

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
جامعة عين تموشنت بلحاج بوشعيب
Université-Ain-Temouchent- Belhadj Bouchaib
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Electronique et des Télécommunications



Projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme de Master en :
Domaine : SCIENCES ET TECHNOLOGIE
Filière : ELECTRONIQUE
Spécialité : INSTRUMENTATION
Thème

Surveillance et contrôle d'un bâtiment intelligent

Présenté Par :

- 1) Mr. BOUHADDA Mohamed
- 2) Mr. BELHARIR Omar Azzedine

Devant le jury composé de :

Dr. MERADI Kada Abdelhafid	MCA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Président
Mme. BOUTKHIL Malika	MAA	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Examinatrice
Pr. BENCHERIF Kaddour	Pr	UAT.B.B (Ain Temouchent)	Encadrant

Année universitaire : 2024/2025

Résumé

L'objectif principal de ce mémoire de master académique est la conception et la réalisation d'un modèle pédagogique de maison intelligente interactive basé sur la carte ESP32, avec un coût réduit. Le système fonctionne selon trois modes de contrôle principaux : le contrôle vocal via un module de reconnaissance vocale, le contrôle automatique à l'aide de capteurs environnementaux (mouvement, lumière, température), et le contrôle mobile via une application connectée en Wi-Fi. Le projet s'inscrit dans une approche éducative intitulée : "Conception d'une maison intelligente éducative avec ESP32", où l'utilisateur interagit avec la maison à travers des missions combinant électronique, programmation et créativité.

Mots-clés : maison intelligente, ESP32, contrôle vocal, contrôle automatique, Wi-Fi, apprentissage interactif

ملخص

الهدف الرئيسي من هذا المشروع الأكاديمي هو تصميم وتحقيق نموذج تعليمي لمنزل ذكي تفاعلي باستخدام لوحة ESP32 وبتكلفة منخفضة. يعتمد هذا المشروع على ثلاثة أوضاع للتحكم: التحكم الصوتي عبر وحدة التعرف على الصوت، التحكم التلقائي من خلال الحساسات (مثل كشف الحركة والضوء والحرارة)، بالإضافة إلى التحكم عن بعد عبر تطبيق الهاتف المحمول باستخدام الواي فاي. تم تنفيذ المشروع ضمن إطار تربوي بعنوان: "تصميم بيت ذكي تعليمي باستخدام ESP32"، حيث يتفاعل المستخدم مع النظام عبر مهام

متعددة تجمع بين البرمجة، والإلكترونيات، والإبداع.

الكلمات المفتاحية: دوموتيك، ESP32، تحكم صوتي، تحكم تلقائي، واي فاي، تعلم تفاعلي.

Abstract

The main objective of this academic master's project is the design and implementation of an interactive educational smart home model using the ESP32 board at a low cost. The system operates through three main control modes: voice control via a speech recognition module, automatic control using environmental sensors (motion, light, temperature), and mobile control via a Wi-Fi connected application. The project is structured as an educational experience under the title: "Designing an Educational Smart Home with ESP32", where users interact with the system through tasks that combine electronics, programming, and creativity.

Key words: smart home, ESP32, voice control, automatic control, Wi-Fi, interactive learning.

Remerciements

En premier lieu, on remercie DIEU de nous avoir aidé et donner la force et la volonté pour achever ce modeste travail

Je tiens à remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire. Je souhaite particulièrement remercier notre directeur de mémoire, le Professeur BENCHERIF Kaddour, pour le temps et les compétences qu'il a consacrés à nous aider dans la conduite de nos recherches. Sa rigueur et son exigence ont stimulé et permis d'approfondir nos connaissances.

Nos précieux remerciements vont également au président du jury Docteur MERADI Kada Abdelhafid et l'examinatrice Madame BOUTKHIL Malika pour avoir accepté de faire partie de notre jury et de juger et d'évaluer notre travail.

Nous tenons à adresser un remerciement spécial à M. Anthony Wang, notre fournisseur du matériel Yume, pour la qualité de ses composants ainsi que pour ses consignes précieuses qui ont fortement contribué à la réussite technique du projet. Son soutien a été un élément clé dans la concrétisation de notre maison intelligente éducative.

Nous remercions aussi nos familles pour leur encouragement sans limite et

Nos grands remerciements s'adressent à tous les enseignants de Département d'Electronique et des Télécommunications et de la filière Electronique ; Spécialité «Instrumentation » pour leurs contribution à notre formation.

Dédicaces 1

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, Je remercie du fond du cœur ma mère, celle dont le soutien, l'amour inconditionnel et les prières m'ont accompagné à chaque instant. Aucune parole ne saurait exprimer tout ce qu'elle représente pour moi, et aucun remerciement ne pourra jamais être à la hauteur de ce qu'elle mérite. Qu'Allah la protège et la garde en bonne santé

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon père, à qui revient le grand mérite dans la réalisation de ce projet. Grâce à son soutien moral et matériel constant, j'ai pu franchir les différentes étapes de ce travail avec confiance et détermination. Son appui inestimable a été pour moi une source de motivation essentielle.

À mon frère Hichem, pour sa présence constante, ses conseils et ses encouragements sincères.

À mon petit frère Chakib, pour sa confiance, son humour et son soutien moral dans les moments de doute.

*À mon encadrant Professeur **Bencherif Kaddour**, pour sa disponibilité, ses orientations précieuses et son accompagnement bienveillant tout au long de ce travail.*

À tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce projet.

Que cette modeste contribution soit le reflet de ma reconnaissance et de ma gratitude.

Mohamed BOUHADDA

Dédicaces 2

Je dédie ce mémoire à mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leur soutien sans faille et leurs innombrables sacrifices. Rien de tout cela n'aurait été possible sans eux.

Je tiens également à exprimer toute ma gratitude à mon encadrant, Monsieur BENCHERIF KADDOUR, pour sa précieuse aide, ses conseils éclairés et sa bienveillance tout au long de ce travail.

Enfin, je dédie ce travail à mon binôme et ami, BOUHADDA Mohamed, pour sa collaboration, son sérieux et l'esprit d'équipe dont il a toujours fait preuve.

Omar BELHARIR

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	I
LISTE DES FIGURES	IV
LISTE DES ABREVIATIONS	VI
Introduction générale	1
Chapitre I : La domotique	
I.1. Introduction Générale	3
I.2. Définition	3
I.2.1. La domotique :	3
I.2.2. Les maisons intelligentes.....	3
I.3. Les domaines d’application de la domotique	4
I.3.1. Le confort	4
I.3.1.1 . Le confort thermique.....	4
I.3.1.2. Le contrôle vocal.....	4
I.3.2. La sécurité.....	4
I.3.2.1. La sécurité des personnes.....	4
I.3.2.2. La sécurité des biens.....	4
I.4. Avantages de la domotique	5
I.5. Inconvénients de la domotique	5
I.6. Conclusion	5
Chapitre II : Les équipements de la réalisation	
II.1.Introduction	7
II.2. Le matériel (Hardware) :	7
II.2.1. La carte ESP32	7
a) Définition :	7

b) Caractéristiques principales.....	8
c) Rôle dans le projet Lumi -----	8
II.2.2. Carte d'extension (Expansion Board).....	8
Caractéristiques techniques	9
Rôle dans le projet Lumi :.....	9
II.2.3. Écran LCD I2C 16x2	9
Principe de fonctionnement de l'écran LCD	10
Caractéristiques techniques	10
Rôle dans le projet Lumi :.....	10
Branchement :	11
II.2.4. Les capteurs :	11
II.2.4.1. Capteur de température et d'humidité DHT11	11
II.2.4.2. Capteur de pluie	12
II.2.4.3. Capteur de mouvement PIR (HC-SR501)	14
II.2.4.4. Capteur de lumière (LDR – Light Dependent Resistor)	15
II.2.4.5. Module de reconnaissance vocale (Voice Recognition Module).....	17
II.2.5. Module RFID RC522	20
II.2.6. Servomoteur SG90	22
II.2.7. Module bouton (bouton-poussoir).....	22
II.2.8. Module LED	24
II.2.9. Module laser	27
II.2.10. Module RGB	28
II.3. Logiciels utilisés	32
II.4. Conclusion	33

Chapitre III : Conception et réalisation système Lumi

III.1. Introduction	34
III.2.Le système globale	34
III.2.1. Présentation de la maison intelligente Lumi	34
III.3.Architecture générale.....	35
III.4. Scénarios fonctionnels du système Lumi	36
III.4.1.Mode : Contrôle automatique :.....	36
III.4.1.1 Fermeture automatique de la fenêtre lorsqu'il pleut	36
III. 4.1.2.Allumage automatique de l'éclairage en cas de détection de présence la nuit et Allumage automatique de la LED en cas de présence humaine ...	37
III. 4.1.3.Ouverture automatique d'une porte via un capteur RFID.....	40
III.4.2. Mode : contrôle vocal.....	41
III. 4.2.1 Contrôle vocal automatique via la reconnaissance vocale (ASR)	41
III. 4.3. Affichage de motifs lumineux variés par laser	43
III. 4.4. Affichage en temps réel de la température et de l'humidité via le capteur DHT11	44
III. 4.5 .Mode : contrôle via application mobile (App Control).....	45
III.5.Conclusion.....	52
Conclusion générale	53
Webographie et Bibliographiques	54
Annexes.....	56

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : La domotique

FigureI.1 : <i>Présentation de maison intelligente LUMI</i>	6
---	---

Chapitre II: Les équipements de la réalisation

FigureII.1 : <i>Les différents modules utilisés dans le système Lumi</i>	7
FigureII.2 : <i>Présentation de la carte ESP32</i>	8
FigureII.3 : <i>Présentation de la carte d'extension (Expansion Board)</i>	9
Figure II.4 : <i>Module LCD I2C 16x2 connecté à l'ESP32</i>	10
Figure II.5 : <i>Capteur de température et humidité DHT11</i>	11
Figure II. 6 : <i>AFFICHAGE DONNES LCD</i>	11
Figure II.7 : <i>AFFICHAGE MOBILE</i>	12
FigureII.8 : <i>Capteur de pluie</i>	12
FigureII. 9: <i>Structure pignon-crémaillère (rack and pinion)</i>	13
FigureII.10: <i>Mécanisme de fermeture automatique de la fenêtre via servomoteur</i>	14
FigureII.11: <i>Capteur récepteur infrarougeTSOP</i>	14
FigureII.12: <i>FONCTIONNEMENT PIR</i>	15
FigureII. 13: <i>Capteur de lumière.</i>	16
FigureII.14: <i>Module de reconnaissance vocale connecté à l'ESP32</i>	17
FigureII. 15: <i>RC522 RFID I2C Module</i>	20
FigureII.16 : <i>Structure mécanique (porte en acrylique + pignon)</i>	21
FigureII.17 : <i>Servomoteur SG90</i>	22
FigureII.18 : <i>module bouton</i>	23
FigureII.19 : <i>Shema de bouton module</i>	23
FigureII.20 : <i>Schéma de branchement du module bouton sur l'ESP32</i>	24
FigureII.21 : <i>LED MODULE</i>	26
FigureII.22 : <i>Laser module</i>	28
FigureII.23 : <i>Schéma de branchement du module bouton sur l'ESP32</i>	28
FigureII.24 : <i>RGB STRIP</i>	29
FigureII.25 : <i>structure de changement de couleur RGB</i>	30

FigureII.26 : <i>Intégration esthétique du miroir dans Lumi</i>	30
FigureII.27 : <i>Intégration du module RGB à l'intérieur du miroir intelligent</i>	31
FigureII.28 : <i>Rendu visuel du miroir classique illuminé par la bande RGB dissimulée</i>	31
FigureII.29 : <i>Sélection de la carte ESP32 dans Arduino IDE.</i>	32

Chapitre III:

FigureIII.1: <i>Photo réel du notre maison intelligente</i>	34
FigureIII.2 : <i>Schéma fonctionnel globale du notre maison intelligente.</i>	35
FigureIII.3 : <i>Disposition des modules dans l'environnement de la maison intelligente.</i>	36
FigureIII.4 : <i>Réaction du système Lumi en cas de détection de pluie.</i>	37
FigureIII.5 : <i>Réaction du système Lumi en cas de détection de présence la nuit</i> ...38	
FigureIII.6 : <i>Réaction du système Lumi en cas de détection humain et d'obscurité.</i>	38
FigureIII.7 : <i>Réaction d'Ouverture automatique d'une porte via un capteur RFID du système Lumi</i> ..40.	
FigureIII.8 : <i>Contrôle vocal du système à l'aide d'un module ASR</i>	42
FigureIII.9 : <i>Projection de motifs laser dans le système Lumi</i>	43
FigureIII.10 : <i>Affichage en temps réel des données DHT11 sur écran LCD</i>	44
FigureIII.11 : <i>Interface de l'application mobile de contrôle du système Lumi</i>	45
FigureIII.12 : <i>Schéma de connexion réseau de l'ESP32 : modes Station (STA) et Point d'Accès (AP)</i> .46	
FigureIII.13 : <i>Interface d'application ACEBOTT sur App Store</i>	48
FigureIII.14 : <i>Affichage d'adresse IP de ESP32 sur le moniteur série</i>	49
FigureIII.15 : <i>Procédure de connexion de l'application mobile à l'ESP32 via l'adresse IP</i> ..	50
FigureIII.16 : <i>Interface de contrôle mobile en état de fonctionnement.</i>	50
FigureIII.17 : <i>Illustration des principales fonctionnalités du mode de contrôle mobile dans le système Lumi</i>	51
FigureIII 18 : <i>Affichage en temps réel des données environnementales détectées par les capteurs du système Lumi dans l'application mobile.</i>	51

☐ Liste des abréviations (style académique)

Abréviation	Signification en français / anglais
ESP32	<i>Espressif Systems 32-bit microcontroller</i>
IoT	<i>Internet of Things</i> (Internet des objets)
PIR	<i>Passive InfraRed</i> (Capteur infrarouge passif)
DHT11	<i>Digital Humidity and Temperature sensor</i>
LDR	<i>Light Dependent Resistor</i> (Photorésistance)
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> (Écran à cristaux liquides)
RGB	<i>Red Green Blue</i> (Diode électroluminescente tricolore)
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> (Modulation de largeur d'impulsion)
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i> (Convertisseur analogique-numérique)
DAC	<i>Digital to Analog Converter</i> (Convertisseur numérique-analogique)
UART	<i>Universal Asynchronous Receiver Transmitter</i>
SPI	<i>Serial Peripheral Interface</i>
I2C	<i>Inter-Integrated Circuit</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>
AP	<i>Access Point</i> (Point d'accès)
STA	<i>Station Mode</i> (Mode client Wi-Fi)
IDE	<i>Integrated Development Environment</i> (Environnement de développement intégré)
ASR	<i>Automatic Speech Recognition</i> (Reconnaissance vocale automatique)
LED	<i>Light Emitting Diode</i> (Diode électroluminescente)
RC522	Référence du module RFID utilisé
SG90	Modèle de servomoteur utilisé

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale :

L'évolution rapide des technologies numériques a transformé notre manière d'interagir avec notre environnement, en particulier dans nos habitations. L'**automatisation domestique**, autrefois réservée à la science-fiction ou aux grandes entreprises, est aujourd'hui accessible au grand public grâce aux avancées dans le domaine de la **domotique**. Désormais, il est possible de concevoir des maisons dites **intelligentes**, capables de réagir automatiquement aux besoins des habitants en matière de confort, de sécurité, d'économie d'énergie et même de divertissement.

Dans ce contexte technologique, nous avons développé un projet éducatif et interactif intitulé "**Lumi**" dont le but est la **réalisation progressive d'une maison intelligente** à base de la carte **ESP32**. Ce projet repose sur une approche ludique et pédagogique, où chaque mission technique est intégrée dans une narration immersive. L'utilisateur, à travers un parcours scénarisé, découvre étape par étape les principaux systèmes domotiques : contrôle de l'éclairage, détection de mouvement, capteur de pluie, accès RFID, commande vocale, ventilation, et bien plus encore.

