "crypto-js" est utilisé par le serveur Web. Sur le serveur, la clé de cryptage est partagée avec le module ESP32-CAM.

Chaque bloc de données provenant du module caméra gère du côté serveur. Puisque le module de la caméra envoie les données en format binaire, les données entrantes sont d'abord converties en type de données "Base64". Les données converties au format approprié sont déchiffrées avec un vecteur initial et une clé. Comme les données de diffusion en continu sont regroupées pièce par pièce, elles sont regroupées selon l'ordre d'arrivée [37].

Le type de données entrantes doit être conforme au format de données JPEG. Les formats d'en-tête des données, qui sont décodés et recueillis, sont vérifiés pour voir s'il y a une interférence entre la transmission de données. Enfin, il est envoyé à la page HTML à rendre.

Les opérations à appliquer après ce processus sont les mêmes que les sous-sections "Rendu côté page" et "Ordre des opérations" qui sont sous la section "Transfert et rendu de données décalées"[37].

II.6.3 Schéma général pour la transmission vidéo sécurisée

Dans la figure II.2, vous pouvez voir le diagramme de processus du processus de transmission vidéo sécurisée avec ESP32-CAM [38].

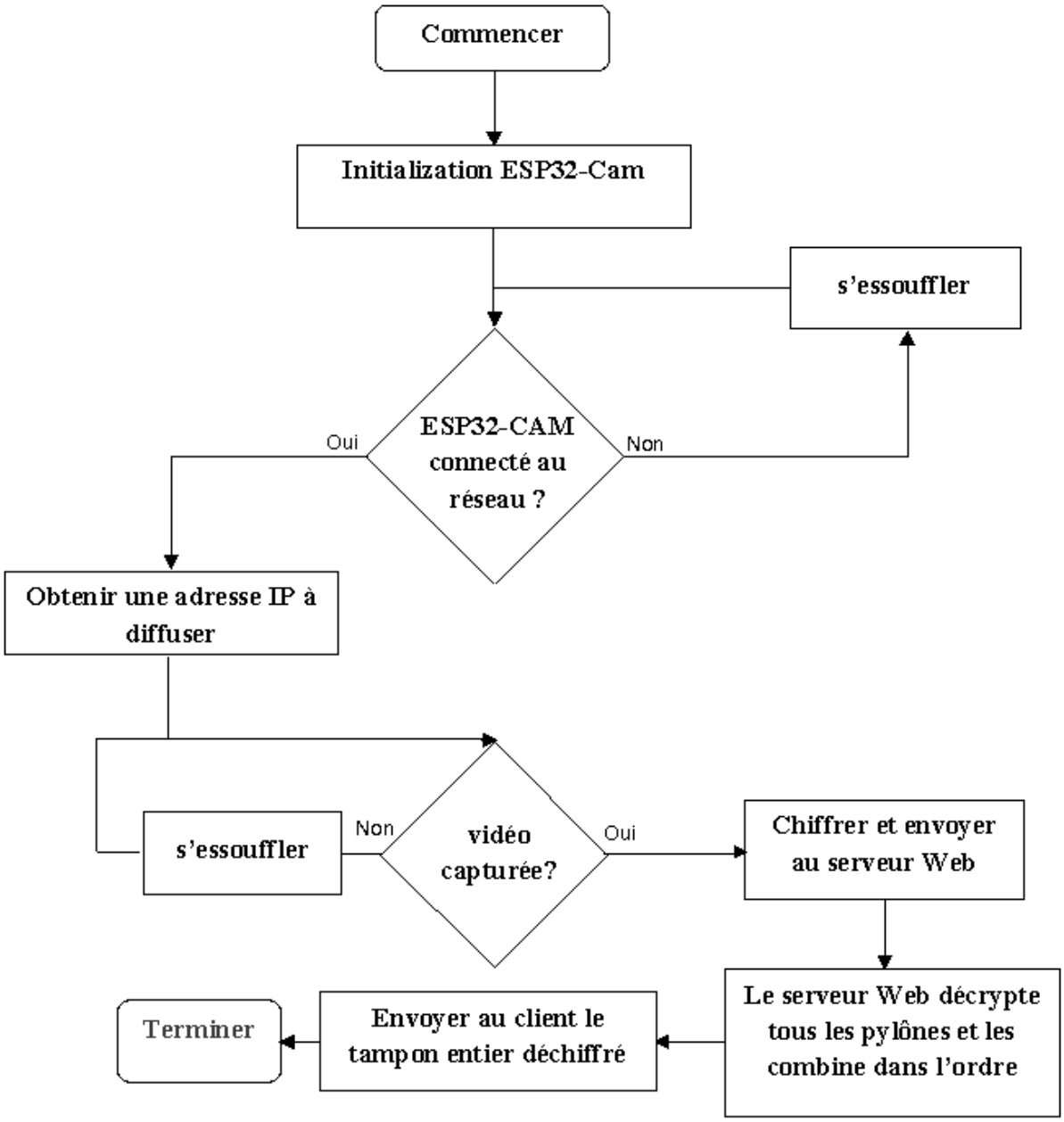

Figure II.2: Organigramme du processus de transmission vidéo sécurisée avec ESP32-CAM.

II.7 Conclusion

Dans ce chapitre on a présenté les aspects techniques du modules ESP32-CAM qui sont en liaison directes avec notre application (chapitre suivant).

Partie Pratique

Chapitre III : Partie pratique

Dans cette partie on présente notre réalisation de la serrure intelligente : avec le module ESP-32 CAM, nous allons essayer de développer un système de verrouillage qui utilise notre visage comme clé d'identification (ID).Lorsque le système détecte un visage inscrit dans sa base de données, il s'active automatiquement pour déverrouiller. C'est un projet domotique en même temps très utile et pas trop compliqué.

III.1. Les composants

III.1.1. Esp32-cam :

Le module ESP32-CAM a moins de broches d'E/S que le module antécédant ESP-32. La plupart des broches à usage général (GPIO) sont utilisées en interne pour la caméra et le port de la cartemicroSD.

