



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences et de la Technologie
Département de génie électrique

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences et Technologies
Électrotechnique
Réseaux électriques

Réf. :

Présenté et soutenu par :

**Hasnaoui Noussaiba
Djiab Soulaf**

Le: Jeudi 27 Novembre 2025

Conception et réalisation d'un système Smart Home

Jury :

MCA.	MESSAOUD Mohammedi	Université de Biskra	Président
Pr.	CHARROUF Omar	Université de Biskra	Encadrant
Pr.	NAIMI Djemai	Université de Biskra	Examineur
Me.	KETHIRI Mohamed Fadi	Université de Biskra	Invité

Année universitaire : 2025-2024

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Remerciement

Avec humilité et gratitude, nous adressons tout d'abord nos remerciements à Dieu Tout-Puissant, qui nous a donné la force, la patience et la sagesse pour accomplir ce travail, et qui nous a guidés et protégés tout au long de notre parcours académique.

*Nous exprimons notre profonde reconnaissance à notre encadrant, **Pr. Omar CHARROUF**, pour sa confiance en nos capacités, ses conseils éclairés et son accompagnement constant. Ses efforts, sa disponibilité et ses orientations ont été essentiels à la réalisation de ce mémoire. Nous remercions également notre co-encadrant, **Dr. KETHIRI Mohamed Fadi**, pour son soutien et ses précieuses observations qui ont enrichi ce travail.*

*Nous tenons aussi à remercier chaleureusement le président du jury, **Dr. Messaoud MOHAMMEDI**, et l'examineur, **Pr. NAIMI DJEMAI**, pour le temps qu'ils ont consacré à l'évaluation de notre mémoire et pour leurs remarques constructives qui ont permis d'améliorer ce travail.*

*Nous souhaitons aussi adresser nos remerciements à **M. Aqqoubi** et à **M. Yacoub Mohamed** pour leur disponibilité et leurs précieux conseils, qui ont grandement facilité l'avancement de ce travail.*

*Nous adressons également nos sincères remerciements au **Laboratoire d'Ingénierie Électrique** pour nous avoir offert l'opportunité de mener nos recherches dans un environnement scientifique favorable et stimulant.*

*Enfin, nous exprimons notre profonde gratitude à tous les enseignants de la **Faculté des Sciences et Technologies de l'Université de Biskra**, ainsi qu'à nos familles et amis, pour leur soutien constant, leur encouragement et leur confiance, qui ont été pour nous une source inestimable de force et de motivation.*



Dédicace

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿وَقُلْ رَبِّ زِدْنِي عِلْمًا﴾ (طه: 114)

الحمد لله الذي علم الإنسان ما لم يعلم، وجعل العلم نورا يضيء الطريق، والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين، سيدنا محمد صلى الله عليه وسلم.

إلى من كانوا سببا في وصولي إلى هذه اللحظة، أهدي هذا العمل بكل فخر واعتزاز:

إلى أستاذي المشرف شروف عمر، الذي كان لي خير مرشد ومعين طوال رحلتي الأكاديمية، فقد منحني من علمه ووقته ما كان له الأثر الكبير في إنجاز هذا البحث. شكرا لك على إشرافك المتميز، ودعمك اللامحدود، واهتمامك الدائم بتوجيهاتك وملاحظاتك.

إلى زميلتي في مشروع التخرج حسناوي نسيبة، التي كانت الشريكة المثالية في هذا العمل، التي بذلت جهدا كبيرا، وشاركتني كل لحظة من لحظات العمل والإنجاز. شكرا لك على التعاون المثمر والإبداع المستمر، وعلى كل لحظة من العمل المشترك الذي أثمر عن هذا المشروع.

إلى الأساتذة المساعدين هلال محمد وجاها رامي، الذين قدموا لي يد العون في مختلف مراحل البحث، وجعلوا من كل استفسار فرصة للتعلم والتطور. لا يسعني إلا أن أشكركم على سعة صدركم وعلمكم الغزير.

إلى عائلتي الكريمة، الذين كانوا ولا يزالون مصدر قوتي ودعمي الحقيقي. إلى والدي العزيزين، اللذين كانا دائما خلف كل نجاح وكل خطوة، فقد ساندتموني بحبكم ودعواتكم، فكان لكم فضل عظيم في هذا الإنجاز.

إلى كل من أسهم في رحلتي العلمية بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وإلى كل من آمن بقدراتي ورفع معنوياتي، لكم جميعا جزيل الشكر والتقدير.

اللهم اجعل هذا العمل خالصا لوجهك الكريم، وانفع به علما وعملا، ووفقتي وإياكم لما يحب ويرضى.

DJIAB SOULAF



Dédicace

(وَمَا نُوْفِقِي إِلَّا بِاللَّهِ) (هود: 88)

Louange à Dieu, Seigneur des mondes, qui nous a guidés, éclairé notre chemin et nous a donné la force, la patience et la santé pour accomplir ce travail. Sa grâce et son aide constantes ont été le véritable moteur de tout succès dans ma vie, non seulement dans mes études, mais aussi dans toute ma vie.

Je dédie ma profonde gratitude à ma famille bien-aimée, en particulier **mon père et ma mère**, pour tout l'amour, le soutien et les sacrifices : les nuits blanches, la fatigue, les déplacements pour m'accompagner à l'université et toutes les difficultés surmontées pour me permettre d'atteindre ce que je suis aujourd'hui. Tout ce qu'ils ont fait est au-delà de toute expression ; ils ont été mon pilier et mon inspiration tout au long de ma vie.

Je remercie également ma tante **SOULAF**, qui n'a pas été seulement une tante, mais une enseignante, une éducatrice et une seconde mère, ainsi que mes oncles **AMMAR**, **DJALALE** et **KARJME** pour leur encouragement continu et leur soutien à chaque étape de ma vie et de mes études.

Un remerciement spécial à la famille de mon amie, **oncle Omar et tante Karima**, qui m'ont accueillie comme une fille pendant la période du mémoire, rendant cette étape plus facile et plus belle grâce à leur amour et leur soutien.

Je remercie également ma camarade et amie proche, **Djiab Soulaf**, qui a été à mes côtés durant ces cinq années à l'université, partageant le travail, les idées, les rires et même la fatigue. Elle a été une véritable partenaire tout au long de mon parcours universitaire et de ma vie étudiante.

Je tiens à remercier sincèrement **Mohamed**, notre professeur, qui ne s'est pas contenté de nous aider, mais qui a fourni beaucoup d'efforts avec patience et dévouement tout au long des étapes de la réalisation de ce mémoire.

Enfin, je remercie tous mes amis depuis l'enfance, le secondaire et l'université, ainsi que mes camarades de Master pour tout, ils sont un exemple de moralité, d'éducation et de coopération, et leur présence a rendu mon parcours universitaire plus agréable et plus facile.

HASNAOUI NOUSSAIBA

SOMMAIRE

RESUME.....	16
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	19
CHAPITER I : Généralité sur les maisons intelligentes	
.I.1 Introduction	23
.I.2 La différence entre une maison intelligente et une maison durable	23
.I.2.1 La maison intelligente	23
.I.2.1.1 Caractéristiques de la maison intelligente.....	24
.I.2.1.2. Éléments constitutifs d'une maison intelligente.....	25
.I.2.2. Maison durable	25
I.3. Chronologie des maisons intelligentes	26
I.3.1. Étapes clés dans l'évolution des technologies des maisons intelligentes	28
I.3.1.1. L'invention du thermostat.....	28
I.3.1.2. L'évolution des systèmes de sécurité domestique et leur impact sur les maisons intelligentes	28
I.3.1.3. Contrôle automatique de l'éclairage et économie d'énergie dans les maisons intelligentes	29
I.3.1.4. Internet des objets (IoT) et maisons intelligentes	30
I.3.1.5. L'évolution des dispositifs à commande vocale.....	30
I.4. Situation actuelle des maisons intelligentes dans le monde et en Algérie	31
I.4.1. Expériences occidentales en matière de création de villes intelligentes	31
I.4.2. Expériences arabes dans la création de villes intelligentes	32
I.4.3. Les Villes intelligentes en Algérie	33
I.4.4. Initiatives pour la création de villes intelligentes en Algérie	34
I.4.4.1. Initiatives pour la création de villes intelligentes en Algérie.....	34
I.4.5. Position de l'Algérie dans l'indice des villes intelligentes.....	35
I.5. Le rôle du RCREEE dans l'amélioration de l'efficacité énergétique	35
I.1. Conclusion.....	37
CHAPITER II : Présentation, architecture et composants du système de maison intelligente	
II.1. Introduction	39
II.2. Présentation générale du projet	39
.II.2.1 Problématique	41
II.2.2. Objectifs du projet.....	41

II.2.3. Architecture générale du système.....	41
II.3. Fonctionnalités principales du Smart Home Controller	42
II.3.1 Le rôle des dispositifs d'alarme dans le système Smart Home Controller ..	42
II.3.2. Surveillance de la consommation d'énergie dans le système Smart Home Controller.....	44
II.3.3. Le rôle du capteur de mouvement dans le système Smart Home Controller	45
II.3.4. Rôle du capteur de niveau d'eau dans le système Smart Home Controller ..	46
II.3.5 Intégration du Wi-Fi et des SMS pour une gestion continue en l'absence de connexion Internet.....	47
II.3.6 L'impact de l'application de contrôle de la maison intelligente sur le confort et la facilité d'utilisation des services domestiques pour les résidents	48
II.4 Composants principaux du système (Matériel & Logiciel).....	49
II.4.1. Composants matériels	50
II.4.1.1. Éléments électroniques de base.....	50
II.4.1.1.1. Carte Arduino	50
II.4.1.1.1.1 Arduino Uno	50
II.4.1.1.2. Unité de contrôle ESP32.....	53
II.4.1.1.3. Relais électromécanique (Module Relais à 1 Canal).....	55
II.4.1.1.3.1. Définition	55
II.4.1.1.3.2. Principe de fonctionnement.....	55
II.4.1.1.3.3. Justification du choix	56
II.4.1.1.4 Condensateur électrolytique de 1000 μ F – 25 V.....	57
II.4.1.1.4.1. Définition	57
II.4.1.2. Les Capteurs.....	57
II.4.1.2.1 Capteur de flamme	57
II.4.1.2.1.1. Définition	57
II.4.1.2.1.2. Caractéristiques techniques (capteur de flamme infrarouge, 1 canal).....	58
II.4.1.2.2. Capteur de température et d'humidité DHT11	58
II.4.1.2.2.1. Définition	58
II.4.1.2.2.2. Principe de fonctionnement scientifique du DHT11.....	59
II.4.1.2.3. Capteur de gaz MQ-2.....	60
II.4.1.2.3.1 Définition.....	60
II.4.1.2.3.2 Principe de fonctionnement	60
II.4.1.2.4. Capteur de mouvement PIR (Passive Infrared Sensor)	61
II.4.1.2.4.1. Définition	61
II.4.1.2.4.2. Principe de fonctionnement.....	62
II.4.1.2.5. Capteur ultrasonique HC-SR04	63
II.4.1.2.5.1 Définition.....	63
II.4.1.2.5.2 Principe de fonctionnement	63
II.4.1.2.6. Capteur de consommation ZMPT101B	65
II.4.1.2.6.1. Définition	65

.II.4.1.2.6.2	Principe de fonctionnement	65
.II.4.1.3	Actuateurs et sorties	66
II.4.1.3.1	Buzzer (Sonnerie électronique)	66
II.4.1.3.1.1	Définition	66
.II.4.1.3.1.2	Principe de fonctionnement	66
.II.4.1.3.2	Lampe électrique de 75 W	67
II.4.1.3.3	Ventilateur électrique (Fan)	68
II.4.1.3.3.1	Définition	68
II.4.1.3.3.2	Principe de fonctionnement.....	68
II.4.1.3.4	Servomoteur (Moteur de service)	68
.II.4.1.3.4.1	Définition.....	68
II.4.1.3.4.2	Principe de fonctionnement	68
II.4.1.4	Contrôles et interface utilisateur	70
.II.4.1.4.1	Bouton-poussoir (Push Button)	70
II.4.1.4.1.1	Définition	70
II.4.1.4.1.2	Principe de fonctionnement.....	70
.II.4.1.4.2	Clavier numérique (Keypad) Clavier matriciel 4×4.....	70
II.4.1.4.2.1	Définition	70
II.4.1.4.2.2	Principe de fonctionnement.....	71
II.4.1.4.3	Module GSM SIM800L V2.0	71
II.4.1.4.3.1	Définition	71
II.4.1.4.3.2	Explication des Broches du Module SIM800L.....	72
II.4.1.4.3.3	Principe de fonctionnement.....	72
II.4.1.5	Câbles et supports	73
II.4.1.5.1	Câbles male-femelle (Les câbles de connexion)	73
II.4.1.5.2	Plaque d'essai (Breadboard / Black d'essai)	74
.II.4.2	Plateformes de développement	74
II.4.2.1	Arduino Software (IDE).....	75
II.4.2.1.1	Composants principaux de Blynk.....	76
II.4.2.1.2	Fonctionnalités principales	77
II.4.2.1.3	Création et configuration d'un projet Blynk avec ESP32	77
.II.4.2.1.4	Synchronisation et execution	79
II.5.	Conclusion.....	79
CHAPITER III : Conception et réalisation du système		
III.1.	Introduction	82
III.2.	Montage matériel et schéma électrique	82
III.2.1	Schéma de câblage	82
.III.2.2	Description des connexions.....	83
II.5.2.4	Communication entre Arduino et ESP32.....	83
II.5.2.5	Arduino – Capteurs et modules.....	83
II.5.2.6	ESP32 – Capteurs et modules	84

II.5.2.7. Connexion WiFi et Application Blynk	84
III.2.3. Photographies du montage réel	86
III.2.3.1. Présentation du modèle externe	86
II.5.3.5. Réalisation physique du prototype	87
III.3. Programmation et algorithmes	89
III.3.1. Mécanisme de communication Arduino–ESP32 (code et protocole utilisé)	89
III.3.1.1. Méthode utilisée: liaison série (UART – TX/RX, GND commun)	89
III.3.1.2. Justification de l’architecture double (Arduino – ESP32)	90
III.3.1.3. Apport scientifique et technologique	90
III.3.2 Algorithmes appliqués aux capteurs et modules du système de maison intelligente	91
III.3.2.1. Capteurs de sécurité et protection	91
III.3.2.1.1. Capteur de flamme (détection incendie)	91
III.3.2.1.2. Capteur MQ-2 (détection de gaz)	92
III.3.2.1.3. Capteur PIR1 (sécurité extérieure)	93
III.3.2.1.4. Keypad + servomoteur (contrôle d’accès)	94
III.3.2.2 Capteurs de confort et automatisation	94
III.3.2.2.1. Capteur DHT11 (température et humidité)	94
III.3.2.2.2. Capteur PIR2 + Relais (éclairage automatique)	95
III.3.2.2.3. Capteur ultrasonique (niveau d’eau)	96
III.3.2.3. Capteurs et modules de gestion énergétique	96
III.3.2.3.1. Capteur de courant (consommation électrique)	96
III.3.2.3.2. Module GSM + Arduino	98
III.4. Interface utilisateur et intégration des capteurs	100
III.4.1. Organisation de l’interface dans Blynk	100
II.7.1.4. Écran de visualisation et de contrôle	101
II.7.1.5. Système de notifications et d’alertes	101
III.4.2. Association capteurs/ actionneur– Widgets	102
III.5. Résultats expérimentaux	103
III.5.1. Détection de flamme	103
III.5.2. Détection de gaz (MQ2)	103
III.5.3. Capteur DHT11 (Température et Humidité)	105
III.5.4. Détection de mouvement (PIR)	105
III.5.5. Consommation électrique et contrôle du relais (ACS712 + relais)	107
III.5.6. Keypad et Servo (accès/contrôle)	109
III.6 Conclusion	110
CONCLUSION GÉNÉRALE	112

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 ÉVOLUTION DES ASSISTANTS VOCAUX ET DE LEUR INTÉGRATION DANS LES MAISONS INTELLIGENTES	30
TABLEAU 2 CLASSEMENT MONDIAL DES VILLES ARABES SELON L'INDICE DES VILLES INTELLIGENTES EN 2024.....	33
TABLEAU 3 COMPOSANTS DE LA CARTE ARDUINO UNO.....	51
TABLEAU 4 CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE L'ARDUINO UNO	53
TABLEAU 5 TABLEAU RÉCAPITULATIF DES CONNEXIONS.....	85
TABLEAU 6 LOCALISATION DES CAPTEURS ET ÉQUIPEMENTS	87

LISTE DES FIGURES

FIGURE I.1 MAISON INTELLIGENT	24
FIGURE I.2 LES TROIS DIMENSIONS DE LA MAISON DURABLE	26
FIGURE I.3 L'EVOLUTION DU THERMOSTAT : DES MODELES TRADITIONNELS AUX TECHNOLOGIES INTELLIGENTES MODERNES.....	28
FIGURE I.4 L'EVOLUTION DES SYSTEMES DE SECURITE : DES MODELES TRADITIONNELS AUX TECHNOLOGIES INTELLIGENTES MODERNES.....	29
FIGURE I.5 ÉVOLUTION DE L'INVESTISSEMENT ANNUEL DANS LES VILLES INTELLIGENTES ENTRE 2017 ET 2022 (EN MILLIARDS DE DOLLARS).....	32
FIGURE I.6 LOGO DU CENTRE RÉGIONAL POUR LES ÉNERGIES RENOUVELABLES ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE (RCREEE)	36
FIGURE II.7 DESCRIPTIF DE L 'AUTOMATISATION DE LA MAISON INTELLIGENTE (REF N1).....	40
FIGURE II.8 ARCHITECTURE GENERALE DU SYSTEME BASE SUR ESP32	42
FIGURE II.9 INTERFACE DE SURVEILLANCE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE	43
FIGURE II.10 DESCRIPTIF DES DISPOSITIFS D'ALARME DANS LE SYSTÈME SMART HOME CONTROLLER.....	44
FIGURE II.11 DESCRIPTIF DE LA SURVEILLANCE DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS UNE MAISON INTELLIGENTE VIA UNE APPLICATION MOBILE.....	45
FIGURE II.12 DESCRIPTIF DE LA FONCTION DU CAPTEUR DE MOUVEMENT DANS UN SYSTEME DE SECURITE DOMESTIQUE INTELLIGENT	46
FIGURE II.13 ALERTE NIVEAU D'EAU BAS.....	46
FIGURE II.14 SYSTEME DOMOTIQUE HYBRIDE : GESTION VIA WI-FI AVEC SAUVEGARDE SMS.....	48
FIGURE II.15 ARCHITECTURE DU SYSTEME BASE SUR LE MICROCONTROLEUR ESP32 POUR LA DOMOTIQUE....	49
FIGURE II.16 SCHEMA EXPLICATIF DE LA CARTE ARDUINO UNO ET SES BROCHES.....	51
FIGURE II.7 CARTE DE DEVELOPPEMENT ESP32.....	54
FIGURE II.18 GUIDE DES BROCHES DE L'ESP32	54
FIGURE II.19 MODULE RELAIS 1 CANAL - DESCRIPTION DES BROCHES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.20 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UN RELAIS ELECTROMECHANIQUE	56
FIGURE II.21 SCHEMA DE CABLAGE : CONTROLE D'UNE AMPOULE AVEC UN ARDUINO ET UN MODULE RELAIS	56
FIGURE II.22 CONDENSATEUR ELECTROLYTIQUE 1000 µF – 25 V UTILISE POUR LA STABILISATION DE L'ALIMENTATION	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.23 CONNEXION DU CAPTEUR DE FLAMME INFRAROUGE (MODULE BLEU) A LA CARTE ESP32	58
FIGURE II.24 SCHEMA DE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU DHT11	59
FIGURE II.25 SCHEMA DE CONNEXION DU DHT11 AVEC ESP32 (FRITZING)	60
FIGURE II.26 CAPTEUR MQ-2	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.27 BROCHAGE DU CAPTEUR MQ-2 AVEC ESP32	61
FIGURE II.28 MONTAGE REEL DU CAPTEUR MQ-2 AVEC ESP32 ET TEST PRATIQUE.....	61

FIGURE II.29 CAPTEUR PIR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.30 INTERFACE ESP32 AVEC LE CAPTEUR DE MOUVEMENT PIR.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.31 CAPTEUR PIR ET SA ZONE DE DETECTION	62
FIGURE II.32 VUE DES DEUX COTES DU CAPTEUR ULTRASONIQUE HC-SR04	63
FIGURE II.33 SCHEMA ILLUSTRANT LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU HC-SR04 AVEC LES BROCHES TRIG ET ECHO	64
FIGURE II.34 MONTAGE DU CAPTEUR ULTRASONIQUE HC-SR04 AVEC ESP32 REALISE SOUS FRITZING	64
FIGURE II.35 MODULE CAPTEUR DE TENSION ALTERNATIVE (AC) ZMPT101B – ENTREES/SORTIES (I/O)	65
FIGURE II.36 SCHEMA DE CONNEXION DU CAPTEUR ZMPT101B AVEC ARDUINO UNO	66
FIGURE II.37 MONTAGE DU BUZZER ACTIF SUR ESP32 VIA UNE PLAQUE D'ESSAI (FRITZING)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.38 AMPOULE 75 WATTS ET SURVEILLANCE DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE	67
FIGURE II.39 FAN 12V	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.40 SERVOMOTEUR (SG90).....	68
FIGURE II.41 SCHEMA DE CONNEXION DU SERVOMOTEUR AVEC L'ESP32	69
FIGURE II.42 SCHEMA DE CABLAGE D'UN BOUTON-POUSOIR ET D'UNE LED SUR UNE BROCHE GPIO DE L'ESP32	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.43 BOUTON-POUSOIR (PUSH BUTTON)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.44 SCHEMA DE CABLAGE D'UN CLAVIER MATRICIEL 4x4 AVEC L'ESP32.....	71
FIGURE II.45 IDENTIFICATION DES BROCHES GSM DU SIM800L.....	72
FIGURE II.46 SCHEMA DE CONNEXION DU MODULE SIM800L AVEC ARDUINO	73
FIGURE II.47 KIT DE CABLES DE RACCORDEMENT POUR ARDUINO ET PROJETS ÉLECTRONIQUES.....	74
FIGURE II.48 PLAQUE D'ESSAI (BREADBOARD)	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE II.49 ARCHITECTURE DE L'APPLICATION BLYNK POUR L'IOT	76
FIGURE II.50 SCHEMA DE L'ARCHITECTURE BLYNK.....	76
FIGURE II.51 CAPTURE D'ECRAN DE WIDGETS BLYNK (EX; JAUGE, BOUTON, GRAPHIQUE).	77
FIGURE II.52 CREATION D'UN NOUVEAU MODELE (TEMPLATE) SUR LA CONSOLE BLYNK.....	78
FIGURE II. 53 INFORMATIONS DE L'APPAREIL BLYNK CREE : ID DE MODELE, NOM ET JETON D'AUTHENTIFICATION (AUTH TOKEN)	78
FIGURE II.54 INTEGRATION DES IDENTIFIANTS BLYNK (TEMPLATE ID, NOM, JETON D'AUTHENTIFICATION) DANS L'IDE ARDUINO	78
FIGURE II.55 ARCHITECTURE DE L'IOT BASEE SUR BLYNK (APPAREIL, CLOUD ET APPLICATION MOBILE).	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
FIGURE III.56 SCHÉMA DE CÂBLAGE DU PROTOTYPE D'UNE MAISON INTELLIGENTE SOUS PROTEUS	83
FIGURE III.57 PLAN 2D DE LA MAISON.....	86
FIGURE III.58 MAQUETTE 3D DE LA MAISON RÉALISÉE	86
FIGURE III.59 TRANSFERT DU PLAN SUR LE BOIS ET PRÉPARATION DE L'ESPACE POUR L'ESP32 ET LA PLAQUE D'ESSAI.....	88

FIGURE III.60 PLACEMENT DES CAPTEURS ET ACTIONNEURS SUR LE PROTOTYPE	88
FIGURE III.61 ESPACE RÉSERVÉ SOUS LE PROTOTYPE POUR LE CÂBLAGE ET LES COMPOSANTS NON VISIBLES..	88
FIGURE III.62 PROTOTYPE FINAL PRÊT POUR LES TESTS ET DÉMONSTRATION	89
FIGURE III.63 SCHÉMA DE LIAISON SÉRIE CROISÉE (UART) ENTRE ESP32 ET ARDUINO	90
FIGURE III.64 : SCHÉMA LOGIQUE DE COMMUNICATION ARDUINO - ESP32 DANS LA MAISON INTELLIGENTE.	91
FIGURE III.65 ALGORITHME DE DÉTECTION D'INCENDIE (CAPTEUR DE FLAMME)	92
FIGURE III.66 ALGORITHME DE DÉTECTION DE FUITE DE GAZ (CAPTEUR MQ-2)	93
FIGURE III.67 ALGORITHME DE SÉCURITÉ EXTÉRIEURE (CAPTEUR PIR1 + PUSHBUTTON)	93
FIGURE III.68 ALGORITHME DE CONTRÔLE D'ACCÈS (KEYPAD + SERVOMOTEUR)	94
FIGURE III.69 ALGORITHME DE RÉGULATION DE LA TEMPÉRATURE (CAPTEUR DHT11 + VENTILATEUR 12V)	95
FIGURE 70 ALGORITHME D'ÉCLAIRAGE AUTOMATIQUE (CAPTEUR PIR2 + RELAIS + LAMPE 75W).....	95
FIGURE 71 ALGORITHME DE SUIVI DU NIVEAU D'EAU (CAPTEUR ULTRASONIQUE)	96
FIGURE 72 ALGORITHME – DÉTECTION DE SURCONSOMMATION.....	97
FIGURE 73 SYSTÈME INTELLIGENT DE SURVEILLANCE DE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE AVEC CAPTEUR AC5712 ET APPLICATION BLYNK.....	98
FIGURE 74 ALGORITHME DE SYSTÈME DE GESTION ET DE SURVEILLANCE DOMOTIQUE CENTRALISÉ VIA GSM.	99
FIGURE 75 ALGORITHME DE SYSTÈME DE SURVEILLANCE DE LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE PAR ALERTE SMS.....	99
FIGURE 76 ALGORITHME DE CONTRÔLE DU RELAIS PAR SMS.....	100
FIGURE 77 ALGORITHME DE VERIFICATION DU RESEAU GSM.....	100
FIGURE 78 INTERFACE DE LA MAISON INTELLIGENTE SUR BLYNK.....	102
FIGURE 79 TEST AVEC BRIQUET PRÈS DU CAPTEUR	103
FIGURE 80 ALERTE DANS L'APPLICATION BLYNK	103
FIGURE 81 NOTIFICATION SMS EN CAS DE DÉTECTION D'INCENDIE	103
FIGURE 82 ACTIVATION DU VENTILATEUR (FAN) LORSQUE LA FUITE EST DETECTEE.....	104
FIGURE 83 INSTALLATION DU CAPTEUR DE GAZ PRÈS DU VENTILATEUR	104
FIGURE 84 ACTIVATION DU VENTILATEUR (FAN) LORSQUE LA FUITE EST DÉTECTÉE	104
FIGURE 85 GAZ: ALERTE REÇUE SUR L'APPLICATION BLYNK.....	104
FIGURE 86 NOTIFICATION REÇUE SUR LE TELEPHONE.....	104
FIGURE 87 AFFICHAGE TEMPERATURE SUR GAUGE DANS BLYNK).....	105
FIGURE 88 AFFICHAGE HUMIDITE SUR GAUGE DANS BLYNK	105
FIGURE 89 PLACEMENT DU CAPTEUR DHT11 SUR LE MUR	105
FIGURE 90 SITUATION MONTRANT LA MONTEE DE TEMPERATURE — DECLENCHEMENT DU VENTILATEUR AU SEUIL 30°C.....	105
FIGURE 91 BOUTON PUSH POUR ACTIVER/DESACTIVER LE PIR.....	106
FIGURE 92 CAPTEUR PIR INSTALLÉ À L'ENTRÉE DE LA MAISON.....	106
FIGURE 93 MESSAGE/LIGNE DANS LE TERMINAL BLYNK INDIQUANT QUE LE PIR A ETE ACTIVE ET DESACTIVE	106
FIGURE 94 DÉTECTION EFFECTIVE — PHOTO DU CAPTEUR EN TRAIN DE DÉTECTER LE MOUVEMENT.....	106

FIGURE 95 AFFICHAGE DU POURCENTAGE ($\leq 30\%$) DANS L'APPLICATION BLYNK)	107
FIGURE 96 NOTIFICATION REÇUE SUR BLYNK	107
FIGURE III.97 NOTIFICATION REÇUE SUR LE TELEPHONE.....	107
FIGURE III.98 CAPTEUR ULTRASON EN PLACE DANS LE RÉCIPIENT	107
FIGURE III.99 SCHÉMA DE CONNEXION DE L'ARDUINO AVEC LE CAPTEUR DE COURANT ET LA LAMP	108
FIGURE III.100 CONSOMMATION AFFICHEE EN TEMPS REEL SUR GAUGE / VALUE DISPLAY DANS BLYNK.....	108
FIGURE III.101 SCREENSHOT DU SMS REÇU APRÈS ENVOI DU MOT-CLÉ "CONSOMMATION"	108
FIGURE III.102 SMS D'ALERTE REÇU LORSQUE LA CONSOMMATION DEPASSE LE SEUIL DEFINI	108
FIGURE III.103 COMMANDE PAR SMS — ENVOI DE "ON" / "OFF" ET RESULTAT SUR LE RELAIS	108
FIGURE III.104 COMMANDE ON/OFF VIA SWITCH DANS L'APPLICATION BLYNK	108
FIGURE III.105 POSITION DU MODULE GSM DANS L'INSTALLATION	109
FIGURE III.106 LAMPE ÉTEINTE – ABSENCE DE MOUVEMENT DÉTECTÉ PAR LE CAPTEUR PIR.....	109
FIGURE III.107 LAMPE ALLUMÉE – DÉTECTION DE MOUVEMENT PAR LE CAPTEUR PIR.....	109
FIGURE III.108 AFFICHAGE DANS LE TERMINAL INDIQUANT « CODE CORRECT » / « CODE INCORRECT ».....	110
FIGURE III.109 AFFICHAGE DES MESSAGES DU BOUTON A (SUPPRESSION DU DERNIER CHIFFRE) ET DU BOUTON B (RÉINITIALISATION) DANS LE TERMINA"	110
FIGURE III.110 ACTIVATION DE L'ALARME APRÈS 3 TENTATIVES INCORRECTES (BUZZER ET MESSAGE 'INTRUDER')	110
FIGURE III.111 RECEPTION DE LA NOTIFICATION SUR LE SMARTPHONE.....	110
FIGURE III.112 TEST DU KEYPAD — SAISIE DU CODE)	110
FIGURE III.113 POSITION DU SERVO: FERMEE	110

Liste des Abréviations

Abréviation	Signification
ESP32	Microcontrôleur utilisé pour le contrôle des équipements domestiques
GSM	Global System for Mobile Communications (Système de communication mobile)
IoT	Internet des Objets
PIR	Passive Infrared (Capteur Infrarouge Passif pour détecter les mouvements)
RF	Radiofréquence
SMS	Short Message Service (Service de messages courts)
Wi-Fi	Wireless Fidelity (Technologie de réseau sans fil pour la communication)
UI	User Interface (Interface utilisateur, ex : application mobile)
LED	Light Emitting Diode (Diode électroluminescente)
AC	Alternating Current (Courant alternatif)
DC	Direct Current (Courant continu)
MCU	Microcontroller Unit (Unité de microcontrôleur)
API	Application Programming Interface (Interface de programmation d'application)
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport (Protocole de communication IoT léger)
ADC	Analog-to-Digital Converter (Convertisseur analogique-numérique)
DAC	Digital-to-Analog Converter (Convertisseur numérique-analogique)
GUI	Graphical User Interface (Interface graphique utilisateur)
HVAC	Heating, Ventilation, and Air Conditioning (Chauffage, ventilation et climatisation)
OTA	Over-The-Air (Mise à jour ou programmation à distance d'un dispositif)
PWM	Pulse Width Modulation (Modulation de largeur d'impulsion pour contrôler moteurs ou LED)
RTC	Real-Time Clock (Horloge temps réel pour la synchronisation des systèmes)

RESUME

الغربية – الملخص

يعد هذا المشروع النهائي جزءًا من المرسوم الوزاري رقم 1275 للحصول على شهادة جامعية في مجال المؤسسات الناشئة، ويركز على تطوير نظام منزل ذكي يتيح للمستخدم التحكم عن بُعد في مختلف الأجهزة المنزلية عبر تطبيق على الهاتف المحمول. يعتمد النظام على متحكم ESP32 متصل بعدة أجهزة استشعار مثل مستشعر الحركة، الغاز، مستوى المياه، ودرجة الحرارة والرطوبة، بالإضافة إلى محركات وأجهزة إنذار، مع دمج اتصال مزدوج عبر الواي فاي و SMS لضمان استمرار الخدمة حتى عند انقطاع الإنترنت. يوفر المشروع أمانًا محسنًا من خلال التنبيهات الفورية عند أي خطر محتمل، ويتيح مراقبة دقيقة لاستهلاك الكهرباء والماء، كما يعزز راحة المستخدم وسهولة إدارة المنزل. يتميز النظام بالمرونة وإمكانية التطوير، مما يسمح بإضافة أو إزالة الأجهزة حسب الحاجة، ليصبح حلًا عمليًا وأمنًا وملائمًا للواقع الجزائري.

كلمات مفتاحية: المنزل الذكي، ESP32، التحكم عن بعد، أجهزة استشعار، أمان المنزل، مراقبة الطاقة، تطبيق الهاتف المحمول، تطوير تقني، الواقع الجزائري.