Ce mémoire s'inscrit dans la volonté de **sensibiliser les étudiants** à la programmation embarquée, à l'électronique et au logique système, tout en mettant en avant des **applications concrètes** au service du quotidien. L'objectif est double : proposer une **base technique solide** pour la réalisation d'une maison intelligente, et créer une **expérience utilisateur engageante** et éducative.

On va choisir la carte l'**ESP32** suite à son microcontrôleur puissant, peu coûteux et équipé du Wi-Fi et du Bluetooth, parfaitement adapté aux besoins de l'automatisation domestique. À travers l'enchaînement des missions du projet Lumi, aussi on va penser à concevoir un système évolutif, modulaire et réutilisable, répondant à plusieurs problématiques de la vie réelle : sécurité (intrusions, fuites de gaz), confort (contrôle de température, éclairage automatique), et gestion énergétique.

Ce mémoire est structuré en trois chapitres principaux :

- Le **premier chapitre** est consacré à une introduction générale à la **domotique**, à son évolution, à ses domaines d'application, ainsi qu'à ses avantages et ses limites.
- Le **deuxième chapitre** est destiné pour les notions de base sur les équipements de la réalisation, **matériels et logiciels** utilisés dans notre projet, notamment la carte ESP32, les capteurs, les modules et les outils de développement.

Les équipements de la réalisation

- Le **troisième chapitre** présente la **conception et réalisation** du système Lumi à travers les missions successives du projet Lumi, accompagnées de schémas, d'explications techniques, et d'illustrations pédagogiques.

Conception et Réalisation système Lumi

Ce travail a pour ambition de démontrer que **la technologie peut être un formidable outil d'apprentissage**, en combinant **créativité, accessibilité et utilité pratique**, tout en mettant l'accent sur les compétences techniques essentielles du XXI^e siècle.

En fin, on termine par une conclusion générale qui résume l'apport essentiel de notre projet.

CHAPITRE I

LA DOMOTIQUE

I.1. Introduction Générale

La domotique est une discipline en pleine expansion qui regroupe l'ensemble des technologies permettant d'automatiser, de programmer et de contrôler à distance les équipements d'une maison. Elle transforme un simple logement en un espace intelligent, interactif et évolutif, capable de répondre aux besoins quotidiens de ses habitants.

Grâce aux progrès réalisés dans les domaines de l'électronique, de l'informatique embarquée et des télécommunications, les maisons peuvent aujourd'hui s'adapter automatiquement aux conditions extérieures (météo, luminosité), aux comportements des usagers (présence, horaires), ou encore être contrôlées à distance via Internet, ce qui offre des perspectives nouvelles en matière de confort, de sécurité, d'économie d'énergie et d'accessibilité.

Dans ce chapitre, nous allons présenter une définition claire de la domotique, son évolution vers les maisons intelligentes, ses domaines d'application principaux (confort, sécurité), puis analyser ses avantages et ses inconvénients dans le contexte actuel.

I.2. Définition

I.2.1. La domotique :

Le mot domotique est issu de la contraction du mot latin *domus* (maison) et du suffixe *-tique* (technique, informatique) [1]. Il désigne l'ensemble des techniques utilisées pour automatiser et centraliser la gestion des équipements d'un habitat.

Sur le plan technique, la domotique regroupe des dispositifs capables de :

- collecter des informations (capteurs de mouvement, température, gaz, etc.),
- les traiter (par un microcontrôleur ou une interface domotique),
- et déclencher des actions (activer un relais, allumer une lumière, envoyer une alerte).

Le système repose généralement sur une unité centrale (comme un Arduino, un ESP32, ou une box domotique) et des interfaces de communication (Bluetooth, Wi-Fi, Zigbee...) pour le contrôle local ou à distance [2].

I.2.2. Les maisons intelligentes :

Les maisons intelligentes ou *smart homes* sont des habitations équipées de systèmes domotiques qui permettent de réagir automatiquement à des situations spécifiques ou à des commandes de l'utilisateur.

Ces maisons peuvent gérer :

- l'éclairage,
- le chauffage et la ventilation,

- la sécurité (intrusion, incendie, fuite de gaz),
- l'accès (portes, portails),
- le divertissement (multimédia, musique, volets motorisés, etc.) [3].

Grâce à l'intégration de capteurs et d'actionneurs, elles peuvent anticiper les besoins des occupants tout en réduisant leur consommation énergétique.

I.3. Les domaines d'application de la domotique

I.3.1. Le confort

L'un des objectifs premiers de la domotique est d'améliorer le confort de vie. Cela peut se traduire par :

I.3.1.1 . Le confort thermique :

Les systèmes domotiques permettent de réguler automatiquement la température d'une pièce grâce à des capteurs (DHT11, DHT22...) et des actionneurs (ventilateurs, climatiseurs, chauffage électrique). Par exemple, dans notre projet *Lumi*, un ventilateur est activé automatiquement lorsque la température dépasse 29°C [Projet Lumi].

I.3.1.2. Le contrôle vocal :

La reconnaissance vocale est de plus en plus utilisée. À travers des applications comme AMR Voice ou Google Assistant, il est possible de contrôler les équipements par la voix : allumer une lampe, fermer les volets, etc. Dans *Lumi*, l'utilisateur peut dire "Power ON" pour allumer une lumière, rendant l'interaction intuitive [4].

I.3.2. La sécurité

La sécurité est un domaine clé de la domotique. Elle comprend deux aspects :

I.3.2.1. La sécurité des personnes :

Les systèmes domotiques peuvent intégrer :

- des détecteurs de gaz (comme le MQ2) pour prévenir les fuites dangereuses,
- des capteurs de présence pour aider les personnes âgées,
- des caméras ou alarmes intelligentes connectées à des applications mobiles.

I.3.2.2. La sécurité des biens :

Elle inclut :

- des capteurs d'ouverture de portes/fenêtres,

- des systèmes d'accès intelligents (cartes RFID, digicodes),
- des modules d'alarme en cas d'intrusion,
- des notifications en temps réel via smartphone [5].

Dans *Lumi*, l'accès à la porte se fait par carte RFID, et le garage est contrôlé via télécommande IR.

I.4. Avantages de la domotique

- Confort amélioré : gestion simplifiée de l'éclairage, de la température, et des équipements multimédia.
- Sécurité accrue : détection de fuites, d'intrusions, et alertes en temps réel.
- Économie d'énergie : meilleure gestion des ressources, extinction automatique des appareils inutilisés.
- Accessibilité : grande aide pour les personnes âgées ou à mobilité réduite.
- Contrôle à distance : gestion depuis un smartphone ou une interface web [W1], [W2].

I.5. Inconvénients de la domotique

- Coût d'installation parfois élevé pour un système complet.
- Dépendance à Internet : une panne réseau peut désactiver certaines fonctions.
- Complexité technique pour les utilisateurs peu familiers avec l'électronique.
- Questions de vie privée si les données ne sont pas bien protégées [W3].

I.6. Conclusion

La domotique est au cœur des innovations technologiques appliquées à l'habitat. En constante évolution, elle vise à rendre nos maisons plus intelligentes, plus sûres et plus confortables.

Dans notre projet *Lumi* nous avons appliqué ces principes de manière progressive et éducative, à travers un scénario ludique qui met en œuvre les principaux systèmes domotiques modernes.

Dans le chapitre suivant, nous allons détailler les composants matériels et logiciels utilisés pour concevoir les différentes missions de *Lumi*.

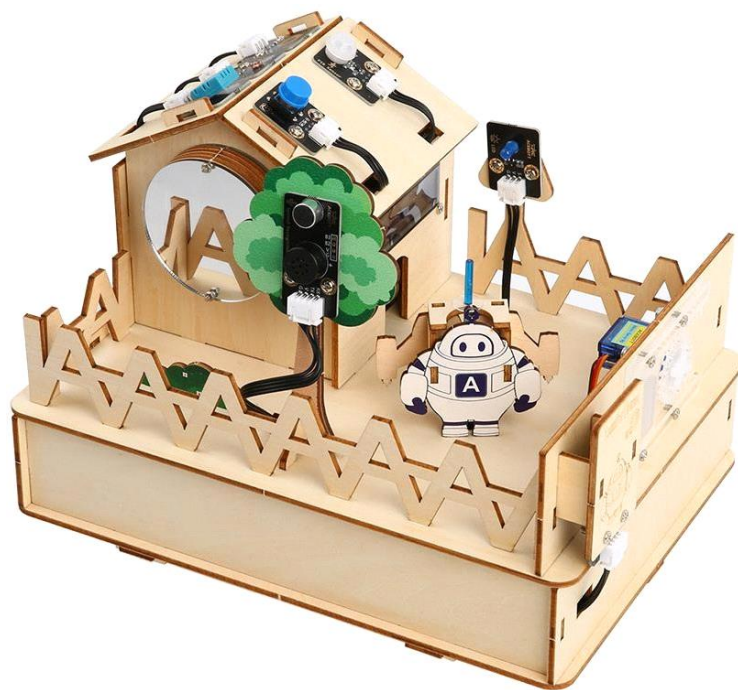


Figure. I.1. Présentation de maison intelligente LUMI

CHAPITRE II

LES EQUIPEMENTS DE LA REALISATION

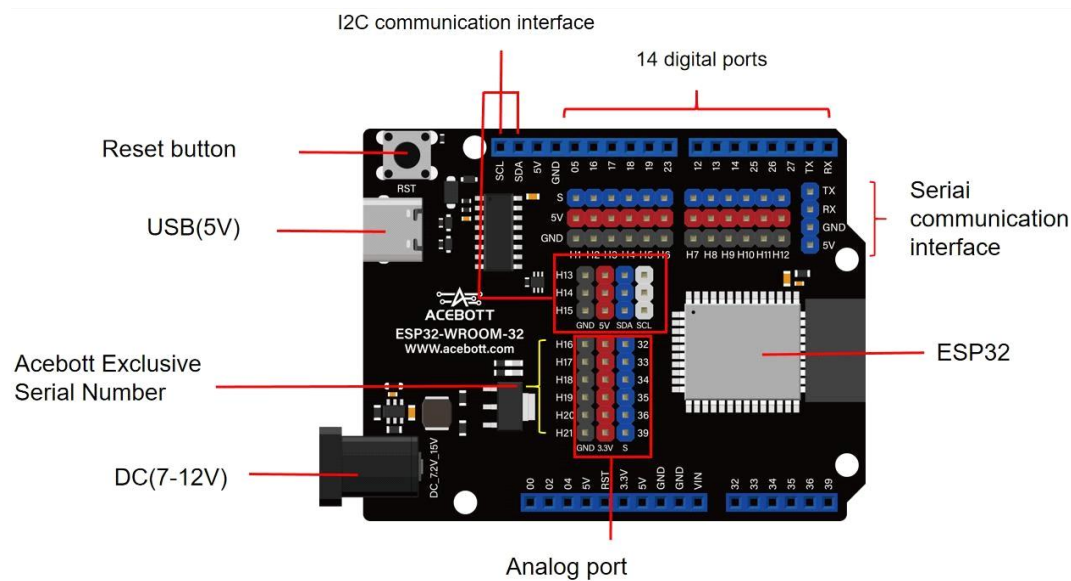


Figure.II.2. Présentation de la carte ESP32

b) Caractéristiques principales

- Processeur double cœur 32 bits (Tensilica Xtensa LX6)
- Fréquence d'horloge jusqu'à 240 MHz
- 520 Ko de SRAM
- Wi-Fi 802.11 b/g/n intégré
- Bluetooth 4.2 (Classic et BLE)
- De nombreux ports GPIO, PWM, ADC, DAC, I2C, SPI, UART
- Alimentation : 3.3V

c) Rôle dans le projet Lumi :

L'ESP32 agit comme le cerveau de la maison : il recueille les informations des capteurs, les analyse et active les actionneurs. Il permet également la communication sans fil avec un smartphone ou une interface de commande.

II.2.2. Carte d'extension (Expansion Board)

La carte d'extension (Expansion Board) est un composant intermédiaire essentiel dans le projet *Lumi*.

Elle sert d'interface physique entre le microcontrôleur ESP32 et les différents modules externes (capteurs, actionneurs, LEDs, etc.). Cette carte permet de simplifier les connexions, organiser les câbles et assurer une bonne stabilité des composants pendant l'expérimentation.

Grâce à cette carte, les utilisateurs peuvent connecter rapidement les éléments via des connecteurs standards (JST ou Dupont), sans avoir à manipuler directement la carte ESP32, ce qui rend le kit plus sécurisé, durable et adapté à l'apprentissage.

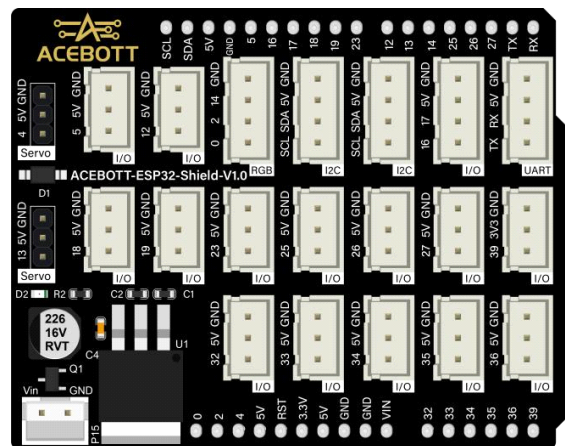


Figure. II.3. Présentation de la Carte d'extension (Expansion Board)

Caractéristiques techniques :

- Compatible avec ESP32 DevKit V1
- Présence de broches GND, 3.3V, 5V, IO regroupées en rangées
- Facilite la connexion avec les modules via fiches ou jumpers
- Alimentation externe optionnelle possible
- Organisation claire des pins pour un câblage pédagogique

Rôle dans le projet Lumi :

- Organiser les connexions entre ESP32 et modules (LED, PIR, DHT, etc.)
- Protéger les broches de l'ESP32 contre les erreurs de câblage
- Faciliter la maintenance et les manipulations dans le cadre d'un projet éducatif
- Améliorer l'esthétique et la sécurité du montage (surtout pour les enfants).

II.2.3. Écran LCD I2C 16x2

L'écran **LCD** (Liquid Crystal Display) 16x2 avec interface I2C est un module d'affichage permettant de visualiser directement les informations mesurées ou traitées par l'ESP32. Dans notre projet, il est utilisé pour afficher en temps réel la température et l'humidité mesurées par le capteur DHT11, ce qui renforce l'aspect interactif et visuel du système.

➤ Principe de fonctionnement de l'écran LCD

L'écran LCD (Liquid Crystal Display) est un dispositif d'affichage à cristaux liquides de type passif, ce qui signifie qu'il n'émet pas de lumière par lui-même. Il nécessite une source de rétroéclairage externe pour assurer la visibilité des caractères ou images affichés.

Le fonctionnement repose sur l'utilisation d'un champ électrique appliqué à des molécules de cristaux liquides, qui permet de modifier leur orientation. En contrôlant cette orientation, on peut permettre ou bloquer le passage de la lumière à travers chaque segment de l'écran. Ainsi, en modulant la lumière qui traverse les différentes zones, on peut former des chiffres, lettres ou symboles visibles par l'utilisateur.

Ce principe permet un affichage clair, économe en énergie et adapté aux dispositifs embarqués à basse consommation, comme ceux utilisés dans le projet Lumi.

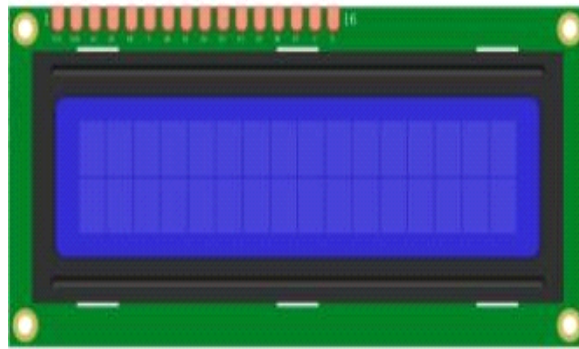


Figure.II.4. Module LCD I2C 16x2 connecté à l'ESP32

Caractéristiques techniques :

Module LCD 1602 I2C comme son nom l'indique, ce module est composé d'un module d'affichage LCD 16 caractères x 2 lignes (peut afficher 32 caractères ASCII) et d'un module avec interface de communication I2C, adresse I2C par défaut 0x27, avec un potentiomètre bleu à l'arrière, peut être utilisé pour régler le rétroéclairage (lorsque l'affichage des caractères n'est pas clair, il faut régler le rétroéclairage, laisser l'affichage des caractères clairement).