Figure III .1: Le module ESP32-CAM

Ses caractéristiques principales sont :

- Alimentation: 3,3 ou 5 Vcc
- Consommation: 2000 mA maxi
- Microcontrôleur: ESP32 à 240 MHz
- Mémoire RAM: 520 Ko
- Mémoire PSRAM: 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

- Formats vidéo supportés: JPEG (OV2640)
- Débitsérie: 115200 bps
- 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 4,5 mm
- Poids: 10 g

III.1.2 Le modulerelais

Le Module de relais à canal unique est une carte commode qui peut être employée pour commander sous haute tension et charge de courant élevée telle que le moteur, les électrovannes, les lampes et la charge AC. Il est conçu Pour s'interfacer avec le microcontrôleur tel que Arduino, PIC et etc.

Figure III.2: Le Module Relai

III.1.3. Serrure électrique 12VDC

Les solénoïdes sont des électro-aimants : Ils sont composés d'une grosse bobine de cuivre avec une armature (un noyau en métal) en leur centre. Quand la bobine est alimentée, le noyau est attiré au centre de la bobine. Cela permet à la solénoïde de se déplacer.

Figure III.3: Serrure électrique

La serrure effectue deux opérations, verrouillage et déverrouillage en appliquant une impulsion de tension négative ou positif au solénoïde, et maintient l'état de pas-alimenté dans chaque position. C'est une caractéristique économique d'énergie parce qu'il n'est pas nécessaire de garder le solénoïde alimenté tous le temps

III.1.4. Le programmeur UART TTL:

Les puces FT232R originales sont l'une des puces plus récentes fabriquées par FTDI (futurDispositifs technologiques internationaux). En plus d'être une UART USB série, il a un Sortie EEPROM intégrée et un générateur d'horloge en option. La puce intègre également la fonctionnalité FTDIChip-ID (donnant à chaque puce un identifiant unique pour la sécurité) et des résistances de terminaisonUSB. Les cartes clonées (avec une puce clonée) excluront probablement la fonctionnalité ID unique, et n'incluent pas d'eeprom, ce qui signifie que les signaux ne peuvent pas être inversés. L'horloge interne (6MHz, 12MHz, 24MHz et 48MHz) peut être sortie de l'appareil et utilisé pour piloter un microcontrôleur ou une logique externe.