Résumé

Ce projet final fait partie de l'arrêté ministériel n°1275 visant l'obtention d'un diplôme universitaire dans le domaine des entreprises émergentes et se concentre sur le développement d'un système de maison intelligente permettant à l'utilisateur de contrôler à distance différents appareils domestiques via une application mobile. Le système repose sur un contrôleur ESP32 connecté à plusieurs capteurs, tels que des capteurs de mouvement, de gaz, de niveau d'eau, de température et d'humidité, ainsi que des moteurs et dispositifs d'alarme, avec une intégration d'une connexion double via Wi-Fi et SMS afin d'assurer la continuité du service même en cas de coupure d'Internet. Le projet offre une sécurité améliorée grâce à des alertes instantanées en cas de danger potentiel, permet une surveillance précise de la consommation d'électricité et d'eau, et améliore le confort de l'utilisateur et la gestion de la maison. Le système se distingue par sa flexibilité et sa capacité de développement, permettant d'ajouter ou de retirer des appareils selon les besoins, offrant ainsi une solution pratique, sûre et adaptée au contexte algérien.

Mots-clés : maison intelligente, ESP32, contrôle à distance, capteurs, sécurité domestique, surveillance de l'énergie, application mobile, développement technologique, contexte algérien.

Abstract

This final project is part of Ministerial Decree No. 1275 aimed at obtaining a university degree in the field of start-up enterprises and focuses on developing a smart home system that allows the user to remotely control various household devices through a mobile application. The system is based on an ESP32 controller connected to multiple sensors, such as motion, gas, water level, temperature, and humidity sensors, as well as motors and alarm devices, with a dual connection via Wi-Fi and SMS to ensure service continuity even in case of Internet outage. The project provides enhanced security through instant alerts for any potential danger, enables precise monitoring of electricity and water consumption, and improves user comfort and home management. The system is characterized by its flexibility and scalability, allowing devices to be added or removed as needed, making it a practical, safe, and suitable solution for the Algerian context.

Keywords: smart home, ESP32, remote control, sensors, home security, energy monitoring, mobile application, technological development, Algerian context.

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Le monde contemporain connaît un développement technologique rapide touchant divers aspects de la vie quotidienne. Parmi les innovations les plus marquantes figure le concept de la maison intelligente (Smart Home), qui repose sur l'intégration des technologies modernes au sein de l'environnement domestique afin d'améliorer la qualité de vie, d'assurer le confort, la sécurité et l'efficacité énergétique des utilisateurs. Le contrôle intelligent des habitations représente ainsi une avancée majeure, combinant l'intelligence artificielle, l'Internet des objets (IoT) et les réseaux électriques, pour permettre une gestion centralisée et efficace des équipements domestiques via des interfaces simples et connectées.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du développement croissant des réseaux électriques intelligents et des systèmes de commande automatique, ainsi que dans la nécessité d'optimiser la consommation énergétique tout en renforçant la sécurité et la commodité des utilisateurs. Les maisons intelligentes ne sont plus un simple concept futuriste, mais une réalité technologique en pleine expansion à travers le monde. C'est dans cette optique qu'a été conçue la start-up Smart Home, visant à développer un système de contrôle domestique intelligent permettant à l'utilisateur de gérer et de surveiller ses appareils électriques à distance, via une application mobile et une double connectivité Wi-Fi/SMS, garantissant ainsi la continuité du service même en cas de coupure d'Internet.

L'intérêt de ce projet réside dans sa capacité à combiner les aspects théoriques et pratiques du domaine des réseaux électriques, en offrant une application concrète des connaissances acquises à travers la conception et la mise en œuvre d'un système complet et fonctionnel. Ce travail contribue également à la promotion de la durabilité énergétique et à l'accompagnement de la transformation numérique que connaît le monde dans le cadre de la quatrième révolution industrielle.

Cependant, ce domaine soulève plusieurs défis liés à l'intégration des différents systèmes, à la sécurité des données et à la protection de la vie privée des utilisateurs. D'où la problématique principale de ce travail :

Comment les systèmes de commande intelligents peuvent-ils contribuer à une meilleure gestion de l'énergie domestique tout en garantissant sécurité, fiabilité et efficacité ?

Pour répondre à cette problématique, le présent mémoire est structuré en trois chapitres principaux :

Le premier chapitre présente les concepts fondamentaux relatifs aux maisons intelligentes, leur définition, leur évolution ainsi que les principes technologiques sur lesquels elles reposent.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du projet Smart Home **Controller**, en décrivant son architecture, ses composants matériels et logiciels ainsi que son mode de fonctionnement.

Le troisième chapitre traite de la réalisation pratique du projet. Il présente le montage matériel, la programmation des microcontrôleurs, l'intégration des capteurs et des modules, l'interface utilisateur ainsi que les résultats expérimentaux obtenus. Ce chapitre met également en évidence le fonctionnement global et les performances du système domotique développé.

CHAPITRE I:

Généralité sur les maisons intelligentes

I.1. Introduction

Dans le cadre de sa stratégie nationale pour la sécurité énergétique, l'Algérie a mis en place plusieurs institutions visant à rationaliser la consommation d'énergie et à améliorer l'efficacité énergétique, parmi lesquelles la RCEEE (Commission nationale pour la rationalisation et l'efficacité énergétique), qui soutient activement les solutions durables. Notre projet s'inscrit dans cette vision nationale, contribuant à améliorer l'efficacité énergétique des habitations algériennes et à suivre les tendances mondiales vers les maisons intelligentes et durables.

Ce chapitre analysera le concept des maisons intelligentes, en distinguant leur spécificité par rapport aux maisons durables, puis présentera la chronologie de leur développement ainsi que les principales innovations dans ce domaine. Il offrira également un aperçu des études antérieures sur les technologies de contrôle des habitations, afin de clarifier la valeur ajoutée de notre projet. Enfin, le rôle de la RCEEE dans la transition vers une consommation énergétique durable sera mis en évidence, ainsi que son lien avec les objectifs du projet.

I.2. La différence entre une maison intelligente et une maison durable:

I.2.1. La maison intelligente :

La maison intelligente se définit comme une habitation intégrant des dispositifs technologiques interconnectés, capables de communiquer entre eux à travers un réseau domestique et une passerelle reliant la maison à l'environnement extérieur. [2][3] Elle repose sur la connectivité en nuage, permettant à l'utilisateur d'envoyer des commandes pour activer ou désactiver les appareils connectés, via un navigateur web ou une application mobile compatible avec les smartphones, tablettes ou ordinateurs portables.

Cette automatisation, connue sous le nom de « domotique », comprend le contrôle de l'éclairage, du chauffage, de la climatisation ou encore des systèmes de sécurité tels que les serrures électroniques. [3] Grâce à ces fonctionnalités, la maison intelligente assure une gestion optimisée des tâches domestiques avec une intervention humaine minimale. Elle fournit également aux résidents des données utiles pour les aider à prendre des décisions améliorant leur confort et leur qualité de vie. [4]

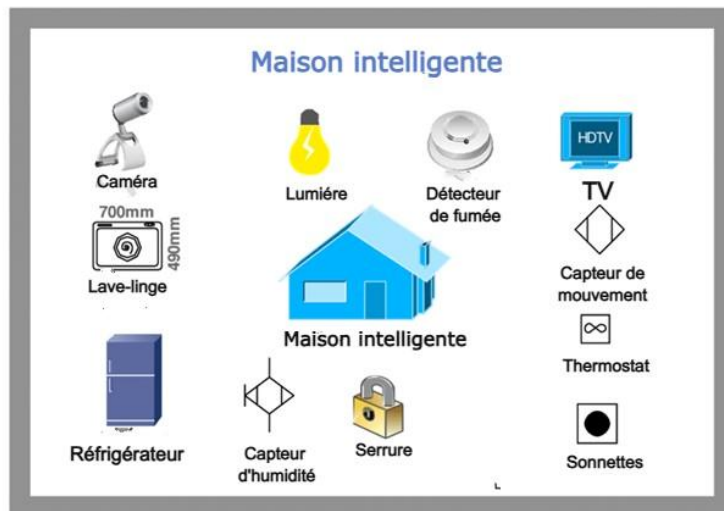


Figure I.1 Maison intelligente

Les systèmes domestiques intelligents sont conçus pour offrir un environnement de vie plus confortable et plus efficace en intégrant une variété de tâches au sein de la maison grâce à la technologie moderne.

I.2.1.1. Caractéristiques de la maison intelligente :

- **Systèmes d'éclairage intelligents** : Des lampes qui s'allument/s'éteignent et ajustent leur luminosité en fonction du temps ou de la présence de personnes. Cela permet de réduire la consommation d'énergie.
- **Chauffage et climatisation intelligents** : Réglage automatique de la température selon la présence à domicile, avec possibilité de contrôle à distance, ce qui permet d'économiser de l'énergie.
- **Sécurité et surveillance** : Comprend des caméras connectées, des serrures qui s'ouvrent avec l'empreinte digitale ou le téléphone, ainsi que des détecteurs de mouvement et des alarmes pour assurer la sécurité de la maison.
- **Divertissement intelligent** : Un point central pour gérer les téléviseurs et les systèmes audio. Il est possible d'utiliser la voix ou le téléphone pour contrôler la musique dans différentes pièces.
- **Gestion des ressources** : Suivi de la consommation d'eau et d'électricité et proposition de moyens pour la réduire grâce à des capteurs intégrés.

I.2.1.2. Éléments constitutifs d'une maison intelligente:

Une maison intelligente se compose d'un ensemble d'éléments interconnectés qui assurent son bon fonctionnement. Au cœur de ce système se trouve le hub intelligent, qui connecte et contrôle tous les appareils intelligents de la maison. Ces appareils s'appuient sur des capteurs qui mesurent des variables telles que la chaleur, le mouvement, la lumière et le son, et envoient les données au concentrateur intelligent pour qu'elles soient traitées. [5]

Les appareils intelligents comprennent les lumières, les thermostats, les serrures, les caméras de sécurité et les systèmes de divertissement, qui peuvent être contrôlés à distance via des applications mobiles. Pour assurer une communication transparente entre ces appareils, la maison a besoin d'un réseau fiable, soit par Wi-Fi, soit par câble Ethernet. Les services en nuage permettent de stocker et d'analyser les données, ce qui permet aux utilisateurs de surveiller et de gérer facilement leur maison à l'aide d'applications mobiles.

Le secteur de la maison intelligente est en constante évolution, les appareils faisant l'objet de mises à jour régulières afin d'optimiser les performances et la sécurité. Malgré les efforts déployés pour mettre au point des protocoles de sécurité normalisés et plus efficaces, il reste essentiel d'informer les consommateurs sur le fonctionnement et l'impact de ces appareils. Malgré les progrès accomplis, il reste des défis à relever pour favoriser la prolifération et l'adoption de cette technologie.

I.2.2. Maison durable:

La maison durable est un style de construction qui vise à améliorer l'efficacité des ressources et à la rendre plus respectueuse de l'environnement. Ces logements sont basés sur la réduction de la consommation d'eau et d'énergie, la minimisation des impacts environnementaux néfastes, tout en améliorant la qualité de vie des résidents[6] .

Pour qu'une maison soit durable, il doit se caractériser par trois aspects essentiels :

1. Durabilité environnementale : un logement est conçu pour minimiser les émissions de gaz nocifs et la consommation de ressources naturelles telles que l'eau, l'électricité et l'énergie thermique, à la fois pendant la construction et pendant l'utilisation.
2. Durabilité sociale : la conception vise à atteindre les plus hauts niveaux de sécurité, en minimisant la probabilité de vols ou de dangers, et est conçue pour être adaptée aux enfants en éliminant les dangers potentiels.

3. Durabilité économique : ces logements sont construits de manière à minimiser les coûts de construction et d'exploitation, tout en réduisant la nécessité de modifications futures susceptibles d'entraîner des dépenses supplémentaires.

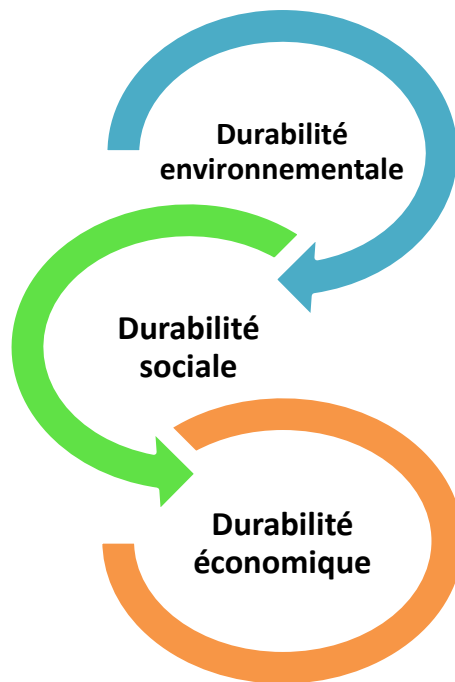


Figure I.2 Les trois dimensions de la maison durable

Ainsi, mon projet consiste à concevoir une maison à la fois intelligente et durable, offrant un environnement confortable, sûr et économe en énergie. L'objectif est de minimiser l'impact sur l'environnement tout en optimisant l'efficacité des ressources. Pour cela, j'ai cherché à établir un équilibre entre l'intégration de technologies modernes et une conception durable, en utilisant des systèmes d'automatisation intelligents. Cette approche permet de garantir un cadre de vie agréable, sécurisé et respectueux de l'environnement.

I.3. Chronologie des maisons intelligentes :

La technologie des maisons intelligentes est passée de l'automatisation de base à des plateformes avancées combinant connectivité, intelligence prédictive et sécurité améliorée. [7]

A. Les débuts du concept de maisons intelligentes :

Le concept des maisons intelligentes est apparu au début du XX^e siècle à travers des œuvres de science-fiction. Des auteurs comme Ray Bradbury et Isaac Asimov ont

imaginé des maisons capables de répondre automatiquement aux besoins de leurs habitants.

B. L'émergence des systèmes de contrôle automatique dans les maisons (années 1980-1990) :

Dans les années 1980 et 1990, les technologies d'automatisation domestique ont commencé à se développer, notamment avec la généralisation des ordinateurs et l'amélioration des appareils électroniques. Le protocole X10 fut l'un des premiers systèmes permettant de contrôler l'éclairage et les appareils via le réseau électrique, bien qu'il soit resté limité en raison de sa complexité et de son coût élevé.

C. Le rôle d'Internet dans le développement des maisons intelligentes (fin des années 1990 et début des années 2000) :

Avec l'essor d'Internet à la fin des années 1990, le contrôle des maisons est devenu plus accessible. Les technologies Wi-Fi et Bluetooth ont permis de rendre les appareils domestiques plus intelligents et abordables, facilitant l'apparition de produits tels que les thermostats intelligents et les caméras de surveillance contrôlables via smartphone.

D. Les assistants vocaux et leur impact sur les maisons intelligentes (milieu des années 2010) :

Au milieu des années 2010, les assistants vocaux comme Alexa, Google Assistant et Siri ont révolutionné l'interaction avec les maisons intelligentes en permettant le contrôle des appareils par commande vocale, ce qui a favorisé leur adoption massive.

E. Les maisons intelligentes aujourd'hui : intégration des appareils et amélioration de la sécurité :

Aujourd'hui, les maisons intelligentes ne se limitent plus à l'activation ou à la désactivation des appareils, mais forment des systèmes intégrés englobant l'éclairage, la sécurité et le chauffage. L'accent est mis sur l'optimisation énergétique et le renforcement de la sécurité grâce aux caméras et capteurs intelligents.

F. L'avenir des maisons intelligentes : rapidité accrue et intelligence avancée :

Avec l'essor de la 5G, les maisons deviendront plus réactives et interagiront plus rapidement avec les utilisateurs. L'intégration de l'intelligence artificielle et de la réalité augmentée rendra l'expérience de gestion domestique encore plus évoluée et confortable.

I.3.1. Étapes clés dans l'évolution des technologies des maisons intelligentes :

I.3.1.1. L'invention du thermostat:

Le thermostat est l'une des inventions les plus marquantes ayant contribué au développement des systèmes de contrôle domestique. Il a permis de réguler la température avec précision et efficacité. Cette évolution a commencé avec le dépôt du premier brevet de thermostat électrique en 1883 par Warren S. Johnson, marquant une avancée majeure dans la gestion thermique des bâtiments et rendant la vie plus confortable et économe en énergie. [9]

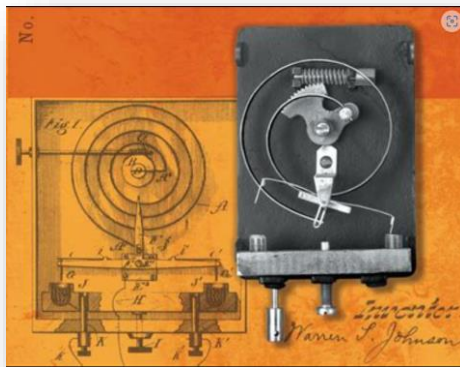


Figure I.3 L'évolution du thermostat : des modèles traditionnels aux technologies intelligentes modernes

- **1883** – Warren S. Johnson obtient un brevet pour le premier thermostat électrique, ouvrant la voie au développement des systèmes de régulation thermique.
- **1906** – Albert Butz développe un thermostat pouvant être intégré aux systèmes de chauffage, renforçant ainsi le concept de chauffage central.
- **Années 1920** – Cette période voit une amélioration significative du design des thermostats, rendant ces dispositifs plus accessibles et répandus dans les foyers.

I.3.1.2. L'évolution des systèmes de sécurité domestique et leur impact sur les maisons intelligentes :

La sécurité domestique a toujours été un élément essentiel pour la protection des personnes et des biens. Au fil du temps, ce domaine a connu des avancées majeures. Alors que les méthodes traditionnelles se limitaient aux serrures et verrous, des systèmes de sécurité sophistiqués sont apparus, s'intégrant aux technologies des maisons intelligentes. Cette

évolution a permis d'améliorer considérablement la protection tout en facilitant son utilisation. [10]



Figure I.4 L'évolution des systèmes de sécurité : des modèles traditionnels aux technologies intelligentes modernes

I.3.1.3. Contrôle automatique de l'éclairage et économie d'énergie dans les maisons intelligentes :

Le contrôle automatique de l'éclairage représente une avancée majeure dans l'automatisation des maisons, éliminant le besoin d'allumer ou d'éteindre manuellement les lumières. Grâce aux capteurs intelligents et à la programmation, l'éclairage fonctionne automatiquement en fonction de la présence des occupants ou du niveau de luminosité naturelle. [9]

Avec l'accent mis sur la durabilité, les ampoules LED sont devenues le choix privilégié en raison de leur faible consommation d'énergie et de leur longévité. Les avancées récentes ont également introduit des fonctionnalités telles que l'ajustement de l'intensité lumineuse, la modulation de la température des couleurs et l'intégration aux énergies renouvelables, offrant un contrôle flexible via des applications mobiles ou des commandes vocales.

I.3.1.4. Internet des objets (IoT) et maisons intelligentes :

L'Internet des objets (IoT) a profondément transformé le concept de maison intelligente, en créant un environnement où les appareils communiquent et travaillent ensemble pour optimiser le confort et la sécurité. Cette technologie a un impact notable sur plusieurs aspects de notre quotidien. D'une part, elle permet d'améliorer l'efficacité énergétique, avec des systèmes de chauffage et de climatisation qui s'ajustent de manière autonome en fonction des besoins réels. D'autre part, la sécurité s'en trouve renforcée grâce à des caméras et des alarmes intelligentes qui signalent immédiatement toute activité suspecte. Enfin, l'IoT simplifie la vie de chacun, et plus particulièrement celle des personnes âgées ou à mobilité réduite, en rendant le contrôle des appareils plus intuitif et accessible. [8]

I.3.1.5. L'évolution des dispositifs à commande vocale :

Les assistants vocaux ont révolutionné l'utilisation des maisons intelligentes, permettant aux utilisateurs de contrôler leurs appareils par simple commande vocale. Des entreprises comme Apple, Google et Amazon ont été les pionnières de cette technologie avec des assistants virtuels comme Siri, Google Assistant et Alexa. [26]

Tableau I.1 Évolution des assistants vocaux et de leur intégration dans les maisons intelligentes

Année	Événement	Description
1997	Dragon NaturallySpeaking	Lancement de l'un des premiers logiciels de reconnaissance vocale.
2011	Siri (Apple)	Introduction de Siri, intégrant les commandes vocales aux smartphones.
2014	Alexa (Amazon)	Lancement d'Alexa avec l'enceinte connectée Echo, renforçant l'intégration des commandes vocales dans les maisons intelligentes.
2016	Google Assistant	Lancement de Google Assistant, offrant une meilleure compatibilité avec l'écosystème Android et les objets connectés.

Avec les progrès continus de la technologie, il est évident que les maisons intelligentes ne sont pas une simple tendance, mais bien l'avenir de l'habitat moderne. Grâce aux systèmes intégrés, les utilisateurs peuvent désormais contrôler presque tous les aspects de leur domicile,

de l'éclairage au chauffage en passant par la sécurité et les appareils électroménagers, créant ainsi un environnement plus confortable et plus efficace.

I.4. Situation actuelle des maisons intelligentes dans le monde et en Algérie:

I.4.1. Expériences occidentales en matière de création de villes intelligentes :

Des rapports internationaux classant les villes intelligentes du monde sont publiés chaque année, mais leurs résultats diffèrent en raison des différentes méthodologies utilisées. Ces rapports montrent que les villes intelligentes peuvent être des villes nouvelles construites dès le départ avec des stratégies intelligentes, ou des villes traditionnelles qui ont été progressivement transformées en villes intelligentes grâce à une planification urbaine minutieuse. Depuis 2009, plus de 90 villes dans le monde ont commencé à travailler pour devenir des villes intelligentes.

En 2024, l'Institut international pour le développement managérial, en collaboration avec l'Organisation mondiale des villes intelligentes durables (WeGo), a publié un classement de 142 villes intelligentes à travers le monde, basé sur des données de recherche et des enquêtes auprès des habitants de ces villes. Ce classement a révélé que 7 des 10 premières villes intelligentes se situent en Europe, Zurich, en Suisse, conservant la première place pour la cinquième année consécutive.[12]

En Amérique du Nord, les villes ont quitté la liste des vingt premières pour la première fois depuis le début du classement en 2019, avec New York arrivant à la 34^e place mondiale en tant que meilleure ville intelligente des États-Unis. [12]

Ce classement met l'accent sur le rôle de la technologie et des infrastructures dans l'amélioration de la qualité de vie. Les villes intelligentes sont définies comme des zones urbaines où la technologie est utilisée pour fournir des solutions efficaces et améliorer les services aux résidents. Le rapport indique également que les villes les plus performantes dans ce domaine ont adopté précocement des stratégies visant à attirer les talents et les investissements, tout en abordant les questions d'égalité et d'inclusion géographique.

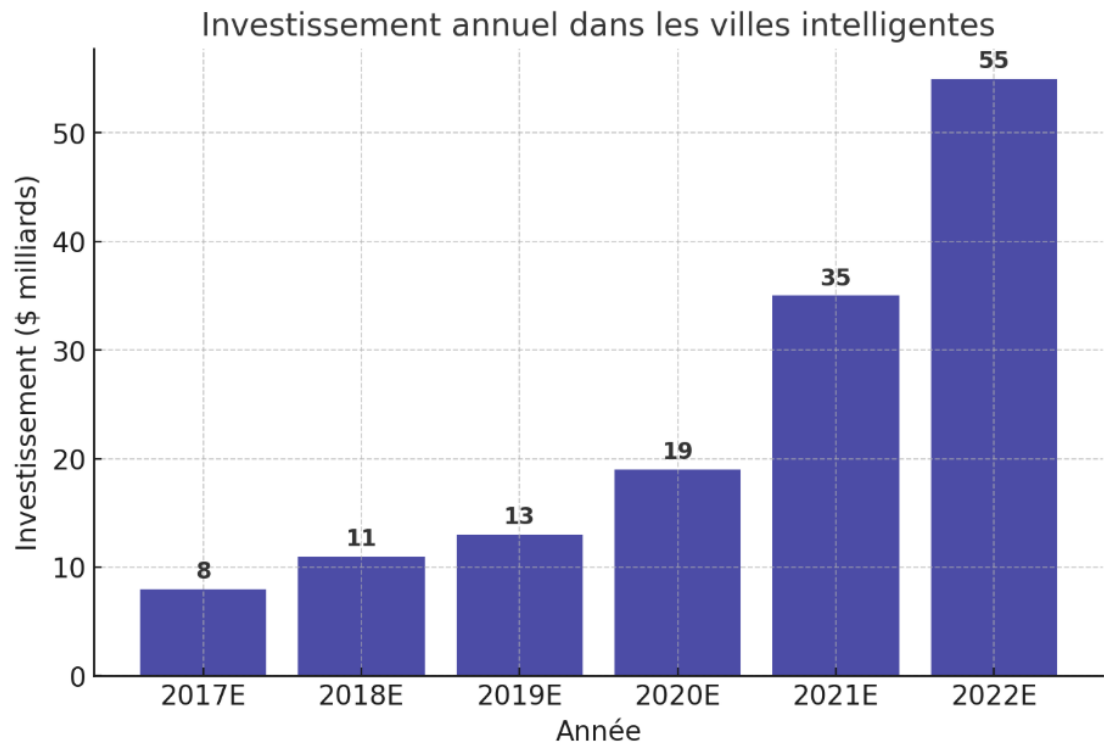


Figure I.5 Évolution de l'investissement annuel dans les villes intelligentes entre 2017 et 2022 (en milliards de dollars)

I.4.2. Expériences arabes dans la création de villes intelligentes :

Les pays arabes connaissent une transformation croissante vers les villes intelligentes pour faire face aux défis de l'urbanisation rapide et aux exigences d'amélioration de la qualité de vie dans les zones urbaines. Actuellement, le nombre de villes intelligentes dans le monde arabe est d'environ 24 sur un total de 115 grandes villes, ce qui représente environ 21 % des villes de la région. [12]

Les Émirats arabes unis et le Qatar sont en tête des pays arabes en termes de proportion de villes intelligentes, avec 50 % des grandes villes aux Émirats et 43 % au Qatar.

Selon l'indice IMD 2024, Abou Dabi s'est classée première au niveau arabe et dixième au niveau mondial, suivie de Dubaï en deuxième position arabe et douzième mondiale, puis de Riyad à la 25e place. En Afrique, Le Caire occupe la première place avec un classement mondial de 114, suivi d'Alger, deuxième en Afrique et 124e au niveau mondial.

Tableau I.2 Classement mondial des villes arabes selon l'indice des villes intelligentes en 2024

Ville	Classement mondial
Abou Dhabi	10
Dubaï	12
Riyad	25
Doha	48
La Mecque	52
Djeddah	55
Médine	74
Mascate	88
Le Caire	114
Alger	124
Rabat	126

I.4.3. Les Villes intelligentes en Algérie :

Selon l'indice IMD 2024, Alger se classe deuxième en Afrique et première au Maghreb parmi les 10 villes étudiées. Cela est dû à l'expansion des investissements dans les technologies de l'information, qui contribuent à l'amélioration des services numériques et à la réalisation d'une « vie intelligente » [12].

❖ Les étapes de l'Algérie vers la numérisation

L'État algérien a adopté une politique numérique avancée visant à développer des villes intelligentes : [15]

- Renforcer les réseaux de fibre optique pour augmenter la vitesse de l'internet.

- L'utilisation de l'énergie solaire dans l'éclairage public pour réduire la consommation d'électricité.
- Développement de stations de recharge pour voitures électriques afin de réduire la pollution.
- Le lancement d'applications de transport intelligent et l'amélioration des services urbains.

I.4.4. Initiatives pour la création de villes intelligentes en Algérie :

I.4.4.1. Initiatives pour la création de villes intelligentes en Algérie :

Ces dernières années, parallèlement à l'approbation du Plan national d'aménagement du territoire, l'Algérie s'est concentrée sur la modernisation de ses grandes villes conformément à une stratégie de développement urbain durable. La capitale Alger a bénéficié d'une attention particulière dans le cadre du plan stratégique de développement d'« Alger Ville Intelligente », adopté en 2015, qui a abouti au lancement du projet « Alger Smart City » en 2017.[12]

Les efforts de transformation vers une ville intelligente se sont manifestés à travers plusieurs initiatives, parmi lesquelles :

❖ Renforcement de la numérisation et des transactions électroniques :

Le gouvernement a introduit les technologies numériques dans l'administration publique afin d'améliorer les services et de faciliter les procédures pour les citoyens, tout en améliorant l'infrastructure des télécommunications et en augmentant la vitesse d'Internet pour favoriser la communication numérique. [16]

❖ Événements soutenant la transition vers l'intelligence urbaine :

L'Algérie a accueilli le Sommet des villes intelligentes pour l'investissement et la technologie, les 27 et 28 juin 2018, qui a rassemblé 4 000 participants et 150 experts internationaux, reflétant ainsi l'intérêt du pays pour l'adoption des technologies modernes.

❖ Services électroniques dans le secteur postal :

Tels que le guichet électronique et la carte de retrait électronique.

❖ Services électroniques dans l'enseignement supérieur :

Comme le réseau de recherche académique et les registres universitaires numériques.

❖ Projet d'identité électronique:

Visé à délivrer les documents officiels sous format numérique.

❖ Carte de garantie intelligente:

Propose des solutions innovantes pour la gestion des garanties administratives. [15]

I.4.5. Position de l'Algérie dans l'indice des villes intelligentes :

Dans le rapport IMD 2024, l'Algérie s'est classée 124^e au niveau mondial, 2^e en Afrique, et 11^e dans le monde arabe, derrière les Émirats arabes unis, l'Arabie saoudite et l'Égypte. Il est à noter que l'Algérie a reculé d'une place par rapport à 2023, où elle occupait la 123^e position mondiale.[12]

Dans ce classement, l'indice de développement humain des villes a été utilisé au lieu du classement des pays, afin d'évaluer le niveau de progrès des villes dans les domaines de la santé, de l'éducation et du niveau de vie. Cela permet une comparaison plus précise de la performance entre différentes villes.

Cependant, dans le cas de l'Algérie, aucune ville spécifique n'a été mentionnée ; le terme "Algérie" a été utilisé de manière générale, ce qui est généralement interprété comme une référence à la capitale, Alger.

L'indice repose également sur l'opinion des habitants concernant la qualité des infrastructures et les applications technologiques disponibles dans leur ville. L'évaluation est réalisée selon cinq principaux domaines : santé, sécurité, mobilité, activités et opportunités gouvernementales.

I.5. Le rôle du RCREEE dans l'amélioration de l'efficacité énergétique :

Le RCREEE joue un rôle central dans le soutien de l'Algérie pour la rationalisation de la consommation énergétique, à travers une série de projets stratégiques visant à améliorer l'efficacité énergétique. En collaboration avec le gouvernement algérien, le centre participe à l'élaboration de politiques nationales favorisant l'optimisation de l'énergie dans des secteurs essentiels tels que le logement, l'industrie et les transports.

Afin d'illustrer l'importance et la portée de cette institution, la figure ci-dessous présente le logo officiel du RCREEE.



Figure I.6 Logo du Centre Régional pour les Énergies Renouvelables et l'Efficacité Énergétique (RCREEE)

Il contribue également à la mise en œuvre de projets innovants, comme les techniques d'isolation thermique et l'éclairage intelligent, qui, selon certaines études, peuvent réduire la consommation d'énergie jusqu'à 25 % dans certaines régions.

Le RCREEE fournit aussi un soutien technique et consultatif aux institutions publiques et privées, facilitant l'adoption de solutions technologiques avancées pour la gestion de la consommation électrique, ce qui peut permettre de réduire la facture d'électricité jusqu'à 40 % dans certains cas.

Par ailleurs, l'organisation œuvre à promouvoir la culture de l'efficacité énergétique à travers des ateliers et des formations destinés à sensibiliser les ingénieurs et les décideurs à l'importance de l'optimisation énergétique. Enfin, le RCREEE encourage l'investissement dans les projets d'énergies renouvelables en établissant des partenariats avec des organismes internationaux et des institutions financières. [17]

Le projet Smart Home Controller constitue une avancée notable dans la réalisation des objectifs du RCREEE en matière d'efficacité énergétique. En intégrant des technologies intelligentes pour la gestion de la consommation d'énergie dans les foyers, ce projet s'inscrit pleinement dans la stratégie du RCREEE, qui promeut l'utilisation de solutions innovantes afin de soutenir le développement durable et de réduire la pression sur le réseau électrique national.

Sur le plan technique, le Smart Home Controller repose sur des dispositifs avancés de gestion intelligente de l'éclairage et du chauffage. Ce type de technologie permet d'éviter le gaspillage énergétique et d'optimiser la consommation dans les foyers algériens. Cette démarche s'accorde parfaitement avec les recommandations du RCREEE, qui encourage l'adoption de systèmes intelligents pour améliorer l'efficacité énergétique à l'échelle résidentielle.

I.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons abordé le cadre théorique du projet Smart Home Controller en définissant les maisons intelligentes et durables, en mettant en évidence la différence entre elles. Nous avons également présenté l'évolution de ces maisons au fil du temps et la manière dont la technologie a contribué à leur amélioration, en nous concentrant sur leur état actuel dans le monde et en Algérie. L'importance du projet en Algérie a été soulignée, notamment en matière d'amélioration de l'efficacité énergétique et de la sécurité, ainsi que l'analyse d'études antérieures sur les maisons intelligentes et les innovations apportées par ce projet.

Concernant l'organisation RCREEE, nous avons examiné son rôle clé dans l'amélioration de l'efficacité énergétique en Algérie et comment le projet Smart Home Controller peut soutenir ses objectifs en matière de gestion rationnelle de la consommation énergétique.

Dans les prochains chapitres, nous aborderons la conception technique du projet Smart Home Controller, en détaillant les composants clés du système et les méthodes de mise en œuvre des solutions intelligentes pour optimiser la consommation d'énergie, renforçant ainsi son efficacité dans la promotion du développement durable en Algérie.

CHAPITRE II :

**Présentation, architecture et composants du système
de maison intelligente**

II.1.Introduction

Avec l'évolution rapide de la technologie, les individus aspirent à une vie plus simple et plus confortable. Internet est devenu un élément essentiel de notre quotidien, aussi bien dans la communication sociale que dans les études, puisqu'il permet à chacun de gérer ses appareils avec aisance et fluidité.