- Type : LCD 16 caractères × 2 lignes
- Interface : I2C (réduction du câblage à seulement 4 fils)
- Tension de fonctionnement : 5V
- Adresse I2C par défaut : 0x27
- Potentiomètre de contraste intégré

Rôle dans le projet Lumi :

- Afficher les données du capteur DHT11
- Permettre à l'utilisateur de visualiser localement l'environnement intérieur
- Renforcer l'apprentissage visuel dans une approche pédagogique

⚡ Branchement :

- VCC → 5V
- GND → GND
- SDA → GPIO21 (ESP32)
- SCL → GPIO22 (ESP32)

II.2.4. Les capteurs :

II.2.4.1. Capteur de température et d'humidité DHT11

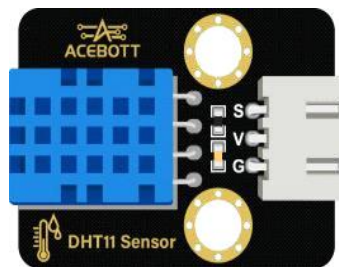


Figure II.5. Capteur de température et humidité DHT11[7]

Permet de :

- Mesurer l'ambiance thermique de la pièce.
- Mesurer la température ambiante dans la maison Lumi.
- Mesurer le taux d'humidité de l'air (niveau de vapeur d'eau).
- Envoyer les données vers un écran LCD pour affichage local.
- Transmettre les données en temps réel vers un smartphone via WiFi, grâce à l'ESP32.



Figure II.6. AFFICHAGE DONNES LCD.

Affichage sur mobile :

Grâce à la connexion WiFi intégrée, l'ESP32 peut :

- Envoyer les données du capteur vers une application mobile.
- Permettre à l'utilisateur de surveiller à distance les conditions environnementales de la maison (utile dans la domotique réelle).
- Ajouter une expérience interactive dans le scénario du projet (par exemple, vérifier le confort avant de rentrer).

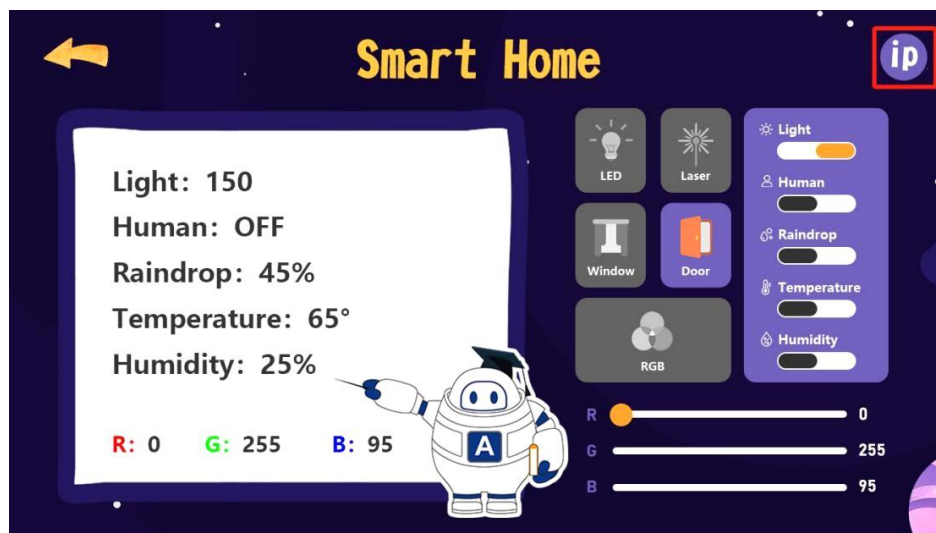


Figure.II.7.AFFICHAGE MOBILE

II.2.4.2. Capteur de pluie :

Le capteur de pluie permet de détecter la présence d'eau sur sa surface. Il est utile dans les systèmes domotiques pour automatiser la fermeture de fenêtres ou l'activation d'alarmes.



Figure.II.8.Capteur de pluie

Caractéristiques techniques :

- Détection : eau ou humidité
- Tension de fonctionnement : 3.3V à 5V
- Sortie : analogique et digitale
- Composants : plaque de détection + module amplificateur

Rôle dans le projet Lumi :

- Détecte la pluie sur le toit ou une ouverture
- Déclenche la fermeture automatique d'une fenêtre via un servomoteur
- Affiche un message d'alerte via LED ou écran.

Principe de fonctionnement :

Lorsque des gouttes de pluie entrent en contact avec la surface conductrice du capteur, la résistance change et l'ESP32 détecte cette variation via une entrée analogique (ex. broche GPIO39). Si la valeur dépasse un certain seuil (par exemple >2000), cela signifie qu'il pleut.

En réponse, le servomoteur connecté (monté sur un mécanisme pignon-crémaillère) est actionné pour fermer la fenêtre automatiquement. Une fois la pluie terminée (valeurs analogiques normales), le servomoteur réouvre la fenêtre.

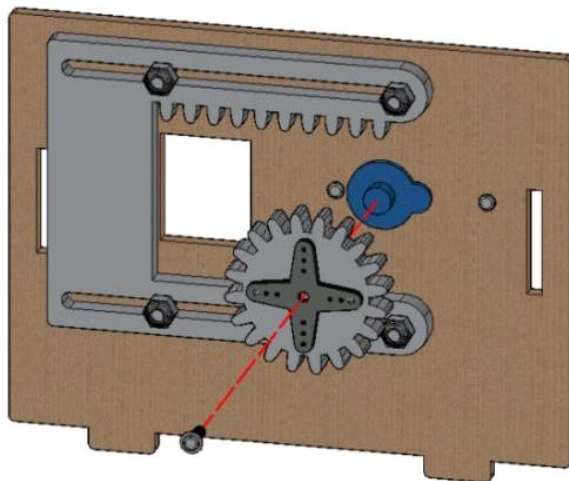


Figure.II.9. Structure pignon-crémaillère (rack and pinion)

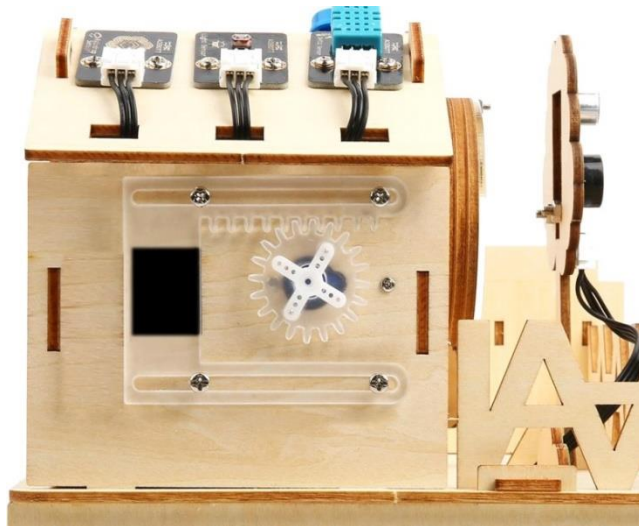


Figure.II.10. Mécanisme de fermeture automatique de la fenêtre via servomoteur

II.2.4.3. Capteur de mouvement PIR (HC-SR501)

► Présentation générale :

Le capteur PIR (Passive Infrared) est un dispositif destiné à détecter la présence et le mouvement de sources de chaleur [8], notamment le corps humain, dans son champ de vision. Il fonctionne en analysant les variations du rayonnement infrarouge émis naturellement par les êtres vivants.

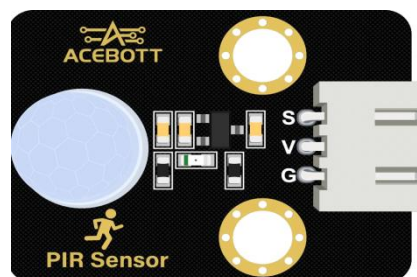


Figure.II.11. Capteur récepteur infrarouge TSOP

► Principe de fonctionnement :

Le capteur PIR ne produit pas de rayonnement : il capte passivement les infrarouges émis par les objets dans son environnement. Il est équipé de deux éléments sensibles symétriques, qui réagissent aux variations thermiques.

- Lorsqu'un corps chaud (comme un humain) entre dans la zone de détection, la répartition du rayonnement infrarouge change rapidement, ce qui provoque une variation de température détectée par le capteur.
- Le capteur produit alors un signal de sortie de niveau haut (HIGH).

- Si la personne reste immobile, le capteur cesse de produire de nouvelles variations, et n'émet plus de signal supplémentaire.
- Le signal reste à l'état haut tant que la présence est détectée, puis repasse à LOW une fois que la personne quitte la zone et que le délai d'attente (temporisation intégrée) est écoulé.

➤ Caractéristiques techniques (type standard) :

- Tension de fonctionnement : 5 V
- Sortie numérique : HIGH (détection) / LOW (absence)
- Portée : 3 à 7 mètres
- Angle de détection : 120° environ
- Délai de maintien configurable via potentiomètre (quelques secondes à plusieurs dizaines)

Rôle dans le projet Lumi :

- Active automatiquement l'éclairage en cas de présence
- Peut être utilisé comme système d'alarme ou déclencheur d'événement
- Renforce la dimension interactive du projet



Figure.II.12.FONCTIONNEMENT PIR

II.2.4.4. Capteur de lumière (LDR – Light Dependent Resistor)

➤ Présentation générale :

Le capteur de lumière est un composant électronique conçu pour mesurer l'intensité lumineuse ambiante. Il permet de détecter les changements de luminosité dans l'environnement et peut être utilisé pour adapter le comportement du système en fonction de la lumière disponible.

Ce type de capteur est souvent basé sur une photorésistance (LDR – Light Dependent Resistor), un composant dont la résistance varie selon la quantité de lumière reçue.

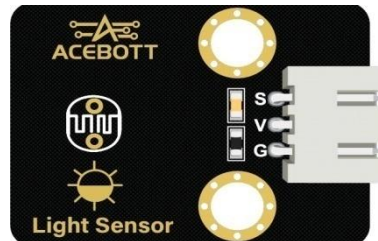


Figure.II.13. Capteur de lumière.

► Principe de fonctionnement :

Le capteur fonctionne selon le principe de la variation de résistance:

- Lorsque la lumière est forte, la résistance de la photorésistance diminue considérablement.
- Lorsque l'environnement est faiblement éclairé ou sombre, la résistance augmente fortement.

En connectant ce capteur à une entrée analogique du microcontrôleur, il est possible de mesurer la tension qui en résulte, et donc d'estimer l'intensité lumineuse ambiante.

► Caractéristiques techniques (type courant) :

- Type : capteur analogique (photorésistance)
- Tension de fonctionnement : 3.3V – 5V
- Plage de détection : de 0 (obscurité) à 1023 (pleine lumière) en lecture analogique
- Réponse rapide et sensible aux changements de lumière

Rôle dans le projet Lumi :

- Détecter les changements de lumière dans l'environnement
- Déclencher automatiquement l'allumage des LEDs dans l'histoire de Lumi
- Apprendre à lire une valeur analogique et la traiter via Blockly
- Simuler une fonction de maison intelligente réelle comme un éclairage automatique extérieur ou d'ambiance

II.2.4.5. Module de reconnaissance vocale (Voice Recognition Module) :

Le module de reconnaissance vocale utilisé dans ce projet est un dispositif hors ligne basé sur l'intelligence artificielle[9]. Il est capable d'interpréter des commandes vocales sans nécessiter de connexion à un serveur externe ou à Internet. Cela garantit une autonomie complète, une réactivité rapide, et une confidentialité élevée des données vocales.



Figure.II.14. Module de reconnaissance vocale connecté à l'ESP32.

► Principe de fonctionnement :

Le module fonctionne en trois étapes principales :

- Capture du signal vocal: le module intègre un microphone qui enregistre la voix de l'utilisateur.
- Conversion du signal analogique en données numériques: le signal sonore est transformé en une suite de signaux numériques caractéristiques, représentant la voix.
- Analyse par un modèle d'IA embarqué: le module utilise un modèle pré-entraîné qui associe les formes d'ondes sonores à des commandes précises ou des mots-clés définis à l'avance.

Lorsque l'utilisateur prononce une commande enregistrée, le module compare la séquence vocale reçue avec son modèle de reconnaissance interne, puis déclenche l'action associée si une correspondance est trouvée.

Caractéristiques techniques :

- Type : reconnaissance vocale hors ligne
- Nombre de commandes programmables : jusqu'à 80 (selon le modèle)
- Nombre de commandes simultanément actives : 5 à 10
- Alimentation : 3.3V ou 5V
- Communication : UART ou GPIO

- Temps de réponse : inférieur à 200 ms
- Microphone intégré ou externe selon version

➤ Facteurs influençant la précision de reconnaissance :

La performance du module peut être affectée par plusieurs éléments, notamment :

- L'accent ou la prononciation de l'utilisateur ;
- La vitesse de parole (trop rapide ou trop lente) ;
- Le bruit ambiant (présence de sons parasites ou d'écho) ;
- La distance entre la bouche et le microphone.

Il est recommandé d'entraîner le module dans des conditions proches de l'usage final, pour améliorer la fiabilité de la reconnaissance.

Rôle dans le projet Lumi :

- Contrôler une LED, une porte ou un appareil à travers la voix
- Simuler une expérience utilisateur naturelle dans la maison intelligente
- Enseigner aux utilisateurs les interactions vocales avec un microcontrôleur

➤ Rôle dans le projet Lumi :

Dans le cadre du projet *Lumi* le module de reconnaissance vocale est utilisé pour permettre un contrôle vocal local de certains mécanismes du système. Par exemple, l'utilisateur peut activer une animation, un éclairage, ou un module interactif en prononçant une commande vocale définie.

Ce mode d'interaction sans contact est particulièrement adapté à un environnement intelligent et immersif, où la parole devient un moyen naturel de communication avec le système.

- Données correspondant aux commandes de reconnaissance vocale Dans le module de reconnaissance vocale, nous avons gravé les instructions à l'avance et les données correspondantes sont présentées dans le tableau suivant :

Open the door	0x2
Close the door	0x3
Open the window	0x4
Close the window	0x5
Turn on the light	0x8
Turn off the light	0x9
Turn on the laser	0xA
Turn off the laser	0xB
Turn on the color light	0xC
Turn off the color light	0xD

Ces commandes sont envoyées au microcontrôleur ESP32 via le port série (Serial2), permettant d'activer ou désactiver les composants physiques du système.

Par exemple, la commande "turn on the laser" envoie la valeur 0x0A, qui est traitée dans le code Arduino pour activer une sortie numérique (broche 23 dans ce cas).

Code simplifié : Exemple d'utilisation :

```
Serial2.begin(115200, SERIAL_8N1, 17, 16); // Liaison série avec module vocal
```

```
if (Serial2.available()) {
    int audio = Serial2.read(); // Lire la commande vocale reçue
    if (audio == 0x0A) digitalWrite(23, HIGH); // Allumer laser
    if (audio == 0x0B) digitalWrite(23, LOW); // Éteindre laser
}
```

L'intégration du module de reconnaissance vocale dans le projet Lumi vise à simuler un environnement domotique avancé, accessible de manière intuitive. Elle renforce l'interaction naturelle avec la maison intelligente tout en initiant les utilisateurs à la communication série, au traitement des commandes vocales et à l'automatisation via microcontrôleur.

II.2.5. Module RFID RC522 :

Ce module permet de lire des cartes à puce sans contact [10]. Il est utilisé dans les systèmes de contrôle d'accès pour ouvrir une porte ou enregistrer une présence.