Figure III.4: Programmeur UART TTL

III.1.4.1. Brochage de l'adaptateur FTDI

Voici le schéma de raccordement pour supprimer l'adaptateur FTDI au mode ESP32-CAM:

Esp32-cam	FTDI
GPIO3(U0R)	TX
GPIO1 (U0T)	RX
5 volt	VCC
GND	GND

Nous pouvons également utiliser une autre méthode en utilisant ESP32-CAM AI-Thinker MB Programmer. Le programmeur AI-Thinker MB ESP32-CAM est un bouclier d'extension à la carte GPIOs ESP32-CAM. L'image suivante montre le programmeur et l'esp32-cam côte à côte.

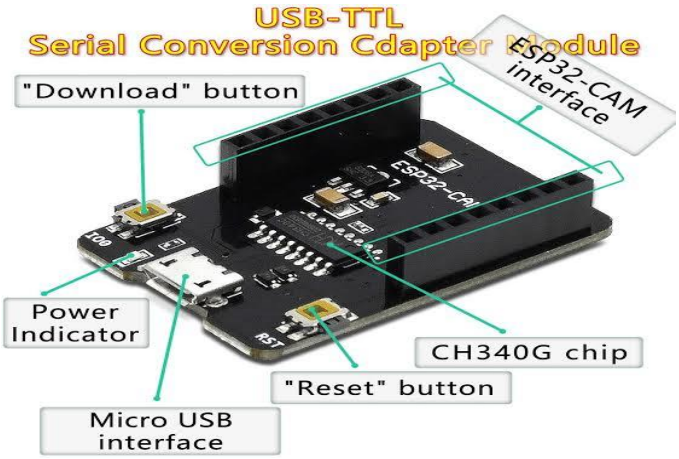

Figure III.5: Le programmeurESP32-CAM AI-Thinker MB

Dans ce projet, nous allons utiliserESP32-CAM AI-Thinker MB Programmer

III.2. Programmer la carte ESP32-CAM avec Arduino IDE:

Pour programmer la carte ESP32-CAM avec Arduino IDE, on doit avoir Arduino IDE installé ainsi que l'extension ESP32. Il suffit de connecter le programmeur MB à l'esp32-cam.

Après cela, dans Arduino-IDE, allez dans :

Outils> tableau et sélectionnez **AI-Thinker ESP32-CAM**. On aura le module ESP32 installé. Sinon, ce tableau n'apparaîtra pas dans le menu des tableaux.

Allez dans **outils > Port** et sélectionnez le Port COM auquel l'esp32-cam est connecté.

Ensuite, cliquez sur le bouton **Upload** dans votre ID Arduino.

III.3. Tester l'esp32-cam

On ouvrele moniteur série, en nous assurant qu'il est réglé sur un débit de 115 200 BPS. Puis on appui sur l'interrupteur de réinitialisation sur le module ESP32-CAM. On s'attend à voir quelques informations d'initialisation, suivies d'une déclaration disant que l'appareil s'est connecté au réseau et a obtenu une adresse IP. L'adresse IP sera sous forme d'une URL, par exemple : http://192.168.1.67 (ceci est juste un exemple d'url, l'adresse est différente pour chaque poste) . Copiez cette adresse etcollez-la dans la barre d'adresse d'unnavigateur web.Le navigateur web Doit être sur le même réseau où l'esp32-cam est connecté.