Les dispositifs de l'Internet des objets (IoT) reposent sur le contrôle des systèmes électroniques, électriques et mécaniques au sein de différentes infrastructures. Connectés au cloud, ces appareils peuvent être gérés par un seul utilisateur, tandis que toutes les modifications effectuées sont automatiquement notifiées à l'ensemble des utilisateurs autorisés, renforçant ainsi l'efficacité et l'organisation.

Les différentes technologies de réseau offrent la possibilité de contrôler à distance les équipements électriques et électroniques : il est ainsi possible de les allumer ou de les éteindre à partir d'un ordinateur ou d'un smartphone, sans recourir aux interrupteurs classiques. Bien que des interrupteurs intelligents soient disponibles, ils restent relativement coûteux et nécessitent souvent des équipements supplémentaires tels qu'un hub ou un switch spécifique. Avec l'avancée des technologies sans fil, de nombreux dispositifs ont vu le jour afin de résoudre les problèmes de communication entre les unités, la majorité des réseaux reposant sur des technologies comme la radiofréquence (RF) et ZigBee pour garantir une communication efficace entre les appareils.

Ce chapitre s'inscrit dans cette continuité pratique, en passant des concepts généraux à la présentation des composants matériels et logiciels du système, ainsi qu'à l'analyse des outils et programmes utilisés, tout en exposant des idées concrètes pour son développement, offrant ainsi au lecteur une vision complète qui conjugue théorie et application.

II.2.Présentation générale du projet:

Notre projet s'inscrit dans la dynamique des maisons intelligentes et durables, en visant le développement d'un système intégré permettant à l'utilisateur de gérer à distance différents équipements domestiques via une application mobile. L'utilisateur peut allumer ou éteindre l'éclairage, surveiller le réservoir d'eau ou activer les systèmes d'alarme, qu'il soit à l'intérieur ou à l'extérieur de son domicile. Le système repose sur un microcontrôleur (ESP32) capable de se connecter directement aux équipements, avec une double connectivité

via Wi-Fi et SMS, garantissant ainsi la continuité du service même dans les zones à faible couverture ou en cas de coupure d'Internet.

Le projet vise à renforcer la sécurité grâce à des alertes instantanées en cas de fuite de gaz, d'incendie ou de mouvement suspect, tout en mettant l'accent sur la rationalisation de la consommation énergétique grâce à une surveillance intelligente des appareils électriques, ainsi que sur la gestion de l'eau afin d'éviter les coupures dans les régions confrontées à la rareté des ressources hydriques.

Cette innovation constitue une solution pratique et accessible, adaptée à la réalité algérienne en termes de coût et d'infrastructures, tout en accompagnant la transition vers la numérisation domestique. Elle se distingue par sa flexibilité et sa capacité d'évolution, permettant d'ajouter ou de retirer facilement des équipements, ce qui en fait un système efficace, sécurisé et adaptable aux différents besoins des foyers algériens.

Afin de mieux illustrer le fonctionnement du système proposé, la figure ci-dessous présente le schéma général d'une maison intelligente. Elle montre comment le microcontrôleur (TI CC3200) communique avec différents capteurs et actionneurs pour assurer le contrôle à distance des équipements domestiques (éclairage, portes, fenêtres, capteurs de mouvement, etc.) via une application mobile connectée à Internet.

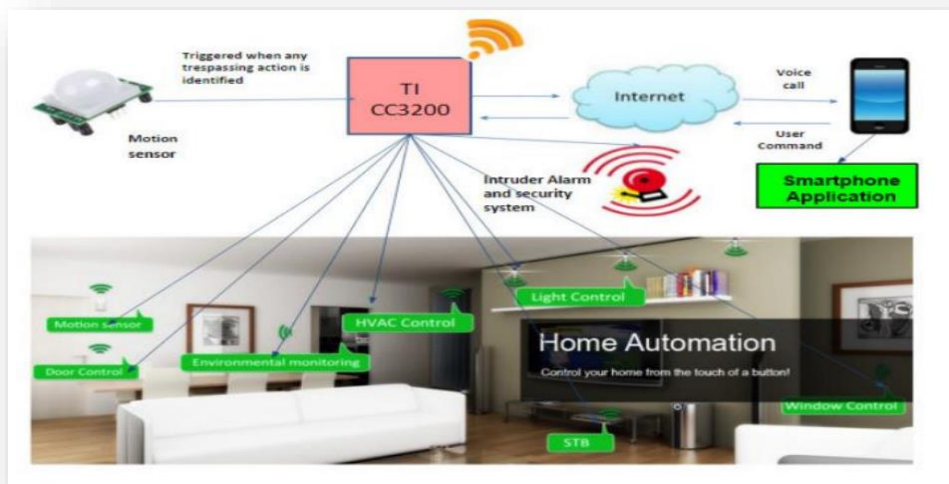


Figure II.7 Descriptif de l'automatisation de la maison intelligente (Réf N1)

II.2.1. Problématique:

La problématique centrale de ce projet s'articule autour de plusieurs défis majeurs liés à la gestion moderne des habitations. En effet, la surveillance et le contrôle à distance demeurent des tâches complexes, particulièrement lorsqu'il s'agit de garantir un niveau de sécurité optimal face aux intrusions, aux incidents domestiques tels que les fuites de gaz ou les incendies, ainsi qu'aux mouvements suspects. À cela s'ajoute la nécessité pressante de réduire les consommations énergétiques et hydriques, devenues des enjeux stratégiques dans un contexte marqué par la rareté et le gaspillage des ressources. Enfin, l'absence fréquente ou l'instabilité de la connexion Internet soulève la question cruciale de la continuité du service, qui doit être assurée par des solutions de connectivité alternatives, fiables et accessibles.

II.2.2. Objectifs du projet:

Les objectifs principaux de notre projet consistent à permettre le contrôle et la surveillance en temps réel des équipements domestiques, en offrant à l'utilisateur une gestion centralisée de son domicile. Pour renforcer la sécurité et la prévention des risques, le système intègre différents capteurs, notamment ceux de mouvement, de gaz et de niveau d'eau. Afin d'assurer une continuité de service fiable, une double connectivité via Wi-Fi et SMS est adoptée, garantissant la disponibilité du système même en cas de coupure d'Internet. Par ailleurs, une application mobile intuitive est développée afin de faciliter l'interaction entre l'utilisateur et les équipements connectés. Enfin, le projet vise également à contribuer à la rationalisation de la consommation énergétique et hydrique, en favorisant une gestion intelligente et durable des ressources domestiques.

II.2.3. Architecture générale du système:

L'architecture proposée repose sur un microcontrôleur ESP32 qui communique avec différents capteurs (mouvement, gaz, température, humidité, niveau d'eau, etc.) et actionneurs (relais, servomoteurs, alarmes). L'ensemble est relié à une application mobile qui permet à l'utilisateur de :

- Recevoir des notifications en temps réel.
- Contrôler les dispositifs électriques.
- Assurer une surveillance continue de la maison.

Pour illustrer l'architecture générale du système proposé, la figure suivante présente la structure fonctionnelle complète de notre projet, basée sur le microcontrôleur ESP32 comme unité centrale. Celui-ci reçoit et traite les données provenant de différents capteurs (détecteur de gaz, capteur de mouvement, capteur de température, d'humidité et de niveau d'eau) afin de prendre les décisions appropriées.

Le microcontrôleur est relié à des modules de double connectivité (Wi-Fi et GSM) garantissant une communication continue avec l'utilisateur, que ce soit via Internet ou par messages SMS en cas de coupure de réseau.

Du côté des actionneurs, le système commande plusieurs dispositifs tels qu'un ventilateur, une électrovanne, une sirène et un module relais, permettant l'exécution automatique ou manuelle des actions nécessaires.

Enfin, l'application mobile Blynk offre une interface intuitive qui permet à l'utilisateur de surveiller l'état de la maison en temps réel, de recevoir des alertes instantanées et de contrôler directement les équipements connectés, faisant de ce système une solution pratique, sécurisée et parfaitement adaptée aux besoins des foyers algériens.

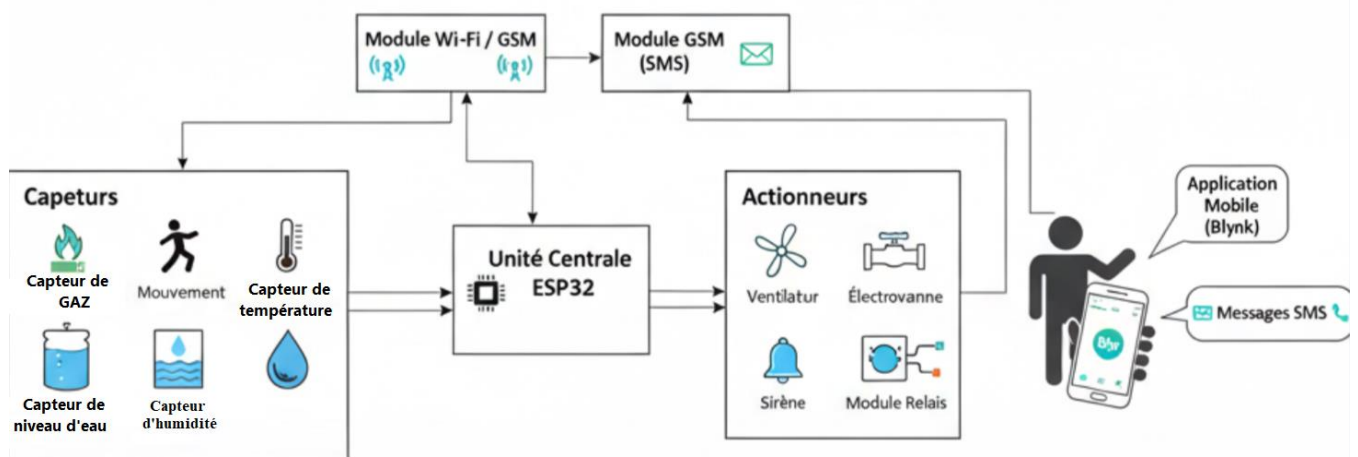


Figure II.8 Architecture Générale du Système Basé sur ESP32

II.3.Fonctionnalités principales du Smart Home Controller :

II.3.1. Le rôle des dispositifs d'alarme dans le système Smart Home Controller :

Les systèmes d'alarme constituent l'un des éléments fondamentaux de la sécurité dans le dispositif Smart Home Controller, assurant une protection intelligente et complète contre les différents risques susceptibles de menacer la sécurité de l'utilisateur et de son habitation.

L'appareil repose sur un réseau de capteurs installés à divers endroits à l'intérieur et à l'extérieur de la maison, tous connectés à l'unité centrale de commande [18].

La Figure 09 ci-dessous montre l'interface d'une application mobile typique utilisée pour le contrôle du Smart Home Controller.



Figure II.9 Interface de surveillance de la consommation d'énergie

Lorsqu'une anomalie est détectée — comme une fuite de gaz, un début d'incendie, une élévation anormale de la température ou du taux d'humidité, ou encore un mouvement inhabituel à un moment précis — le système avertit immédiatement l'utilisateur sur son téléphone portable, soit via l'application, soit par un SMS. Dans certains cas spécifiques, le système est également capable d'exécuter des actions automatiques, telles que l'ouverture des fenêtres en cas de détection d'une fuite de gaz, ou l'activation automatique du ventilateur lorsque la température atteint 30° afin d'améliorer la ventilation. Ces alertes anticipées ne se limitent pas à informer l'utilisateur, mais contribuent aussi à éviter l'aggravation des risques et à réduire les dommages, renforçant ainsi la sécurité du domicile par rapport aux systèmes traditionnels [19].

Pour mieux visualiser l'intégration de ces différents éléments de sécurité, la Figure ci-dessous illustre le fonctionnement global des dispositifs d'alarme au sein d'une maison connectée.



Figure II.10 Descriptif des dispositifs d'alarme dans le système smart home controller

II.3.2. Surveillance de la consommation d'énergie dans le système Smart Home

Controller :

Le système Smart Home Controller offre à l'utilisateur la possibilité de suivre avec précision la consommation d'énergie à l'intérieur de la maison, grâce à des capteurs spécifiques installés sur les appareils afin de mesurer leur consommation électrique. Ce processus permet d'analyser les modes d'utilisation sur des périodes régulières, ce qui aide à réduire le gaspillage et à promouvoir la durabilité énergétique.

La consommation est suivie en temps réel, avec l'envoi de rapports détaillés vers l'application mobile, où l'utilisateur peut consulter les données de consommation énergétique quotidiennement ou hebdomadairement. Le système permet également de programmer des horaires précis de fonctionnement des appareils au cours de la journée, ce qui améliore l'efficacité d'utilisation et contribue à la réduction des factures mensuelles grâce à une performance énergétique optimisée.

Le résultat ? Moins de gaspillage, un bénéfice pour l'environnement, et votre portefeuille vous dit merci à la fin du mois. En résumé, c'est comme un coach personnel pour votre consommation électrique, mais en version haute technologie.

Afin d'illustrer la dimension énergétique du projet, la figure suivante présente le principe de surveillance de la consommation d'énergie dans le système Smart Home Controller.

Ce mécanisme permet de suivre en temps réel l'utilisation de l'électricité par les différents appareils domestiques connectés, tels que l'éclairage, les climatiseurs ou les appareils électroménagers. Grâce à cette supervision intelligente, l'utilisateur peut analyser

ses habitudes de consommation, détecter les surcharges éventuelles et optimiser la gestion énergétique de son habitation.

Cette fonctionnalité constitue un élément essentiel du projet, car elle contribue directement à la rationalisation de l'énergie et à la promotion d'un mode de vie durable, en accord avec les objectifs nationaux de transition énergétique en Algérie.



Figure II.11 Descriptif de la Surveillance de la consommation d'énergie dans une maison intelligente via une application mobile

II.3.3. Le rôle du capteur de mouvement dans le système Smart Home Controller

Dans le système de contrôle Smart Home, le détecteur de mouvement occupe une place centrale en offrant une protection maximale contre les tentatives d'intrusion ou tout comportement suspect à l'extérieur du domicile. Ce détecteur fonctionne en collaboration avec des capteurs PIR (infrarouge passif), placés stratégiquement pour surveiller les déplacements autour de la maison. Ces capteurs sont connectés à l'unité de contrôle centrale.

Lorsque l'utilisateur quitte son domicile, il active le système via l'application mobile ou le dispositif de commande. Le système commence alors à surveiller les capteurs en continu et, dès qu'un mouvement est détecté, il envoie immédiatement une alerte sur le téléphone portable de l'utilisateur par le biais d'Internet, en utilisant le réseau Wi-Fi domestique. En cas de perte de connexion Internet, le système bascule sur l'unité GSM afin d'envoyer des messages SMS au téléphone portable de l'utilisateur. Cet appareil offre ainsi à l'utilisateur la possibilité d'observer toute activité inhabituelle à l'extérieur, constituant une défense supplémentaire contre toute tentative d'intrusion ou de violation.

La figure ci-dessous illustre le fonctionnement du capteur de mouvement dans le système Smart Home Controller.

Lorsqu'un mouvement est détecté, le capteur envoie un signal à l'unité centrale, qui déclenche une alerte via l'application mobile ou par SMS. Cette communication rapide entre le capteur PIR et les modules Wi-Fi et GSM garantit une surveillance continue et une réaction immédiate en cas d'activité suspecte.



Figure II.12 Descriptif de la Fonction du capteur de mouvement dans un système de sécurité domestique intelligent

II.3.4. Rôle du capteur de niveau d'eau dans le système Smart Home Controller :

La fonctionnalité de surveillance du niveau d'eau par capteur ultrasonique du système Smart Home Controller joue le rôle d'un véritable « garde du corps » du réservoir. Elle assure un suivi permanent de l'état du réservoir et transmet directement les informations à l'unité centrale – sans pause ni interruption. Lorsque le niveau descend à un seuil défini (environ 30 %), le système envoie une notification détaillée sur le téléphone de l'utilisateur via l'application mobile.



Figure II.13 Alerte niveau d'eau bas.

L'avantage principal de cette fonctionnalité réside dans la garantie pour l'utilisateur d'être constamment informé de l'état du réservoir, ce qui lui permet de prendre les mesures nécessaires pour éviter une coupure d'eau ou procéder au remplissage avant l'épuisement complet. Elle lui offre toujours un temps suffisant pour réagir et prévenir toute situation critique.[1]

En outre, cette solution contribue à renforcer la durabilité de la consommation en eau, notamment dans les régions connaissant des perturbations temporaires ou permanentes de l'approvisionnement. Ainsi, elle procure à l'utilisateur une tranquillité d'esprit et constitue un moyen efficace d'optimiser la gestion des ressources hydriques.

II.3.5. Intégration du Wi-Fi et des SMS pour une gestion continue en l'absence de connexion Internet :

Les études précédentes montrent que l'intégration de différentes technologies de communication (Wi-Fi, ZigBee et SMS) facilite la gestion continue des maisons intelligentes. Selon Heryanto (2022), la combinaison des messages courts (SMS) avec les dispositifs IoT et les unités de contrôle compatibles ZigBee améliore considérablement le contrôle à distance des équipements domestiques. Jumah et Radhi (2017) indiquent que l'utilisation conjointe du Wi-Fi, de ZigBee et des SMS permet une gestion locale et à distance, non seulement de l'éclairage et du chauffage, mais aussi des fonctions de sécurité. Orfanos et al. (2023) précisent que le Wi-Fi offre une grande vitesse et une portée étendue, tandis que les SMS assurent la communication même en l'absence d'Internet. Enfin, Touloukian et al. (2018) notent que le Wi-Fi consomme beaucoup de batterie et peut subir des interférences, ce qui explique qu'il ne doit pas être utilisé seul. C'est ainsi qu'est née l'idée de combiner Wi-Fi et SMS pour éviter les imprévus indésirables.

Dans le cadre de notre projet *Smart Home Controller*, nous n'avons pas cherché à réinventer les principes existants, mais nous nous sommes concentrés sur leur application efficace grâce à l'adoption d'une communication double Wi-Fi + SMS. Le Wi-Fi assure la transmission des données en temps réel vers l'application mobile, tandis que les SMS interviennent lors d'une coupure d'Internet (un événement plus fréquent qu'on ne le pense) pour envoyer des alertes critiques : niveau d'eau, détection de gaz et coupure d'électricité, même en cas de défaillance du réseau Wi-Fi. Cette approche technologique garantit ainsi une gestion continue des équipements connectés et répond à un besoin fondamental de fiabilité. Tant que l'absence d'Internet reste possible, il est préférable de disposer d'une alternative

prête à l'emploi. Résultat : vos dispositifs connectés restent sous contrôle quelles que soient les circonstances.

L'image suivante illustre le fonctionnement du système hybride, basé sur l'intégration entre la communication via Wi-Fi et l'envoi d'alertes par SMS, afin d'assurer une surveillance efficace et une continuité des notifications dans différentes conditions.

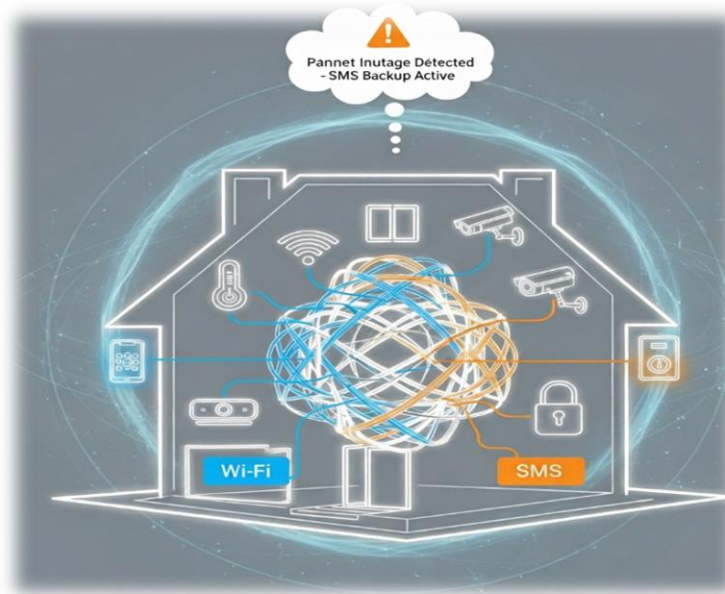


Figure II.14 Système domotique hybride : gestion via Wi-Fi avec sauvegarde SMS

II.3.6. L'impact de l'application de contrôle de la maison intelligente sur le confort et la facilité d'utilisation des services domestiques pour les résidents:

Les études montrent que les technologies de la maison intelligente augmentent de manière significative le confort et la confidentialité des résidents ayant des besoins spécifiques [20]. Ces systèmes sont conçus pour répondre aux besoins psychologiques et physiques des utilisateurs, leur permettant de contrôler précisément leur environnement intérieur et de réduire leur dépendance à l'égard des autres pour accomplir les activités quotidiennes.

L'intégration de l'automatisation technique avec des éléments de design intérieur adaptatifs améliore l'accessibilité des services domestiques, grâce à des boutons personnalisables, des commandes vocales et des interfaces faciles à utiliser, sans nécessiter de compétences techniques complexes. [8]

L'utilisation de ces technologies favorise également l'indépendance et l'intégration sociale, en permettant de contrôler l'éclairage, les appareils et le chauffage tout en préservant la confidentialité, renforçant ainsi le sentiment d'appartenance des utilisateurs.[8]

II.4.Composants principaux du système (Matériel & Logiciel) :

Il est essentiel de différencier deux types d'éléments qui constituent le contrôleur de maison intelligente avant d'aborder les composants du système. Tout d'abord, les éléments matériels (Hardware), qui englobent les composants physiques et électroniques employés pour l'édification du système, comme les contrôleurs, capteurs et actionneurs, fournissent les fonctionnalités concrètes telles que la gestion des portes, fenêtres, éclairages et climatiseurs. Ensuite, il y a les éléments logiciels (Software), qui comprennent le code informatique, les algorithmes et les applications nécessaires pour que le matériel puisse fonctionner, communiquer et prendre des décisions.

Ces logiciels comprennent des applis pour Android et des algorithmes qui aident le système à communiquer entre les appareils et à prendre des décisions, comme activer une alarme ou contrôler une pompe à eau. Ces deux éléments travaillent ensemble pour que le système puisse faire ses tâches correctement et de manière fluide.

Pour mieux comprendre comment ces éléments matériels (capteurs, actionneurs) et logiciels (application, Internet) interagissent, la Figure 15 présente une vue d'ensemble de l'architecture du système basée sur le microcontrôleur central.

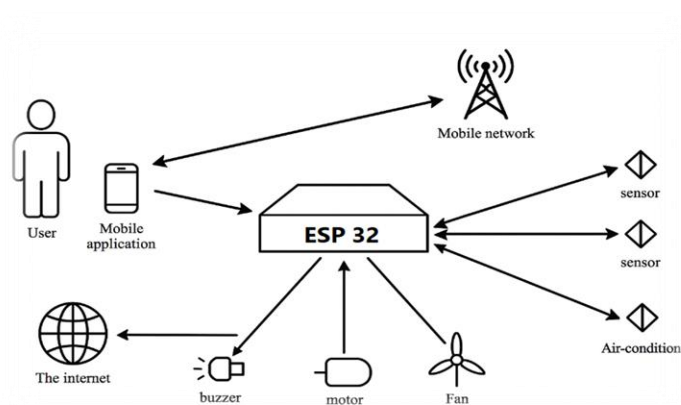


Figure II.15 Architecture du système basé sur le microcontrôleur ESP32 pour la domotique

II.4.1. Composants matériels:

Il existe plusieurs composants dans la partie matérielle comme indiqué ci-dessous:

II.4.1.1. Éléments électroniques de base:

II.4.1.1.1. Carte Arduino:

La carte Arduino a été inventée en 2005 par une équipe italienne de l'Institut du Design d'Interaction d'Ivrea (IDII) pour permettre aux étudiants en art et en design de réaliser facilement divers projets. Arduino est une carte à microcontrôleur, avec des composants électroniques assurant son fonctionnement et la communication avec des appareils externes via des broches numériques et analogiques.

Elle se programme facilement via l'IDE Arduino sur PC, sans matériel supplémentaire, grâce à un simple câble USB, et utilise une version simplifiée de C++, facilitant l'apprentissage. La carte est entièrement open-source. [21,22]

Arduino est utilisé dans de nombreuses applications : électrotechnique industrielle, systèmes embarqués, domotique, art contemporain, contrôle de robots, moteurs et jeux de lumière. [23]

Plus de 20 versions de la carte Arduino ont été publiées, chacune adaptée à différents besoins. Nous présenterons ci-dessous les versions les plus utilisées et leurs principales caractéristiques.

II.4.1.1.1.1 Arduino Uno:

L'Arduino est une carte microcontrôleur basée sur le processeur ATmega328P, un contrôleur à architecture 8 bits fonctionnant à une fréquence de 16 MHz. Elle possède 14 broches d'entrée/sortie numériques (broches I/O), dont 6 broches supportent la technique PWM, ainsi que 6 broches d'entrée analogiques. Elle est programmée en utilisant le langage Arduino C/C++ via l'environnement de développement intégré (IDE). [24]

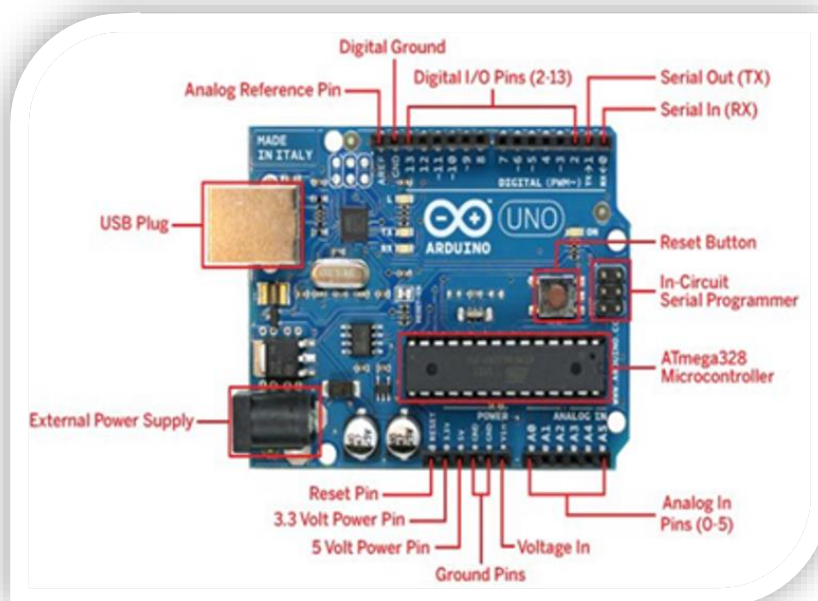


Figure II.16 Schéma explicatif de la carte Arduino Uno et ses broches

Les principaux composants physiques et électroniques de la carte Arduino Uno, ainsi que leur rôle spécifique, sont récapitulés dans le Tableau 9.

Tableau 3 Composants de la carte Arduino Uno

Composant	Description
Microcontrôleur (ATmega328)	C'est le cœur de la carte, une puce électronique programmable qui exécute toutes les instructions de votre programme.
Port USB (USB Plug/Jack)	Permet de connecter la carte à un ordinateur pour le transfert du code et l'alimentation.
Connecteur d'Alimentation Externe (External Power Supply)	Utilisé pour alimenter la carte à partir d'un adaptateur secteur quand elle n'est pas branchée à un ordinateur.
Broches d'Alimentation (3.3V, 5V, Ground)	Ils fournissent une tension de 3,3 V ou 5 V pour alimenter vos composants. Les broches Ground (GND) servent de point de référence électrique.

Composant	Description
Voltage In (VIN)	Permet d'alimenter la carte avec une tension non régulée (supérieure à 5 V).
Broches d'Entrée/Sortie Numériques (Digital I/O Pins 2-13)	Ils gèrent les signaux ON/OFF et sont utilisés pour des composants comme des LED ou des boutons.
Broches d'Entrée Analogiques (Analog In Pins 0-5)	Ils lisent des signaux variables provenant de capteurs (par exemple, un capteur de lumière).
Bouton de Réinitialisation (Reset Button)	Permet de redémarrer le programme en cours d'exécution sur la carte.
Oscillateur à Quartz	Régule et synchronise la vitesse du microcontrôleur.
Broche de Réinitialisation (Reset Pin)	Permet de réinitialiser la carte à l'aide d'un composant externe.
Serial In (RX) / Serial Out (TX)	Broches de communication série pour transférer des données vers d'autres appareils ou l'ordinateur.
Programmation Série (In-Circuit Serial Programmer)	Un ensemble de broches pour la programmation avancée du microcontrôleur.
Broche de Référence Analogique (Analog Reference Pin)	Permet de définir une tension de référence externe pour les lectures analogiques.

Tableau II.4 Caractéristiques techniques de l'Arduino Uno

Caractéristique	Valeur
Microcontrôleur	ATmega328
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	14 (dont 6 avec sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	6 (utilisables en E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	500 mA max
Mémoire Programme Flash	32 KB
Mémoire SRAM (volatile)	2 KB
Mémoire EEPROM (non-volatile)	1 KB
Vitesse d'horloge	16 MHz

II.4.1.1.2. Unité de contrôle ESP32:

La carte ESP32 a été choisie pour les projets de maisons intelligentes grâce à sa connectivité intégrée Wi-Fi et Bluetooth, à son processeur dual-core pouvant atteindre 240 MHz, à sa mémoire SRAM de 520 Ko, ainsi qu'à plus de 30 broches GPIO permettant de connecter divers capteurs et actionneurs.

Elle est facile à programmer via Arduino IDE ou Micro Python, flexible avec différents capteurs, et capable de fonctionner de manière autonome sans serveur central. Son coût relativement bas en fait une solution idéale pour les applications IoT domestiques. De plus, elle peut être utilisée pour contrôler l'éclairage, le chauffage, la climatisation, les systèmes de sécurité, et surveiller la consommation d'énergie, avec une possibilité de

- TX2 et RX2 peuvent être utilisés comme Serial2.
- Le SPI par défaut est en VSPI. Les broches VSPI et HSPI peuvent être configurées sur n'importe quelle broche GPIO.
- Toutes les broches GPIO supportent la modulation de largeur d'impulsion (PWM) et les interruptions.
- La LED intégrée est connectée à la broche GPIO2.
- Certaines broches GPIO sont utilisées pour l'interface de la mémoire flash et ne sont donc pas représentées.

II.4.1.1.3. Relais électromécanique (Module Relais à 1 Canal) :

II.5.1.1.3.1. Définition :

Un module relais à 1 canal est un composant électronique qui agit comme un interrupteur électromécanique. Il permet de contrôler un appareil électrique (charge) fonctionnant à haute tension ou à fort courant, à l'aide d'un signal de commande en basse tension (3,3 V – 5 V) fourni par un microcontrôleur tel que l'Arduino. [1]



Figure II.19 Module Relais 1 Canal - Description des broches

II.4.1.1.3.2. Principe de fonctionnement:

Le module fonctionne grâce à un électroaimant interne :

- À l'état de repos (non activé), COM est connecté à NC, tandis que NO reste ouvert.
- Lorsqu'il est activé par un signal du microcontrôleur, l'électroaimant ferme le contact entre COM et NO, ce qui permet d'alimenter la charge (par exemple un dispositif d'éclairage). Comme illustré dans la figure 20.

Dans notre projet, le relais a été utilisé pour contrôler une lampe. L'ESP32 envoie des ordres ON/OFF via un programme codé, permettant ainsi un contrôle à distance. Le module peut commuter des charges allant jusqu'à 250 V AC / 10 A ou 30 V DC / 10 A. Une caractéristique essentielle est l'isolation galvanique, assurée par un optocoupleur, qui protège le microcontrôleur contre les surtensions. Une LED intégrée permet de visualiser l'état du relais.

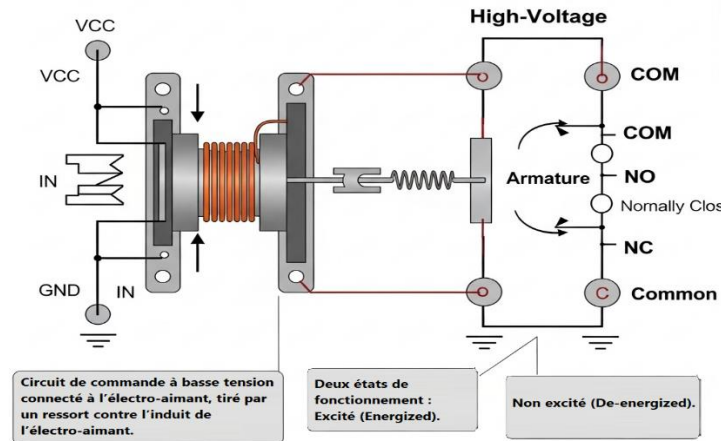


Figure II.20 Principe de fonctionnement d'un relais électromécanique

II.4.1.1.3.3. Justification du choix:

Nous avons choisi ce module pour notre projet de domotique car il est :

- Adapté au contrôle d'un seul appareil.
- Simple à intégrer et compatible avec l'Arduino.
- Économique et largement disponible.
- Sécurisé grâce à l'isolation galvanique qui protège le circuit de commande.

Ces caractéristiques en font une solution fiable et efficace pour la gestion d'équipements électriques dans un système de maison intelligente.

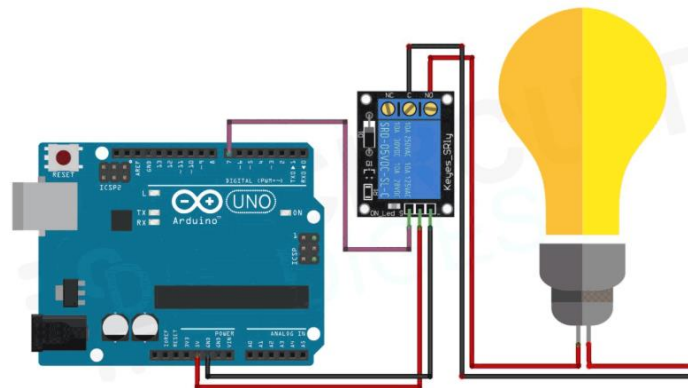


Figure II.21 Schéma de câblage : Contrôle d'une ampoule avec un Arduino et un module relais

L'image ci-dessus illustre le schéma de connexion entre le module relais et la carte Arduino pour le contrôle d'une lampe. Le relais agit comme un interrupteur électronique permettant à l'Arduino de commander l'allumage ou l'extinction du circuit électrique. Cette

configuration représente une application typique de la domotique, où le microcontrôleur assure la gestion automatisée et sécurisée des dispositifs électriques domestiques.