*Figure.II.15.*RC522 RFID I2C Module

Caractéristiques techniques :

- Fréquence : 13.56 MHz
- Portée : 2–5 cm
- Interface : SPI
- Tension d'alimentation : 3.3V
- Fournit avec cartes ou porte-clés RFID

Rôle dans le projet Lumi :

- Sert de clé d'accès sécurisée à une pièce
- Ouvre ou verrouille une porte motorisée via servomoteur
- Peut-être combiné avec un système d'identification personnalisé

Commande d'ouverture de porte par carte RFID :

Dans cette étape du projet Lumi un système de contrôle d'accès sans fil basé sur RFID est mis en place pour ouvrir automatiquement la porte principale. L'utilisateur reçoit une carte RFID (sous forme de porte-clé bleu) qui, lorsqu'elle est détectée par le lecteur RC522, déclenche l'ouverture automatique de la porte via un servomoteur.

Cette solution illustre l'intégration de technologies d'identification modernes dans un système domotique intelligent.

Principe de fonctionnement du système RFID :

- Le lecteur **RC522** communique avec la carte RFID via ondes radio (RF).
- La carte contient un identifiant unique (UID).
- Lorsque la carte est présentée, le lecteur envoie le signal à l'ESP32.
- Le microcontrôleur compare l'UID et active le servomoteur pour ouvrir la porte.
- Après quelques secondes, la porte se referme automatiquement.

Composants utilisés :

- Lecteur RFID RC522 (interface I2C)
- Porte-clé RFID (carte passive)
- ESP32
- Servomoteur SG90 ou équivalent
- Structure mécanique (porte en acrylique + pignon)



Figure.II.16. Structure mécanique (porte en acrylique + pignon)

II.2.6. Servomoteur SG90 :

Le SG90 est un micro servomoteur très répandu, capable de se déplacer sur un angle de 0 à 180°. Il est parfait pour des mouvements simples et précis comme l'ouverture d'une porte ou d'un volet.

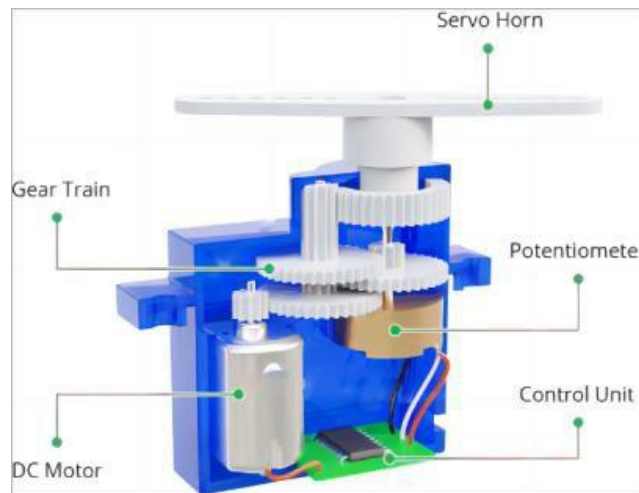


Figure II.17. Servomoteur SG90 [W10]

Caractéristiques techniques :

- Angle de rotation : 0° à 180°
- Tension de fonctionnement : 4.8V à 6V
- Couple maximal : 1.8 kg·cm
- Vitesse : 0.1 s/60° (à 4.8V)
- Interface : PWM (signal modulé)

Rôle dans le projet Lumi :

- Sert à ouvrir ou fermer une fenêtre automatiquement (capteur de pluie)
- Ouvre une porte RFID
- Utilisé aussi dans l'animation du garage et autres éléments mécanique

II.2.7. Module bouton (bouton-poussoir)

► Présentation générale :

Le module bouton est un composant électronique très répandu, utilisé pour déclencher une action manuelle dans un circuit, en simulant le fonctionnement d'un interrupteur momentanément fermé. Il est essentiel dans les systèmes embarqués pour permettre l'interaction physique entre l'utilisateur et le microcontrôleur.

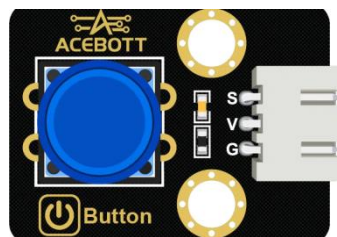


Figure II.18. module bouton

► Principe de fonctionnement :

Le module est composé principalement de :

- Deux électrodes conductrices,
- Un ressort de rappel,
- Un capuchon de bouton-poussoir.

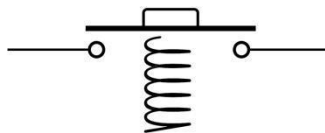


Figure II.19. Shema de bouton module.

► Fonctionnement :

- Lorsque le bouton n'est pas enfoncé, les deux électrodes sont déconnectées, le circuit est donc ouvert (aucun courant ne passe).
- Lorsque l'utilisateur appuie sur le bouton, le ressort est comprimé et les électrodes se touchent, ce qui ferme le circuit et permet le passage du courant.
- Dès que la pression est relâchée, le ressort repousse le bouton vers l'état initial, rouvrant le circuit.

Ce comportement est appelé "B", car la connexion ne reste active que tant que le bouton est maintenu enfoncé.

► Caractéristiques techniques (type standard) :

- Type : bouton momentané (push button)
- Niveau logique : LOW lorsqu'appuyé (tiré vers GND avec une résistance de pull-down), ou HIGH selon configuration
- Durée de vie mécanique : jusqu'à 100 000 pressions
- Interface : numérique (relié à une entrée GPIO)

► Utilisation dans le projet Lumi :

Dans le projet *Lumi*, le module bouton est utilisé pour déclencher des actions spécifiques, telles que :

- Le lancement d'une animation lumineuse,
- L'activation d'un module (miroir, LED, son...),
- Ou la validation d'un choix dans une étape du scénario.

Le bouton constitue une interface utilisateur simple et fiable, bien adaptée à une installation domotique interactive. Il est connecté directement à une broche numérique de l'ESP32, qui lit son état pour déclencher la logique programmée.



Figure II.20. Schéma de branchement du module bouton sur l'ESP32

II.2.7. Module LED :

► Présentation générale :

Le module LED est un composant électronique compact qui regroupe plusieurs éléments essentiels :

- Une ou plusieurs perles LED (diodes électroluminescentes),
- Des circuits de commande internes,
- Un boîtier de protection.

Il est conçu pour fournir des fonctions d'éclairage, d'indication d'état, ou d'affichage visuel, en fonction du contexte d'utilisation.

► Caractéristiques et types :

Les modules LED se déclinent en différentes formes, tailles et couleurs, selon les besoins spécifiques de l'application. La couleur émise dépend des matériaux semi-conducteurs utilisés et du principe d'émission de lumière propre à chaque type de diode.

Exemples :

- LED rouge : AlGaInP (aluminium gallium indium phosphide)
- LED bleue/blanche : GaN (nitrure de gallium)

► Contrôle du module LED :

Le fonctionnement du module LED repose sur des signaux numériques ou analogiques :

- Commande numérique (ON/OFF) : lumière.
Une sortie de niveau bas (LOW) éteint la LED.
- Commande analogique (via PWM) :
Il est possible de faire varier l'intensité lumineuse de la LED en modifiant la valeur du signal d'entrée (rapport cyclique d'un signal PWM – Pulse Width Modulation).

► Plus le signal est élevé, plus la LED n'est brillante.



Figure II.21. LED MODULE

Ce principe est très utile dans un système domotique pour ajuster la luminosité selon l'ambiance souhaitée, comme dans un mode nuit ou une signalisation progressive.

► Utilisation dans le projet Lumi :

Dans le cadre du projet *Lumi* le module LED est utilisé :

- Comme indicateur visuel simple (ex. : LED rouge = attente, LED verte = action valide),
- Ou intégré dans certaines parties interactives où un contrôle d'intensité est requis pour renforcer l'expérience utilisateur.

Il est directement commandé par l'ESP32, ce qui permet une synchronisation précise avec les autres composants du système.

► Différence entre un module bouton et un module LED :

Dans les systèmes embarqués tels que le projet *Lumi* est essentiel de distinguer les modules d'entrée des modules de sortie, car ils jouent des rôles complémentaires dans la logique du système.

► 1. Module bouton : un module d'entrée

Le module bouton est un module d'entrée. Il permet à l'utilisateur d'envoyer une commande ou un signal au microcontrôleur (ESP32) en appuyant sur le bouton. Ce signal permet au système de recevoir une information sur l'état externe (ex. : appui ou non), déclenchant ensuite une action programmée.

- Fonction : capter une action manuelle (pression)
- Direction du signal : vers la carte contrôleur
- Exemple de code : `pinMode(boutonPin, INPUT);`

► 2. Module LED : un module de sortie

Le module LED, en revanche, est un module de sortie. Il reçoit des instructions de la carte contrôleur pour s'allumer, s'éteindre, ou changer d'intensité (en PWM). Il est utilisé pour afficher un retour visuel ou signaler un état (succès, erreur, attente...).

- Fonction : indiquer une réponse ou un état
- Direction du signal : depuis la carte contrôleur vers le périphérique
- Exemple de code : `pinMode(ledPin, OUTPUT);`

► Résumé comparatif :

Caractéristique	Module bouton (entrée)	Module LED (sortie)
Rôle	Entrée utilisateur / signal déclencheur	Affichage d'état / réaction visuelle
Direction du signal	Vers le microcontrôleur (ESP32)	Depuis le microcontrôleur
<code>pinMode()</code> utilisé	INPUT ou INPUT_PULLUP	OUTPUT
Exemple dans le projet	Déclenchement d'animation ou d'action	Affichage d'une réussite ou d'un effet lumineux

Ce type de distinction est fondamental pour bien organiser la logique du système domotique, et pour assurer une architecture cohérente entre les capteurs (entrées) et les actionneurs (sorties).

II.2.8. Module laser :

Le module laser utilisé dans le projet Lumi est un composant de sortie qui émet un faisceau lumineux étroit et intense. Il est activé via une commande vocale dans la scène de l'activation du Guardian's Shield, apportant un effet visuel spectaculaire et immersif. Ce module fonctionne sous une faible tension et peut être commandé numériquement via une broche de l'ESP32.

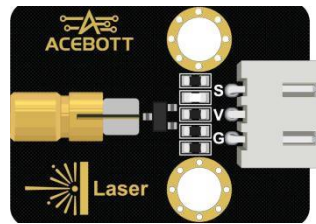


Figure II.22. Laser module

Caractéristiques techniques :

- Tension d'alimentation : 3.3V à 5V
- Courant typique : ~30 mA
- Longueur d'onde : 650 nm (rouge visible)
- Commande : ON/OFF via GPIO (ex. GPIO 23 dans le projet)

Rôle dans le projet Lumi :

- Apporte un effet lumineux immersif lors de l'activation du "bouclier du gardien"
- Permet à l'utilisateur de contrôler une sortie visuelle par la voix
- Utilisé dans la tâche pédagogique pour illustrer l'interaction entre commande vocale et action physique
- Donne un aspect futuriste et ludique à la maison intelligente.

II.2.9. Module RGB :

► Présentation :

Le module RGB (Red-Green-Blue) est un composant LED capable de produire une grande variété de couleurs [11] en combinant les trois couleurs de base : rouge, vert et bleu. Il permet une personnalisation visuelle dynamique et est utilisé dans notre projet pour rendre l'expérience plus immersive et attractive pour les enfants.

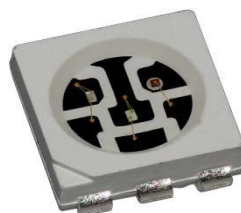


Figure II.23. Schéma de branchement du module bouton sur l'ESP32

► Caractéristiques techniques :

- Type : LED RGB à cathode commune
- Tension de fonctionnement : 2V à 3.3V selon la couleur
- Courant nominal : 20 mA par couleur
- Couleurs disponibles : 16 millions (via PWM)
- Nombre de broches : 4 (1 cathode + 3 anodes R, G, B)
- Commande via PWM pour mélange de couleurs

► La bande lumineuse RGB se compose généralement de plusieurs lumières RGB disposées à un certain espacement et connectées au circuit imprimé. La structure interne de la lampe RVB est la suivante. Chaque lampe contient trois couleurs différentes de petites perles de lampe : rouge, vert et bleu. Lorsque les trois petites perles de lampe internes sont assorties à une luminosité différente, cela revient à mélanger les trois couleurs dans des proportions différentes, et l'affichage externe final est la couleur de lumière mélangée.

► Schéma du composant :

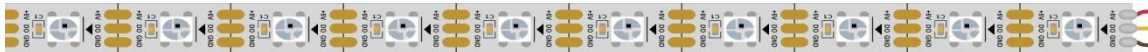


Figure II.24. RGB STRIP

► Rôle dans le projet :

Le module RGB est utilisé comme indicateur visuel. Par exemple, il peut changer de couleur pour signaler différents états ou niveaux d'alerte :

- **Vert** : tout est normal
- **Rouge** : alerte détectée (ex. : mouvement ou anomalie)
- **Bleu** : en attente ou mode veille

► Principe de fonctionnement dans le projet Lumi :

La bande lumineuse RVB se compose généralement de plusieurs lumières RVB disposées à un certain espacement et connectées au circuit imprimé. La structure interne de la lampe RVB est la suivante. Chaque lampe contient trois couleurs différentes de petites perles de lampe : rouge, vert et bleu. Lorsque les trois petites perles de lampe internes

sont assorties à une luminosité différente, cela revient à mélanger les trois couleurs dans des proportions différentes, et l'affichage externe final est la couleur de lumière mélangée

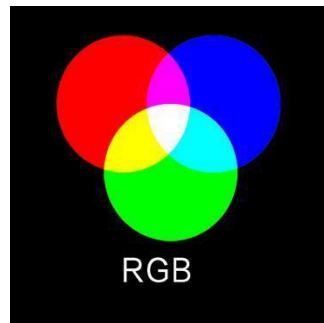


Figure II.25. structure de changement de couleur RGB.

► Intégration d'un miroir avec bande RGB dissimulée

Dans le cadre de la conception esthétique du projet, un miroir classique a été utilisé comme élément décoratif et fonctionnel, tout en intégrant discrètement une bande lumineuse RGB positionnée à l'arrière ou sur les contours du miroir.

Ce choix technique permet de valoriser l'ambiance visuelle dans l'environnement domotique, en utilisant le miroir non seulement comme objet utilitaire, mais aussi comme support de diffusion lumineuse indirecte.



Figure II.26. Intégration esthétique du miroir dans Lumi

Fonctionnement :

La bande RGB est cachée derrière le miroir ou autour de son cadre. Lorsqu'elle est activée par le microcontrôleur ESP32, elle diffuse une lumière colorée qui se réfléchit subtilement sur les bords du miroir ou sur les murs proches, créant ainsi une atmosphère lumineuse intelligente et moderne.



Figure II.27. *Intégration du module RGB à l'intérieur du miroir intelligent*

🎯 Objectif :

- Ajouter une dimension lumineuse décorative au miroir sans affecter sa fonction principale.
- Créer une ambiance personnalisable (ex. : changement de couleur selon les scénarios, capteurs, horaires, etc.).
- Intégrer discrètement la technologie dans l'aménagement intérieur, sans fils apparents ni dispositifs visibles.



Figure II.28. *Rendu visuel du miroir classique illuminé par la bande RGB dissimulée*

Cette figure montre le résultat réel de l'intégration entre un miroir classique et une bande lumineuse RGB dissimulée à l'arrière. Lorsqu'elle est activée, la lumière émise par la bande RGB se réfléchit subtilement autour du miroir, créant un effet d'ambiance visuelle élégant et moderne.

Cette solution permet de concilier esthétique et technologie, en masquant totalement le dispositif électronique, tout en apportant une valeur ajoutée domotique. Le miroir conserve son aspect traditionnel, tout en participant à l'éclairage intelligent de l'espace.