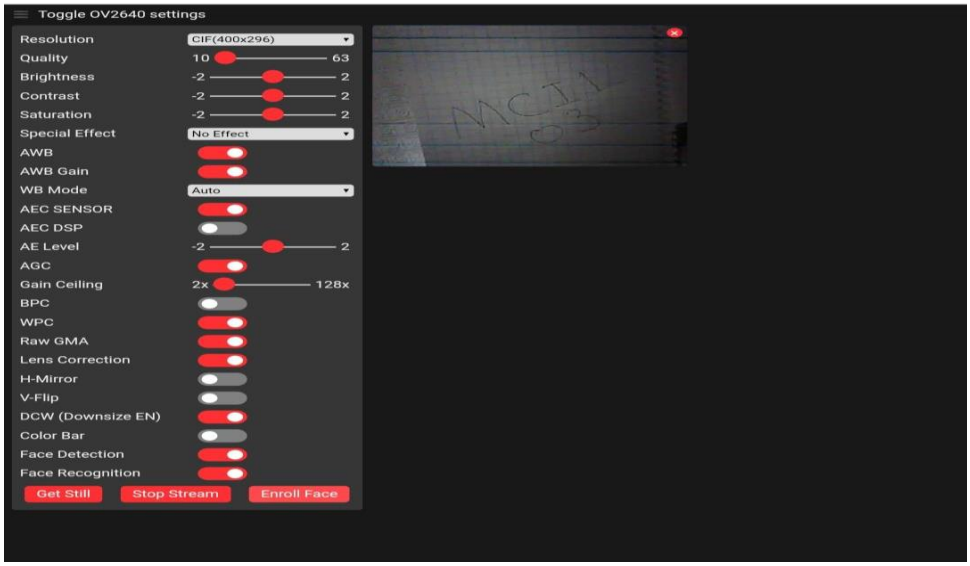

Figure III.6: test camera esp32_cam

III.4. Le système de verrouillage à reconnaissance faciale :

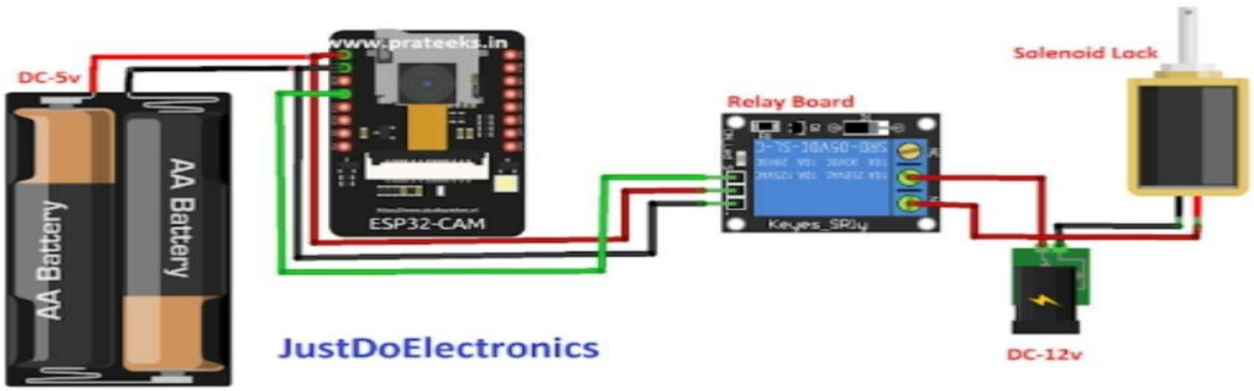

Figure III.7: Schéma général du circuit

III.5. Mise en marche

Cette partie couvre les paramètres essentiels, y compris l'installation du gestionnaire de carte caméra ESP32. Le système estalimenté par le circuit ESP 32 CAM. Le schéma de circuit pour ESP32-CAM fait face au système de verrouillage de porte de reconnaissance est combiné avec le programmeurESP32-CAM AI-Thinker MB, le module relais et le verrou à solénoïde.

La carte programmeur ESP32-CAM AI-Thinker MB est utilisée pour flasher le code dans ESP32-CAM parce qu'il n'a pas de connecteur USB tandis que le module relais est utilisé pour modifier l'état de la serrure à solénoïde (On ou off).

Ici Arduino IDE est employé pour programmer ESP32-CAM. Le code entier est divisé en quatre parties :

L'un est le code principal pour la caméra et le module relais où Le ESP32 verrouille ou déverrouille la porte selon la Reconnaissanceou pas duvisage.Les trois autres codes sont pour le site web, l'index de caméra, et épingles de caméra. Après avoir terminé le code, insérez les identifiants de réseau.