II.4.1.1.4. Condensateur électrolytique de 1000 μF – 25 V:

II.4.1.1.4.1. Définition:

Un condensateur électrolytique de 1000 μF – 25 V est un composant électronique passif destiné au stockage temporaire de charges électriques sous la forme d'un champ électrostatique.



Figure II.22 Condensateur électrolytique 1000 μF – 25 V utilisé pour la stabilisation de l'alimentation

Un condensateur électrolytique de 1000 μF / 25 V a été ajouté au module GSM pour éviter les baisses de tension lors des phases d'émission. Il agit comme un réservoir d'énergie, stabilisant l'alimentation et empêchant le redémarrage du système. Cette capacité offre une réserve suffisante pour compenser les pics de consommation tout en assurant une marge de sécurité par rapport à la tension de fonctionnement du module.

II.4.1.2. Les Capteurs:

II.4.1.2.1. Capteur de flamme:

II.4.1.2.1.1. Définition:

Détecter la présence d'une flamme par rayonnement infrarouge et convertir cette information en signaux exploitables par le microcontrôleur.[5]

II.4.1.2.1.2. Caractéristiques techniques (capteur de flamme infrarouge, 1 canal):

- **Type de capteur** : photodiode infrarouge sensible à la flamme
- **Plage spectrale** : 760 – 1100 nm

- **Tension d'alimentation** : 3,3 V à 5 V DC
- **Consommation de courant** : 15 – 20 mA
- **Sortie numérique** : HIGH (1) = pas de flamme, LOW (0) = flamme détectée
- **Sortie analogique** : 0 – 5 V, proportionnelle à l'intensité lumineuse détectée
- **Distance de détection** : 0 – 80 cm (selon l'intensité du feu)
- **Angle de détection** : $\sim 60^\circ$
- **Indicateur visuel** : LED intégrée signalant l'état de détection
- **Dimensions** : $\sim 32 \times 15$ mm

Nous avons choisi d'utiliser un capteur de flamme infrarouge à voie unique (module bleu) en raison de son équilibre entre précision, rapidité, coût et facilité d'intégration avec le microcontrôleur ESP32, contrairement aux capteurs UV ou UV/IR, plus sensibles ou plus complexes.

Ce capteur permet de détecter les émissions de la flamme dans une plage spectrale de 760 à 1100 nm, ce qui en fait une solution fiable et efficace.

Comme le montre la figure n° (23) ci-dessous, le capteur est connecté à la carte ESP32.

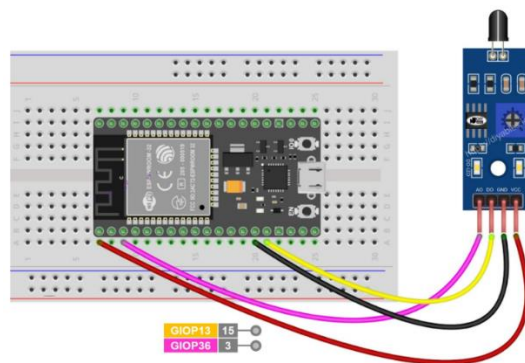


Figure II.23 Connexion du capteur de flamme infrarouge (module bleu) à la carte ESP32

II.4.1.2.2. Capteur de température et d'humidité DHT11 :

II.4.1.2.2.1. Définition:

Le capteur DHT11 permet de mesurer simultanément la température et l'humidité ambiantes, puis de transmettre ces informations sous forme de signal numérique directement exploitable par une carte de contrôle. [5]

II.4.1.2.2.2. Principe de fonctionnement scientifique du DHT11:

Le DHT11 mesure l'humidité et la température en utilisant deux capteurs intégrés : un capteur capacitif pour l'humidité et un thermistor pour la température.

- **Capteur capacitif d'humidité** : La capacité du capteur change proportionnellement à l'humidité ambiante. Cette variation de capacité est convertie en tension électrique, puis transformée en signal numérique par le circuit interne du DHT11.
- **Thermistor pour la température** : La résistance du thermistor varie avec la température. Cette variation est convertie en tension, puis en signal numérique.

Le module communique ensuite ces données numériques via une ligne de données unique vers la carte de contrôle (par exemple l'ESP32). La lecture recommandée est d'une mesure par seconde (1 Hz). La plage de mesure et la précision sont de 0 à 50 °C ± 2 °C pour la température, et de 20 à 90 % HR ± 5 % pour l'humidité.[22]

La figure ci-dessous illustre le principe de fonctionnement et la connexion du capteur DHT11 avec la carte de contrôle. Elle montre comment les signaux de température et d'humidité sont convertis en données numériques, puis transmis à la carte ESP32 pour traitement et affichage.

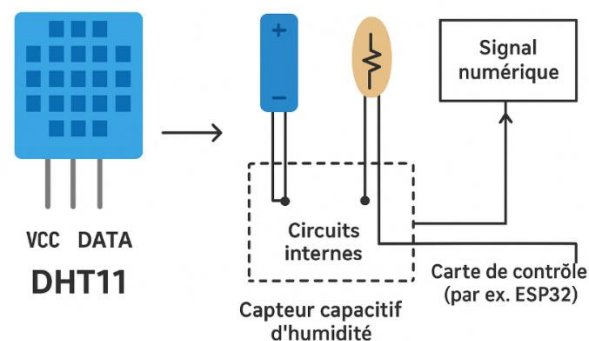


Figure II.24 Schéma de principe de fonctionnement du DHT11

Le capteur DHT11 a été sélectionné pour notre projet en raison de son bon équilibre entre coût, simplicité et fiabilité. Bien que d'autres modèles comme le DHT22 offrent une précision supérieure, leurs performances dépassent les besoins d'une surveillance environnementale de base. Le DHT11 permet une mesure régulière de la température et de l'humidité avec une intégration aisée à l'ESP32, comme l'illustre la figure 25 ci-dessous.

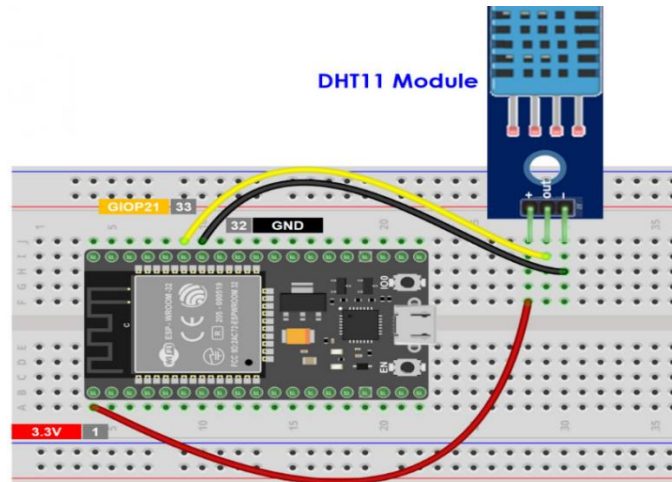


Figure II.25 Schéma de connexion du DHT11 avec ESP32 (Fritzing)

II.4.1.2.3. Capteur de gaz MQ-2:

II.4.1.2.3.1. Définition:

Détecter la présence de gaz combustibles ou inflammables dans l'air ambiant et fournir un signal électrique exploitable par une carte de contrôle pour des applications de sécurité domestiques.[25]



Figure II.26 Capteur MQ-

II.4.1.2.3.2. Principe de fonctionnement :

Le capteur MQ-2 possède une couche de dioxyde d'étain (SnO_2) dont la résistance électrique varie lors de l'absorption de gaz combustibles tels que le propane, le butane, le méthane, le gaz naturel, ainsi que la fumée. Plus la concentration de gaz augmente, plus la résistance du capteur diminue, et ces variations se transforment en un signal électrique pouvant être lu par un microcontrôleur tel que l'ESP32 ou l'Arduino. Le capteur fonctionne sous une tension de 5 V DC et couvre une plage de détection d'environ 200 à 10 000 ppm, avec un temps de réponse rapide de quelques secondes. Il possède des sorties analogiques (AO) et numériques (DO) : la sortie analogique permet de mesurer précisément la concentration de gaz, tandis que la sortie numérique fournit une alerte lorsque la concentration dépasse un certain seuil. Dans mon projet, je n'ai pas utilisé le pin A0, j'ai donc seulement utilisé la sortie numérique pour détecter la présence de gaz sans mesurer précisément sa concentration.

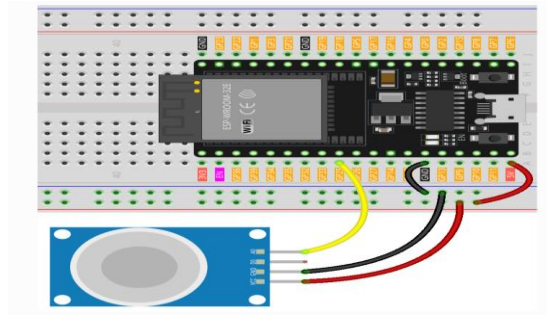


Figure II.27 Brochage du capteur MQ-2 avec ESP32

Le MQ-2 a été choisi parmi d'autres capteurs similaires (MQ-3 pour l'alcool, MQ-5 pour le gaz naturel et GPL, MQ-7 pour le monoxyde de carbone) pour sa polyvalence, sa capacité à détecter plusieurs types de gaz combustibles et de fumée, sa compatibilité facile avec l'ESP32 et sa fiabilité pour les applications de sécurité domestiques. La Figure 28 illustre le montage réel du capteur MQ-2 avec la carte ESP32 ainsi que le test pratique réalisé pour vérifier son bon fonctionnement. De plus, sa faible consommation énergétique et sa robustesse le rendent idéal pour une utilisation continue dans un système domotique intelligent.

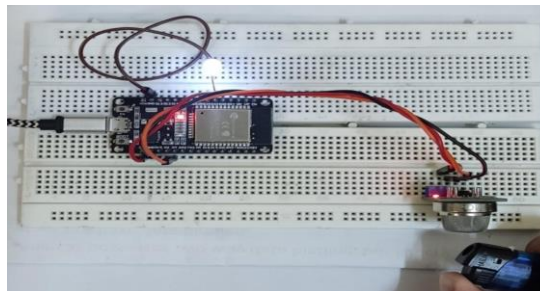


Figure II.28 Montage réel du capteur MQ-2 avec ESP32 et test pratique

II.4.1.2.4. Capteur de mouvement PIR (Passive Infrared Sensor):

II.4.1.2.4.1. Définition:



Le détecteur PIR (infrarouge passif) est un capteur qui détecte la présence humaine par la mesure du rayonnement infrarouge émis par les corps en mouvement. Il est utilisé pour la gestion de l'occupation des espaces, l'éclairage automatique et les systèmes de sécurité.[1]

Figure II.29 Capteur PIR

II.4.1.2.4.2. Principe de fonctionnement:

Le capteur PIR contient un capteur pyroélectrique qui mesure les variations de rayonnement infrarouge dans son champ de détection. Lorsqu'une personne en mouvement traverse ce champ, le capteur génère une variation de tension sur sa sortie électrique. Cette variation peut être lue comme :

- **Signal numérique (DO) :** 0 = absence, 1 = présence.
- **Signal analogique (AO) :** tension proportionnelle à l'intensité du rayonnement détecté (peu utilisé dans la plupart des projets).

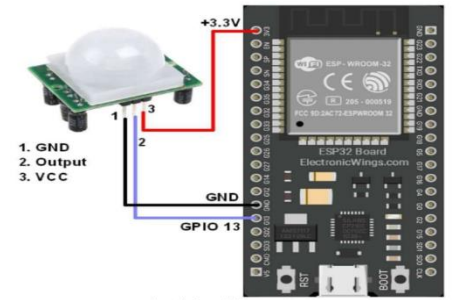


Figure II.30 Interface ESP32 avec le capteur de mouvement PIR

Le champ de détection typique est de 120° à 180°, avec une portée allant de 5 à 7 mètres, et le temps de réponse est généralement de 2 secondes à 1 minute selon le réglage du délai intégré. Le capteur fonctionne sous une tension de 3,3 à 5 V DC et consomme environ 50 μ A au repos et jusqu'à 10 mA en fonctionnement actif.

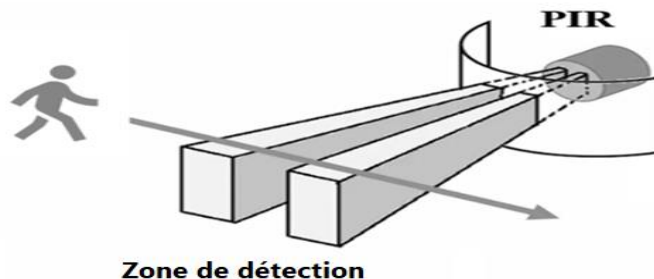


Figure II.31 Capteur PIR et sa zone de détection

Nous avons retenu le capteur PIR pour notre projet en raison de son faible coût, de sa simplicité d'intégration et de son respect de la vie privée par rapport aux caméras. Ce capteur détecte les variations de rayonnement infrarouge émises par les corps chauds en mouvement, permettant une identification fiable de la présence humaine. Des études, telles que celle menée à l'Université nationale de Singapour, ont montré une corrélation élevée ($r = 0,86$) entre les données PIR et l'occupation réelle, confirmant sa pertinence dans les applications domotiques.

Cependant, le capteur PIR présente certaines limites : il réagit à tout mouvement thermique, y compris celui des animaux domestiques, pouvant générer des alertes erronées. Des versions avancées existent avec des filtres de détection, mais elles sont plus coûteuses. Le modèle standard utilisé dans notre projet constitue ainsi un compromis équilibré entre coût, fiabilité et efficacité pour la détection des personnes dans un environnement domestique.

II.4.1.2.5. Capteur ultrasonique HC-SR04:

II.4.1.2.5.1. Définition:

Le capteur ultrasonique HC-SR04 utilise le principe du sonar pour déterminer la distance à un objet. Ce capteur peut mesurer de 2 cm à 400 cm (0,8 pouce à 157 pouces) avec une précision de 0,3 cm (0,1 pouce), ce qui le rend adapté à la plupart des projets de loisirs. De plus, ce module est équipé d'un émetteur et d'un récepteur ultrasonique.[5]



Figure II.32 Vue des deux côtés du capteur ultrasonique HC-SR04

II.4.1.2.5.2. Principe de fonctionnement:

Le capteur HC-SR04, illustré ci-dessous, utilise le principe du sonar pour mesurer la distance d'un objet ou le niveau d'eau dans un réservoir. Son fonctionnement repose sur l'émission d'un signal ultrasonore de 40 kHz par le transmetteur (Trig), qui se réfléchit sur une surface avant d'être capté par le récepteur (Echo). En mesurant le temps de trajet de l'onde sonore et en connaissant la vitesse du son dans l'air (343 m/s à 20°C), le capteur détermine avec précision la distance selon la formule suivante:

$$\text{Distance} = \frac{(\text{vitesse du son} \times \text{temps})}{2}$$

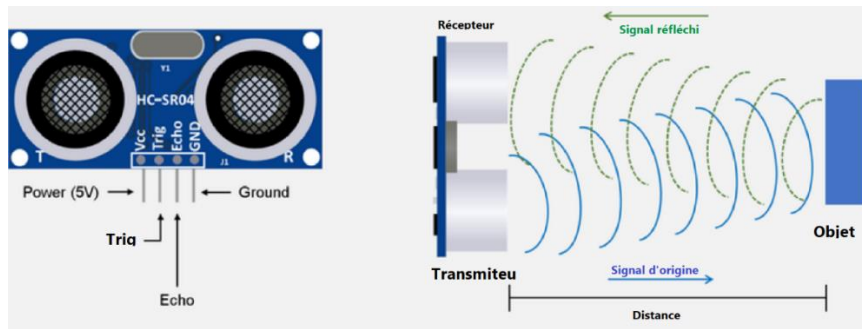


Figure II.33 Schéma illustrant le principe de fonctionnement du HC-SR04 avec les broches Trig et Echo

Le capteur HC-SR04 a été choisi pour surveiller le niveau d'eau dans le réservoir car il fournit des mesures précises et sans contact, contrairement aux capteurs mécaniques à flotteur ou aux capteurs conducteurs de liquide, tels que le capteur à flotteur et le capteur à résistance électrique. Le capteur peut mesurer le niveau de l'eau avec précision même lorsque le liquide est très transparent, car les ondes ultrasonores se réfléchissent en raison de la différence de densité entre l'air et la surface du liquide, ce qui permet une surveillance continue et la fourniture de données précises pour le contrôle ou les alertes, sans contact direct avec le liquide. De plus, le HC-SR04 s'intègre facilement avec l'ESP32 et offre des mesures continues et fiables avec une maintenance minimale, ce qui le rend idéal pour les projets de surveillance des niveaux de liquide.

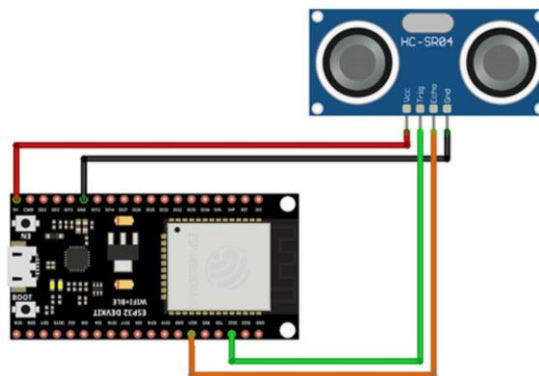


Figure II.34 Montage du capteur ultrasonique HC-SR04 avec ESP32 réalisé sous Fritzing

II.4.1.2.6. Capteur de consommation ZMPT101B :

II.4.1.2.6.1. Définition:

Le capteur ZMPT101B est un module électronique intégré permettant de mesurer la tension alternative (AC) jusqu'à 250 volts. Il repose sur un transformateur abaisseur de tension qui convertit la haute tension en une plage sécurisée et basse, permettant ainsi sa lecture par des microcontrôleurs tels que l'ESP32 ou Arduino. Le capteur intègre également un amplificateur opérationnel (Op-Amp) pour améliorer la précision du signal et garantir qu'il reste dans la plage analogique acceptable (0–5 V), facilitant ainsi son traitement et son analyse dans des applications de surveillance et de contrôle de la consommation électrique dans des projets scientifiques et techniques.[11]

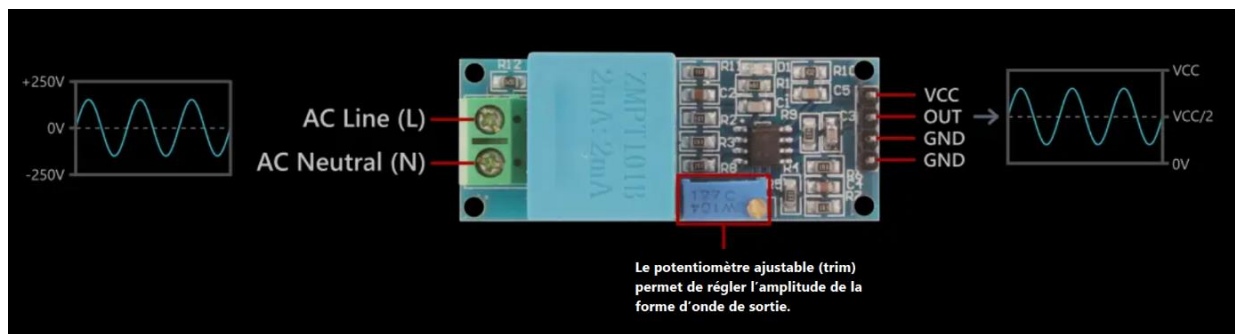


Figure II.35 Module capteur de tension alternative (AC) ZMPT101B – Entrées/Sorties (I/O)

II.4.1.2.6.2. Principe de fonctionnement :

Le capteur ZMPT101B mesure la tension alternative (AC) en utilisant un transformateur de faible puissance qui abaisse la haute tension à une plage sécurisée pour le microcontrôleur, tout en conservant la forme de l'onde. Un amplificateur opérationnel (Op-Amp) intégré garantit la précision du signal dans la plage 0–5 V. Un potentiomètre réglable permet de calibrer la mesure selon les besoins. Le module est galvaniquement isolé, assurant la sécurité de l'utilisateur et des composants, ce qui le rend adapté à la surveillance de la consommation électrique en temps réel.

Le capteur ZMPT101B a été retenu pour notre projet en raison de sa capacité à mesurer avec précision la tension alternative tout en assurant une isolation galvanique complète. Par rapport à d'autres capteurs tels que l'ACS712 ou les capteurs résistifs AC, il offre une meilleure fidélité du signal et un calibrage simplifié grâce à son potentiomètre

intégré. Ces caractéristiques en font un choix fiable pour la surveillance électrique, comme le montre la figure 36 ci-dessous.

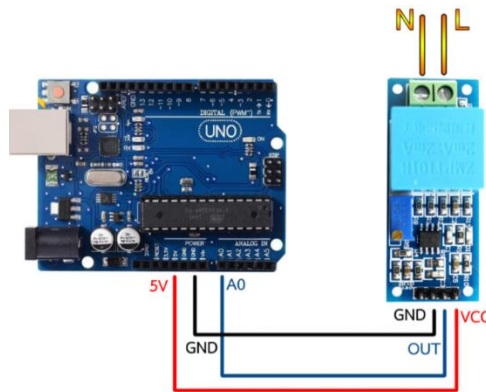


Figure II.36 Schéma de connexion du capteur ZMPT101B avec Arduino Uno

II.4.1.3. Actuateurs et sorties:

II.4.1.3.1. Buzzer (Sonnerie électronique) :

II.4.1.3.1.1. Définition:

Le buzzer actif a été choisi plutôt qu'un buzzer passif car il produit un son automatiquement dès l'activation, sans nécessiter la génération d'une fréquence par l'ESP32, garantissant ainsi une alerte immédiate et fiable lors de la détection de gaz ou d'incendie. .[5]

Il existe deux types de buzzers:

- **Buzzer actif** : produit un son dès qu'il reçoit une tension continue.
- **Buzzer passif** : nécessite un signal audio pour générer le son.

II.4.1.3.1.2. Principe de fonctionnement:

Convertit le signal électrique en son audible, généralement via un oscillateur interne. Il fonctionne avec une tension adaptée à ESP32 (3,3–5 V DC) et peut produire différents tons ou alarmes selon le programme.

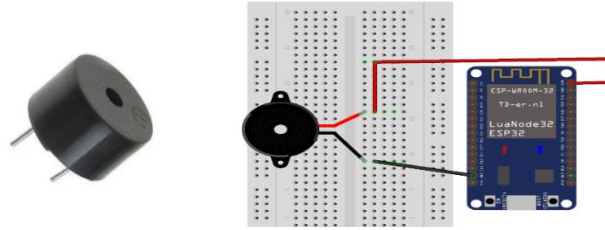


Figure II.37 Montage du buzzer actif sur ESP32 via une plaque d'essai (Fritzing)

Le buzzer actif a été choisi plutôt qu'un buzzer passif ou qu'un autre dispositif sonore, car il produit un son automatiquement dès l'activation, sans nécessiter la génération d'une fréquence par l'ESP32. Cela garantit une alerte immédiate et fiable lors de la détection de gaz ou d'incendie, ce qui est essentiel pour la sécurité du système.

II.4.1.3.2. Lampe électrique de 75 W

Une lampe électrique est un dispositif qui convertit l'énergie électrique en énergie lumineuse et thermique grâce au passage du courant dans un filament métallique ou à l'aide d'autres technologies d'éclairage. Dans ce projet de maison intelligente, une lampe de 75 W est utilisée comme charge électrique afin de représenter la consommation d'énergie et de permettre son suivi, car elle consomme une puissance notable par rapport aux capteurs et aux autres composants électroniques à faible consommation.



Figure II.38 Ampoule 75 watts et surveillance de la consommation d'énergie

II.4.1.3.3. Ventilateur électrique (Fan):

II.4.1.3.3.1. Définition:

Le ventilateur (12V Fan) est un dispositif électrique basé sur un moteur à courant continu (DC Motor) fonctionnant selon le principe de l'induction électromagnétique pour générer un mouvement rotatif[13] .



Figure II.39 Fan 12v

II.4.1.3.3.2. Principe de fonctionnement:

Lorsqu'il est alimenté en 12 V DC, le courant circule dans les enroulements du moteur et crée un champ magnétique qui interagit avec l'aimant permanent, provoquant la rotation de l'axe et le fonctionnement des pales du ventilateur afin de renouveler ou refroidir l'air.

Un ventilateur 12 V est choisi pour sa capacité à évacuer les gaz, réguler la température et assurer une bonne ventilation, tout en étant fiable et compatible avec l'ESP32.

II.4.1.3.4. Servomoteur (Moteur de service):

II.4.1.3.4.1. Définition:

Le servomoteur est un petit moteur électrique utilisé pour le contrôle précis de l'angle ou de la position. Il fonctionne généralement en courant continu (DC) et est commandé par un signal PWM (Pulse Width Modulation).[5]



Figure II.40 servomoteur (SG90)

II.4.1.3.4.2. Principe de fonctionnement :

Le servomoteur comporte généralement 3 broches (pins) :

- **VCC (rouge)** : pour l'alimentation électrique (généralement 5 V).
- **GND (marron ou noir)** : la masse.
- **Signal (orange ou jaune)** : reçoit du microcontrôleur (Arduino ou ESP32) un signal PWM.

Le signal PWM détermine l'angle de rotation de l'axe du servomoteur :

- Impulsion de **1 ms** $\approx$ angle de 0° .
- Impulsion de **1,5 ms** $\approx$ angle de 90° .
- Impulsion de **2 ms** $\approx$ angle de 180° .

Ainsi, le principe de fonctionnement repose sur la conversion de la largeur d'impulsion (Pulse Width) en un mouvement mécanique précis à l'intérieur du servomoteur, grâce à un circuit de commande interne et un ensemble d'engrenages.

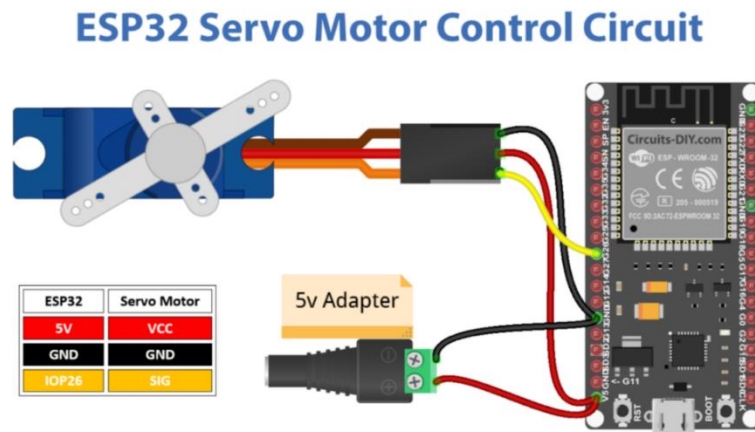


Figure II.41 Schéma de connexion du servomoteur avec l'ESP32

Le servomoteur 9g a été choisi pour sa taille compacte, sa légèreté, sa précision angulaire suffisante pour l'ouverture/fermeture de la porte, et sa facilité d'intégration avec ESP32, idéale pour les applications de maison intelligente nécessitant un contrôle mécanique fiable.

II.4.1.4. Contrôles et interface utilisateur:

II.4.1.4.1. Bouton-poussoir (Push Button) :

II.4.1.4.1.1. Définition:

Le bouton-poussoir (Push Button) est un dispositif électromécanique utilisé comme mécanisme de commande, permettant l'ouverture ou la fermeture momentanée d'un circuit électrique lorsqu'il est pressé. Il constitue l'une des formes les plus simples et les plus répandues d'interrupteurs, reposant sur l'action mécanique directe de l'utilisateur par simple pression du doigt.



Figure II.43 Bouton-poussoir (Push Button)

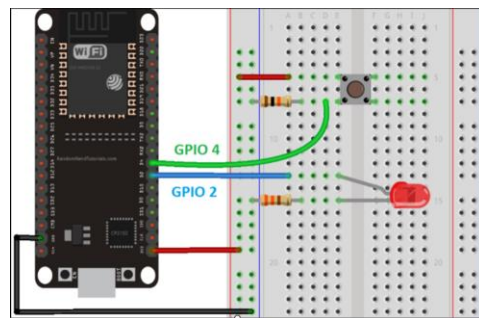


Figure II.42 Schéma de câblage d'un bouton-poussoir et d'une LED sur une broche GPIO de l'ESP32

II.4.1.4.1.2. Principe de fonctionnement:

Lorsqu'il est enfoncé, le bouton-poussoir établit un contact électrique qui permet soit de faire circuler le courant, soit d'envoyer un signal de commande. Une fois relâché, il revient à son état initial automatiquement grâce à un ressort interne ou un mécanisme de rappel.

Le bouton-poussoir est choisi pour sa simplicité, sa fiabilité et son faible coût, offrant une commande directe et facile à intégrer dans le système.

II.4.1.4.2. Clavier numérique (Keypad) Clavier matriciel 4×4:

II.4.1.4.2.1. Définition:

Le clavier matriciel 4×4 est un dispositif d'entrée composé d'un réseau de 4 lignes et 4 colonnes (soit 16 touches au total). Il permet de lire plusieurs touches en utilisant un nombre limité de broches d'E/S du microcontrôleur.

II.4.1.4.2.2. Principe de fonctionnement:

Le fonctionnement repose sur un balayage séquentiel (scanning) des lignes et colonnes :

1. Le microcontrôleur met une ligne à l'état bas (LOW).
2. Il lit ensuite les colonnes pour détecter une éventuelle connexion (touche pressée).
3. Cette opération est répétée pour chaque ligne.
4. Lorsqu'une touche est enfoncée, elle établit un contact électrique entre une ligne et une colonne spécifique. Le microcontrôleur peut ainsi identifier précisément la touche activée.

Ainsi, 16 touches peuvent être gérées avec seulement 8 broches au lieu de 16.

Le clavier numérique a été choisi pour sa simplicité, son faible coût et sa capacité à renforcer la sécurité grâce à l'entrée d'un mot de passe, offrant ainsi une solution pratique et fiable pour le contrôle d'accès.

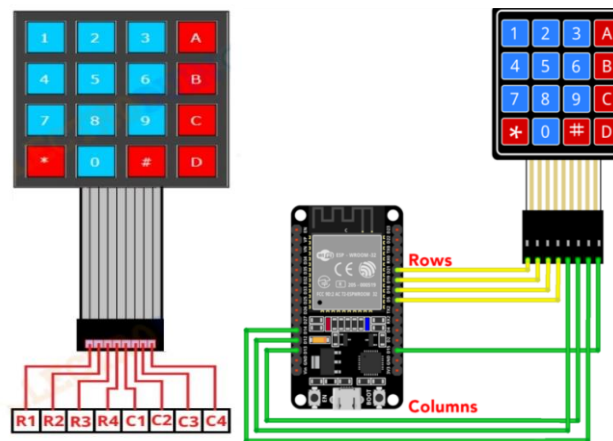


Figure II. 44 Schéma de câblage d'un clavier matriciel 4×4 avec l'ESP32

II.4.1.4.3. Module GSM SIM800L V2.0 :

II.4.1.4.3.1. Définition:

Le module SIM800L est un modem cellulaire compact (GSM/GPRS) qui permet l'envoi et la réception de SMS, la réalisation d'appels vocaux et la connexion à Internet via les réseaux 2G. Il est largement utilisé dans les projets d'Internet des objets (IoT), les systèmes intelligents, le suivi de localisation et la surveillance à distance, grâce à sa petite taille, sa faible consommation d'énergie et son coût réduit.[5]

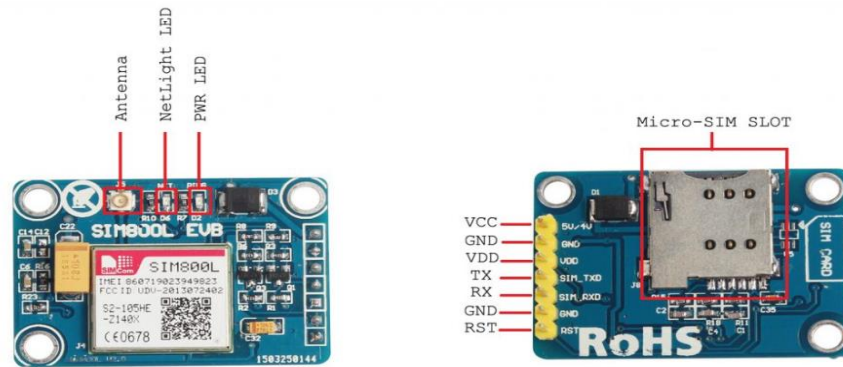


Figure II.45 Identification des broches GSM du SIM800L

II.4.1.4.3.2. Explication des Broches du Module SIM800L :

- **VCC** : (Voltage Common Collector) Alimentation du module (généralement de 3,7 V à 4,2 V).
- **GND** : (Ground) Masse du circuit.
- **VDD** : Sortie d'alimentation pour les composants externes (souvent 2,8 V).
- **TX** : (Transmit) Broche de transmission de données.
- **RX** : (Receive) Broche de réception de données.
- **RST** : (Reset) Broche de réinitialisation du module.
- **Micro-SIM SLOT** : Emplacement pour la carte Micro-SIM.
- **Antenne** : Connecteur pour l'antenne GSM.
- **NetLight LED** : Indicateur LED de l'état du réseau (clignote à différentes fréquences selon l'état).
- **PWR LED** : Indicateur LED d'alimentation (indique que le module est sous tension).

II.4.1.4.3.3. Principe de fonctionnement:

Le module se connecte à un réseau GSM/GPRS quadri-bande (850/900/1800/1900 MHz), garantissant une compatibilité mondiale.

Il communique avec des microcontrôleurs tels qu'Arduino ou ESP32 via une interface UART (broches TX et RX) en utilisant les commandes AT standard.