II.3. Logiciels utilisés :

Dans notre système Lumi on a utilisé :

Logiciel Arduino IDE :

Le logiciel Arduino IDE[12] (**Integrated Development Environment**) a été utilisé comme environnement principal pour le développement, la compilation et le transfert du code vers la carte ESP32. Il offre une interface simple et conviviale, permettant d'écrire des programmes en langage C/C++, de les tester puis de les téléverser sur le microcontrôleur.

Dans le cadre du projet Lumi , Arduino IDE a facilité l'intégration de multiples capteurs et modules (capteur PIR, DHT11, capteur de pluie, servomoteurs, module vocal, bande LED RGB, RFID, etc.) en assurant une gestion fluide du code et une compatibilité avec les nombreuses bibliothèques nécessaires.

Grâce à cet outil, la logique de contrôle automatique, vocal et mobile a pu être implémentée efficacement, assurant ainsi le bon fonctionnement du système domotique.

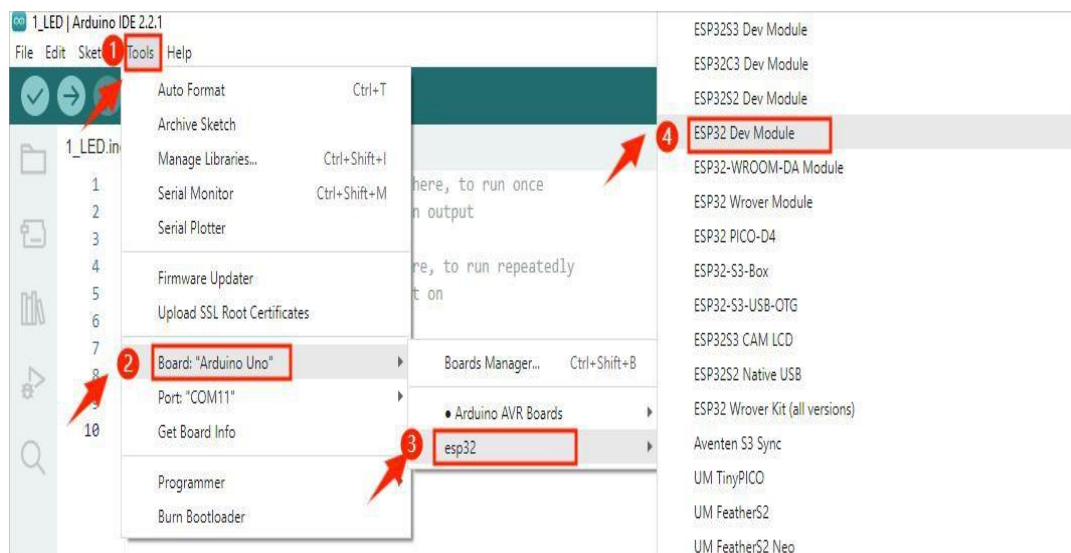


Figure II.29. Sélection de la carte ESP32 dans Arduino IDE.

Dans le cadre du projet *Lumi*, l'environnement **Arduino IDE** a été utilisé pour développer, compiler et téléverser le code vers la carte ESP32. Avant toute opération, il est essentiel de configurer correctement l'IDE en sélectionnant la carte appropriée. Pour ce faire, l'utilisateur doit accéder au menu **Outils (Tools)**, puis choisir la carte "**ESP32 Dev Module**" (ou un modèle équivalent) dans la liste des cartes disponibles. Cette

étape garantit la compatibilité entre le code et la carte matérielle utilisée. La *Figure II.29* illustre ce processus de sélection dans l'interface du logiciel.

II.4. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté en détail l'ensemble des composants matériels et logiciels utilisés dans la réalisation du système domotique intégré au projet Lumi. Chaque élément a été choisi avec soin pour répondre à des exigences spécifiques, tant sur le plan fonctionnel que pédagogique.

La carte **ESP32** constitue le cœur du système, permettant la communication entre les différents capteurs et actionneurs, tout en assurant une connectivité sans fil grâce au WiFi. Les capteurs comme le **PIR**, le **DHT11** et le **capteur de pluie** jouent un rôle crucial dans la détection des conditions environnementales et des interactions humaines. Le **module RFID** et la **reconnaissance vocale** ajoutent des couches d'interaction intelligentes et sécurisées, renforçant ainsi l'aspect ludique et éducatif du projet. De plus, des éléments esthétiques comme la **bande LED RGB** et le **laser décoratif**, combinés à un **miroir intégré**, enrichissent l'expérience utilisateur.

Du côté logiciel, l'environnement **Arduino IDE**, associé aux bibliothèques spécifiques de chaque module, a permis un développement souple et modulaire. L'ensemble du système fonctionne en synergie pour offrir une maison intelligente miniature, interactive, et accessible aux enfants comme outil d'apprentissage.

Cette combinaison de technologie, de créativité et d'accessibilité illustre parfaitement les objectifs du projet Lumi, qui vise à rendre la domotique non seulement fonctionnelle, mais également attrayante et éducative. Ce socle matériel et logiciel constitue ainsi la base solide sur laquelle s'appuie la conception finale que nous développerons dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III

CONCEPTION ET REALISATION SYSTEME LUMI

III.1. Introduction

Le projet Lumi est un parcours pédagogique et technologique basé sur la découverte progressive des fonctions domotiques à travers des "missions" interactives. Le système repose sur une architecture modulaire autour de la carte ESP32, permettant d'intégrer, mission par mission, des capteurs, actionneurs et interfaces dans un scénario immersif et ludique.

L'objectif de ce chapitre est de présenter de manière détaillée :

- la conception générale du système,
- les différentes missions de Lumi (une par fonction domotique),
- et les résultats obtenus pour chaque sous-système.

III.2. Le système globale :

III.2.1. Présentation de la maison intelligente Lumi :

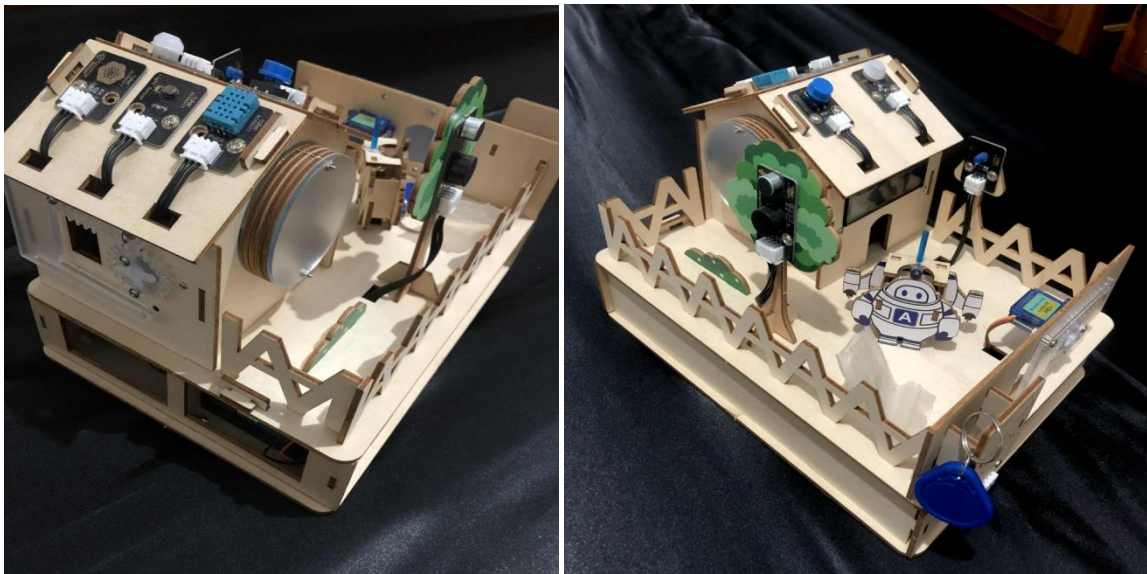


Figure III.1. Photo réel du notre maison intelligente.

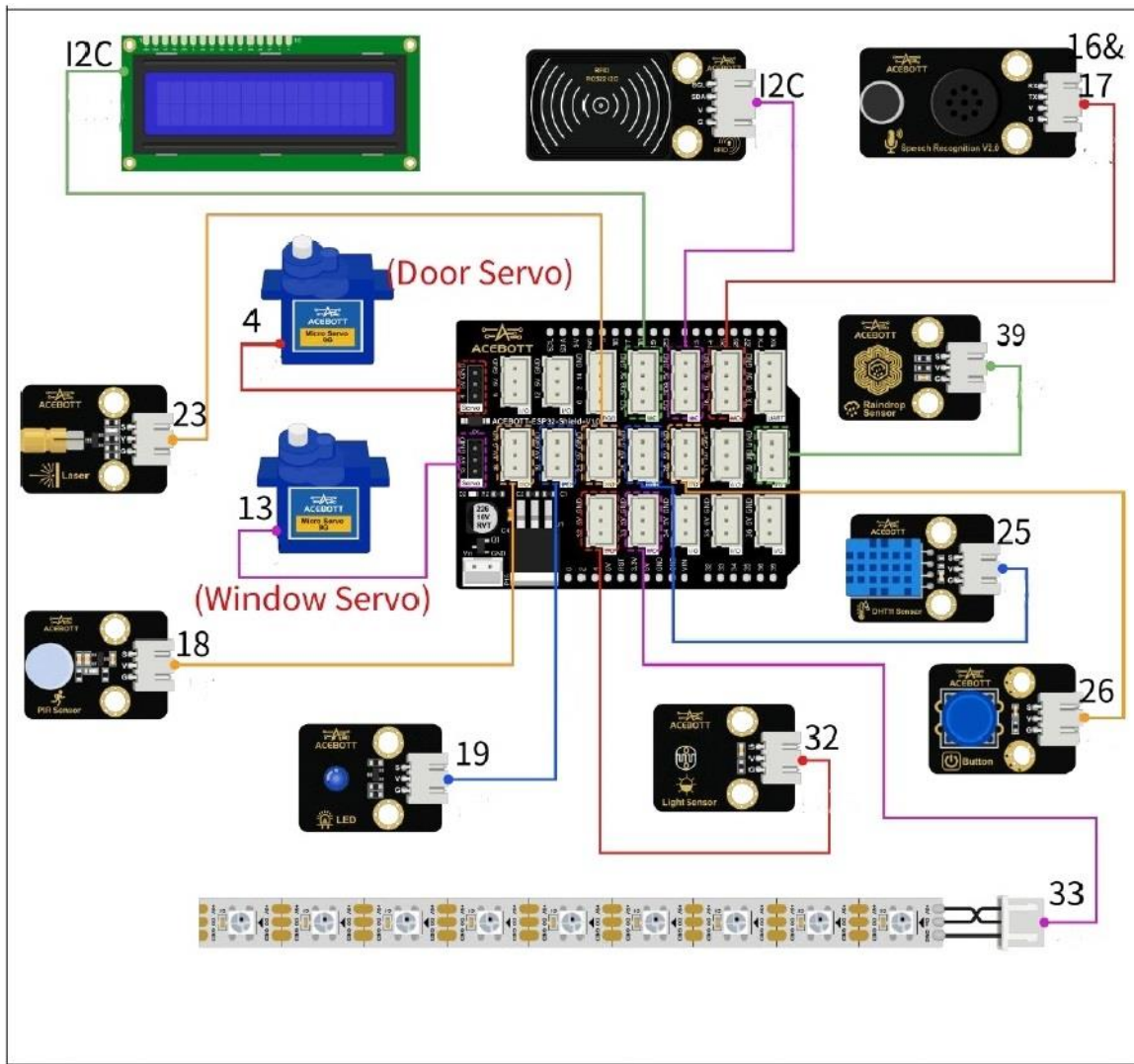


Figure III.2. Schéma fonctionnel globale de notre maison intelligente.

III.3. Architecture générale

Le système repose sur une carte ESP32 comme unité centrale de traitement. Il est conçu pour fonctionner selon trois modes principaux :

- **Contrôle vocal** via un module de reconnaissance vocale
- **Contrôle automatique** à l'aide de capteurs (mouvement, lumière, pluie, gaz...)
- **Contrôle mobile** par application connectée en Wi-Fi

L'architecture est modulaire, ce qui permet une intégration progressive des fonctions à travers différentes missions éducatives. Chaque module agit de manière autonome mais peut aussi interagir avec d'autres composants pour simuler un véritable environnement domotique.

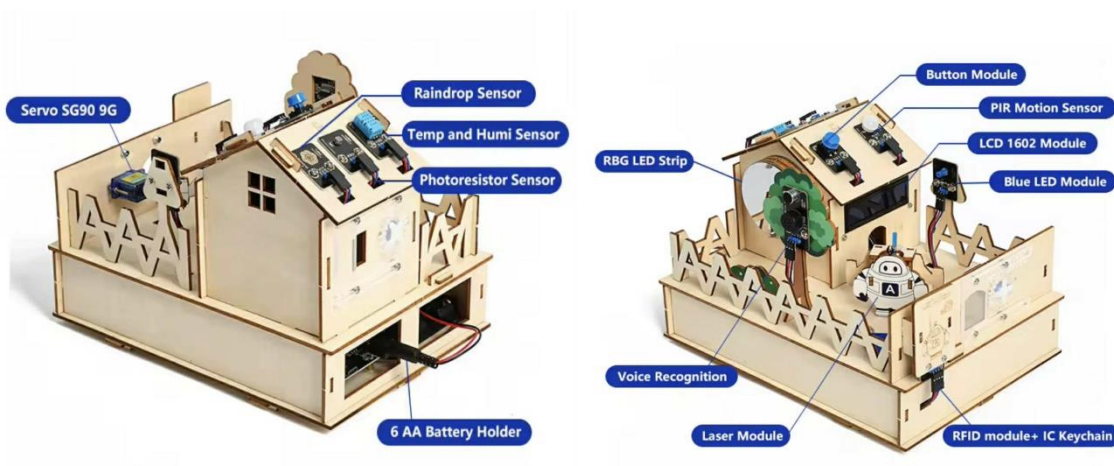


Figure III.3. Disposition des modules dans l'environnement de la maison intelligente.

III.4. Scénarios fonctionnels du système Lumi :

III.4.1. Mode : Contrôle automatique :

III.4.1.1 Fermeture automatique de la fenêtre lorsqu'il pleut :

Le système détecte l'arrivée de la pluie via un capteur d'humidité ou de goutte d'eau [13] situé sur le rebord extérieur de la fenêtre.

Lorsque le signal envoyé par le capteur dépasse un certain seuil, l'ESP32 déclenche automatiquement le moteur de fermeture de la fenêtre via un module servomoteur ou un relais électrique.

Cela permet d'assurer la protection des équipements intérieurs en cas d'intempéries.

- **Entrée** : capteur de pluie
- **Traitement** : condition IF pluie = détectée
- **Sortie** : fermeture de la fenêtre (servo / relais)



Figure III.4. Réaction du système Lumi en cas de détection de pluie

Dans le cadre du système Lumi, une automatisation intelligente est mise en place pour fermer automatiquement la fenêtre lorsqu'il commence à pleuvoir. Cette fonctionnalité repose sur l'interaction entre deux composants essentiels : le capteur de gouttes de pluie et le micro servomoteur.

Le capteur de pluie fonctionne en mesurant la résistance électrique entre deux électrodes. Lorsqu'une goutte d'eau tombe sur la surface du capteur, elle forme un chemin conducteur entre ces électrodes, provoquant une chute significative de la résistance. Cette variation est interprétée comme une détection de pluie par le microcontrôleur (ESP32).

En réponse à cette détection, l'ESP32 envoie un signal de commande au micro servomoteur, chargé de fermer la fenêtre [14]. Le servomoteur, équipé d'un système d'engrenages à réduction de vitesse et d'un potentiomètre intégré pour le retour de position, effectue une rotation précise pour entraîner le mécanisme de fermeture.