Pour reconnaître Les visages avec ESP32-CAM, d'abord, nous devons inscrire les visages. Pour cela, activez la fonctionnalités reconnaissance et détection du visage à partir des paramètres, puis cliquez sur le bouton inscrire visage. Il faut plusieurs tentatives pour sauvegarder plusieurs visages. Aprèsl'inscription des visages dans la base de données, si un visage est reconnu, le ESP32 ordonnera le module relais à déverrouiller la porte. Chaque fois que la personne vient devant la porte, il reconnaît le visage et s'il est enregistré alors il ouvre le porte.

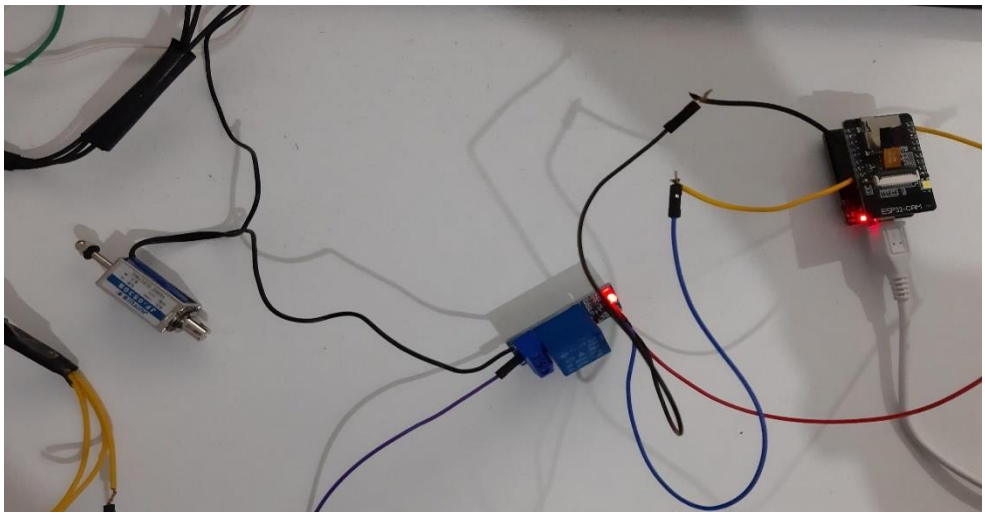

Figure III.8 : Test de mise en marche du système de verrouillage

Le code principal est le suivant:

```
#include "esp_camera.h"

#include <WiFi.h>

//

// Select camera model

//#define CAMERA_MODEL_WROVER_KIT

//#define CAMERA_MODEL_ESP_EYE

//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_PSRAM
```

```
//#define CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE

#define CAMERA_MODEL_AI_THINKER

#include "camera_pins.h"

const char* ssid = "Galaxy-M20";

const char* password = "ac312124";

#define LED_BUILTIN 4

#define relay 4

#define buzzer 2

booleanmatchFace = false;

booleanactiveRelay = false;

long prevMillis = 0;

int interval = 5000;

void startCameraServer();

void setup() {

Serial.begin(115200);

Serial.setDebugOutput(true);

Serial.println();

pinMode(relay, OUTPUT);

pinMode(buzzer, OUTPUT);

pinMode (LED_BUILTIN, OUTPUT);

digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);

digitalWrite(relay, LOW);

digitalWrite(buzzer, LOW);
```

```
camera_config_tconfig;
config.ledc_channel = LEDC_CHANNEL_0;
config.ledc_timer = LEDC_TIMER_0;
  config.pin_d0 = Y2_GPIO_NUM;
  config.pin_d1 = Y3_GPIO_NUM;
config.pin_d2 = Y4_GPIO_NUM;
  config.pin_d3 = Y5_GPIO_NUM;
  config.pin_d4 = Y6_GPIO_NUM;
  config.pin_d5 = Y7_GPIO_NUM;
  config.pin_d6 = Y8_GPIO_NUM;
  config.pin_d7 = Y9_GPIO_NUM;
config.pin_xclk = XCLK_GPIO_NUM;
config.pin_pclk = PCLK_GPIO_NUM;
config.pin_vsync = VSYNC_GPIO_NUM;
config.pin_href = HREF_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_sda = SIOD_GPIO_NUM;
config.pin_sscb_scl = SIOC_GPIO_NUM;
config.pin_pwdn = PWDN_GPIO_NUM;
config.pin_reset = RESET_GPIO_NUM;
config.xclk_freq_hz = 20000000;
config.pixel_format = PIXFORMAT_JPEG;
  //init with high specs to pre-allocate larger buffers
  if(psramFound()){
```

```
config.frame_size = FRAMESIZE_UXGA;
config.jpeg_quality = 10;
config.fb_count = 2;
  } else {
config.frame_size = FRAMESIZE_SVGA;
config.jpeg_quality = 12;
config.fb_count = 1;
  }
#if defined(CAMERA_MODEL_ESP_EYE)
pinMode(13, INPUT_PULLUP);
pinMode(14, INPUT_PULLUP);
#endif
  // camera init
esp_err_terr = esp_camera_init(&config);