Grâce aux commandes AT, le module peut envoyer et recevoir des SMS, passer des appels, établir une connexion GPRS pour le transfert de données, ou recevoir des signaux FM dans certaines versions.

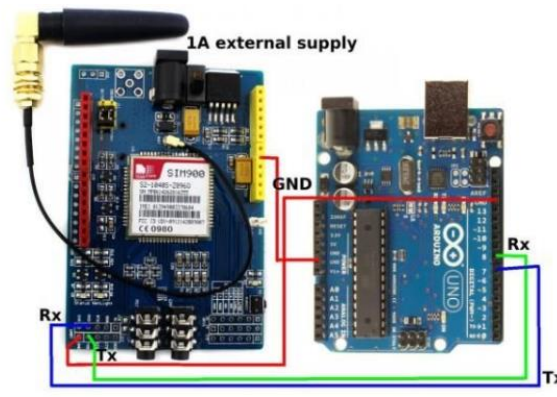


Figure II.46 Schéma de connexion du module SIM800L avec Arduino

Bien que plusieurs modules GSM/GPRS soient disponibles, tels que SIM900, SIM800A et SIM808, le module SIM800L a été choisi pour les raisons suivantes :

1. Taille compacte et faible consommation d'énergie par rapport à SIM900 et SIM808, ce qui le rend adapté aux projets compacts comme les systèmes de maison intelligente.
2. Support des réseaux quadribandes (850/900/1800/1900 MHz) contrairement au SIM800A qui ne prend en charge que certaines bandes, garantissant ainsi une compatibilité mondiale.
3. Fonctions supplémentaires telles que Bluetooth et FM, non disponibles sur le SIM900, offrent une plus grande flexibilité pour diverses applications.
4. Coût inférieur et fiabilité accrue par rapport au SIM808 qui intègre un module GPS, non nécessaire dans tous les projets, faisant du SIM800L une solution économique et efficace.

II.4.1.5. Câbles et supports:

II.4.1.5.1. Câbles male-femelle (Les câbles de connexion) :

Les câbles mâle-femelle sont des conducteurs électriques flexibles munis à leurs extrémités de connecteurs mâles (pins) ou femelles (sockets). Ils permettent d'assurer une liaison rapide et fiable entre différents modules électroniques, notamment entre une breadboard et un microcontrôleur (comme Arduino ou ESP32). Ces câbles existent sous plusieurs formes :

- **Male-male** : pour relier deux points femelles (ex. breadboard à breadboard).
- **Femelle-femelle** : pour relier deux pins mâles.
- **Male-femelle** : pour relier un pin mâle à une entrée femelle.

Leur rôle dans les projets de maison intelligente est essentiel, car ils garantissent une interconnexion souple et sécurisée entre les capteurs, les relais et les modules de commande.



Figure II.47 Kit de Câbles de Raccordement pour Arduino et Projets Électroniques

II.4.1.5.2. Plaque d'essai (Breadboard / Black d'essai):

Une plaque d'essai (*ou* breadboard, protoboard) est une base de prototypage réutilisable constituée d'un panneau plastique perforé dont les perforations sont électriquement interconnectées par des lames conductrices internes organisées en rangées et en colonnes. Elle permet l'insertion sans soudure de composants et de fils de connexion pour monter, tester et modifier rapidement des circuits analogiques ou numériques durant les phases de conception expérimentale. En raison de sa commodité pour l'assemblage et le débogage, la plaque d'essai est largement employée pour valider des prototypes avant la réalisation définitive d'un circuit imprimé (PCB).

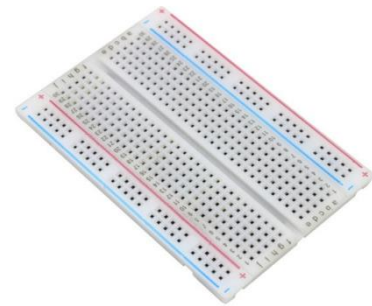


Figure II.48 Plaque d'Essai (Breadboard)

II.4.2. Plateformes de développement:

Après la présentation des composants matériels utilisés dans notre projet, il est essentiel d'introduire les plateformes de développement qui ont permis la programmation, la configuration et la simulation du système.

Parmi ces outils, nous avons principalement utilisé l'IDE Arduino pour l'écriture et le téléversement du code, Blynk pour la gestion et le contrôle à distance via une interface mobile, ainsi que Proteus pour la simulation et la vérification du fonctionnement du circuit.

II.4.2.1. Arduino Software (IDE):

Arduino IDE est une plateforme open source conçue pour le développement et la programmation de dispositifs électroniques utilisant des microcontrôleurs, comme la carte Arduino. Elle offre un éditeur de code, un compilateur, un outil de débogage, ainsi qu'une collection de codes préprogrammés pour faciliter diverses tâches.

Dans les systèmes de domotique connectés basés sur des interrupteurs intelligents, l'IDE Arduino joue un rôle clé en permettant aux développeurs de rédiger et de transférer le code nécessaire pour gérer le fonctionnement des interrupteurs. Le programme peut intégrer des logiques de contrôle basées sur des entrées variées, telles que les capteurs, les commandes utilisateur ou des événements externes.[14]

Grâce à Arduino IDE, il est possible de créer des solutions personnalisées pour répondre aux besoins spécifiques du projet. Des fonctionnalités telles que la planification automatique, le pilotage à distance via une application mobile ou l'interconnexion avec d'autres appareils IoT peuvent être facilement implémentées. La richesse des bibliothèques et des exemples partagés par la communauté rend cette plateforme particulièrement adaptée à la réalisation de systèmes domotiques intelligents. Présentation de l'application Blynk:

Blynk est une plateforme dédiée à l'Internet des Objets (IoT), disponible sur Android et iOS, qui permet de contrôler à distance des cartes embarquées telles qu'Arduino, ESP32, Raspberry Pi, WeMos D1, etc., via Internet.[14]

Comme montré dans l'image numéro 49, elle illustre l'environnement de travail utilisé dans le projet de circuits intelligents, comprenant Arduino IDE pour la programmation et Blynk pour le contrôle à distance et la surveillance des appareils via Internet.

Elle offre les fonctionnalités suivantes :

- Contrôle du matériel (Hardware) à distance,
- Affichage et visualisation des données collectées par les capteurs (Sensors),
- Stockage et analyse des données,
- Intégration de fonctions avancées (notifications, communication entre périphériques, etc.).

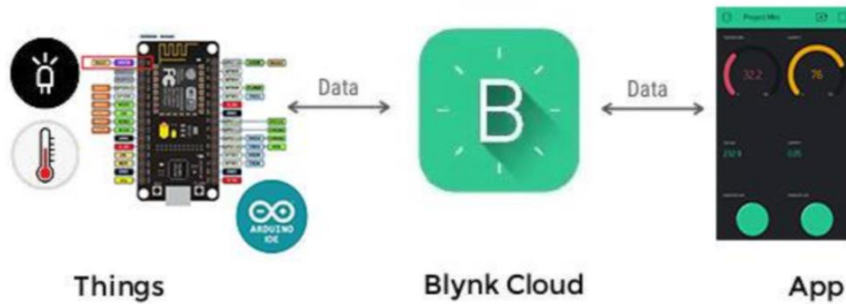


Figure II.49 Architecture de l'application Blynk pour l'IoT

II.4.2.1.1. Composants principaux de Blynk

- **Application Blynk (Blynk App) :** permet de créer une interface utilisateur graphique (UI) en utilisant des widgets (boutons, jauges, graphiques...) par simple glisser-déposer, sans programmation.
- **Serveur Blynk (Blynk Server) :** gère la communication entre le smartphone et la carte embarquée. Il peut s'agir du Blynk Cloud ou d'un serveur privé (ex. Raspberry Pi).
- **Bibliothèques Blynk :** installées dans l'environnement de développement (Arduino IDE, etc.), elles assurent la communication avec le serveur et l'exécution des commandes.

Cette évolution peut être schématisée à travers différentes générations, comme le présente la Figure 50 ci-dessous:

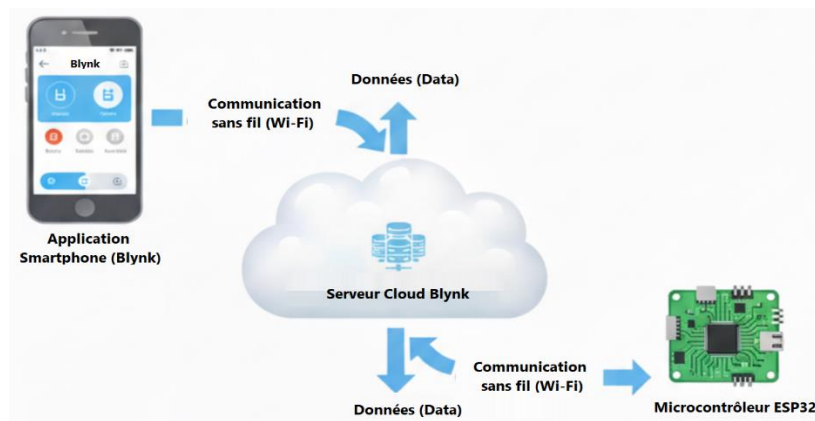


Figure II.50 Schéma de l'architecture Blynk

II.4.2.1.2. Fonctionnalités principales

- API et interface uniformes pour tous les matériels pris en charge,
- Connexion possible via Ethernet, WiFi, Bluetooth/BLE ou USB,
- Large choix de widgets faciles à configurer,
- Contrôle direct des broches sans écrire de code,
- Extensions grâce aux broches virtuelles (Virtual Pins),
- Historique des données grâce au widget History Graph,
- Communication périphérique-à-périphérique via le widget Bridge,
- Envoi d'e-mails, tweets et notifications push,
- De nouvelles fonctionnalités sont ajoutées régulièrement.

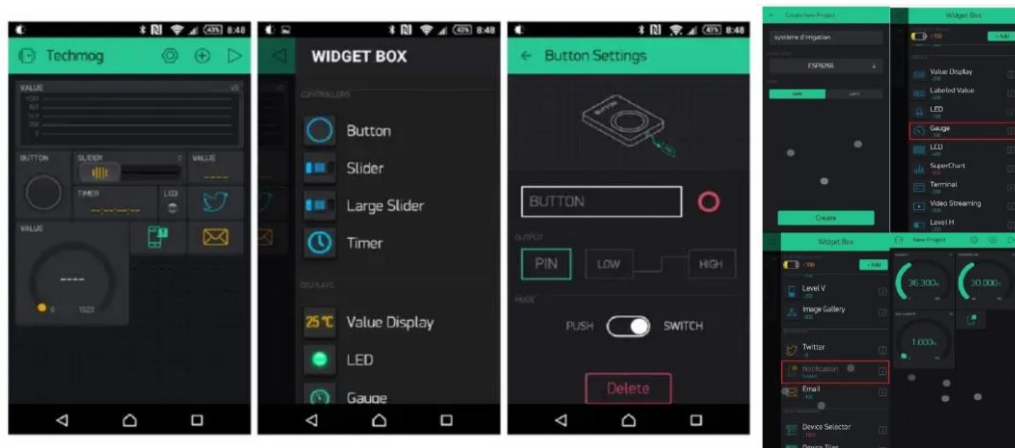


Figure II.51 Capture d'écran de widgets Blynk (ex; jauge, bouton, graphique).

II.4.2.1.3. Création et configuration d'un projet Blynk avec ESP32 :

A. Étapes de configuration sur PC :

- Ouvrir Arduino IDE et installer la bibliothèque Blynk,
- Se connecter au site Blynk via navigateur avec le même compte Gmail,
- Créer un nouveau projet sur la plateforme en choisissant le type de carte (ESP32) et le mode de connexion (Wi-Fi),

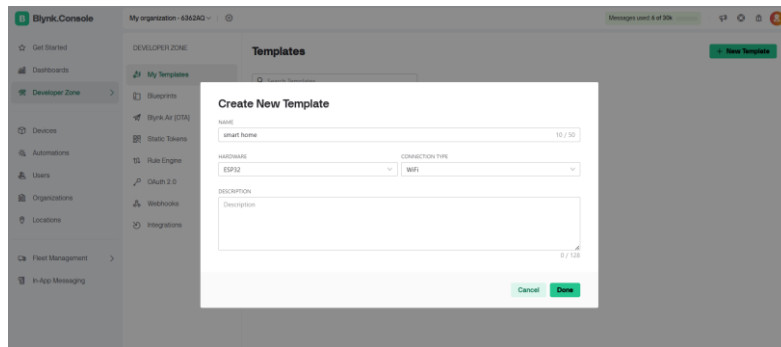


Figure II.52 Création d'un nouveau modèle (Template) sur la console Blynk

- Récupérer l'Auth Token envoyé automatiquement,

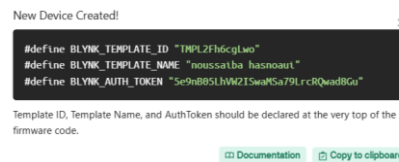


Figure 53 Informations de l'appareil Blynk créé : ID de modèle, Nom et Jeton d'authentification (Auth Token)

- Copier le jeton et l'insérer dans le code du projet dans Arduino IDE,

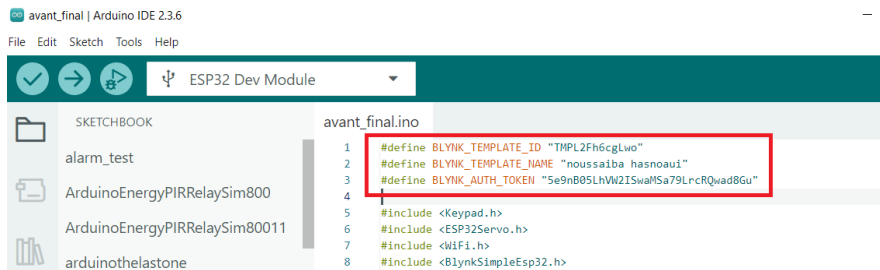


Figure II.54 Intégration des identifiants Blynk (Template ID, Nom, Jeton d'authentification) dans l'IDE Arduino

- Compiler et téléverser le code vers la carte ESP32 via le port USB.

B. Étapes de configuration sur smartphone :

Lors du téléchargement de l'application Blynk sur le téléphone et de la connexion avec le même compte utilisé sur l'ordinateur, le template déjà créé apparaît automatiquement.

L'interface peut sembler vide (fond blanc), mais toutes les configurations effectuées sur le PC sont déjà enregistrées.

Il suffit simplement d'ajouter les widgets nécessaires (boutons, jauges, graphiques, etc.) dans l'interface mobile, et ceux-ci fonctionneront directement avec les paramètres prédéfinis sur le microcontrôleur, sans avoir à reconfigurer manuellement les informations.

Remarque :

L'utilisation combinée de l'ordinateur et du smartphone permet d'optimiser le travail : le premier pour la configuration et la programmation, et le second pour le contrôle et la supervision en temps réel.

II.4.2.1.4. Synchronisation et execution:

Après avoir téléversé le code sur la carte via PC et configuré les widgets sur smartphone, la liaison entre le téléphone et l'ESP32 s'effectue via le serveur Blynk (Cloud ou local).

Le contrôle et la surveillance deviennent alors instantanés depuis le smartphone, tandis que l'ordinateur reste l'outil principal pour la programmation et le téléversement du code.



Figure II.55 Architecture de l'IoT basée sur Blynk (Appareil, Cloud et Application mobile)

II.5. Conclusion

On peut dire que ce chapitre a constitué une étape essentielle pour comprendre la conception et la mise en place d'un système de maison intelligente. Il nous a permis de présenter les composants nécessaires et de clarifier leur fonctionnement intégré afin d'assurer

confort et sécurité à l'utilisateur. L'étude de ces aspects théoriques et techniques représente une base importante sur laquelle nous nous appuierons dans le chapitre suivant pour passer à la phase de conception et de réalisation pratique du projet.

CHAPITRE III :

Conception et réalisation du système

III.1. Introduction

Dans le cadre du projet de développement d'un système intelligent destiné aux foyers algériens, ce chapitre vise à présenter le prototype conçu et réalisé pour le contrôle à distance des équipements domestiques. Ce système repose sur la carte ESP32, solution à faible coût offrant une connectivité sans fil efficace, ce qui en fait une option pratique et économique adaptée à la réalité algérienne, notamment dans les régions où l'infrastructure est limitée.

Le système permet de surveiller l'éclairage, la pompe à eau, le système d'alarme, ainsi que la consommation électrique. Il permet également d'interagir avec divers capteurs, tels que ceux de détection de mouvement ou de fuite de gaz. Le prototype a été conçu pour fonctionner via une connexion Wi-Fi, tout en intégrant la possibilité d'envoyer des commandes et des alertes par SMS, afin d'assurer la continuité du service même en cas de coupure d'Internet — une caractéristique indispensable compte tenu des interruptions fréquentes dans certaines régions.

Ce chapitre détaillera les composants matériels du système et leur installation, le schéma électrique illustrant l'interaction des différents dispositifs, les algorithmes utilisés dans la programmation, ainsi que l'interface utilisateur. Il présentera également les résultats expérimentaux obtenus et fournira une analyse critique de ces résultats, en mettant en lumière les perspectives futures d'amélioration du système afin de répondre efficacement aux besoins des foyers algériens.

III.2. Montage matériel et schéma électrique:

III.2.1. Schéma de câblage :

Le schéma de câblage du prototype a été réalisé à l'aide du logiciel Proteus. L'agencement des composants et leurs dimensions sont présentés selon les paramètres par défaut du logiciel, ce qui explique l'impossibilité de réduire ou d'ajuster la taille de certains modules (ex. ESP32, SIM900D, capteurs). De plus, les liaisons électriques apparaissent parfois croisées en raison des contraintes de représentation graphique, mais elles respectent le câblage réel prévu dans la conception. L'objectif principal du schéma est de montrer la connectivité logique entre les différents composants du système, et non pas la disposition physique exacte dans le prototype réel.

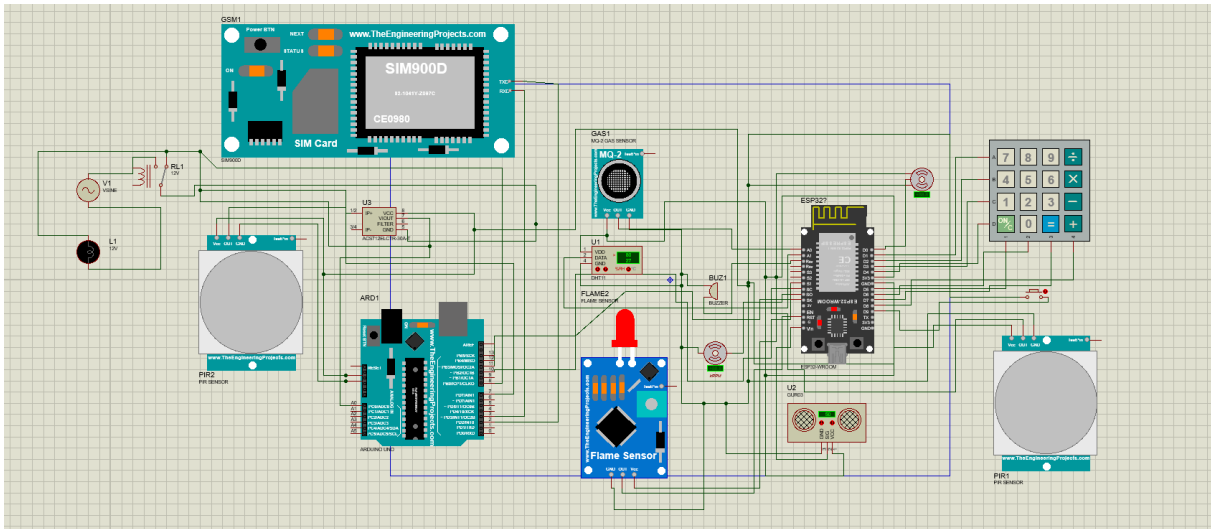


Figure III.56 Schéma de câblage du prototype d'une maison intelligente sous Proteus

Le schéma montre l'interconnexion des principaux composants du système: ESP32, Arduino, capteurs, éclairage et système d'alarme. Les détails de la programmation et des protocoles de communication seront présentés dans le titre suivant.

III.2.2. Description des connexions :

II.5.2.4. Communication entre Arduino et ESP32:

Pour assurer l'échange de données entre les deux microcontrôleurs, une liaison série (UART) a été mise en place:

- TX Arduino (D11) → RX2 ESP32 (GPIO16)
- RX Arduino (D10) → TX2 ESP32 (GPIO17)
- GND commun

Cette connexion permet à l'Arduino d'envoyer les valeurs de consommation énergétique (Énergie, Courant, Puissance) vers l'ESP32, tandis que ce dernier transmet les ordres et alertes (RELAY_ON, RELAY_OFF, WATER, GAZ, FIRE, INTRUDER) vers l'Arduino, permettant ainsi le contrôle à distance de la lampe via SMS ou l'application Blynk.

II.5.2.5. Arduino – Capteurs et modules:

- Capteur de courant (ACS712) : connecté à l'entrée analogique A0, mesure l'intensité consommée par la lampe 220 V.
- Capteur PIR (mouvement) : branché sur la broche D7, détecte la présence humaine.
- Relais : relié à la broche D8, commande l'allumage/extinction de la lampe 220 V.

- Module GSM (SIM800L) : connecté via SoftwareSerial (D3 → TX, D2 → RX), utilisé pour l'envoi et la réception de SMS.

II.5.2.6. ESP32 – Capteurs et modules:

- DHT11 (Température & Humidité) : DATA → GPIO32, alimenté en 3,3 V.
- MQ-2 (Gaz/Fumée) : A0 → GPIO34 (entrée analogique).
- Capteur de flamme : Signal → GPIO35.
- Capteur ultrason (HC-SR04) : Trig → GPIO18, Echo → GPIO19.
- Capteur PIR (mouvement) : Signal → GPIO27.
- Clavier matriciel (Keypad 4x4) : connecté aux GPIO 12, 13, 14, 26, 25, 33... selon configuration.
- Servomoteur (porte) : Signal → GPIO23, contrôle l'ouverture/fermeture de la porte.
- Ventilateur 12V : Signal → GPIO5, activé en cas de chaleur ou de fumée.
- Buzzer : Signal → GPIO4, utilisé comme alarme sonore.

II.5.2.7. Connexion WiFi et Application Blynk:

L'ESP32 est connecté au réseau WiFi afin de communiquer avec l'application mobile Blynk. Cette interface utilisateur permet:

- La visualisation en temps réel des mesures (température, humidité, niveau d'eau, détection de gaz/flamme, consommation énergétique),
- Le contrôle manuel (activation du relais, servo, ventilateur),
- La réception de notifications push sur smartphone.

Tableau 5 Tableau récapitulatif des connexions

<i>Microcontrôleur</i>	Capteur / Actionneur	Broche capteur / module	Broche μC utilisée	Remarque
Arduino UNO	Capteur de courant ACS712	OUT	A0	Mesure du courant consommé par la lampe 220 V
	Capteur PIR (mouvement)	Signal	D7	Détection de mouvement (commande lampe)
	Relais (lampe 220 V)	IN	D8	Allumage/Extinction de la lampe
	Module SIM800L (GSM)	TX $\rightarrow$ D3 / RX $\rightarrow$ D2	SoftwareSerial (3,2)	Envoi et réception de SMS
ESP32	ESP32 (liaison série)	TX $\rightarrow$ D11 / RX $\rightarrow$ D10	RX2/TX2 (16,17)	Communication bidirectionnelle
	DHT11 (Temp. & Humidité)	DATA	GPIO32	Mesure température & humidité
	MQ-2 (Gaz/Fumée)	A0	GPIO34 (entrée analogique)	Détection gaz et fumée
	Capteur de flamme	Signal	GPIO35	Détection flamme
	HC-SR04 (Ultrason)	Trig / Echo	GPIO18 / GPIO19	Mesure du niveau d'eau
	Capteur PIR (mouvement)	Signal	GPIO27	Détection présence humaine
	Clavier matriciel (4x4)	Lignes / Colonnes	GPIO12, 13, 14, 26, 25, 33...	Saisie de mot de passe
	Servomoteur (porte)	Signal	GPIO23	Ouverture / fermeture de la porte
	Ventilateur 12V	Signal	GPIO5	Activation en cas de chaleur ou fumée
	Buzzer (alarme)	Signal	GPIO4	Signal sonore (alarme)

III.2.3. Photographies du montage réel :

III.2.3.1. Présentation du modèle externe :

Pour visualiser le système de maison intelligente, un modèle externe a été créé à l'aide d'un logiciel de modélisation 3D. Le plan comprend une cuisine, un salon, un couloir et deux chambres, permettant de représenter de manière réaliste l'agencement des pièces et l'emplacement des équipements intelligents.

Cette maquette sert de référence pour la construction physique du prototype, réalisée sur une planche de bois afin de faciliter l'intégration des capteurs, des actionneurs et des autres composants électroniques.

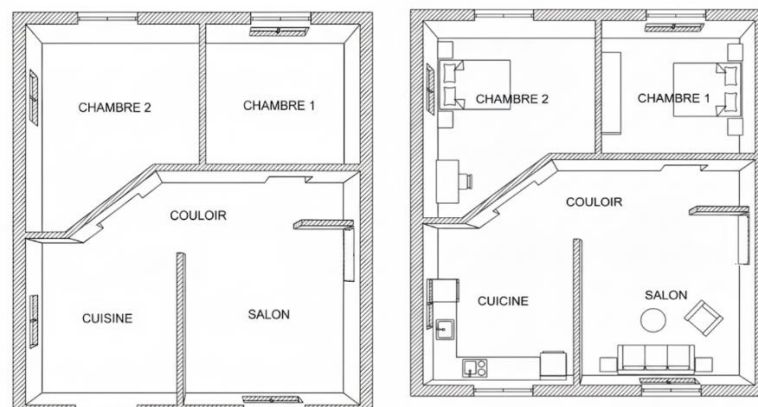


Figure III.57 Plan 2D de la maison

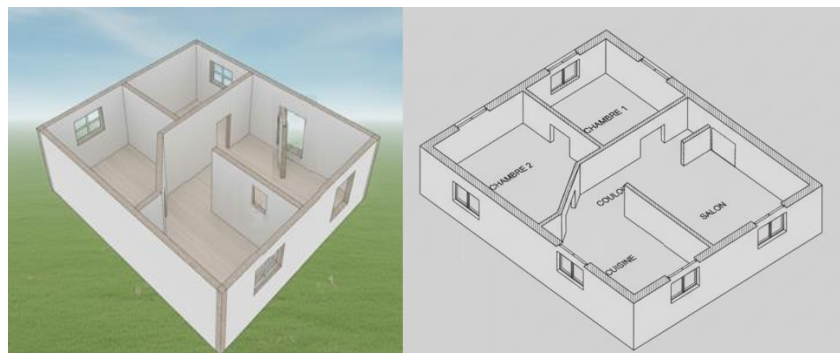


Figure III.58 Maquette 3D de la maison réalisée

Le modèle réduit permet de présenter les fonctionnalités de la maison intelligente à travers les dispositifs et capteurs suivants:

- Capteur de température et d'humidité DHT11
- Capteur de gaz MQ-2

- Capteur de flamme
- Capteurs de mouvement PIR
- Lampe 75 W
- Ventilateur 12 V
- Servomoteur pour le contrôle de la porte
- Bouton-poussoir
- Buzzer
- Module GSM pour l'envoi de SMS

Tableau 6 Localisation des capteurs et équipements

Localisation	Capteurs et actionneurs
<i>Cuisine</i>	Capteur de gaz MQ-2, Ventilateur
<i>Chambre 1</i>	Module GSM
<i>Chambre 2</i>	Lampe 75 W, Capteur de mouvement PIR 2
<i>Salon</i>	Capteur DHT11, Capteur de flamme
<i>Jardin</i>	Capteur ultrasonique
<i>Mur extérieur / Entrée</i>	Push Button (activation PIR extérieur), Keypad (saisie du code), Capteur de mouvement PIR 1
<i>Porte</i>	Servomoteur (contrôle du portail)

II.5.3.5. Réalisation physique du prototype:

Avant de construire le prototype, nous avons réalisé un plan 2D de la maison pour visualiser l'agencement des pièces et l'emplacement des capteurs et actionneurs.

Nous avons ensuite travaillé sur le bois : les murs ont été posés et des passages ont été prévus pour faire passer les fils électriques. Une espace libre en bas a été laissé pour placer le ESP32, la plaque d'essai et les fils, tandis que les capteurs et actionneurs seront positionnés sur les murs et les zones hautes.



Figure III.59 Transfert du plan sur le bois et préparation de l'espace pour l'ESP32 et la plaque d'essai

Les capteurs et actionneurs ont été placés à leurs emplacements prévus et fixés avec du support et du colle approprié. Pas besoin de percer ni de montage compliqué, ce qui permet de visualiser facilement leur position et fonctionnement.



Figure III.60 Placement des capteurs et actionneurs sur le prototype

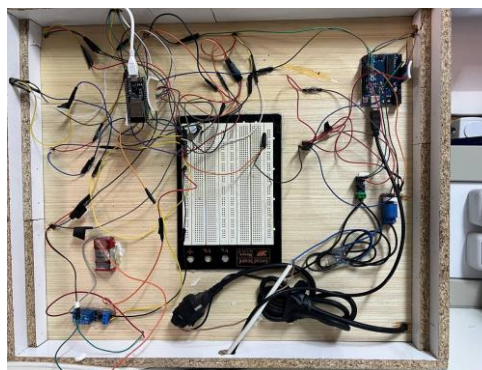


Figure III.61 Espace réservé sous le prototype pour le câblage et les composants non visibles

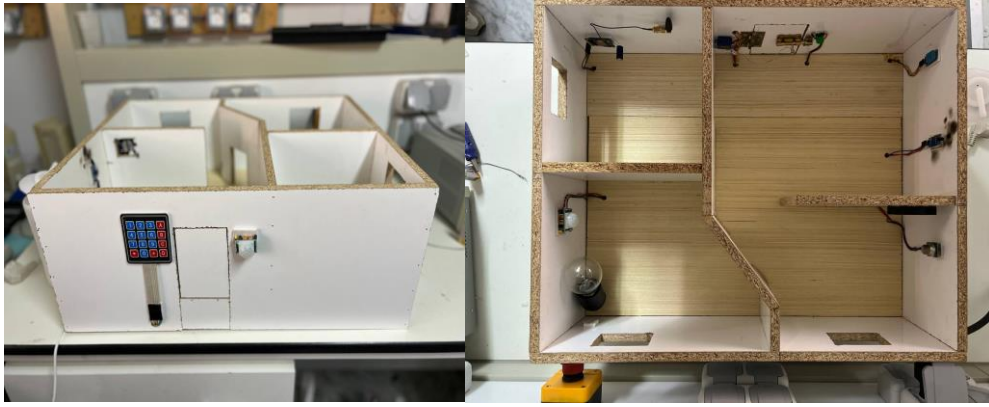


Figure III.62 Prototype final prêt pour les tests et démonstration

III.3. Programmation et algorithmes :

III.3.1. Mécanisme de communication Arduino–ESP32 (code et protocole utilisé) :

III.3.1.1. Méthode utilisée: liaison série (UART – TX/RX, GND commun)

Afin d’assurer une intégration fluide entre les deux microcontrôleurs, une communication série (UART) a été mise en place. Le principe repose sur le croisement des broches de transmission et de réception :

TX (Transmit), utilisé pour émettre des données, de l’Arduino, est connecté au RX (Receive), utilisé pour recevoir des données, de l’ESP32 et vice versa, avec une masse commune (GND) pour garantir une référence électrique stable. Cette architecture, bien qu’apparemment simple, constitue l’une des méthodes les plus robustes pour l’échange bidirectionnel de données entre systèmes embarqués.

Dans notre implémentation, l’ESP32 exploite son port Serial2 (via les broches GPIO16 et GPIO17 configurées respectivement comme RX et TX), ce qui lui permet de maintenir son port série principal libre pour les opérations de débogage et de programmation. Cette configuration évite toute interférence et assure une communication fiable et extensible. Le respect d’un même débit en bauds des deux côtés (ex. 9600 bauds) est indispensable pour garantir la synchronisation et prévenir les pertes de données.

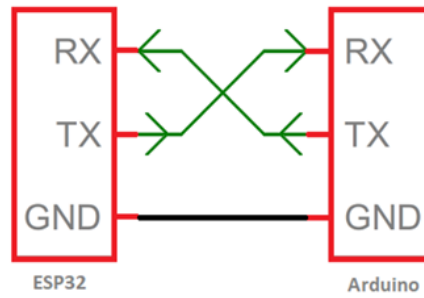


Figure III.63 Schéma de liaison série croisée (UART) entre ESP32 et Arduino

III.3.1.2. Justification de l'architecture double (Arduino – ESP32):

L'adoption d'une architecture hybride s'appuie sur plusieurs considérations techniques:

- **Réduction de la charge de traitement** : la délégation des fonctions critiques (mesure de courant, relais, GSM) à l'Arduino permet à l'ESP32 de se concentrer sur les tâches réseau et de communication.
- **Séparation fonctionnelle et fiabilité** : chaque carte gère un sous-système indépendant, ce qui renforce la tolérance aux pannes et limite les risques de défaillance totale.
- **Double connectivité (WiFi + GSM)** : le système bénéficie d'une redondance en matière de communication. Si le WiFi est indisponible, l'envoi d'alertes critiques par SMS reste garanti, renforçant la sécurité et la disponibilité du système.
- **Souplesse et évolutivité** : l'architecture modulaire rend possible l'ajout de nouveaux capteurs ou actionneurs sans compromettre la stabilité globale.

En somme, cette architecture double assure un équilibre optimal entre performance, fiabilité et évolutivité, répondant ainsi aux exigences d'un système domotique moderne et sécurisé.

III.3.1.3. Apport scientifique et technologique:

La mise en œuvre de cette communication série illustre parfaitement l'importance de l'interopérabilité entre microcontrôleurs hétérogènes. Elle met en évidence la capacité à concevoir un système distribué, où chaque nœud possède des responsabilités spécifiques tout en contribuant à un objectif commun. Cette approche s'inscrit pleinement dans les principes

modernes de l'Internet des Objets (IoT), où la synergie entre composants matériels et protocoles de communication constitue le cœur de l'innovation.