Ainsi, dès qu'il pleut, la fenêtre se referme automatiquement, assurant la protection des espaces intérieurs contre l'humidité, même en l'absence de l'utilisateur

III. 4.1.2. Allumage automatique de l'éclairage en cas de détection de présence la nuit et Allumage automatique de la LED en cas de présence humaine :

Dans ce scénario, le système Lumi assure l'éclairage automatique d'une pièce ou d'un espace lorsque deux conditions sont réunies :

1. La présence d'une personne est détectée par le capteur PIR ;

2. L'environnement est faiblement éclairé, ce qui est détecté par le capteur de luminosité (photorésistance). Lorsque ces deux conditions sont remplies simultanément, le microcontrôleur ESP32 déclenche l'allumage de la bande LED RGB avec une couleur prédéfinie (ex. : blanc chaud ou bleu doux) pour éclairer doucement l'espace et améliorer l'expérience utilisateur.

Ce scénario contribue à une économie d'énergie, car l'éclairage ne s'active que lorsqu'il est nécessaire, tout en apportant une réponse intelligente au comportement humain.



Figure III.5. Réaction du système Lumi en cas de détection de présence la nuit.

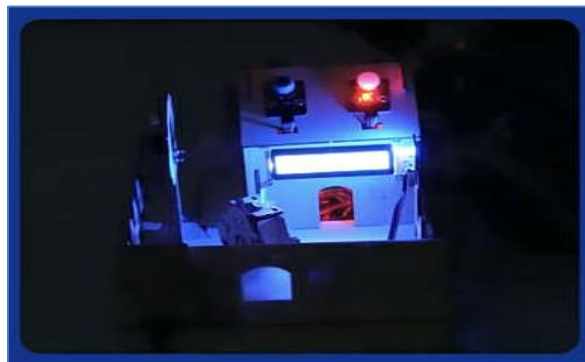


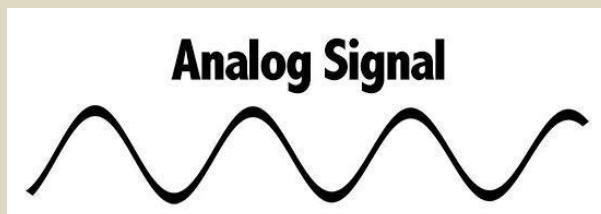
Figure III.6. Réaction du système Lumi en cas de détection humaine et d'obscurité.

Signaux numériques et signaux analogiques

1. Signal numérique Un signal numérique est un signal discret qui ne peut prendre qu'un nombre fini de valeurs discrètes. Dans les signaux numériques, la valeur du signal est déterminée à différents moments et est généralement exprimée sous forme binaire, c'est-à-dire 0 et 1. En termes simples, un signal numérique est un signal avec seulement deux états opposés.



2. Signal analogique Un signal analogique est un type de signal continu, qui peut prendre n'importe quelle valeur continue en temps et en amplitude [15]. Dans les signaux analogiques, la valeur du signal peut être à n'importe quel niveau d'amplitude à tout moment et peut être représentée sous la forme d'une forme d'onde continue. Les signaux analogiques sont caractérisés par leur continuité et leur précision infinie, et conviennent aux applications avec des changements continus dans les signaux audio, vidéo, de capteurs, etc.



✓ □ Résumé fonctionnel :

- **Entrées :**
 - Capteur PIR → détection de mouvement
 - Capteur de lumière → niveau de luminosité faible
- **Traitement logique (ESP32) :**
 - Si présence détectée ET obscurité
- **Sortie :**
 - Activation de la bande LED RGB

III. 4.1.3. Ouverture automatique d'une porte via un capteur RFID :

Dans ce scénario, le système Lumi utilise un module RFID pour simuler l'ouverture sécurisée d'une porte. Lorsqu'un utilisateur approche une carte RFID autorisée près du lecteur, le système vérifie l'identifiant (UID) de la carte.

Si l'identifiant est reconnu comme valide, l'ESP32 envoie un signal pour déverrouiller la porte (simulation d'ouverture via un servomoteur ou une LED témoin), accompagnée éventuellement

d'un message sur l'écran LCD pour confirmer l'accès.

En cas d'identifiant non reconnu, un message d'erreur ou de refus peut être affiché.

Ce mécanisme permet d'intégrer une forme de contrôle d'accès intelligent, typique des systèmes de sécurité domestique modernes.



Figure III.7. Réaction d'Ouverture automatique d'une porte via un capteur RFID du système Lumi

✓☐ Résumé fonctionnel :

- **Entrée :**
Lecteur RFID (ex : RC522) connecté à l'ESP32
- **Traitement :**
Vérification si la carte RFID correspond à une UID autorisée
- **Sortie :**
Déverrouillage simulé (servomoteur / LED)
Affichage d'un message de confirmation ou de refus sur l'écran LCD

III.4.2. Mode : contrôle vocal :

Le mode de contrôle vocal permet à l'utilisateur d'interagir avec le système Lumi à travers des commandes vocales simples, sans avoir besoin d'utiliser des boutons physiques ou une interface mobile. Ce type de contrôle repose sur un module de reconnaissance vocale hors ligne, capable d'interpréter la voix humaine en temps réel et de déclencher automatiquement les actions programmées.

Ce mode s'inscrit dans une logique de domotique intelligente, visant à offrir une interaction naturelle, rapide et mains libres avec les différents modules du système (éclairage, affichage, ouverture...).

Grâce à ce contrôle, le système devient plus accessible, intuitif et adapté aux environnements modernes, tout en évitant toute dépendance à une connexion Internet.

III. 4.2.1 Contrôle vocal automatique via la reconnaissance vocale (ASR)

Dans ce scénario, le système Lumi intègre un module de reconnaissance vocale hors ligne permettant à l'utilisateur de contrôler le système par la voix, sans connexion Internet.

Le module ASR (ex. : module vocal V3) est préalablement entraîné avec un ensemble de commandes vocales personnalisées (ex. : « allumer la lumière », « ouvrir la porte », « afficher le message »). Lorsqu'une commande est prononcée, le module convertit la voix en commande numérique que l'ESP32 peut interpréter.

En fonction de la commande reconnue, le microcontrôleur déclenche une action correspondante : activation d'un module LED RGB, affichage d'un message sur l'écran LCD, ou ouverture simulée de porte.

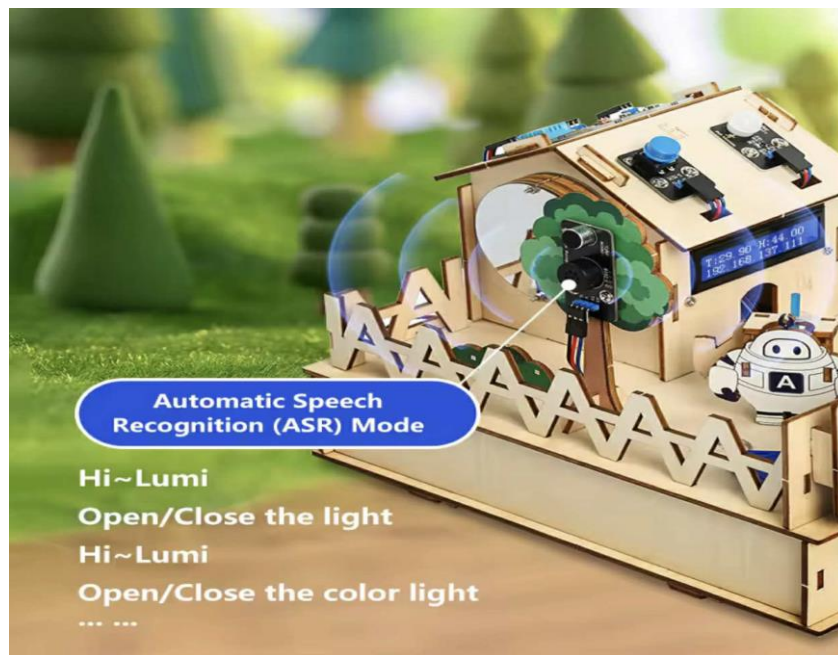


Figure III.8. Contrôle vocal du système à l'aide d'un module ASR

Voici la liste complète de scénarios vocaux que tu veux intégrer :

Commande vocale	Action exécutée
1 «Open the door »	Servo moteur s'ouvre + message (optionnel)
2 «Close the door »	Servo moteur se ferme
3 «Open the light »	LED classique ON
4 « Éteindre la lumière »	LED classique OFF
5 « Open the lazer»	Activer module laser
6 «Turn off the lazer »	Désactiver module laser
7 «Open the color Light »	Activer LED RGB avec une couleur spécifique
8 «Turn off the color light»	Éteindre LED RGB
9 «Open the window»	Activer moteur ou relais pour ouverture
10 «Close the window»	Fermer automatiquement la fenêtre

✓☐ **Résumé fonctionnel :**

➤ **Entrée :**

Microphone du module ASR (reconnaissance d'une commande vocale)

- **Traitement :**
Analyse et correspondance de la commande vocale avec les ordres préenregistrés
- **Sortie :**
Exécution de l'action correspondante (éclairage, affichage, ouverture, etc.)

III. 4.3. Affichage de motifs lumineux variés par laser

Dans ce scénario, le système Lumi propose une fonctionnalité visuelle avancée consistant à projeter différents motifs lumineux à l'aide d'un module laser, intégré à l'environnement interactif.

Le module laser est contrôlé par l'ESP32, et des motifs lumineux variables sont générés grâce à des mécanismes de diffraction (grilles optiques) ou à un petit moteur servo/stepper qui modifie l'orientation ou l'ouverture du faisceau.

Ces motifs peuvent être activés automatiquement selon certaines conditions (par exemple, présence détectée, voix, ou réussite d'un défi dans le jeu), ou déclenchés par l'utilisateur via un bouton ou commande vocale.

Ce système vise à renforcer l'immersion visuelle dans le scénario interactif du projet Lumi, en créant une ambiance magique, mystérieuse ou dynamique.



Figure III.9..Projection de motifs laser dans le système Lumi

✓ □ Résumé fonctionnel :

- **Entrée :**
Présence (capteur PIR), bouton, ou commande vocale
- **Traitement :**
Identification de l'événement déclencheur

Sélection du motif laser à afficher (statique ou animé)

➤ **Sortie :**

Activation du module laser

Animation ou variation de motif (par moteur ou système optique)

III. 4.4. Affichage en temps réel de la température et de l'humidité via le capteur DHT11

Dans ce scénario, le système Lumi utilise le capteur DHT11 pour mesurer en temps réel la température ambiante et le taux d'humidité de la pièce. Ces valeurs sont ensuite affichées automatiquement sur l'écran LCD 1602 I2C.

Le microcontrôleur ESP32 interroge le capteur à intervalles réguliers (ex. : toutes les 2 secondes), récupère les données numériques mesurées, puis formate le message à afficher sur deux lignes : l'une pour la température, l'autre pour l'humidité.

Cette fonction permet au système d'agir en tant que station de surveillance environnementale intégrée, utile dans un contexte de domotique intelligente, et offre un retour utilisateur clair via l'affichage.

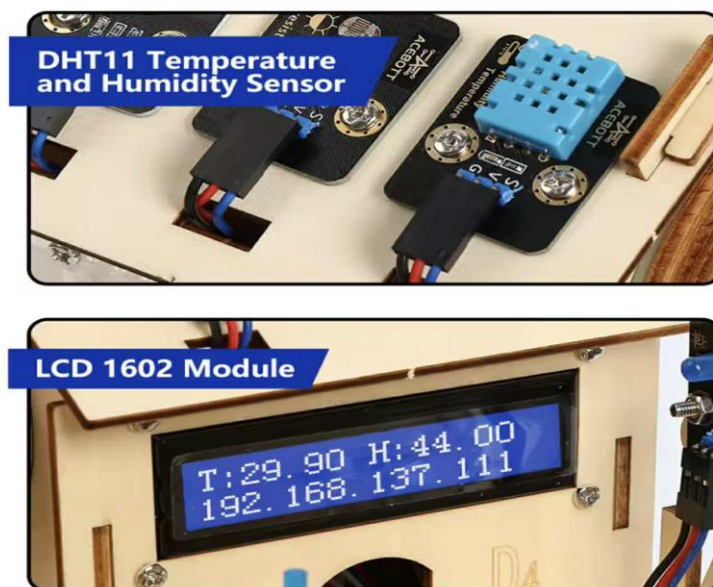


Figure III.10. Affichage en temps réel des données DHT11 sur écran LCD

✓ **Résumé fonctionnel :**

➤ **Entrée :**

Capteur DHT11 (température + humidité)

➤ **Traitement :**

Lecture des données via l'ESP32

Conversion numérique et formatage du texte

➤ **Sortie :**

Affichage des données sur l'écran LCD 1602 I2C

III. 4.5 .Mode : contrôle via application mobile (App Control)

Ce mode permet à l'utilisateur de contrôler les différents modules du système Lumi à distance, via une application mobile connectée en Wi-Fi à l'ESP32 [16].

L'utilisateur peut interagir avec des boutons ou sliders pour envoyer des commandes, mais aussi consulter les données captées par les capteurs en temps réel.

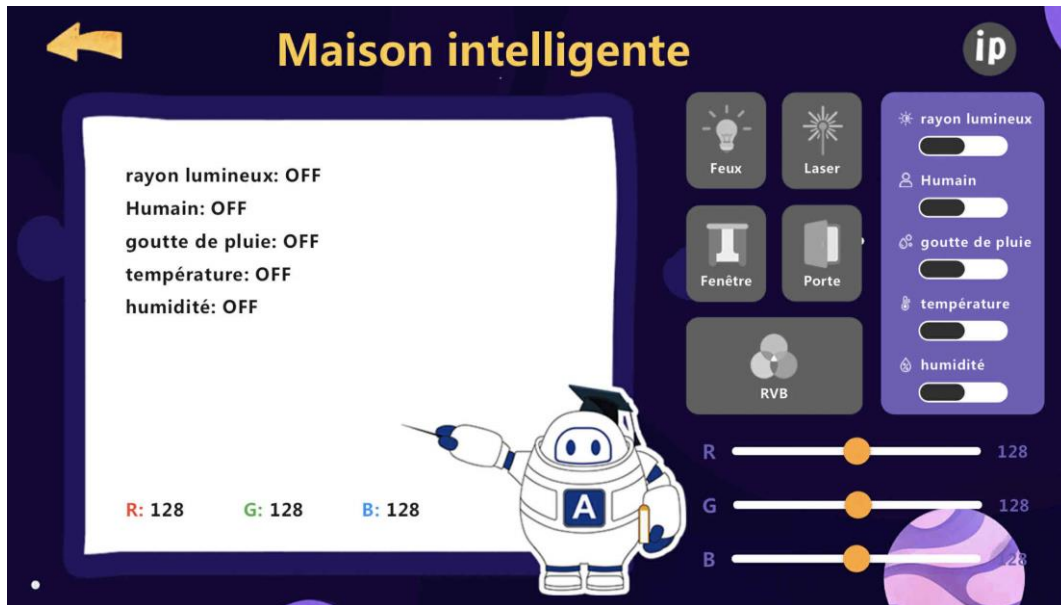


Figure III.11..Interface de l'application mobile de contrôle du système Lumi

Méthodes de connexion réseau entre l'ESP32 et l'application mobile

Pour assurer la communication entre l'ESP32 et l'application mobile dans le cadre du système Lumi, deux modes principaux de connexion peuvent être utilisés.

Afin d'assurer la communication entre l'utilisateur et le système Lumi, une connexion Wi-Fi est établie entre le microcontrôleur ESP32 et une application mobile. Cette liaison sans fil permet de transmettre des commandes à distance (comme ouvrir une porte, allumer une lumière) et de recevoir en temps réel des données environnementales (température, humidité, détection de présence, etc.).

L'ESP32 agit ainsi comme une passerelle réseau entre l'utilisateur et les différents modules du système. Deux modes de connexion sont possibles : soit en intégrant l'ESP32 à un réseau Wi-Fi existant, soit en le configurant pour qu'il crée son propre point d'accès Wi-Fi autonome.

Cette architecture rend le système à la fois flexible, mobile et facile à déployer, que ce soit dans une maison connectée ou dans un environnement isolé.