if (err != ESP_OK) {
Serial.printf("Camera init failed with error 0x%x", err);
return;
  }
sensor_t * s = esp_camera_sensor_get();
  //
  if (s->id.PID == OV3660_PID) {
    s->set_vflip(s, 1);//flip it back
    s->set_brightness(s, 1);//up the blightness just a bit
```

```
    s->set_saturation(s, -2);//lower the saturation
  }
  //drop down frame size for higher initial frame rate
  s->set_framesize(s, FRAMESIZE_QVGA);
#if defined(CAMERA_MODEL_M5STACK_WIDE)
  s->set_vflip(s, 1);
  s->set_hmirror(s, 1);
#endif
WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
delay(500);
Serial.print(".");
  }
Serial.println("");
Serial.println("WiFi connected");
startCameraServer();
Serial.print("Camera Ready! Use 'http://");
Serial.print(WiFi.localIP());
Serial.println("' to connect");
}
void loop() {
    if (matchFace == true &&activeRelay == false){
activeRelay = true;
```

```
digitalWrite (relay, HIGH);
digitalWrite (buzzer, HIGH);
delay(800);
digitalWrite (buzzer, LOW);
prevMillis = millis();
   }
if(activeRelay == true &&millis()- prevMillis> interval){
activeRelay = false;
matchFace = false;
digitalWrite(relay, LOW);
}
}
```

III.6. Conclusion

Dans cette partie nous avons présenté l'élaboration d'un système de verrouillage utilisant la technologie de détection et de reconnaissance de visage. Au cœur du système, une carte ESP32_CAM simplifie largement le coté hardware ainsi que le coté programmation : les fonctionnalités de détection et de reconnaissance sont incluses dans les librairies d'installation de la carte. Le matériel est aussi simple : une simple serreur à solénoïdesuffit pour bien mener la tâche, chose qui a été vérifié et prouver par le fonctionnement sans faille du système.

Conclusion Générale

À travers ce modeste travail, nous avons eu l'occasion d'utiliser plusieurs outils informatiques qui sont nécessaire pour la réalisation de notre projet de fin d'étude.

Dans ce travail nous avons réalisé une serrure électronique à base esp32-cam l'intérêt majeur de notre serrure électronique pour portes ou portillons permet de gérer et contrôler d'une façon sécurisé l'accès à des sites sensibles pouvant être fréquentés par divers types d'intervenants (clients, personnels, sous-traitants) mais également d'apporter une dimension sécuritaire à un lieu.

Ce projet nous a permis de faire le lien entre l'étude théorique d'un montage électronique et sa réalisation pratique dans le but de valiser nos connaissances théoriques par la pratique en passant par l'étape de simulation. Nous avons appris les compétences suivantes :

- La compréhension de l'architecture interne des esp32-cam module et apprendre sa programmation.
- Apprendre à utiliser le module relais.
- Apprenez à utiliser le programme arduino IDE.