Ainsi, au-delà de l'aspect pratique, ce choix d'architecture et de méthode de communication traduit un saut de niveau en matière de conception: nous ne sommes plus dans une logique de simple câblage de capteurs, mais bien dans une démarche systémique intégrant réseaux, redondance, et gestion intelligente des ressources — une orientation qui s'aligne avec les standards actuels des systèmes embarqués et de l'IoT.

En définitive, l'apport scientifique et technologique de ce travail réside dans la démonstration concrète d'une architecture IoT robuste, modulaire et extensible, adaptée aux besoins réels de la domotique intelligente.

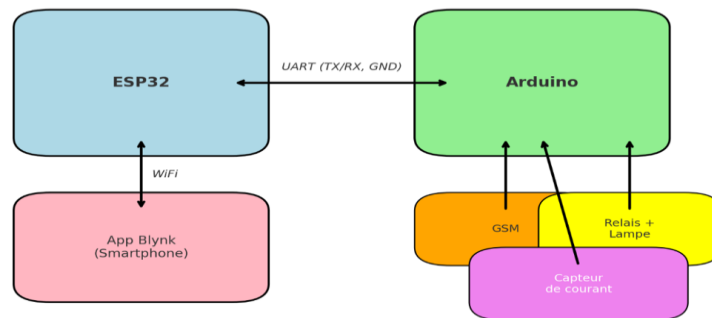


Figure III.64 : Schéma logique de communication Arduino - ESP32 dans la maison intelligente.

III.3.2. Algorithmes appliqués aux capteurs et modules du système de maison intelligente:

III.3.2.1. Capteurs de sécurité et protection:

III.3.2.1.1. Capteur de flamme (détection incendie):

Le capteur de flamme est utilisé pour la détection précoce des incendies. Lorsqu'une flamme est perçue, un algorithme compare l'intensité du signal mesuré à un seuil prédéfini. Si ce seuil est dépassé, le système déclenche automatiquement le buzzer afin d'alerter les occupants de la maison. En parallèle, une notification est envoyée via l'application Blynk avec le message:

« Un incendie a été détecté dans votre maison. Veuillez agir immédiatement! »
et un SMS est transmis au téléphone de l'utilisateur contenant le texte:

« Incendie détecté! »

Cette combinaison assure une réaction rapide et une double sécurité, locale et à distance.

Algorithme :

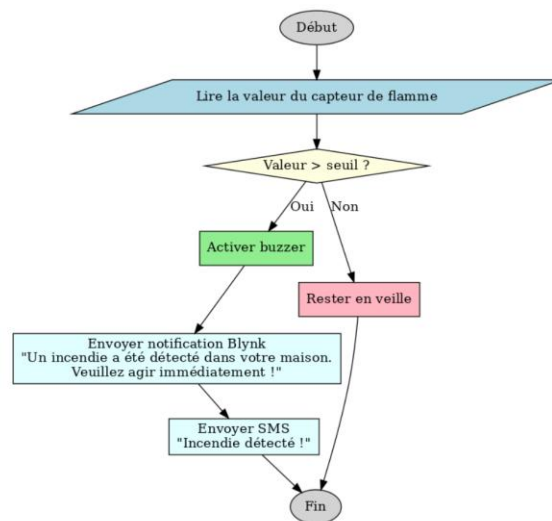


Figure III.65 Algorithme de détection d'incendie (Capteur de flamme)

III.3.2.1.2. Capteur MQ-2 (détection de gaz):

Le capteur MQ-2 est utilisé pour la détection des gaz. Connecté à l'ESP32, il fournit un signal analogique analysé en temps réel. Lorsqu'il y a une concentration de gaz, le système active automatiquement le ventilateur afin d'évacuer l'air pollué. En parallèle, une notification est envoyée via l'application Blynk avec le message :

« Fuite de gaz détectée. Vérifiez immédiatement. »

et un SMS est transmis au téléphone de l'utilisateur contenant le texte :

« Fuite de gaz détectée ! »

Cette approche garantit une réaction rapide et une sécurité renforcée pour les occupants.

Algorithme :

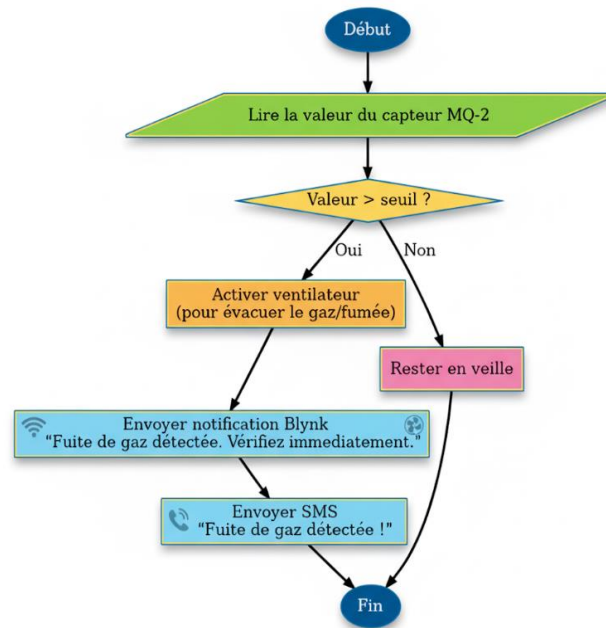


Figure III.66 Algorithme de détection de fuite de gaz (Capteur MQ-2)

III.3.2.1.3. Capteur PIR1 (sécurité extérieure):

Le capteur PIR1 est dédié à la surveillance extérieure. Il est activé via un pushbutton, pouvant être utilisé aussi bien lors du départ des habitants que durant leur présence à la maison, par exemple pendant la nuit entre minuit et le réveil. Lorsqu'un mouvement est détecté, l'algorithme traite l'information et déclenche l'envoi d'une notification immédiate sur l'application Blynk, afin de prévenir toute intrusion.

Algorithme :

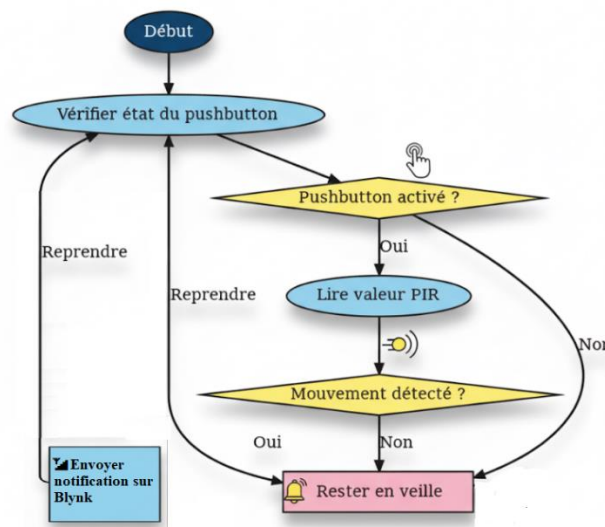


Figure III.67 Algorithme de sécurité extérieure (Capteur PIR1 + Pushbutton)

III.3.2.1.4. Keypad + servomoteur (contrôle d'accès):

Le système de contrôle d'accès repose sur l'association d'un clavier numérique (keypad) et d'un servomoteur. L'algorithme compare le code saisi par l'utilisateur avec celui enregistré en mémoire. En cas de correspondance correcte, le servomoteur actionne l'ouverture du portail. Après trois tentatives erronées, une alarme sonore est automatiquement déclenchée, accompagnée de l'envoi d'une notification via l'application et d'un SMS pour signaler une tentative d'intrusion.

Algorithme :

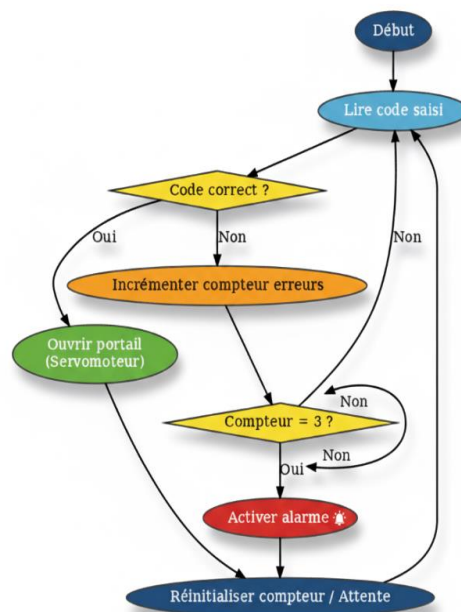


Figure III.68 Algorithme de contrôle d'accès (Keypad + Servomoteur)

III.3.2.2. Capteurs de confort et automatisation:

III.3.2.2.1. Capteur DHT11 (température et humidité):

Le capteur DHT11 permet de mesurer en continu la température et l'humidité dans la maison. L'algorithme compare la température mesurée avec un seuil fixé (30 °C). En cas de dépassement, le ventilateur 12 V est activé automatiquement pour rafraîchir l'air, et une notification est envoyée à l'utilisateur via l'application Blynk.

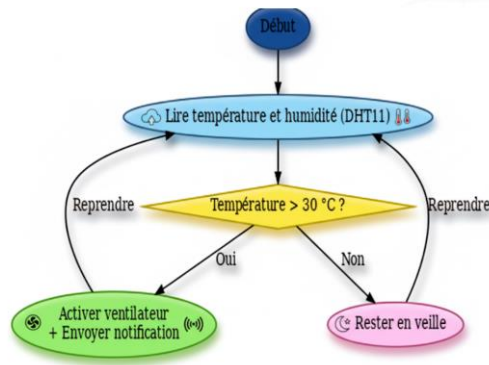


Figure III.69 Algorithme de régulation de la température (Capteur DHT11 + ventilateur 12V)

III.3.2.2.2. Capteur PIR2 + Relais (éclairage automatique):

Le système relie le capteur de mouvement PIR à un relais qui commande une lampe de 75 W. Lorsqu'un mouvement est détecté, le relais se ferme automatiquement, ce qui allume la lampe. En cas d'absence de mouvement pendant une durée de 5second, le relais s'ouvre pour éteindre la lampe. De plus, le module de communication GSM (SIM800L) a été intégré afin de permettre à l'utilisateur de contrôler à distance l'allumage ou l'extinction de la lampe via des messages courts (SMS), tout en offrant la possibilité de suivre la consommation énergétique. Ainsi, cette combinaison entre PIR + Relais + Lampe + GSM constitue un système intelligent et efficace de gestion de l'éclairage avec une fonction de contrôle et de surveillance à distance.

Algorithme :

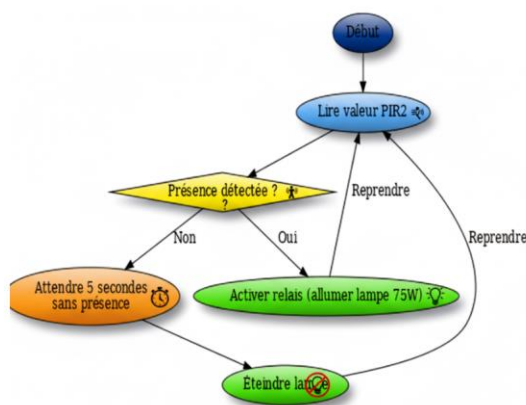


Figure III.70 Algorithme d'éclairage automatique (Capteur PIR2 + Relais + lampe 75W)

III.3.2.2.3. Capteur ultrasonique (niveau d'eau):

Le capteur à ultrasons est utilisé pour surveiller en permanence le niveau d'eau dans le réservoir. Il mesure la distance entre le capteur et la surface de l'eau et la convertit en pourcentage représentant le niveau d'eau. Lorsque le niveau descend en dessous de 30 %, le système envoie une notification via l'application Blynk :

« Niveau d'eau inférieur à 30% »

De plus, un SMS est envoyé au numéro défini avec le message :

« Niveau d'eau bas détecté ! »

Ainsi, le système informe immédiatement l'utilisateur d'un niveau d'eau bas, lui permettant d'agir rapidement.

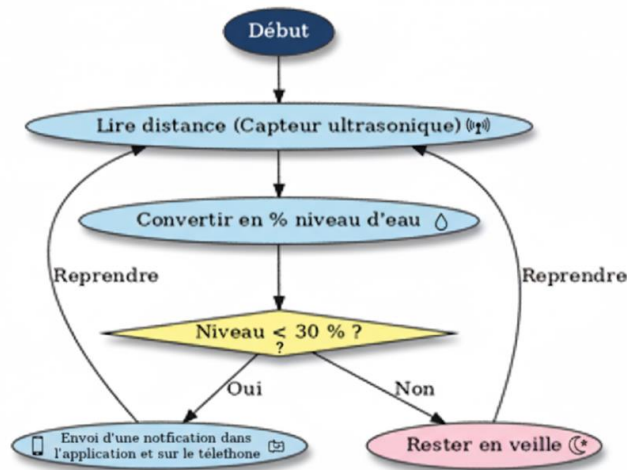


Figure III.71 Algorithme de suivi du niveau d'eau (Capteur ultrasonique)

III.3.2.3. Capteurs et modules de gestion énergétique:

III.3.2.3.1. Capteur de courant (consommation électrique):

Le système surveille la consommation d'une lampe de 75 W à l'aide du capteur ACS712. Il calcule le courant efficace (RMS) mesuré par le capteur, puis la puissance instantanée avec la formule correspondante.

$$Power(W) = RMS\ Current(A) \times 220\ V$$

Ensuite, l'énergie consommée est intégrée sur la durée afin d'obtenir la consommation totale en Wh.

- En cas de dépassement du niveau de consommation normal, une alerte est envoyée uniquement par SMS pour prévenir l'utilisateur.
- Lorsque l'utilisateur demande la consommation actuelle, le système envoie la valeur directement à la fois sur l'application Blynk et par SMS, afin de lui permettre de suivre la consommation de la lampe en temps réel.
- L'application contient également un jauge (Gauge) qui affiche en permanence la valeur de la consommation.
- En cas d'absence de connexion Internet, l'utilisateur peut envoyer un SMS avec le mot "consommation", et il reçoit automatiquement une réponse contenant la valeur de la consommation.

Ce système aide l'utilisateur à surveiller et à contrôler efficacement sa consommation électrique, contribuant ainsi à l'économie d'énergie et à la réduction des factures.

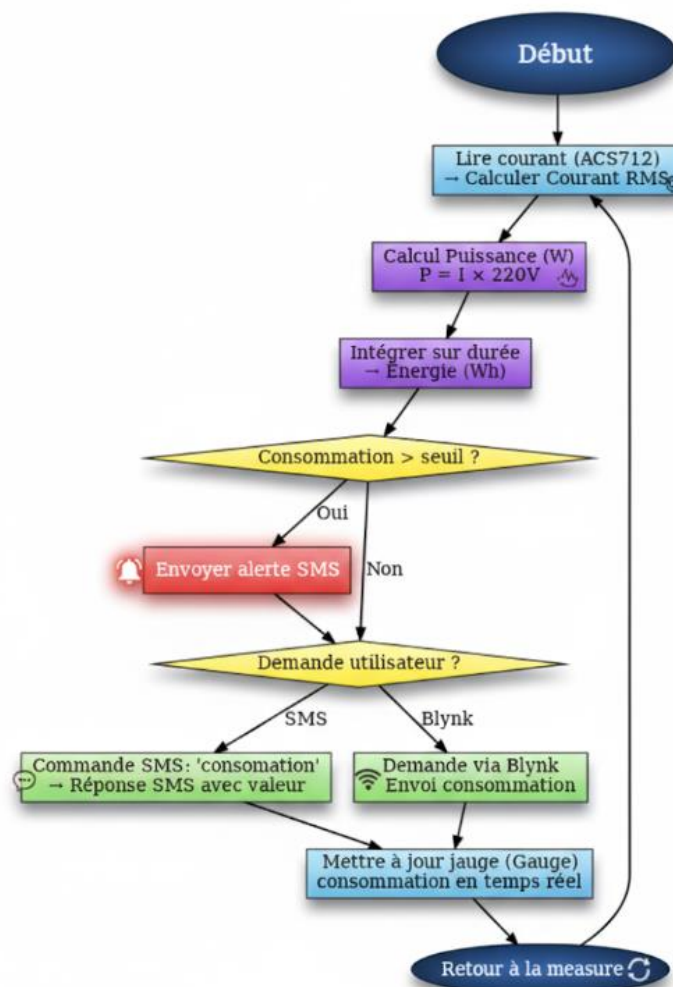


Figure III.72 Algorithme – Détection de surconsommation

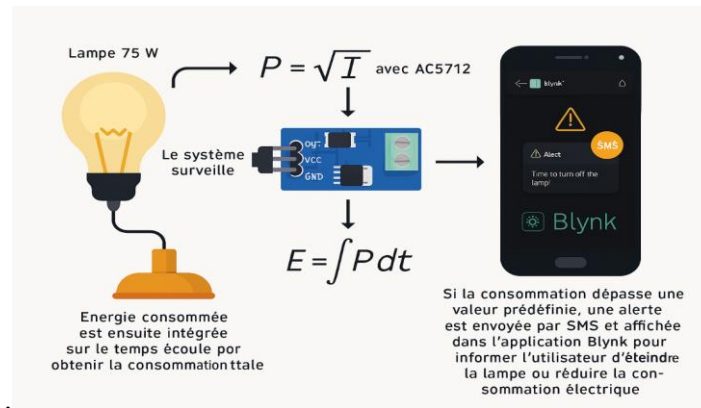


Figure III.73 Système intelligent de surveillance de la consommation électrique avec capteur AC5712 et application Blynk

III.3.2.3.2. Module GSM + Arduino:

Le module GSM permet le contrôle à distance des lampes via SMS et l'envoi de notifications en cas de dépassement de consommation ou d'alerte.

Algorithme :

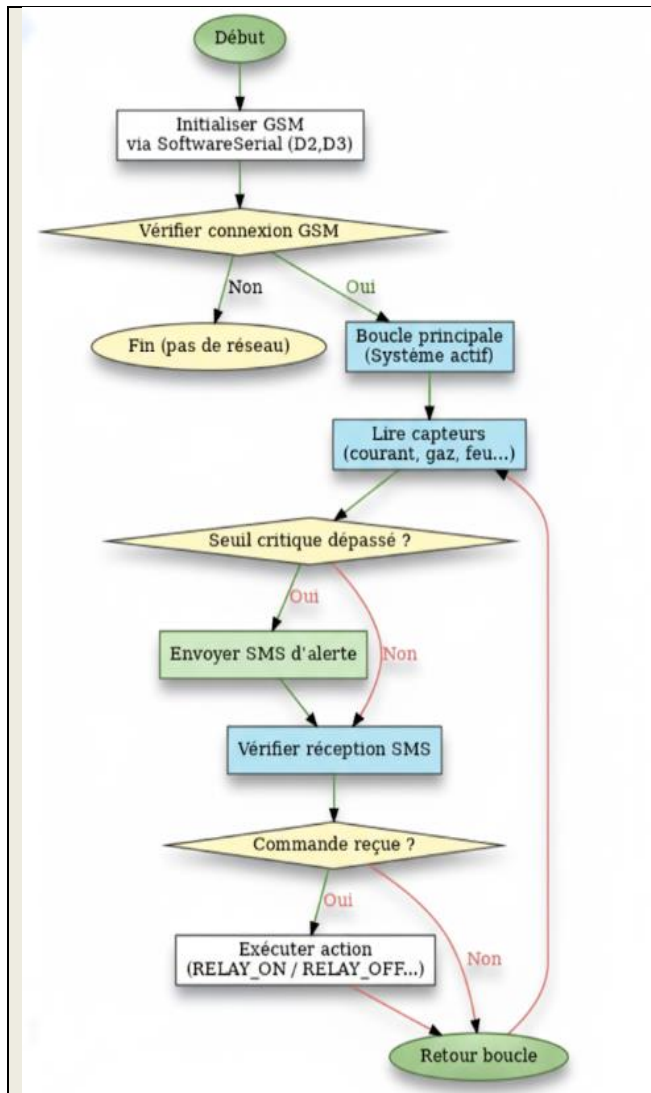


Figure III.74 Algorithme de système de Gestion et de Surveillance Domotique Centralisé via GSM

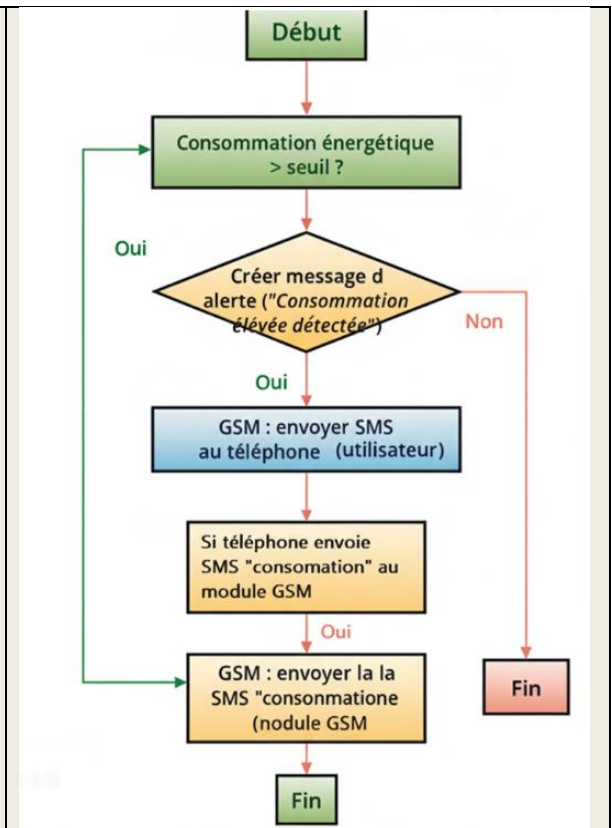


Figure III.75 Algorithme de système de surveillance de la consommation énergétique par alerte SMS

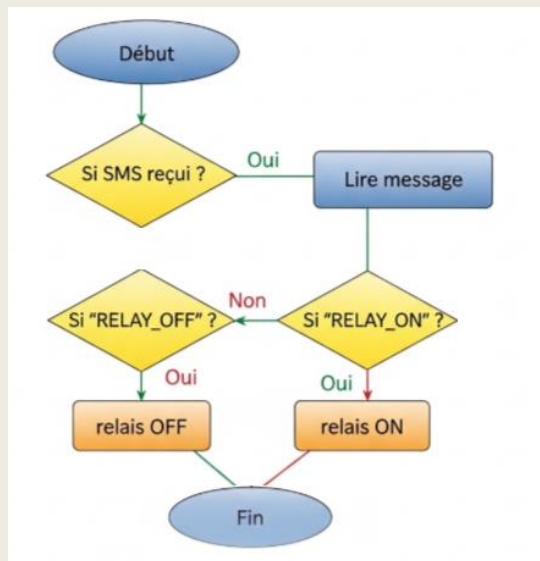


Figure III.76 Algorithme de contrôle du relais par SMS

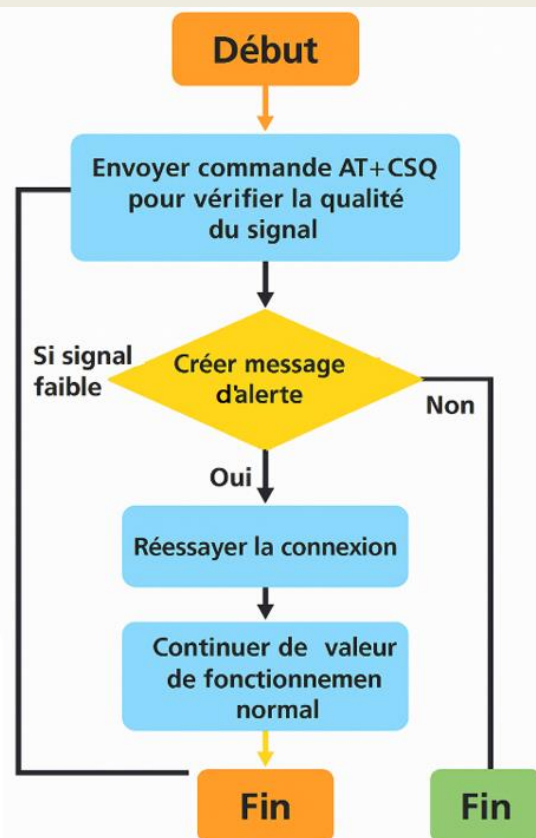


Figure III.77 Algorithme de Vérification du Réseau GSM

III.4. Interface utilisateur et intégration des capteurs :

Interface utilisateur présentation de l'application Blynk. Après avoir présenté l'outil Blynk dans les chapitres précédents, nous détaillons ici la configuration pratique réalisée dans notre projet de maison intelligente. L'objectif est de montrer comment l'utilisateur final interagit avec le système à travers une interface simple, intuitive et accessible depuis un smartphone.

III.4.1. Organisation de l'interface dans Blynk:

L'interface de l'application a été conçue sur la plateforme Blynk selon une approche modulaire pour garantir une expérience utilisateur intuitive et efficace. L'organisation visuelle sépare clairement les différentes fonctionnalités du système, qu'elles soient liées à la surveillance, au contrôle ou à la sécurité.

II.7.1.4. Écran de visualisation et de contrôle

Cet écran représente le tableau de bord principal pour l'utilisateur et permet un suivi en temps réel :

- **Contrôle des actionneurs :** Un bouton virtuel (V10) permet d'activer ou de désactiver un relais (Relais) connecté à une lampe via l'application.
- **Affichage des données des capteurs :** Des indicateurs numériques et graphiques montrent en temps réel :
 - **Température** (V0) et humidité (V1) via le capteur DHT11.
 - **Niveau d'eau** (V8), mesuré par le capteur à ultrasons et exprimé en pourcentage.
 - **Détection de gaz** (V2, V4) via le capteur de gaz (MQ).
 - **Détection de flamme** (V3, V5) via le capteur de flamme.
- **Indicateurs d'état :** Des voyants et le terminal affichent l'état de chaque capteur, y compris le niveau d'eau, la détection de gaz et de flamme.
- **Messages dans le Terminal :** Le Terminal affiche des messages en temps réel indiquant l'activation ou la désactivation du capteur de mouvement (PIR), le fonctionnement du ventilateur lors de la détection de gaz ou d'une température élevée, l'état du code saisi sur le clavier (correct ou incorrect avec alertes après trois tentatives erronées), ainsi que les alertes pour fuite de gaz, détection de flamme et niveau d'eau bas. Ces messages permettent à l'utilisateur de suivre le système et d'agir rapidement.

II.7.1.5. Système de notifications et d'alertes:

Une section spécifique est dédiée à la gestion des alertes, qui apparaissent comme des notifications d'applications mobiles, afin d'assurer une réaction rapide à tout événement critique :

- **Notifications instantanées :**

Le système envoie automatiquement des alertes via l'application (`Blynk.logEvent`) en cas de :

- Détection d'une fuite de gaz.
- Détection d'un feu ou d'une flamme.
- Niveau d'eau bas ($\leq 30\%$).

- **Gestion sonore :** Le buzzer se déclenche automatiquement en cas de danger et peut être contrôlé par l'utilisateur via l'application en cas d'alertes fausses, de la même manière que les notifications sur les applications sociales

Cette organisation hiérarchisée facilite l'utilisation et améliore l'expérience utilisateur.

III.4.2. Association capteurs/ actionneur– Widgets:

Chaque capteur ou actionneur a été associé à un widget spécifique dans l'application :

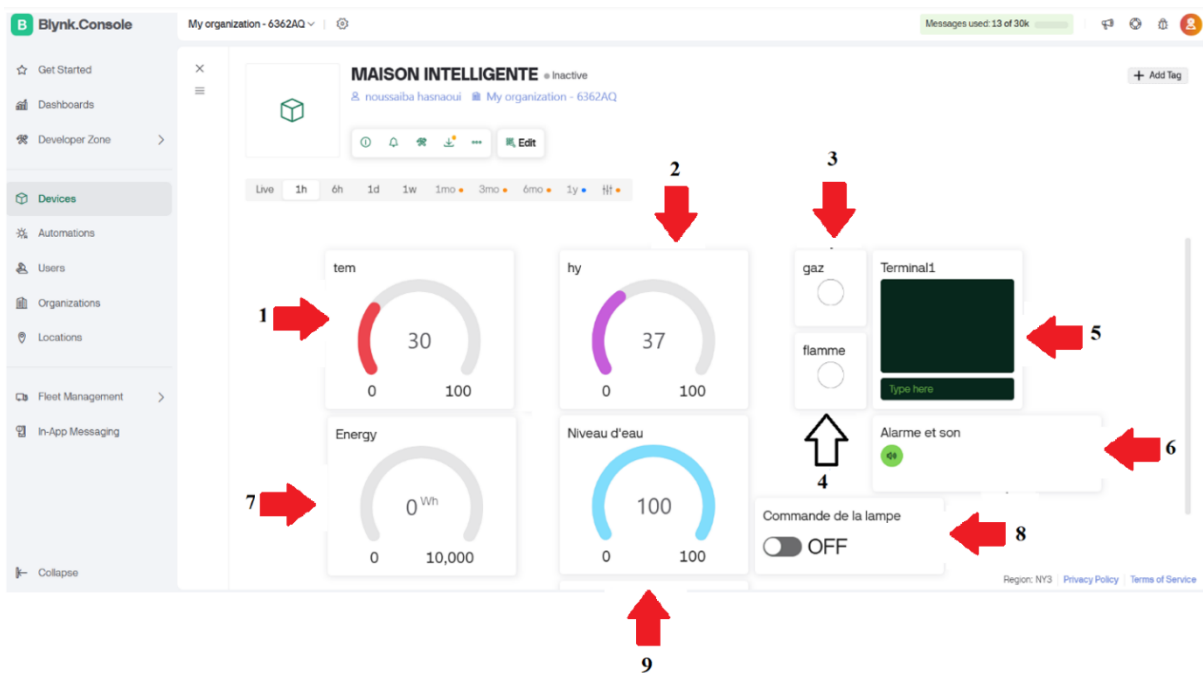


Figure III.78 Interface de la maison intelligente sur Blynk

- **Gauge (1) / Value Display :** Température (rouge)
- **Gauge (2) / Value Display :** Humidité (violet)
- **MQ2 LED (3) :** Indique la détection de gaz (bleu) + notifications push
- **LED flamme (4) :** Indique la détection de flamme (rouge) + notifications push
- **Fenêtre Terminal (5) :** Affiche les messages en temps réel : activation du PIR, fonctionnement du ventilateur, état du code clavier, alertes gaz, flamme et niveau d'eau.
- **Buzzer / Alarme (6) :** Active un son d'alerte en cas de détection de gaz ou de flamme
- **Gauge (7) / Value Display :** Suivi de la consommation en Wh en temps réel
- **Switch (8) :** Allumer/Éteindre contrôle manuel par bouton pour la lampe.
- **Gauge (9) / Value Display :** Suivi de la consommation d'eau en temps réel (litres)

III.5. Résultats expérimentaux:

III.5.1. Détection de flamme:

J'ai testé le capteur de flamme en approchant une flamme (briquet).

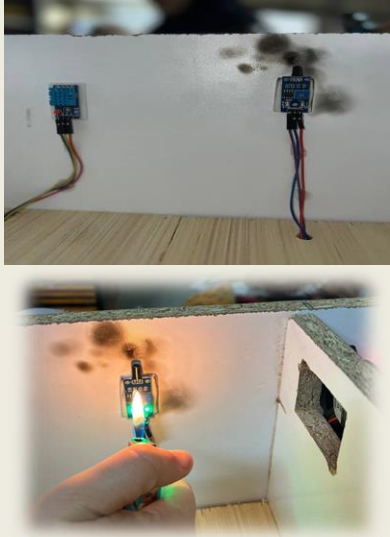


Figure III.79 Test avec briquet près du capteur

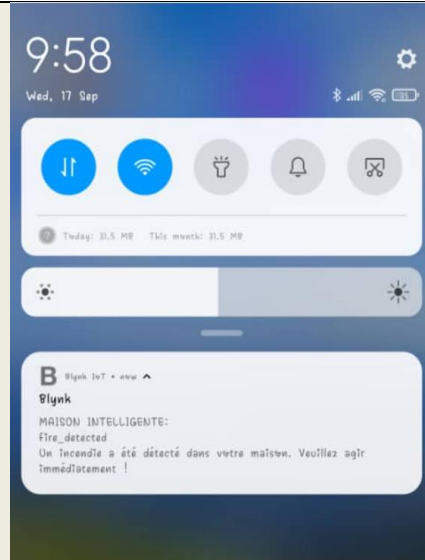


Figure III.80 Alerte dans l'application Blynk



Figure III.81 Notification SMS en cas de détection d'incendie

III.5.2. Détection de gaz (MQ2):

J'ai testé le capteur de gaz en approchant une source de gaz.



Figure III.82 Activation du ventilateur (fan) lorsque la fuite est détectée



Figure III.83 Installation du capteur de gaz près du ventilateur

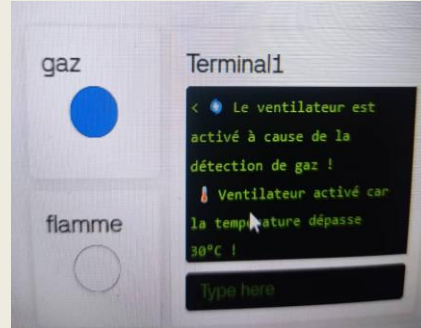


Figure III.84 Activation du ventilateur (fan) lorsque la fuite est détectée

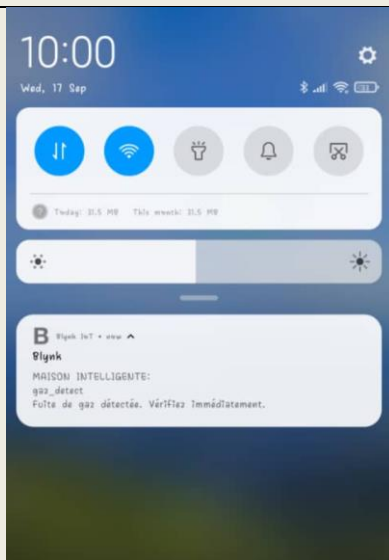


Figure III.85 Gaz: Alerte reçue sur l'application Blynk



Figure III.86 Notification reçue sur le téléphone

Dans le code, lorsqu'un gaz est détecté, le ventilateur se met en marche automatiquement pour évacuer les vapeurs.