Figure III.12. Schéma de connexion réseau de l'ESP32 : modes Station (STA) et Point d'Accès (AP)

✓ 1. Connexion au même réseau Wi-Fi (mode STA – Station)

Dans cette configuration, l'ESP32 se connecte à un réseau Wi-Fi existant (par exemple celui de la maison), et le smartphone également. Ainsi, les deux dispositifs partagent le même réseau local.

Pour cela, il suffit de spécifier le **SSID** et le **mot de passe** du réseau dans le code :

The ssid of your WIFI

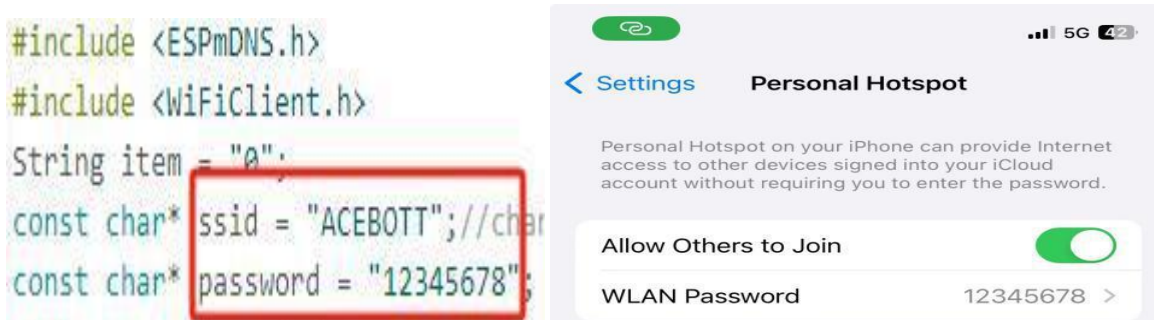
```
const char* ssid = "ACEBOTT";
```

const char* password = "12345678";

The password for your WIFI



Une fois connecté, l'ESP32 se verra attribuer une adresse IP locale (par exemple : 192.168.45.111), que l'on pourra utiliser pour envoyer des requêtes depuis le téléphone



Récapitulatif mis à jour – Mode de contrôle via application mobile :

Ouvrir la porte	Servo moteur	Rotation pour ouverture
Fermer la porte	Servo moteur	Rotation pour fermeture
Ouvrir la fenêtre	Servo / relais	Ouverture mécanique
Fermer la fenêtre	Servo / relais	Fermeture mécanique
Allumer la lumière RGB	Bande LED RGB	Activation avec couleur par défaut
Éteindre la lumière RGB	Bande LED RGB	Extinction complète
Changer la couleur de la lumière RGB	Bande LED RGB	Couleur sélectionnée via l'interface (Color Picker)
Allumer le laser	Module laser	Activation du faisceau laser
Éteindre le laser	Module laser	Désactivation du faisceau laser
Afficher la température	Capteur DHT11	Valeur actuelle (ex : 23°C) affichée sur l'app
Afficher l'humidité	Capteur DHT11	Valeur actuelle (ex : 55%) affichée sur l'app
Afficher l'état de pluie	Capteur de pluie	« Il pleut » / « Temps sec »
Afficher la présence humaine	Capteur PIR	« Présence détectée » ou « Aucune présence »

✓ 2 Connexion de l'application mobile ACEBOTT au système Lumi :

L'application mobile **ACEBOTT**, disponible sur l'App Store (et souvent aussi sur Google Play), joue un rôle essentiel dans le mode de contrôle par smartphone du système Lumi. Cette application permet d'envoyer des commandes à distance vers l'ESP32 via le réseau Wi-Fi, en exploitant une interface utilisateur simple et intuitive [17].



Figure III.13. Interface de l'application ACEBOTT sur l'App Store

L'utilisateur peut :

- Ouvrir/fermer la porte,
- Ouvrir/fermer la fenêtre,
- Activer/désactiver le laser,
- Allumer/éteindre les LEDs ou la bande RGB,
- Changer la couleur de l'éclairage RGB,
- Consulter les données de capteurs (température, humidité, intensité lumineuse, détection de pluie, présence humaine).

Méthode de connexion

❖ Intégration à l'application mobile ACEBOTT :

Pour établir la connexion entre l'ESP32 et l'application mobile ACEBOTT, il suffit de saisir l'adresse IP affichée sur le moniteur du port série dans le champ prévu de l'application, puis de cliquer sur le bouton « **Connecter** ». Une fois le message « **Connexion réussie** » affiché, l'utilisateur peut revenir à l'interface principale de la maison intelligente en appuyant sur l'icône **croix (X)** en haut à gauche.



```
Output  Serial Monitor x
Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on 'COM3')
10:45:46.478 -> .....
10:47:03.921 -> Connected to ACEBOTT-DEW
10:47:03.921 -> IP address: 192.168.2.107
10:47:03.921 -> TCP server started
```

Figure III.14. Affichage de l'adresse IP de l'ESP32 sur le moniteur série



Figure III.15. Procédure de connexion de l'application mobile à l'ESP32 via l'adresse IP.

Une fois la connexion établie avec succès, l'utilisateur peut interagir directement avec les différents modules du système en cliquant sur les icônes correspondantes pour activer ou désactiver les fonctions associées (porte, fenêtre, éclairage, etc.).

Sur l'interface, un interrupteur dédié aux capteurs est situé à l'extrême droite : lorsqu'il est activé, les données en temps réel détectées par les capteurs (température, humidité, luminosité, détection humaine, pluie) sont affichées dans le panneau de données de l'application.



Figure III.16. Interface de contrôle mobile en état de fonctionnement.

Les figures suivantes illustrent l'ensemble des fonctionnalités accessibles via l'application mobile dans le cadre du mode de contrôle du système Lumi. On peut y observer différentes interactions possibles avec les équipements de la maison intelligente ainsi que la visualisation des données issues des capteurs en temps réel.

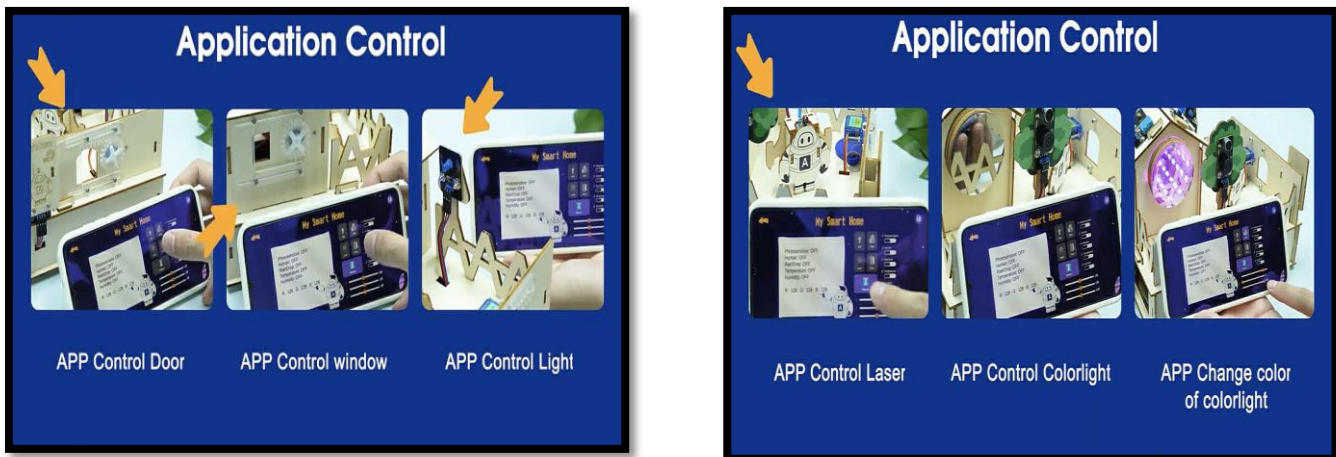


Figure III.17. Illustration des principales fonctionnalités du mode de contrôle mobile dans le système Lumi



Figure III.17. Affichage en temps réel des données environnementales détectées par les capteurs du système Lumi dans l'application mobile.

Le mode de contrôle via l'application mobile permet à l'utilisateur d'interagir à distance avec les équipements de la maison intelligente. Grâce à une interface intuitive, il est possible d'ouvrir ou fermer la porte, de contrôler les fenêtres, les lumières, le laser, la bande LED RGB, ainsi que de consulter en temps réel les données collectées par les capteurs, telles que la température, l'humidité, la détection de pluie, ou encore la présence humaine.

Ce mode apporte confort, accessibilité et centralisation du contrôle, renforçant ainsi l'aspect intelligent et connecté du système Lumi.

III.5.Conclusion

La conception du système Lumi allie simplicité, modularité et efficacité. En s'appuyant sur l'ESP32 et des composants standards, le système simule un véritable environnement de maison intelligente. Ce chapitre montre comment la structure pensée favorise à la fois l'apprentissage technique et l'engagement de l'utilisateur à travers une série de tâches concrètes et évolutives.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale :

Notre objectif était de contribuer à l'amélioration de la domotique suivant les innovations technologiques appliquées à l'habitat. Elle vise à rendre nos maisons plus intelligentes, plus sûres et plus confortables.

Dans notre projet la maison intelligente LUMI nous avons appliqué ces principes de manière progressive et éducative, à travers un scénario ludique qui met en œuvre les principaux systèmes domotiques modernes.

Dans ce travail nous avons détaillé les composants matériels et logiciels utilisés pour concevoir les différentes missions de Lumi.

La nouveauté dans notre réalisation est d'utiliser L'ESP32 qui est un microcontrôleur développé par Espressif Systems, équipé de modules Wi-Fi et Bluetooth intégrés. Il s'agit d'un composant très populaire dans les projets d'Internet des objets (IoT) en raison de sa puissance, sa faible consommation d'énergie et son prix abordable.

La conception du système Lumi allie simplicité, modularité et efficacité. En s'appuyant sur l'ESP32 et des composants standards, le système simule un véritable environnement de maison intelligente. Comme on a essayé de montrer comment la structure pensée favorise à la fois l'apprentissage technique et l'engagement de l'utilisateur à travers une série de tâches concrètes et évolutives.

La conception et la réalisation d'un modèle pédagogique de maison intelligente interactive basé sur la carte ESP32, avec un coût réduit. Le système fonctionne selon trois modes de contrôle principaux : le contrôle vocal via un module de reconnaissance vocale, le contrôle automatique à l'aide des capteurs environnementaux (mouvement, lumière, température), et le contrôle mobile via une application connectée en Wi-Fi. Le projet s'inscrit dans une approche éducative intitulée : "Conception d'une maison intelligente éducative avec ESP32", où l'utilisateur interagit avec la maison à travers des missions combinant électronique, programmation et créativité,

Nous avons choisi d'utiliser l'**ESP32**, un microcontrôleur puissant, peu coûteux et équipé du Wi-Fi et du Bluetooth, parfaitement adapté aux besoins de l'automatisation domestique. À travers l'enchaînement des missions du projet Lumi, nous avons conçu un système évolutif, modulaire et réutilisable, répondant à plusieurs problématiques de la vie réelle : sécurité (intrusions, fuites de gaz), confort (contrôle de température, éclairage automatique), Il utilise une combinaison de capteurs et de composants électroniques pour détecter les mouvements à proximité de la voiture et fournir une alarme pour dissuader les voleurs potentiels. Le système peut être facilement construit à l'aide du montage Fritzing fourni et peut être adapté pour répondre aux besoins spécifiques de l'utilisateur.

Comme perspective nous souhaitons que notre travail sera toujours à être améliorer et nous espérons qu'il sera utile pour les prochains étudiants.

BIBLIOGRAPHIQUES
ET WEBOGRAPHIES

BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIES

- [1] Wikipédia, « Domotique », *Wikipedia*, [En ligne]. Disponible sur : <https://fr.wikipedia.org/wiki/Domotique>. [Consulté le : juin 2025].
- [2] T. W. O. Jansen, *ESP32: The definitive guide to the ESP32 microcontroller*, Edition Techno Press, 2021.
- [3] A. Martin, *Maisons intelligentes : Technologies et enjeux*, Éd. Eyrolles, Paris, 2019.
- [4] Android Play Store, « AMR Voice – Bluetooth Voice Control for Arduino », [En ligne]. Disponible sur : https://play.google.com/store/apps/details?id=robotspace.simplelab.amr_voice. [Consulté le : juin 2025].
- [5] D. Roux, *Sécurité et Domotique : Techniques de l'habitat connecté*, Dunod, 2020.
- [6] Espressif Systems, « ESP32 Technical Reference Manual », [En ligne]. Disponible sur : https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf. [Consulté le : juin 2025].
- [7] DHT11 Datasheet, « Digital Temperature and Humidity Sensor », [En ligne]. Disponible sur : https://www.components101.com/sites/default/files/component_datasheet/DHT11.pdf. [Consulté le : juin 2025].
- [8] Arduino Project Hub, « Using a PIR Sensor with Arduino », [En ligne]. Disponible sur : <https://create.arduino.cc/projecthub/projects/tags/pir>. [Consulté le : juin 2025].
- [9] Seeed Studio, « Grove - Speech Recognizer », [En ligne]. Disponible sur : https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Speech_Recognizer. [Consulté le : juin 2025].
- [10] MFRC522 datasheet, « RFID Module », [En ligne]. Disponible sur : <https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/MFRC522.pdf>. [Consulté le : juin 2025].
- [11] Adafruit, « NeoPixel Digital RGB LED Strip », [En ligne]. Disponible sur : <https://learn.adafruit.com/adafruit-neopixel-uberguide>. [Consulté le : juin 2025].
- [12] Arduino, « Arduino IDE », [En ligne]. Disponible sur : <https://www.arduino.cc/en/software>. [Consulté le : juin 2025].
- [13] ElectroPeak, « Rain Sensor Module Guide for Beginners », [En ligne]. Disponible sur : <https://electropeak.com/learn/interfacing-rain-sensor-module-arduino/>. [Consulté le : juin 2025].
- [14] Micro Robotics, « How to Use Rain Sensor with ESP32 », [En ligne]. Disponible sur : <https://microrobotics.co.za/how-to-use-rain-sensor-with-esp32/>. [Consulté le : juin 2025].

[15] Futura Sciences, « Signal analogique et numérique », [En ligne]. Disponible sur : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/informatique-signal-numerique-17451/>. [Consulté le : juin 2025].

[16] ACEBOTT, « ACEBOTT App – Smart Home Control », [En ligne]. Disponible sur : <https://apps.apple.com/us/app/cebott/id1576333286>. [Consulté le : juin 2025].

[17] ACEBOTT Documentation, « Guide de configuration WiFi avec ESP32 », fournie avec le matériel éducatif ACEBOTT, 2023.