Ce travail nous met en confiance nous souhaitons que d'autres projets au future utilisera d'autres techniques de serrurerie tels que la Serrure biométrique pour bien gérer l'accès aux endroits privées.

Références Bibliographiques

[1]. http://www.massaleidamagoe2015.net/UKAGL4_2016_SerrureCodee.pdf Consulté le 17/03/2022

[2]. https://www.google.dz/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwig35jD393SAhXGPBQKHQtQDh8QFgg8MAk&url=http%3A%2F%2Fformationmasterss3.e-monsite.com%2Fmedias%2Ffiles%2F121-1--1.docx&usg=AFQjCNGCF5LvhQW8C5RzYPyvOuWsIrexiQ&bvm=bv.149760088,d .d24

[3]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Serrure

[4]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Serrure_%C3%A0_garnitures

[5]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Serrure_%C3%A0_goupilles

[6]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Serrure_tubulaire

[7]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Serrure_%C3%A0_pompe

[8]. http://www.objetconnecte.net/guide-comparatif-serrures-connectees/

[9].http://clg-andre-chene-les-jacobins-fleury-les-aubrais.tice.ac-orleans- ours.fr/eva/sites/clg-andre-chene-les-jacobins-fleury-les- aubrais/IMG/pdf/serrure_connectee.

[10].https://fr.wikipedia.org/wiki/Bluetooth Consulté le 19/03/2022

[11].http://www.commentcamarche.net/contents/108-bluetooth-comment-ca-marche

[12]. https://www.planet-sansfil.com/goji-smart-lock-serrure-de-porte-connectee/

[13].http://www.planete-domotique.com/serrure-connectee-bluetooth-nuki-smart-lock-nuki.html

[14].https://rfid.ooreka.fr/comprendre/systeme-rfid

[15]. http://www.controle-acces-pro.fr/serrures-badge/#0

[16].https://fr.wikipedia.org/wiki/Infrarouge

[17].https://www.bt-security.com/controle-d-acces/verrous/verrous-a-telecommande.html

[18]. http://www.gacheelectriqueportail.com/gache-electrique/

[19]. http://joubert.marc.free.fr/bep/serrure/ressources_serrure/Mise_en_service.pdf

[20]. https://fr.wikipedia.org/wiki/Serrure_biom%C3%A9trique

[21].http://www.weiserlock.com/pdfs/instructions/electronics/smartcode.pdf

[22].https://letmeknow.fr/fr/cartes-compatibles/1788-carte-de-developpement-esp32-cam-camera-bluetooth-wifi-ov2640-7426925369115.html

[23]. https://www.hwlibre.com/fr/esp32-cam/

[24].http://electroniqueamateur.blogspot.com/2020/01/esp32-cam-premiere-utilisation-avec.html

[25].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945, Video or Image Transmission, p 488.

[26].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945, Shifted Data Transfer and Render, p 488.

[27].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945, ESP32-CAM Module Sid, p449.

[28]. Internet: Nodejs.org, https://nodejs.org/api/path.html (accessed at 17.09.2021).

[29].Internet: Fast, unopinionated, minimalist web framework for Node.js, https://expressjs.com/ (accessed at 17.09.2021).

[30]. Internet: ws: a Node.js WebSocket library, https://github.com/websockets/ws (accessed at 17.09.2021).

[31].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University

Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945,Web Server Side, p449.

[32]. Graham, I. S. (1995). The HTML sourcebook. John Wiley & Sons, NY United States. ISBN: 978-0-471-11849-7

[33].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945,Rendering Page Side, p449

[34]. PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945, Order of Operations, p449

[35]. PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945, Shifted Encrypted Data Transfer and Render, p449

[36]. PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945,ESP32-CAM Module Side, p449

[37].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945, Web Server Side, p450

[38].PınarSavaştürk, ÖmerAydın, GökhanDalkılıç,7 November 2021 ,AES Encrypted Real-Time Video Stream and Image Transmission from ESP32-CAM ,Celal Bayar University Journal of Science, Volume 17, Issue 4, 2021, p 447-452,DOI: 10.18466/cbayarfbe.835945,General Diagram, p450