III.5.3. Capteur DHT11 (Température et Humidité):

J'ai testé le capteur en variant les conditions ambiantes (air chaud / air froid).

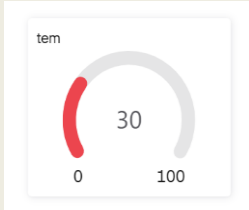


Figure 87 Affichage température sur Gauge dans Blynk)

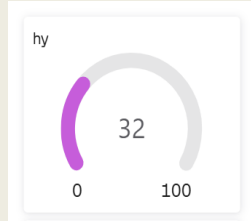


Figure 88 Affichage humidité sur Gauge dans Blynk



Figure 89 Placement du capteur DHT11 sur le mur

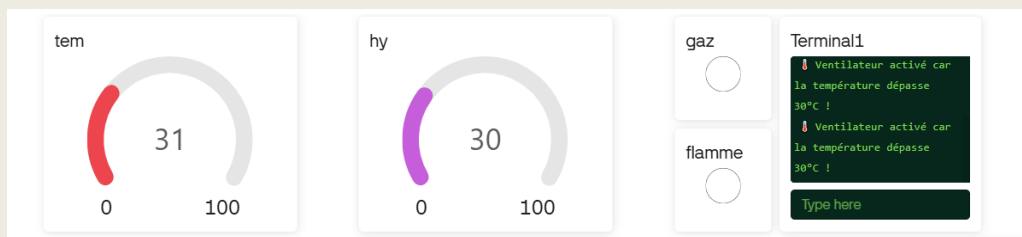


Figure 90 Situation montrant la montée de température — déclenchement du ventilateur au seuil 30°C

III.5.4. Détection de mouvement (PIR):

J'ai simulé un passage devant le capteur PIR et j'ai testé l'activation manuelle via bouton-push.

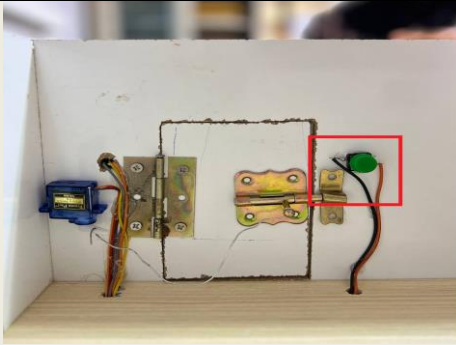


Figure 91 Bouton push pour activer/désactiver le PIR

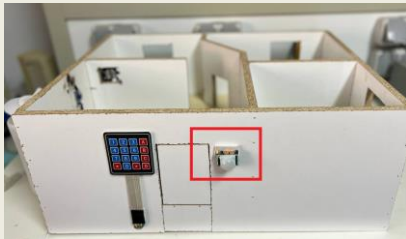


Figure 92 Capteur PIR installé à l'entrée de la maison

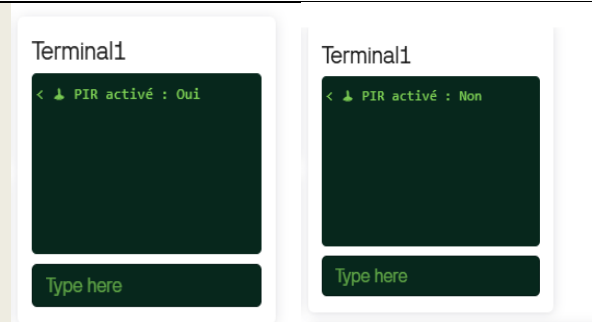


Figure 93 Message/ligne dans le Terminal Blynk indiquant que le PIR a été activé et désactivé

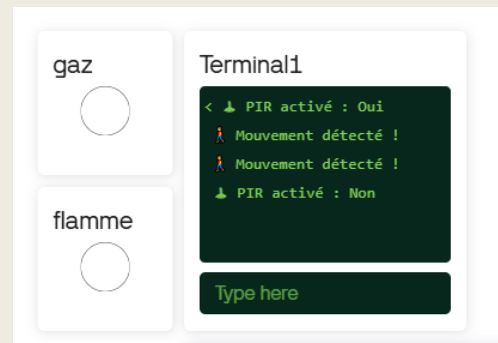


Figure 94 Détection effective — photo du capteur en train de détecter le mouvement

J'ai testé en faisant varier le niveau d'un récipient d'eau jusqu'à atteindre $\leq 30\%$.

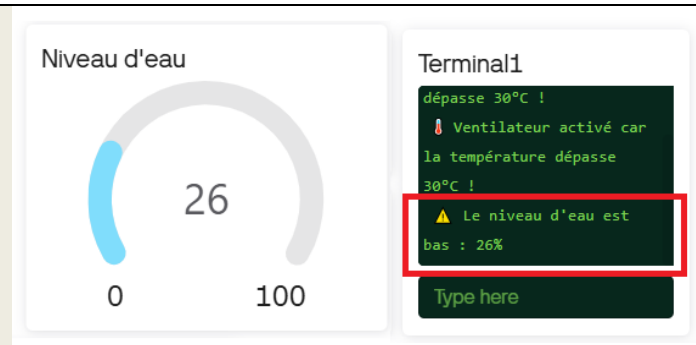


Figure 95 Affichage du pourcentage ($\leq 30\%$) dans l'application Blynk)

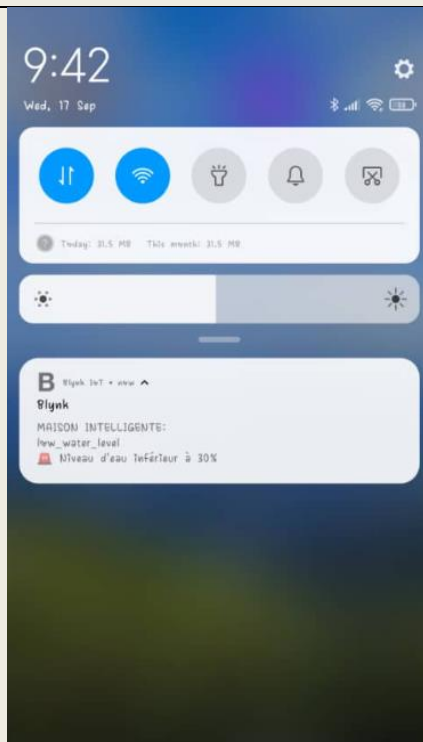


Figure 96 Notification reçue sur blynk

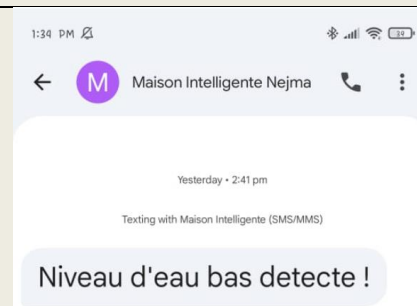


Figure 97 Notification reçue sur le téléphone



Figure 98 Capteur ultrason en place dans le récipient

III.5.5. Consommation électrique et contrôle du relais (ACS712 + relais):

J'ai connecté une lampe de 75 W et suivi la consommation.

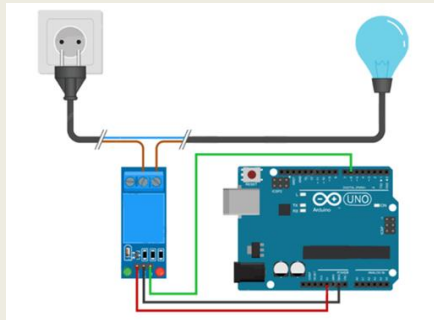


Figure 99 Schéma de connexion de l'Arduino avec le capteur de courant et la lampe

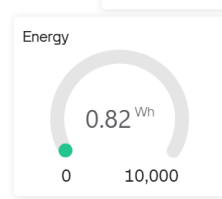


Figure 100 Consommation affichée en temps réel sur Gauge / Value Display dans Blynk

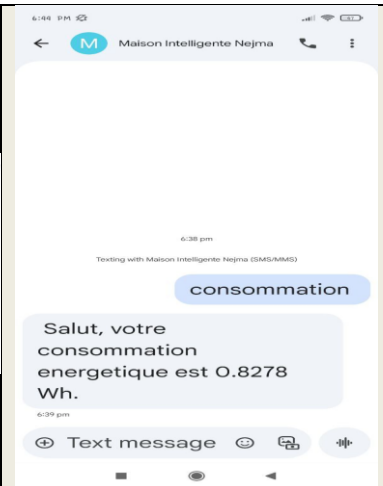


Figure 101 screenshot du SMS reçu après envoi du mot-clé "consommation"

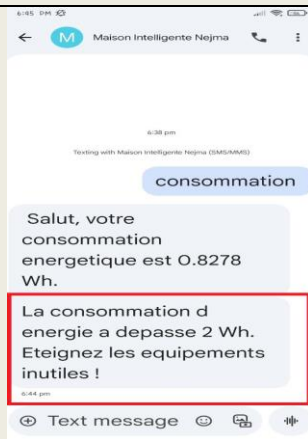


Figure 102 SMS d'alerte reçu lorsque la consommation dépasse le seuil défini

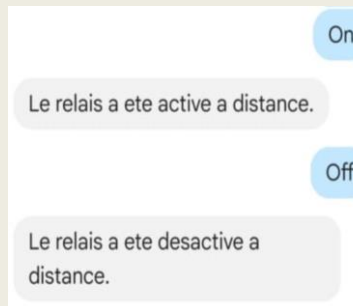
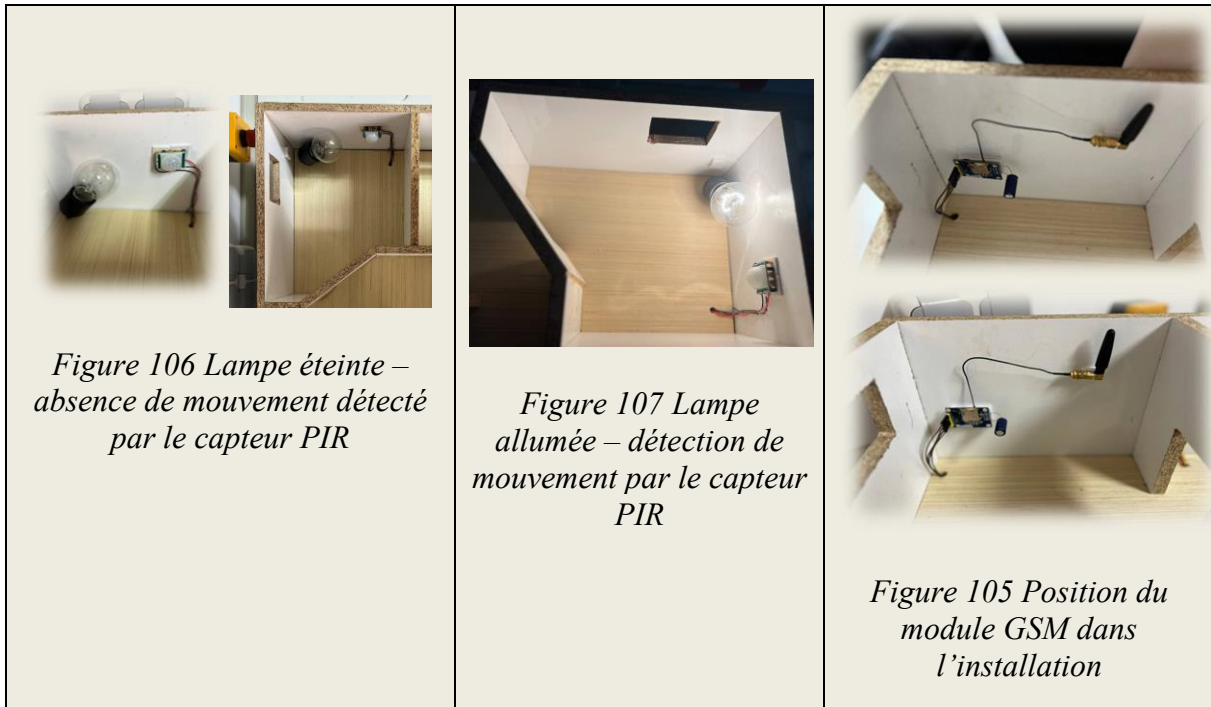


Figure 103 commande par SMS — envoi de "on" / "off" et résultat sur le relais

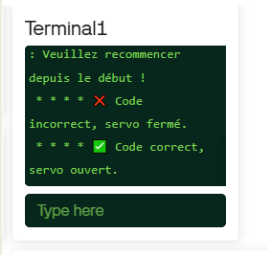
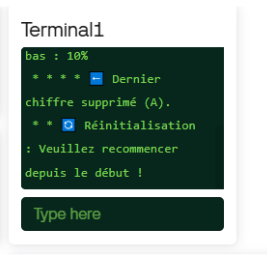
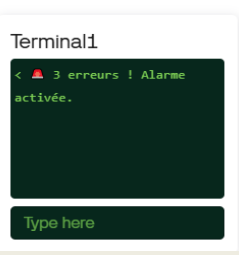
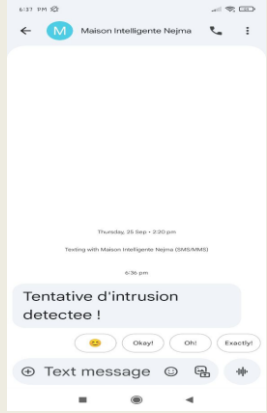
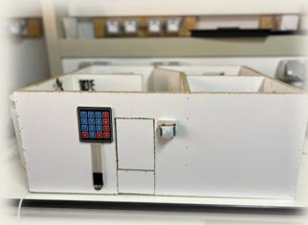
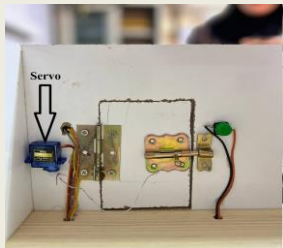


Figure 104 commande ON/OFF via switch dans l'application Blynk



III.5.6. Keypad et Servo (accès/contrôle):

Ici tu peux mettre les tests du clavier (code) et du servo (ouverture/fermeture).

 Figure 108 Affichage dans le Terminal indiquant « Code correct » / « Code incorrect »	 Figure 109 Affichage des messages du bouton A (Suppression du dernier chiffre) et du bouton B (Réinitialisation) dans le Terminal	 Figure 110 Activation de l'alarme après 3 tentatives incorrectes (Buzzer et message 'INTRUDER')
 Figure 111 Réception de la notification sur le smartphone	 Figure 112 Test du keypad — saisie du code)	 Figure 113 Position du servo: fermée

Envoie-moi ton code du keypad + servo si tu veux que je vérifie/optimize et que je te dise exactement quelles captures d'écran/photos prendre.

III.6. Conclusion:

La réalisation du prototype de maison intelligente a démontré que le système conçu est à la fois fonctionnel, fiable et adapté aux besoins réels des foyers algériens. L'intégration cohérente des capteurs, des modules de communication et des actionneurs a permis un contrôle efficace et sécurisé des équipements domestiques, tout en offrant une supervision en temps réel grâce à l'interface utilisateur. Les tests expérimentaux ont confirmé la réactivité du système face à diverses situations, garantissant la sécurité, le confort et la gestion énergétique.

Ce chapitre a également mis en évidence l'importance d'une architecture modulaire et évolutive, capable de s'adapter à de nouvelles exigences ou à l'ajout de fonctionnalités supplémentaires. L'expérience acquise à travers cette conception pratique illustre la pertinence d'une approche méthodique et systémique dans le développement de solutions

domotiques, et constitue une base solide pour des améliorations futures visant à rendre le système plus autonome et intelligent.

Ainsi, ce travail ne se limite pas à une démonstration technique, mais montre aussi la capacité à concevoir un système innovant et pragmatique, susceptible d'apporter des bénéfices concrets aux utilisateurs, tout en répondant aux contraintes locales et aux besoins spécifiques des foyers algériens.

CONCLUSION GÉNÉRALE

À la fin de ce travail, nous avons pu concrétiser notre projet intitulé « Smart Home Controller », qui vise à concevoir et réaliser un système de maison intelligente permettant à l'utilisateur de contrôler et de gérer les différents équipements domestiques à distance, tout en garantissant à la fois la sécurité et l'économie d'énergie.

Ce projet nous a permis d'appliquer les connaissances théoriques acquises durant notre parcours universitaire, notamment dans les domaines de l'électronique, de la programmation et des systèmes embarqués, pour concevoir une solution technologique moderne répondant aux besoins actuels des foyers connectés.

Malgré certaines difficultés rencontrées, notamment liées à l'intégration des composants et à la communication entre les modules, nous avons réussi à surmonter ces obstacles et à atteindre les objectifs fixés.

Pour conclure, ce projet constitue une première étape vers une vision plus large de l'automatisation domestique. Des améliorations futures peuvent être envisagées, telles que l'ajout de nouvelles fonctionnalités basées sur l'intelligence artificielle, ou encore la création d'une application mobile plus interactive et ergonomique.

Ce travail nous a permis non seulement de développer nos compétences techniques, mais aussi de renforcer notre esprit d'équipe, notre sens de la recherche et notre capacité à résoudre les problèmes pratiques.

Liste des références :

1. Ghet, M. E. M. (2018). *Smart home automation using a mobile device* (Mémoire de master, Near East University, Graduate School of Applied Sciences). Nicosie, Chypre.
2. Datta, P., & Sharma, B. (2017). Une étude sur les architectures, les protocoles, la sécurité et les applications de la ville intelligente de l'IoT. *8th International Conference on Computing, Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 1-5. IEEE.
3. Fadhil, J. A., Omar, O. A., & Sarhan, Q. I. (2020). A study on smart home system applications. *International Conference on Computer Science and Software Engineering (CSASE)*, 168-173. IEEE.
4. Yin, J., Pei, J. Y., Li, J., Guo, Y., & Xu, W. (2013). Smart home system based on IoT technologies. *International Conference on Computer Sciences and Information Technology*, 1789-1791. IEEE.
5. Djehaiche, R., & Mansouri, K. (2021). *Securisation d'une Smart Home par reconnaissance vocale et faciale* [Mémoire de Master, Université Frères Mentouri Constantine 1].
6. Université Salah Boubnider – Constantine 3. (2022). *La réhabilitation durable de la maison traditionnelle à patio* [Mémoire de Master, Université Salah Boubnider – Constantine 3]. Thèses d'Algérie.
7. Malha, I. (2017). *Domotique par GSM* [Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou].
8. Projet de fin d'études. (s.d.). *Réalisation d'une maison intelligente à base d'Arduino* (Auteurs : Elyayahaou & Boukoutaya Abde Adem). Université Mohamed V, Faculté des Sciences, Rabat. Option : Informatique, Électronique et Automatique.
9. Muhammad, R., Sagara, M. S. A., Teluma, Y. M., & Wicaksana, F. A. (2025). AI as modern technology for home security systems: A systematic literature review. *Proceedings*, 107(1), 35. MDPI. <https://doi.org/10.3390/proceedings1070035>
10. Sookoor, T. I., Whitehouse, K., & Saroiu, S. (2013). The smart thermostat: Using occupancy sensors to save energy in homes. *Proceedings of the 2013 ACM Workshop on Embedded Sensing Systems for Energy-Efficiency in Buildings*, 115-120. <https://doi.org/10.1145/2528282.2528298>

11. Lakshmi, B. N., Ashwini, N., & Satish Kumar Reddy, S. (2023). Smart home automation using IoT. *Journal of Scientific Engineering Science and Management*, 2(3), 78-87. SSRN.
12. Porcheron, M., Fischer, J. E., Reeves, S., & Sharples, S. (2018). Voice interfaces in everyday life. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '18)*, 1-12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174214>
13. Meguehout, W., & Meghzili, Y. (2022). *Étude et réalisation d'une maison intelligente en utilisant un Arduino* [Mémoire de Master, Université Boussouf Abdelhafid-Mila]. Université de Mila.
14. Li, R. Y. M. (2019). Smart homes: AI, big data, and sustainability. In *Smart Technologies for Sustainable Living* (pp. 105-120). Springer.
15. Belaidi, N. (2014). *Aspects juridiques de la ville et de la politique urbaine en Algérie* [Mémoire de Master, Université de Constantine 1].
16. Al Aouania, B., & Ahmed, T. (2019). La relation entre les parties prenantes et le développement territorial : étude de cas de l'Algérie. *1er Colloque international : Les villes intelligentes à la lumière des mutations actuelles : réalité et perspectives*, Centre Démocratique Arabe, Allemagne, 81-87.
17. Henia, C., & Abada, M. (2019). Stratégie de transition vers les villes intelligentes en Algérie. *1er Colloque international : Les villes intelligentes à la lumière des mutations actuelles : réalité et perspectives*, Centre Démocratique Arabe, Allemagne, p. 166.
18. RCREEE & UNDP. (2023). *Arab Future Energy Index (AFEX) 2023*. Regional Center for Renewable Energy and Energy Efficiency (RCREEE).
19. Sabit, H. (2025). *Artificial Intelligence-Based Smart Security System Using Internet of Things for Smart Home Applications*. *Electronics*, 14(3), 608. <https://doi.org/10.3390/electronics14030608>
20. Mehalaine, N. (s.d.). *Étude et réalisation d'un système intelligent pour la commande d'éclairage publique et surveillance de quelques paramètres atmosphériques* [Mémoire de fin d'études, Université Abderrahmane Mira – Béjaïa, Génie électrique, spécialité commande électrique].
21. Nussey, J. (2017). *Arduino pour les Nuls poche* (p. 295). First Interactive. ISBN 978-2-412-02580-2.
22. Arduino Tutoriels. (s.d.). *Apprendre Arduino pas à pas*. <https://arduino-tutoriels.com/>

23. Krama, A., & Gougui, A. (s.d.). *Étude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Android* [Mémoire de fin d'études, Université Kasdi Merbah Ouargla, Génie électrique, spécialité électrotechnique industrielle].
24. Lakshmi, B. N., Ashwini, N., & Satish Kumar Reddy, S. (2023). Smart home automation using IoT. *Journal of Scientific Engineering Science and Management*, 2(3), 78-87. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4388761>
25. Dutta, N., Rai, A. K., Iqbal, A., Rai, P., & Sayeed, A. (2023). Smart switch-based IoT home automation system. *Manuscrit soumis pour publication*. Lovely Professional University.
26. Porcheron, M., Fischer, J. E., Reeves, S., & Sharples, S. (2018). Voice interfaces in everyday life. *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '18)*, 1-12. <https://doi.org/10.1145/3173574.3174214>

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة محمد خيضر بسكرة

إدارة منزل ذكي

من خلال تطبيق على الهاتف المحمول



الإسم التجاري
ESH

EcoSafe Home

مشروع لنيل شهادة مؤسسة ناشئة

في إطار القرار الوزاري 1275

2025/2024

بطاقة المعلومات

1. فريق الإشراف:

فريق الإشراف

المشرف الرئيسي: شروف عمار تخصص: تحكم كهربائي

2. فريق العمل:

فريق المشروع	التخصص	الكلية
الطالبة: جياب سلاف	شبكات كهربائية	العلوم والتكنولوجيا
الطالبة: حسناوي نسبية	شبكات كهربائية	العلوم والتكنولوجيا

فهرس المحتويات

المحور الأول: تقديم المشروع



المحور الثاني: الجوانب الابتكارية



المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق



المحور الرابع: خطة الإنتاج والتنظيم



المحور الخامس: الخطة المالية



المحور السادس: النموذج الأولي التجريبي



المحور الأول: تقديم المشروع



1. فكرة المشروع (الحل المقترح):

يركز هذا المشروع ضمن إطار مؤسسة ناشئة متخصصة في تطوير منازل ذكية في الجزائر، ويهدف إلى تقديم حلول مبتكرة لمعالجة التحديات اليومية التي تواجه الأسر في مجالات الراحة، الأمان، وترشيد استهلاك الموارد الأساسية مثل الكهرباء والمياه. ينبع المشروع من الحاجة الملحة لتحديث البنية المنزلية التقليدية من خلال دمج تقنيات ذكية قادرة على تحسين جودة الحياة وتقليل المخاطر المرتبطة بانقطاع الشبكات أو سوء إدارة الطاقة.

يعتمد النظام على متحكم ESP32 مزدوج الاتصال، يتيح التحكم في الأجهزة المنزلية عن بعد عبر Wi-Fi أو الرسائل النصية SMS، مما يضمن استمرارية الخدمة في مختلف الظروف. بالإضافة إلى التحكم اليدوي، يتميز النظام بذكاء استثنائي يتيح الاستجابة التلقائية للأحداث الطارئة؛ فعند اندلاع حريق يرسل المنزل تنبيهات فورية للمستخدم ويفعل أنظمة الحماية لمنع انتشار النار، كما يتم الكشف عن تسرب الغاز وفتح النوافذ وتشغيل المراوح تلقائياً لضمان تهوية المكان وتقليل المخاطر، مع إمكانية رصد أي نشاط مشبوه وإرسال تنبيهات فورية. كما يوفر النظام أدوات إدارة ذكية للطاقة والمياه لتعزيز الكفاءة وتقليل الهدر، مما يعكس قدرة المنزل على التواصل المستمر مع المستخدم واتخاذ إجراءات وقائية مستقلة مع ضمان الراحة والأمان وإدارة الموارد بشكل متكامل.

يهدف هذا المشروع كجزء من مشروع ماستر إلى تقديم نموذج عملي قابل للتطبيق في السياق الجزائري يجمع بين الفعالية التقنية، الكلفة الاقتصادية المناسبة، والحماية البيئية والاجتماعية، ليكون مثال على تقديم قيمة مضافة حقيقية للأسرة والمجتمع.

2. القيم المقترحة:

- نظام ذكي للتحكم في الأجهزة المنزلية عن بعد باستخدام تطبيق الهاتف.
- يساهم في تحسين الراحة اليومية للمستخدمين داخل وخارج المنزل.
- يوفر مستوى عال من الأمان عبر أجهزة استشعار للكشف عن التسربات والحريق والحركة غير المعتادة.
- يساعد على مراقبة استهلاك الطاقة وتقليل الفاقد لتحقيق كفاءة طاقوية عالية.
- يتميز بسهولة التعديل والإضافة ليتناسب مع احتياجات كل منزل.

- يمكن التحكم في الأجهزة حتى في حالة انقطاع الإنترنت بفضل تقنية الرسائل النصية (SMS) .
- يساهم في تقليل التكاليف الناتجة عن الاستهلاك الزائد للطاقة أو الصيانة.
- بسيط وسهل الاستخدام ويمكن لأي شخص التعامل معه دون خبرة تقنية.



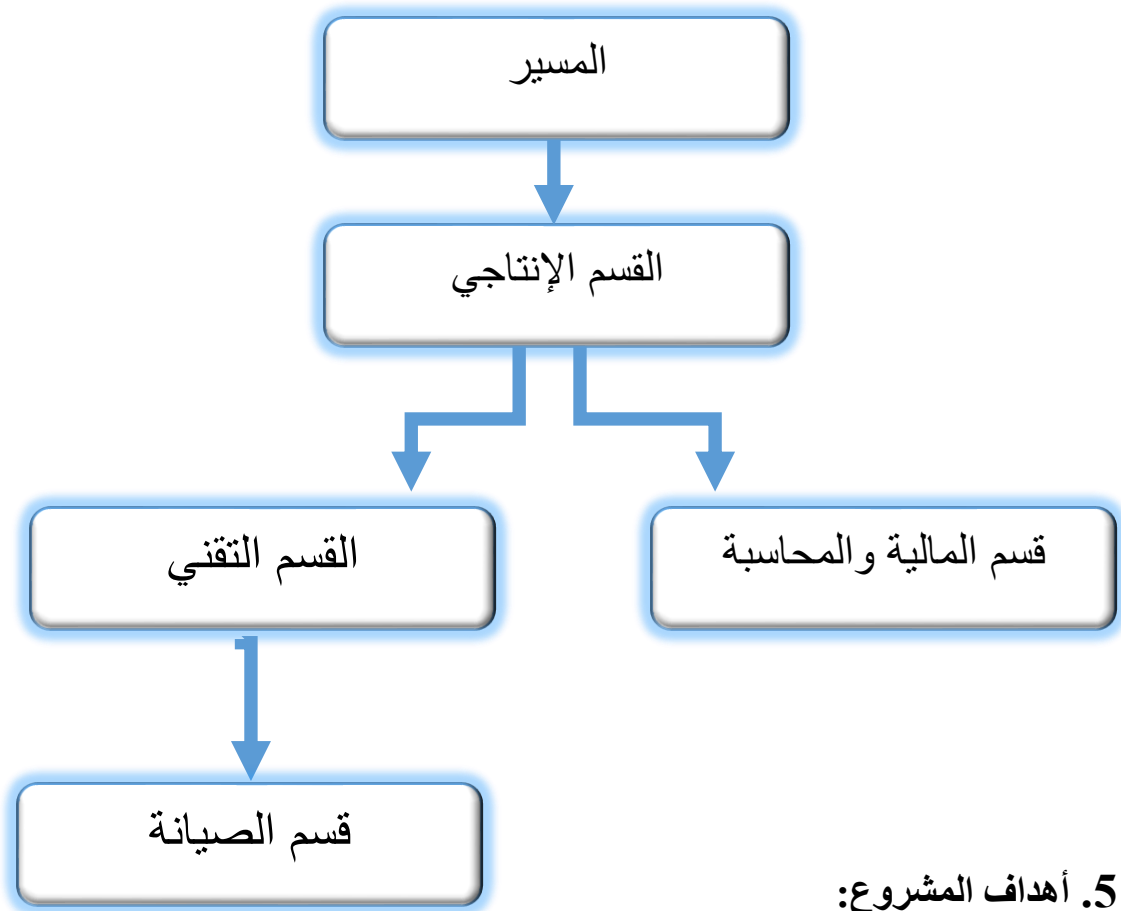
المميزات الرئيسية والفوائد لمشروع الأتمتة المنزلية

3. فريق العمل:

الطالب(ة)	المستوى الدراسي	التخصص	المؤهلات	المهارات	الوظيفة
حسناوي نسيبة	ماستر 2	شبكات كهربائية	حصلت على شهادة ليسانس في الطاقات المتجددة تخصص كهروتقني، بالإضافة إلى خبرات عملية من خلال تربصات في مؤسسات كبرى، منها سوناطراك بحاسي الرمل (CNDG) وشركة MEI التابعة لسونلغاز بالمسيلة. كما شاركت في دورات تدريبية ضمن الحاضنة، حيث اكتسبت مهارات في إعداد النموذج التجاري وتطوير الاستراتيجيات.	مهارات التواصل مع الزبائن والتفاوض. التخطيط والتنظيم وإدارة الوقت. التسويق الرقمي والتقليدي. العمل الجماعي وتحفيز الفريق. إعداد تقارير فنية ومتابعة أداء الأجهزة.	مسؤولية الإدارة والتسويق
جياب سلاف	ماستر 2	شبكات كهربائية	حصلت على شهادة ليسانس في الطاقات المتجددة تخصص كهروتقني، واكتسبت خبرات عملية من خلال تربصات في مؤسسات كبرى، منها سوناطراك بحاسي الرمل (CNDG)، وشركة MEI التابعة لسونلغاز بالمسيلة، وشركة إنتاج الكهرباء مسيلة (SPE). كما شاركت في دورات تدريبية ضمن الحاضنة، مما ساهم في تطوير مهاراتها في إعداد النموذج التجاري وصياغة الاستراتيجيات الفعالة.	تحليل المشكلات التقنية واقتراح الحلول. إعداد المخططات الكهربائية وبرمجة الأنظمة الذكية. ضبط وصيانة أنظمة التحكم الآلي. التفكير المنطقي ودقة الملاحظة. إعداد النماذج التجارية وتحليل السوق.	مسؤولية التطوير التقني والتنفيذ

يتكون فريق العمل من متخصصين في مجالي التحكم الكهربائي والطاقات المتجددة، حيث يمتلك أعضاء الفريق مؤهلات أكاديمية وخبرات عملية من خلال التربصات في مؤسسات كبرى مثل سوناطراك وسونلغاز. يتميز الفريق بمهارات تحليل المشكلات، والابتكار، وإعداد النماذج التجارية، بالإضافة إلى القدرة على تنظيم الموارد وتطوير الاستراتيجيات لتحقيق الأهداف بكفاءة.

4. الهيكل التنظيمي للمشروع:



5. أهداف المشروع:

❖ الأهداف التسويقية:

1. توفير حلول منزلية ذكية تتماشى مع بيئة المستخدم الجزائري خاصة في المناطق ذات البنية التحتية الضعيفة
2. تقديم نظام سهل التنصيب وقابل للتعديل حسب احتياجات كل مستخدم
3. تقديم بديل اقتصادي وفعال للأنظمة التقليدية في التحكم والامان المنزلي

4. ضمان استمرارية التحكم في المنزل حتى عند انقطاع الانترنت وهي ميزة تجارية قوية تميز المشروع

5. المساهمة في الاستدامة البيئية عبر تقليل الهدر وتحسين كفاءة استهلاك الطاقة

❖ الاهداف التقنية:

1. تطوير نظام ذكي للتحكم في الاجهزة المنزلية عن بعد باستعمال تطبيق هاتف او رسائل SMS

2. تمكين المستخدم من مراقبة الاجهزة المنزلية وتشغيلها او ايقافها داخل وخارج المنزل

3. تحسين مستوى الامان من خلال انظمة انذار للكشف عن تسرب الغاز او الحريق او الحركة غير العادية

4. تحقيق كفاءة في استهلاك الطاقة عبر مراقبة الاستهلاك والتحكم الذكي في تشغيل الاجهزة

5. مراقبة مستوى المياه في الخزانات لتفادي نفادها وتحسين ادارة الموارد المائية

6. دمج تقنيات Wi Fi و SMS لضمان مرونة التشغيل واستمرارية التحكم حتى بدون انترنت

6. جدول زمني لتحقيق المشروع بالأسابيع:

الأعمال	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
تجهيز الوثائق القانونية وكراء المقر												
طلب التمويل												
تجهيز المقر												
اقتناء المواد الأولية												
تنصيب العمال												
بداية الانتاج												
التوسع التجاري												

هذا الجدول يمثل الخطة الزمنية التقديرية لتنفيذ مراحل المشروع، حيث يمكن أن تخضع بعض الأنشطة للتغيير أو التداخل حسب ظروف التنفيذ واحتياجات المؤسسة.