ANNEXES

Annexes

☐ Annexe 1 : Liste du matériel

	Quantité	Fonction principale
Carte ESP32	1	Unité centrale
Capteur PIR	1	Détection de mouvement
DHT11	1	Température / humidité
RC522 RFID	1	Accès sécurisé
Servomoteur SG90	2	Mouvement porte/fenêtre
LDR	1	Détection de lumière
Capteur de pluie	1	Détection d'humidité
LED	Plusieurs	Indicateurs et éclairage

Programme complet pour notre maison intelligente Lumi :

```

#include <Arduino.h>
#include <string>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <hd44780.h>
#include <hd44780ioClass/hd44780_I2Cexp.h>
#include <Adafruit_Sensor.h>
#include <DHT.h>
#include <ESP32Servo.h>
#include <MFRC522_I2C.h>
#include <WebServer.h>
#include <ArduinoJson.h>

// set up your wifi name
#define WIFI_SSID "ACEBOTT"

// set up your wifi password
#define WIFI_PASSWORD "12345678"

// set up WEB server
#define WEB_SERVER_PORT 80
#define ALL_SENSOR_HTTP_PATH "/all"
#define WIFI_CONNECT_MAX_TIMEOUT 5 // timeout of wifi connecting
WebServer server(WEB_SERVER_PORT); // creat web server
int wifiConnectRetryNum = 0; // time of wifi connect
int wifiConnectState = false; // state of wifi connect

// servo of door
#define DOOR_SERVO_PIN 4
#define DOOR_SERVO_ANGLE_OPEN 100

```

```
#define DOOR_SERVO_ANGLE_CLOSE 5
#define DOOR_TEXT_ON "door_open"
#define DOOR_TEXT_OFF "door_close"
#define DOOR_HTTP_PATH "/door"

// servo of window
#define WINDOW_SERVO_PIN 13
#define WINDOW_SERVO_ANGLE_OPEN 123
#define WINDOW_SERVO_ANGLE_CLOSE 60
#define WINDOW_TEXT_ON "window_open"
#define WINDOW_TEXT_OFF "window_close"
#define WINDOW_HTTP_PATH "/window"

// laser
#define LASER_PIN 23
#define LASER_TEXT_ON "laser_on"
#define LASER_TEXT_OFF "laser_off"
#define LASER_HTTP_PATH "/laser"

// PIR sensor
#define HUMAN_PIN 18

// LED
#define LED_PIN 19
#define LED_TEXT_ON "LED_on"
#define LED_TEXT_OFF "LED_off"
#define LED_HTTP_PATH "/led"

// light sensor
#define BRIGHTNESS_PIN 32
#define BRIGHTNESS_MAX_VALUE 3000

// button
#define BUTTON_PIN 26

// DHT11
#define DHT11_PIN 25

// raindrop sensor
#define RAINDROP_PIN 39
#define RAINDROP_MAX_VALUE 2000

// voice recognition module
#define VOICE_RX_PIN 16
#define VOICE_TX_PIN 17
#define VOICE_KEY_DOOR_OPEN 0x02
#define VOICE_KEY_DOOR_CLOSE 0x03
#define VOICE_KEY_WINDOW_OPEN 0x04
#define VOICE_KEY_WINDOW_CLOSE 0x05
#define VOICE_KEY_LED_ON 0x08
#define VOICE_KEY_LED_OFF 0x09
#define VOICE_KEY_LASER_ON 0x0A
```

```
#define VOICE_KEY_LASER_OFF 0x0B
#define VOICE_KEY_RGB_ON 0x0C
#define VOICE_KEY_RGB_OFF 0x0D

// RC522
#define MFRC522_I2C_ADDRESS 0x28

// LCD 1602
#define DISPLAY_HD44780_I2C_ADDRESS 0x27
#define DISPLAY_HD44780_ROWS 2
#define DISPLAY_HD44780_COLS 16

// WS2812 RGB strip
#define WS2812_PIN 33
#define WS2812_NUM 9
#define WS2812_TEXT_ON "RGB_on"
#define WS2812_TEXT_OFF "RGB_off"
#define WS2812_HTTP_PATH "/rgb"
#define WS2812_COLOR_BLUE pixels.Color(0, 0, 255)
#define WS2812_COLOR_BLACK pixels.Color(0, 0, 0)

#define VoiceSerial Serial2

// creat a DHT11 object
DHT dht(DHT11_PIN, DHT11);

// creat a ws2812 object
Adafruit_NeoPixel pixels(WS2812_NUM, WS2812_PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

// creat a lcd object
hd44780_I2Cexp lcd(DISPLAY_HD44780_I2C_ADDRESS, DISPLAY_HD44780_ROWS, DISPLAY_HD44780_COLS);

// creat RFID object
MFRC522_I2C mfrc522(MFRC522_I2C_ADDRESS, -1);

// state of button
int oldButtonLevel = 0;

// creat a servo object of window
Servo windowServo;

// creat a servo object of door
Servo doorServo;

bool AutoMode = false;
bool WifiMode = false;
bool RadioMode = false;
int autoModeTime = 0;

String historyVal = "";
int historyCol = -1;
int historyRow = -1;
```

```
bool ledNewValue = false;
bool raindropNewValue = false;
// display texts on LCD1602
void drawStr(uint8_t col, uint8_t row, String str)
{
  if (historyVal != str || historyCol != col || historyRow != row)
  {
    lcd.setCursor(col, row);
    lcd.print(" ");
    lcd.setCursor(col, row);
    lcd.print(str);
    historyVal = str;
    historyCol = col;
    historyRow = row;
  }
}

// get PIR sensor value
int getHumanValue()
{
  return digitalRead(HUMAN_PIN);
}

// get state of button
int getButtonValue()
{
  return digitalRead(BUTTON_PIN);
}

// control LED
void setLedValue(int val)
{
  digitalWrite(LED_PIN, val);
}

// get state of LED
int getLedValue()
{
  return digitalRead(LED_PIN);
}

// control laser
void setLaserValue(int val)
{
  digitalWrite(LASER_PIN, val);
}

// get state of laser
int getLaserValue()
{
  return digitalRead(LASER_PIN);
}
```

```
// get temperature value
float getTemperatureValue()
{
    return dht.readTemperature();
}

// get humidity value
float getHumidityValue()
{
    return dht.readHumidity();
}

// get light value
float getBrightnessValue()
{
    return analogRead(BRIGHTNESS_PIN);
}

// get raindrop sensor value
float getRaindropValue()
{
    return analogRead(RAINDROP_PIN);
}

// display temperature value and humidity value on LCD
void humitureLoop()
{
    drawStr(0, 0, "T:" + String(dht.readTemperature()) + " H:" + String(dht.readHumidity()));
}

// initial sensors and modules
void initializeSensor()
{
    pixels.begin();
    lcd.begin(DISPLAY_HD44780_COLS, DISPLAY_HD44780_ROWS);
    lcd.backlight();
    lcd.clear();

    dht.begin();
    Wire.begin();
    mfr522.PCD_Init();

    windowServo.attach(WINDOW_SERVO_PIN);
    windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_OPEN);
    doorServo.attach(DOOR_SERVO_PIN);
    doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_CLOSE);

    pinMode(HUMAN_PIN, INPUT);
    pinMode(BRIGHTNESS_PIN, INPUT);
    pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
    pinMode(BUTTON_PIN, INPUT);
}
```

```
pinMode(LASER_PIN, OUTPUT);
}

// connect to wifi
void connectWifi()
{
  WiFi.setTxPower(WIFI_POWER_19_5dBm);
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(1000);
    Serial.println(".");
    wifiConnectRetryNum++;
    if (wifiConnectRetryNum > WIFI_CONNECT_MAX_TIMEOUT)
    {
      break;
    }
  }
  if (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    wifiConnectState = false;
  }
  else
  {
    wifiConnectState = true;
  }
  Serial.print("IP:");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

// set color of RGB strip
void ws2812ShowColor(int color)
{
  for (int i = 0; i < WS2812_NUM; i++)
  {
    pixels.setPixelColor(i, color);
  }
  pixels.show();
}

// set the R,G,B value of RGB strip
void ws2812ShowRGB(int r, int g, int b)
{
  for (int i = 0; i < WS2812_NUM; i++)
  {
    pixels.setPixelColor(i, pixels.Color(r, g, b));
  }
  pixels.show();
}

// control laser and RGB strip by button
void buttonPressLoop()
```

```

{
  int buttonLevel = getButtonValue();
  int val = buttonLevel;
  if (oldButtonLevel != val)
  {
    oldButtonLevel = val;
    if (val == 0)
    {
      setLaserValue(!getLaserValue());
      ws2812ShowColor(getLaserValue() ? WS2812_COLOR_BLUE : WS2812_COLOR_BLACK);
      drawStr(0, 1, getLaserValue() ? WS2812_TEXT_ON : WS2812_TEXT_OFF);
      delay(1000);
    }
  }
}

```

```

void voiceSerialLoop()

```

```

{
  if (VoiceSerial.available() > 0)
  {
    // get value of voice recognition
    uint8_t keyword = VoiceSerial.read();
    Serial.println(keyword, HEX);
    AutoMode = false;
    RadioMode = true;
    WifiMode = false;
    autoModeTime = 0;
    ledNewValue = true;
    raindropNewValue = true;
    if (keyword == VOICE_KEY_DOOR_OPEN)
    {
      drawStr(0, 1, DOOR_TEXT_ON);
      doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_OPEN);
    }
    if (keyword == VOICE_KEY_DOOR_CLOSE)
    {
      drawStr(0, 1, DOOR_TEXT_OFF);
      doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_CLOSE);
    }
    if (keyword == VOICE_KEY_WINDOW_OPEN)
    {
      drawStr(0, 1, WINDOW_TEXT_ON);
      windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_OPEN);
    }
    if (keyword == VOICE_KEY_WINDOW_CLOSE)
    {
      drawStr(0, 1, WINDOW_TEXT_OFF);
      windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_CLOSE);
    }
    if (keyword == VOICE_KEY_LED_ON)
    {
      setLedValue(HIGH);
    }
  }
}

```

```

    drawStr(0, 1, LED_TEXT_ON);
    delay(1000);
}
if (keyword == VOICE_KEY_LED_OFF)
{
    setLedValue(LOW);
    drawStr(0, 1, LED_TEXT_OFF);
    delay(1000);
}
if (keyword == VOICE_KEY_LASER_ON)
{
    setLaserValue(HIGH);
    drawStr(0, 1, LASER_TEXT_ON);
    delay(1000);
}
if (keyword == VOICE_KEY_LASER_OFF)
{
    setLaserValue(LOW);
    drawStr(0, 1, LASER_TEXT_OFF);
    delay(1000);
}
if (keyword == VOICE_KEY_RGB_ON)
{
    ws2812ShowColor(WS2812_COLOR_BLUE);
    drawStr(0, 1, WS2812_TEXT_ON);
    delay(1000);
}
if (keyword == VOICE_KEY_RGB_OFF)
{
    ws2812ShowColor(WS2812_COLOR_BLACK);
    drawStr(0, 1, WS2812_TEXT_OFF);
    delay(1000);
}
}
}

//RFID door
void mfrc522Loop()
{
    if (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent() || !mfrc522.PICC_ReadCardSerial())
    {
        delay(50);
        return;
    }
    String cardNumber = "";
    for (byte i = 0; i < mfrc522.uid.size; i++)
    {
        cardNumber += String(mfrc522.uid.uidByte[i], HEX);
    }

    doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_OPEN);
    drawStr(0, 1, DOOR_TEXT_ON);

```

```
delay(2000);
doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_CLOSE);
drawStr(0, 1, DOOR_TEXT_OFF);
}

void autoModeLoop()
{
    if (AutoMode)
    {
        buttonPressLoop();
        if (getHumanValue() == 1 && getBrightnessValue() > BRIGHTNESS_MAX_VALUE)
        {
            setLedValue(HIGH);
            drawStr(0, 1, LED_TEXT_ON);
            ledNewValue = true;
            delay(1000);
        }
        else if (ledNewValue)
        {
            ledNewValue = false;
            setLedValue(LOW);
            drawStr(0, 1, LED_TEXT_OFF);
        }
        if (getRaindropValue() > RAINDROP_MAX_VALUE)
        {
            windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_CLOSE);
            drawStr(0, 1, WINDOW_TEXT_OFF);
            raindropNewValue = true;
        }
        else if (raindropNewValue)
        {
            windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_OPEN);
            drawStr(0, 1, WINDOW_TEXT_ON);
            raindropNewValue = false;
        }
    }
}

void handleRoot()
{
    server.send(200, "text/plain", WiFi.localIP().toString());
}

void handleConfig()
{
    JsonDocument doc;
    doc["appCallInterval"] = 1000;
    String jsonString;
    serializeJson(doc, jsonString);
    server.send(200, "text/plain", jsonString);
}
```

```
}

void handleAll()
{
  JsonDocument doc;
  doc["Photoresistor"] = getBrightnessValue();
  doc["Human"] = getHumanValue();
  doc["Raindrop"] = getRaindropValue();
  doc["Temperature"] = getTemperatureValue();
  doc["Humidity"] = getHumidityValue();
  String jsonString;
  serializeJson(doc, jsonString);
  server.send(200, "text/plain", jsonString);
}

void handleDoor()
{
  AutoMode = false;
  RadioMode = false;
  WifiMode = true;
  autoModeTime = 0;
  String level = server.arg("level");
  Serial.print("level:");
  Serial.println(level);
  if (level.toInt())
  {
    drawStr(0, 1, DOOR_TEXT_ON);
    doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_OPEN);
  }
  else
  {
    drawStr(0, 1, DOOR_TEXT_OFF);
    doorServo.write(DOOR_SERVO_ANGLE_CLOSE);
  }
  server.send(200, "text/plain", "ok");
}

void handleWindow()
{
  AutoMode = false;
  RadioMode = false;
  WifiMode = true;
  autoModeTime = 0;
  raindropNewValue = true;
  String level = server.arg("level");
  Serial.print("level:");
  Serial.println(level);
  if (level.toInt())
  {
    drawStr(0, 1, WINDOW_TEXT_ON);
    windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_OPEN);
  }
}
```

```
else
{
  drawStr(0, 1, WINDOW_TEXT_OFF);
  windowServo.write(WINDOW_SERVO_ANGLE_CLOSE);
}
server.send(200, "text/plain", "ok");
}

void handleLaser()
{
  AutoMode = false;
  RadioMode = false;
  WifiMode = true;
  autoModeTime = 0;
  String level = server.arg("level");
  Serial.print("level:");
  Serial.println(level);
  setLaserValue(level.toInt());
  drawStr(0, 1, getLaserValue() ? LASER_TEXT_ON : LASER_TEXT_OFF);
  server.send(200, "text/plain", "ok");
  delay(1000);
}

void handleLED()
{
  AutoMode = false;
  RadioMode = false;
  WifiMode = true;
  ledNewValue = true;
  autoModeTime = 0;
  String level = server.arg("level");
  Serial.print("level:");
  Serial.println(level);
  setLedValue(level.toInt());
  drawStr(0, 1, getLedValue() ? LED_TEXT_ON : LED_TEXT_OFF);
  server.send(200, "text/plain", "ok");
  delay(1000);
}

void handleRGB()
{
  AutoMode = false;
  RadioMode = false;
  WifiMode = true;
  autoModeTime = 0;
  String r = server.arg("r");
  String g = server.arg("g");
  String b = server.arg("b");
  Serial.print("r:");
  Serial.println(r);
  Serial.print("g:");
  Serial.println(g);
```

```
Serial.print("b:");
Serial.println(b);
ws2812ShowRGB(r.toInt(), g.toInt(), b.toInt());
server.send(200, "text/plain", "ok");
}

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  VoiceSerial.begin(115200, SERIAL_8N1, VOICE_TX_PIN, VOICE_RX_PIN);
  initializeSensor();
  humitureLoop();
  connectWifi();
  if (wifiConnectState)
  {
    drawStr(0, 1, WiFi.localIP().toString());
    server.on("/", handleRoot);
    server.on(ALL_SENSOR_HTTP_PATH, handleAll);
    server.on(DOOR_HTTP_PATH, handleDoor);
    server.on(WINDOW_HTTP_PATH, handleWindow);
    server.on(LASER_HTTP_PATH, handleLaser);
    server.on(LED_HTTP_PATH, handleLED);
    server.on(WS2812_HTTP_PATH, handleRGB);
    server.begin();
    delay(5000);
  }
  else
  {
    drawStr(0, 1, "Wifi failed!");
    delay(2000);
  }
}

unsigned long previousTime = 0; // previous time
const unsigned long delayTime = 1000; // delay time
long secondCount = 0;

void loop()
{

  voiceSerialLoop();
  mfr522Loop();
  autoModeLoop();

  unsigned long currentTime = millis(); // get current time
  if (currentTime - previousTime >= delayTime)
  {

    previousTime = currentTime; // upgrate previous time
```

```
if (!AutoMode)
{
  autoModeTime++;
  if(WifiMode){
    drawStr(0, 1, "wifi_mode");
  }
  if(RadioMode){
    drawStr(0, 1, "Radio_mode");
  }
}
else{
  drawStr(0, 1, "Auto_mode");
}
if (autoModeTime == 5)
{
  AutoMode = true;
  WifiMode = false;
  RadioMode = false;
  autoModeTime = 0;
}

if (secondCount % 2 == 0)
{
  humitureLoop();
}

secondCount = secondCount + 1;
}
server.handleClient();
delay(10);
}
```