المحور الثاني:

الجوانب الابتكارية

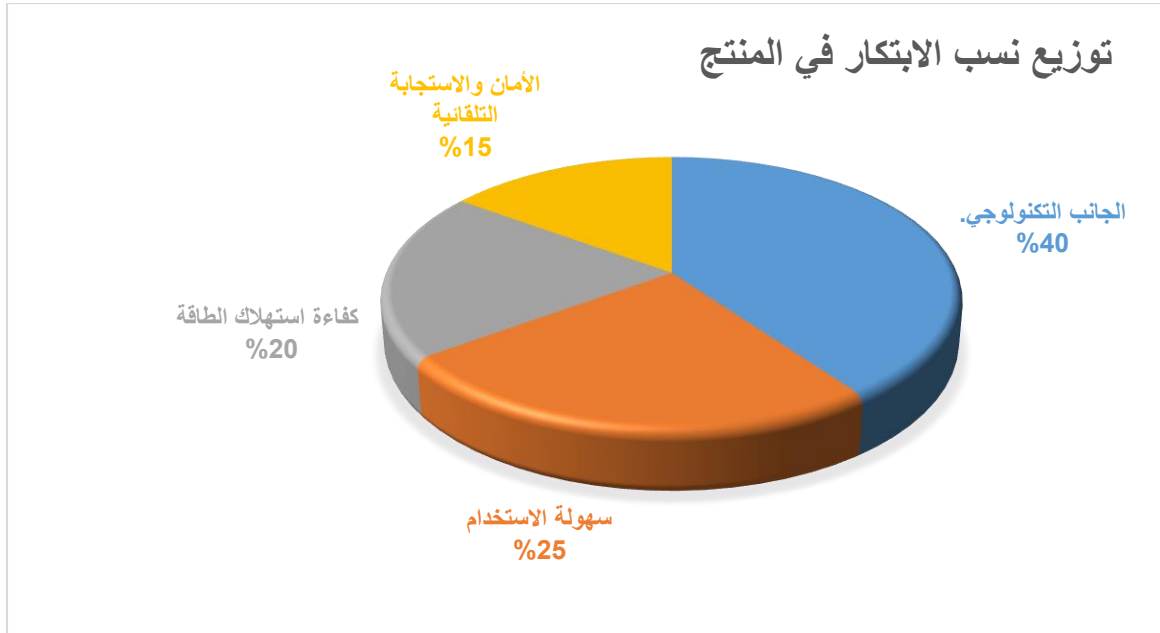


1. طبيعة الابتكار:

يمثل هذا المشروع ابتكارا تكنولوجيا موجهًا لتحسين ادارة الموارد داخل البيئة المنزلية من خلال دمج تقنيات انترنت الاشياء، ويقوم على تصميم نظام ذكي قادر على مراقبة الاجهزة المنزلية والتحكم فيها بشكل آلي او يدوي. يعتمد النظام على حساسات موزعة داخل المنزل لرصد استهلاك الكهرباء ومستوى المياه في الخزانات والظروف البيئية المختلفة، مما يسمح بتنظيم تشغيل الاجهزة، وضبط الاضاءة، والتحكم في الحرارة بشكل دقيق يحد من الهدر الطاقوي والمائي.

ويوفر النظام امكانية التشغيل عن بعد عبر تطبيق مخصص، مع ضمان استمرارية التحكم في حالة انقطاع الانترنت بفضل استخدام الرسائل النصية، وهو ما يشكل حاجة اساسية في السياق الجزائري حيث تتكرر مشاكل الشبكة. كما يتيح الابتكار تتبع الاستهلاك وتحليل البيانات لتحديد الاجهزة الأكثر استهلاكًا، وتقديم توصيات تساعد الاسرة على تقليل المصاريف الشهرية وتحسين ادارة الكهرباء والمياه.

ويميز النظام قدرته على التعلم من انماط الاستخدام اليومية والتكيف معها تلقائيا، مثل تشغيل الاجهزة في الفترات الاقل تكلفة او تنظيم ضخ المياه عند الضرورة فقط، مما يرفع فعالية التشغيل ويقلل من الضغط على الموارد. هذا التكامل بين التحكم الذكي وترشيد الاستهلاك يقدم للمستخدم مستوى اعلى من الراحة والامان مع ادارة محكمة للطاقة والمياه داخل المنزل.



تم تحديد القيم اعتمادا على اهمية كل عنصر داخل المشروع ودوره في تشغيل النظام. حصل الجانب الابتكاري على نسبة 40 بالمئة لأنه يمثل اساس الفكرة المبنية على دمج تقنيات انترنت الاشياء.

وجاءت سهولة الاستخدام بنسبة 25 بالمئة باعتبارها ضرورية لتمكين المستخدم من التحكم في النظام دون تعقيد. اما كفاءة استهلاك الطاقة فحصلت على 20 بالمئة لأنها هدف رئيسي للمشروع في تقليل الهدر. وتم منح 15 بالمئة لجانب الامان والاستجابة التلقائية لأنه عنصر مكمل يدعم تشغيل النظام ويحسن موثوقيته.

ملاحظة:

نقصد بمصطلح المنزل الذكي في هذا المشروع اختصارا لكل الكيانات والمباني التي بإمكانها استغلال هذه التقنية في تسيير المنشآت ومختلف الفضاءات. فالمفهوم لا يقتصر فقط على المنازل السكنية، بل يمتد ليشمل المؤسسات الإدارية، والمباني التجارية، والمصانع، وحتى المرافق العمومية التي يمكن أن تستفيد من الأنظمة الذكية في تحسين أساليب الإدارة، ترشيد استهلاك الموارد، وتعزيز الأمان والراحة. وبذلك يمثل المنزل الذكي نموذجا عاما لتطبيق التكنولوجيا الحديثة في خدمة الإنسان وتطوير محيطه اليومي والاجتماعي.

2. الجوانب الابتكارية:

1. التحكم المزدوج SMS + Wi-Fi :

يوفر النظام امكانية التحكم في الاجهزة المنزلية عن بعد عبر الانترنت (Wi-Fi) او من خلال الرسائل القصيرة (SMS) ، مما يضمن استمرارية عمله حتى في المناطق التي تعاني من ضعف او انقطاع الشبكة.

2. المرونة في الاضافة والتعديل

يمكن للمستخدم اضافة او ازالة اجهزة ذكية بسهولة، دون الحاجة الى اعادة برمجة او تعديلات معقدة، مما يمنح النظام قابلية عالية للتخصيص.

3. التكلفة المنخفضة وسهولة التركيب

يعتمد المشروع على مكونات الكترونية بسيطة ومتوفرة محليا، ما يجعله منخفض التكلفة وسهل التركيب مقارنة بالأنظمة المستوردة، وهو ما يجعله مناسباً لفئات واسعة من المجتمع.

4. الدمج بين الامان، الراحة، وكفاءة الطاقة

يجمع النظام بين عدة وظائف اساسية:

- أنظمة امان (كشف الحركة، تسرب الغاز، الانذار ضد الحريق).

- تحسين كفاءة استهلاك الطاقة.
- مراقبة مستوى المياه.

هذا التكامل يمنح النظام ميزة تفوق على الحلول التي تركز على جانب واحد فقط.

5. وظائف استباقية ذكية

يتميز النظام بقدرة على الاستجابة التلقائية مثل فتح النوافذ عند اكتشاف تسرب غاز، مما يعزز الوقاية ويقلل المخاطر.

6. تحسين الامن عبر التبليغ المتعدد

عند حدوث طارئ، يتم ارسال اشعار فوري للمستخدم عبر التطبيق او رسالة قصيرة، ما يضمن سرعة الاستجابة ورفع مستوى الامان.

7. واجهة استخدام سهلة ومناسبة للسوق الجزائري

تم تصميم واجهة بسيطة وسهلة الاستخدام تناسب المستخدم العادي دون الحاجة الى خبرات تقنية، مما يسهل من عملية التبني والانتشار.

يعد مشروع التحكم في المنزل الذكي أكثر من مجرد تطبيق تقني لفكرة المنزل الذكي، فهو يمثل رؤية محلية مبتكرة تأخذ بعين الاعتبار الخصوصية الجزائرية من حيث البنية التحتية والامكانيات التقنية وسلوك المستخدمين، ويهدف الى تقديم حلول ذكية تتكيف مع الواقع الجزائري من خلال نظام مرن منخفض التكلفة وسهل التركيب، مما يجعله في متناول فئات واسعة من المجتمع. ويسهم المشروع في تحسين جودة الحياة عبر تسهيل التحكم في الاجهزة المنزلية وتقليل الهدر الطاقوي بفضل آليات المراقبة الذكية للاستهلاك، اضافة الى تعزيز معايير الامان داخل المنازل من خلال انظمة الاستشعار والاستجابة التلقائية للحوادث، وبذلك لا يقتصر المشروع على الجانب التقني فقط بل يعبر عن مقاربة تنموية مستدامة تستجيب لاحتياجات المجتمع الجزائري وتواكب التحول نحو بيئة سكنية أكثر ذكاء وكفاءة.

المحور الثالث: التحليل الاستراتيجي للسوق



عرض القطاع السوقي (Le secteur du marché) :

1. عرض القطاع السوقي (قطاع المنازل الذكية):

يشهد قطاع المنازل الذكية تطورا ملحوظا على المستوى العالمي خلال السنوات الأخيرة، نتيجة التقدم في مجالات الذكاء الاصطناعي وإنترنت الأشياء وأتمتة المهام المنزلية. ولم يعد هذا القطاع يعتبر مجالا ترفيهيا، بل أصبح أحد المحركات الأساسية للابتكار والتحول الرقمي في الاقتصاد الحديث، لما يوفره من حلول تجمع بين الراحة والأمن وكفاءة استهلاك الطاقة في إطار مستدام وفعال.

يشهد سوق المنازل الذكية نموا سريعا على الصعيد العالمي، مدفوعا بالتطور التكنولوجي والتحول نحو الحياة الرقمية. وفقا لتقرير (Mordor Intelligence (2025)، بلغ حجم السوق نحو 144.23 مليار دولار امريكي سنة 2025، ومن المتوقع ان يصل الى 300.87 مليار دولار بحلول 2030، بمعدل نمو سنوي يقارب 15.84%. وتعكس هذه الارقام الاهتمام العالمي براحة المستخدم، الامان، وترشيد الطاقة داخل المنازل الحديثة. من حيث التوزيع الجغرافي، تظل امريكا الشمالية الرائدة بنسبة 36.4% من الايرادات العالمية، في حين تعتبر اسيا والمحيط الهادئ الاسرع نموا بمعدل 16.5% سنويا نتيجة التحضر السريع وانتشار الانترنت في دول مثل الصين وكوريا الجنوبية واليابان. أما من حيث المكونات، فأنظمة الامن والسلامة المنزلية تستحوذ على الحصة الأكبر (حوالي 22% من السوق سنة 2024)، تليها أنظمة الطاقة والاضاءة الذكية، كما يشهد قطاع الرعاية الصحية المنزلية نموا متزايدا يفوق 16% سنويا.

أما على المستوى المحلي، يعتبر سوق المنازل الذكية في الجزائر من الأسواق الناشئة التي بدأت تكتسب اهتماما متزايدا مع ارتفاع عدد مستخدمي الانترنت والهواتف الذكية. وفق تقرير Statista (2025)، تقدر قيمة السوق الجزائري بـ 117.9 مليون دولار سنة 2025، مع معدل نمو سنوي مركب يبلغ 10.67% ليصل الى 176.8 مليون دولار بحلول 2029. تشمل القطاعات الرئيسية التحكم والاتصال (حوالي 35.2 مليون دولار سنة 2025)، والأجهزة المنزلية الذكية (من 17.9 الى 24.8 مليون دولار بين 2025 و 2029)، وأنظمة الامن والمراقبة الذكية (من 14.9 الى 27.8 مليون دولار بنفس الفترة بمعدل نمو 16.9%). ورغم هذه المؤشرات الواعدة، يبقى السوق الجزائري في مرحلة التأسيس بسبب ارتفاع الكلفة ونقص الموردين، الا ان زيادة عدد مستخدمي الانترنت وتوجه الدولة نحو الرقمنة يشجعان على النمو، خصوصا في مجالات الامن، ادارة الطاقة، والتحكم الذكي، ما يجعل السوق الجزائري فرصة واعدة للاستثمار والابتكار. (Statista, 2025; Lamacta, 2024)

2. السوق المحتمل:

1. **المنازل:** تشكل المنازل الخاصة والإقامات الجماعية الشريحة الأساسية للسوق المحتمل للمنازل الذكية، نظرًا لاهتمام هذه الفئة بزيادة مستوى الأمان وترشيد استهلاك الطاقة داخل المساكن. ويتيح النظام للمستخدمين التحكم عن بعد في الإضاءة، التدفئة، والتكييف، مما يعزز من الراحة ويقلل الهدر الطاقوي. ويعتمد نجاح تبني هذه التقنيات على عدة عوامل، منها توعية الأسر بأهمية الحلول الذكية، توفير تسهيلات مالية للدفع، وضمان دعم فني مستمر لضمان الاستخدام الأمثل للنظام.
2. **مباني خاصة بالمؤسسات العقارية وشركات البناء:** يمكن دمج الأنظمة خلال مراحل البناء الأولى لرفع قيمة العقارات وجذب المشترين، مع ضرورة التكوين والتوعية للتغلب على ضعف الوعي التقني والتكلفة الأولية.
3. **الفنادق والمستشفيات:** توفر الأنظمة راحة أعلى وتقليل التكاليف التشغيلية وتحسين صورة المؤسسة، ويمكن تحويل هذه الشريحة لسوق مستهدف عبر حلول منخفضة التكلفة ودعم فني مناسب.
4. **الهيئات الحكومية والإدارية:** المباني الحكومية مثل البلديات والمدارس تمثل سوقًا محتملاً لترشيد الطاقة وتعزيز الأمان ودعم الرقمنة، مع تحديات بيروقراطية وضعف التمويل يمكن تجاوزها بحلول ذكية مبسطة.
5. **المصانع والمستثمرين:** تمثل المصانع سوقًا مهماً بفضل حاجتها لمراقبة الطاقة وضمان السلامة. تساهم الأنظمة الذكية في تقليل التكاليف، تحسين مراقبة المعدات، والكشف المبكر عن المخاطر. كما تمنح المستثمرين فرصة لرفع كفاءة مشاريعهم عبر حلول مرنة وسهلة الدمج.

3. السوق المستهدف:

تتمثل أهمية السوق المستهدف في تحديد الفئات الأكثر قابلية للاستفادة من حلول Smart Home، اعتماداً على القدرة الشرائية والحاجة الفعلية للتكنولوجيا الحديثة. يركز المشروع على تلبية احتياجات هذه الفئات من خلال تحسين الراحة المنزلية، تعزيز الأمان، وترشيد استهلاك الطاقة، بما يضمن جدوى اقتصادية واجتماعية واضحة للمشروع.

فيما يلي أهم الفئات التي تمثل السوق المستهدف:

1. المنازل:

تمثل المنازل الفئة الأساسية للسوق المستهدف لأنها تجمع بين الحاجة الفعلية للراحة والأمان والقدرة على الاستثمار في التكنولوجيا الحديثة. هذه الفئة تبحث عن حلول ذكية لتسهيل حياتها اليومية والتحكم عن بعد في الأجهزة المنزلية، مما يجعلها من أول الزبائن المحتملين لاعتماد Smart Home.

2. الجامعات ومراكز البحث العلمي:

تمثل الجامعات ومراكز البحث العلمي سوقا مستهدفا مثاليا لأنها تسعى لتطبيق حلول ذكية لدعم الاستدامة، تقليل التكاليف، وتحسين بيئة التعليم والبحث العلمي. اعتماد Smart Home يساهم في تحقيق أهدافها البيئية والاقتصادية، ويوفر للطلاب فرصة تعليمية عملية لاكتساب مهارات التكنولوجيا الحديثة.

3. ذوو الاحتياجات الخاصة وكبار السن:

تعتبر هذه الفئة مثالية للسوق المستهدف لأنها تحتاج إلى بيئة آمنة ومرنة تضمن راحتهم واستقلاليتهم. الأنظمة الذكية تمكنهم من التحكم في حياتهم اليومية دون الاعتماد المستمر على الآخرين، وتوفر استجابة سريعة لأي طارئ، ما يعزز جودة حياتهم ويمنح المشروع قيمة اجتماعية وإنسانية ملموسة.

4. تحليل البيئة الخارجية الكلية (PESTEL ANALYSIS)

1. العوامل السياسية:

- التوجهات الحكومية نحو التحول الرقمي والاستدامة البيئية.
- السياسات الوطنية المشجعة على تأسيس ودعم المؤسسات الناشئة والمبتكرة.

2. العوامل الاقتصادية:

- مستوى القوة الشرائية لدى المستهلكين وانفتاحهم على تبني تقنيات المنازل الذكية واستعدادهم للاستثمار فيها.
- الدعم المالي والتسهيلات المقدمة من الحكومة والمؤسسات الإقليمية، مثل الصندوق الأفريقي لدعم المؤسسات الناشئة وصندوق الوطني لدعم المشاريع الابتكارية (ASF/Nazda) ، لتعزيز نمو قطاع التكنولوجيا الذكية والاستدامة.

3. العوامل الاجتماعية:

- زيادة الوعي بأهمية الأمان وكفاءة استهلاك الطاقة في المنازل.
- تطور أنماط الحياة العصرية وتوجه المستهلكين نحو الحلول الذكية.
- الاهتمام المتزايد بتحسين جودة الحياة داخل المنازل من خلال التكنولوجيا.

4. العوامل التكنولوجية:

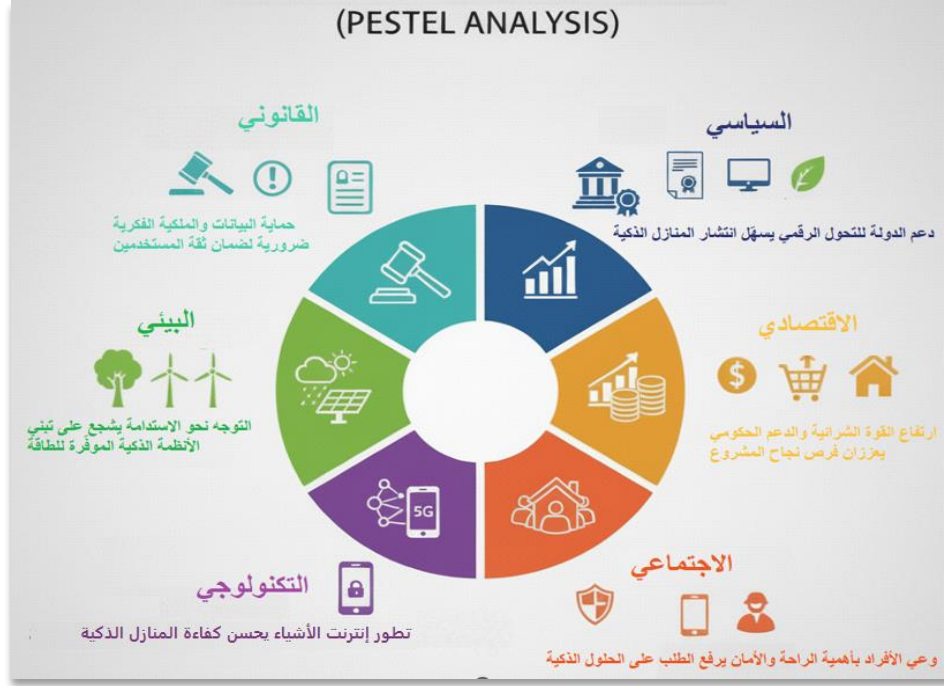
- التطور السريع في تقنيات إنترنت الأشياء (IoT) ودورها في تحسين كفاءة الأنظمة الذكية للمنازل.
- انتشار تقنيات الاتصال والاتصالات الرقمية التي تدعم التشغيل السلس والتحكم عن بعد في المنزل الذكي.

5. العوامل البيئية:

- تأثير الظروف المناخية على أداء وكفاءة أنظمة المنزل الذكي.
- القوانين البيئية المتعلقة بإدارة استهلاك الطاقة والانبعاثات الكربونية.
- تشجيع المستهلكين على تبني الحلول الصديقة للبيئة.

6. العوامل القانونية:

- القوانين والتشريعات المتعلقة بحماية البيانات والأمن السيبراني.
- اللوائح الخاصة باستخدام أجهزة الاستشعار والكاميرات في المنازل.
- حقوق الملكية الفكرية والابتكارات في مجال التكنولوجيا الذكية.
- القوانين المتعلقة بالعقود الذكية وربطها بالمنازل الذكية.



عناصر تحليل PESTEL لمشروع المنزل الذكي

تحليل الجدوى :

بناء على هذا التحليل، يمتلك المشروع فرص نجاح كبيرة بفضل الدعم الذي توفره العوامل الاقتصادية والتكنولوجية والاجتماعية. ومع ذلك، فانه من الضروري مراعاة الجوانب القانونية والسياسية لضمان الامتثال للتشريعات المعمول بها. كما ان البحث عن حلول مبتكرة لتقليل التكاليف وتعزيز الامن السيبراني سيكون عاملا حاسما في زيادة فرص تبني المنازل الذكية من قبل شريحة واسعة من المستهلكين.

5. تحليل القوى التنافسية (PORTER):

❖ تحليل بورتر (Porter's Five Forces Analysis) :

1. قوة المنافسة بين الشركات القائمة

- سوق المنازل الذكية في الجزائر مازال جديد نسبيا، والمنافسة فيه ضعيفة الى متوسطة.
- يوجد بعض المشاريع الصغيرة أو منتجات أجنبية بأسعار مرتفعة، لكن مشروعنا يتميز بكونه محلي وبسعر مناسب.
- هذا يمنحنا أفضلية في السوق خاصة من حيث السعر وخدمة ما بعد البيع.

2. قوة الموردين

- يعتمد نجاح المشروع على شركاء موثوقين قادرين على تلبية متطلبات السوق بسرعة وكفاءة.
- عدد الموردين في هذا المجال محدود نسبيا، لذلك قوتهم التفاوضية متوسطة إلى مرتفعة.
- يمكن تقليل التأثير عبر تنويع الموردين محليا وخارجيا واختيار الموردين الأقل تكلفة والأكثر استقرارا.

3. قوة الزبائن

- وعي المستهلكين بالمنازل الذكية في تزايد مستمر، ما يمنحهم قدرة متوسطة إلى عالية على اختيار الحلول الأنسب.
- زيادة انتشار التكنولوجيا وارتفاع القوة الشرائية يعزز من نفوذهم التفاوضي على المدى القريب والمتوسط.
- تقديم نظام موثوق، ضمان شامل، ودعم فني مستمر يضمن رضا العملاء ويحفزهم على الاستثمار في الحلول الذكية.

4. تهديد المنتجات البديلة

- توجد بعض البدائل مثل المفاتيح الذكية أو أنظمة الإنذار المستقلة.
- لكنها محدودة الوظائف مقارنة بالنظام الذي نقدمه والذي يسمح بالتحكم الكامل عن بعد.
- لذلك يمكن اعتبار تهديد البدائل ضعيف إلى متوسط حاليا.

5. تهديد دخول منافسين جدد

- مجال المنازل الذكية مفتوح ويمكن لأي فريق تقني جديد الدخول اليه.
- لكن مشروعا يتميز بسعر منخفض وحل مخصص للسوق المحلي.
- لذلك يبقى هذا التهديد متوسط، ويمكن تقليله أكثر بحماية المنتج وتطويره باستمرار.

تحليل القوى الخمسة لبورتر (Porter's Five Forces Analysis)



6. تحليل SWOT لمشروع المنازل الذكية:

1. نقاط القوة (Strengths):

- المشروع يجمع بين مفهوم المنزل الذكي والمنزل المستدام، مما يتيح إدارة ذكية للطاقة والماء مع تعزيز الراحة والأمان.
- يعمل النظام حتى عند انقطاع الإنترنت عبر الرسائل النصية، ما يضمن استمرارية الخدمة.
- يعتمد على مكونات بسيطة ومنخفضة التكلفة، مما يجعله قابلاً للتطبيق على نطاق واسع.
- سهل الاستخدام ولا يحتاج المستخدم لخبرة تقنية، ما يزيد من قابلية تبنيه.
- قابل للتوسعة وإضافة أجهزة جديدة بسهولة، ما يسمح بتطوير النظام مستقبلاً حسب احتياجات الأسرة.

1. نقاط الضعف (Weaknesses) :

- محدودية الوعي العام حول مفهوم المنازل الذكية في الجزائر.
- الحاجة إلى تكوين مستمر لفريق الصيانة والدعم الفني.
- الاعتماد على مكونات إلكترونية مستوردة قد يسبب تأخير في التوريد.
- ضعف الإمكانيات التسويقية في البداية بسبب محدودية الموارد المالية.
- احتمال ضعف الثقة من الزبائن الجدد تجاه منتج محلي في مجال تقني جديد.

2. الفرص (Opportunities) :

- سوق المنازل الذكية في الجزائر مازال في بدايته، مما يفتح المجال للنمو.
- ارتفاع الاهتمام بالرقمنة والطاقة الذكية من طرف الدولة.
- إمكانية التعاون مع مؤسسات حكومية أو مشاريع إسكان جديدة.
- توجه العائلات الجزائرية نحو الحلول الذكية لتقليل استهلاك الطاقة.
- إمكانية التوسع نحو الفنادق، الشركات، المستشفيات، والمباني في المستقبل.

3. التهديدات (Threats) :

- دخول شركات أجنبية بأسعار منخفضة أو منتجات جاهزة.
- التغيرات في أسعار المكونات الإلكترونية في السوق العالمية.
- ضعف البنية التحتية للإنترنت في بعض المناطق.
- تقلبات السوق والقدرة الشرائية للمستهلك الجزائري.
- احتمالية ظهور منافسين محليين يقدمون نفس الفكرة بأسعار أقل.



معالجة نقاط الضعف والتهديدات:

العنصر	المشكلة أو التهديد	طريقة المعالجة المقترحة
نقاط الضعف	محدودية الوعي العام حول مفهوم المنازل الذكية	تنظيم حملات توعية رقمية وميدانية بسيطة تشرح فوائد النظام بالأمثلة والفيديوهات، مع عروض تجريبية في المعارض المحلية.
	الحاجة إلى تكوين مستمر لفريق الصيانة والدعم الفني	إطلاق برنامج تكوين داخلي دوري بالتعاون مع معاهد تقنية وجامعات لتطوير مهارات البرمجة والصيانة.
	الاعتماد على مكونات إلكترونية مستوردة	البحث عن بدائل محلية أو موردين إقليميين، وتخزين كمية احتياطية من القطع الأساسية لتفادي التأخير.
	ضعف الإمكانيات التسويقية في البداية	اعتماد تسويق رقمي منخفض التكلفة عبر وسائل التواصل الاجتماعي والعروض التوضيحية، مع الشراكة مع متاجر إلكترونية وشركات بناء.
التهديدات	دخول شركات أجنبية بأسعار منخفضة	التركيز على ميزة المشروع المحلي (الدعم الفني السريع، اللغة، الفهم المحلي) وتقديم خدمات ما بعد البيع بأسعار رمزية.
	التغيرات في أسعار المكونات الإلكترونية	تنويع مصادر الشراء والتعاقد المسبق مع الموردين بأسعار مستقرة قدر الإمكان.
	ضعف البنية التحتية للإنترنت	تعزيز نظام الإشعارات عبر الرسائل النصية (SMS) لضمان استمرار التحكم في الأجهزة حتى عند ضعف أو انقطاع الإنترنت، مع إرسال تنبيهات مباشرة لصاحب المنزل.
	تقلبات السوق وضعف القدرة الشرائية للمستهلك	تقديم باقات متعددة بأسعار مختلفة، مع إمكانية الدفع بالتقسيط لتوسيع قاعدة الزبائن.

7. قياس شدة المنافسة في الجزائر:

1. تعريف المنافسة في قطاع المنازل الذكية:

المنافسة في سوق المنازل الذكية بالجزائر تركز على تقديم حلول مبتكرة للتحكم عن بعد في المنازل والمقرات، مع تعزيز الأمان وكفاءة الطاقة، وتزداد وضوحا في المدن الكبرى مع ارتفاع وعي المواطنين التكنولوجي.

المنافسون المباثرون في السوق:

المنافسون المباثرون في سوق المنازل الذكية بالجزائر هم شركات محلية تقدم حلولاً مشابهة لمشروعنا، تركز على الامتة المنزلية، التحكم في الطاقة، والانظمة الامنية الذكية. فيما يلي عرض لأبرز هذه الشركات:

➤ شركة TIS Algeria:



- سنة التأسيس: 2020
 - الموقع الجغرافي: دار البيضاء، الجزائر العاصمة
 - نوعية الخدمات:
- TIS Algeria تقدم حلول ذكية متكاملة للمنازل والفنادق والمباني الإدارية، تشمل التحكم في الإضاءة، التكييف، الستائر، أنظمة الحماية بالفيديو، وأجهزة استشعار الحركة والحرارة، مع خدمات استشارة وتكوين للمهنيين، مركزة على المشاريع العقارية الراقية.

➤ شركة Domo DZ:



- سنة التأسيس: 2014
- الموقع الجغرافي: دالي إبراهيم، الجزائر العاصمة
- نوعية الخدمات:

Domo DZ قدم أنظمة أتمة ذكية للمنازل والمباني والفنادق، تشمل إدارة الإضاءة، التدفئة، الصوت، الأمان، والتحكم عن بعد عبر تطبيقات الهاتف، مع تكوين مهني للمقاولين والتقنيين، مركزة على المشاريع المتوسطة والراقية أكثر من المستخدم الفردي.

➤ شركة Dary Smart:



- سنة التأسيس : غير محددة بدقة (شركة ناشئة حديثة)
- الموقع الجغرافي : وهران
- نوعية الخدمات :

شركة ناشئة تقدم حلول أتمتة للمنازل الصغيرة والمتوسطة تشمل الإضاءة، الستائر، الأمان، مراقبة الطاقة، والتحكم في الأجهزة عبر الهاتف، مع سهولة التركيب ودعم فني متواصل، بأسعار في المتناول، لكنها محدودة الانتشار والتوسع على المستوى الوطني.

🇩🇿 المنافسة غير المباشرة:

المقصود بالمنافسة غير المباشرة هو وجود منتجات أو خدمات قد يستخدمها الناس بدلا من أنظمة المنازل الذكية، رغم أنها ليست من نفس النوع أو بنفس درجة التطور. في الجزائر، هناك حلول تقليدية كثيرة يفضلها البعض بسبب تكلفتها الأقل أو لضعف المعرفة بالتقنيات الحديثة.

➤ من أهم هذه البدائل:

- أجهزة إنذار عادية لا تتصل بالهاتف أو النظام الذكي.
- كاميرات مراقبة بسيطة للمراقبة فقط بدون ربط بباقي الأجهزة.
- مفاتيح رقمية أو مؤقتة تتحكم بالإضاءة أو الأجهزة دون تجربة ذكية كاملة.
- الحراسة التقليدية تعتمد على الحراس بدل الأنظمة الذكية.
- شراء أجهزة ذكية بشكل فردي بدون ربط في نظام موحد.

➤ الفجوات في السوق التي لم يملأها المنافسون:

- قلة حلول ذكية ملائمة للسوق المحلي تركز على فئات معينة أو تقدم حلول جزئية فقط.
- الحاجة إلى حلول ذكية متكاملة تناسب الثقافة المحلية والمنازل التقليدية والحديثة.
- نقص التوعية والتعليم حول فوائد المنزل الذكي ودمج الأنظمة مع الحياة اليومية.

➤ إمكانية اكتساب حصة من السوق عبر عروض مميزة، تبسيط الاستعمال، أو خدمات مخصصة لفئات مثل ذوي الاحتياجات الخاصة:

- تبسيط واجهة المستخدم وتطوير أنظمة سهلة الاستخدام يمكن للجميع التفاعل معها، مما يجعل الأنظمة الذكية أكثر جذبًا للأشخاص الذين ليس لديهم خلفية تقنية.
- تخصيص حلول ذكية لذوي الاحتياجات الخاصة، مثل توفير تقنيات تسمح لهم بالتحكم في منازلهم بسهولة وأمان، مثل التحكم في الإضاءة أو الأبواب باستخدام الصوت.
- تقديم عروض مميزة تشمل استشارات منزلية أو صيانة دورية مجانية لفترة محدودة، مما يزيد من قيمة الخدمات المقدمة للعملاء.
- تقديم حزم ترويجية تجمع بين الأتمتة المنزلية وحلول الطاقة المستدامة مثل الألواح الشمسية، مما يجذب العملاء المهتمين بالاستدامة والبيئة.
- يمكن دمج الأنظمة الذكية مع تقنيات أخرى مثل الطاقة المتجددة أو الأنظمة الأمنية المتقدمة، مما يميز المشروع عن المنافسين الذين يقدمون حلولاً جزئية أو محدودة.

2. الاستراتيجيات التسويقية:

➤ شعار المشروع: Le confort intelligent, à la manière algérienne

➤ العلامة التجارية: EcoSafe Home



➤ رؤية المشروع: تغطية السوق الجزائري وتعزيز انتشار المنازل الذكية، مع التوسع مستقبلاً للأسواق الإقليمية والدولية.

➤ رسالة المشروع: نوفر حلول ذكية متكاملة للتحكم في المنازل، تزيد الراحة والامان وتقلل فاتورة الطاقة، مع امكانية تخصيص النظام حسب حاجة كل منزل.

أ. التسويق الرقمي العملي:

تم إنشاء صفحة رسمية على Instagram باسم **EcoSafe Home** لعرض النظام الذكي للتحكم في المنازل.

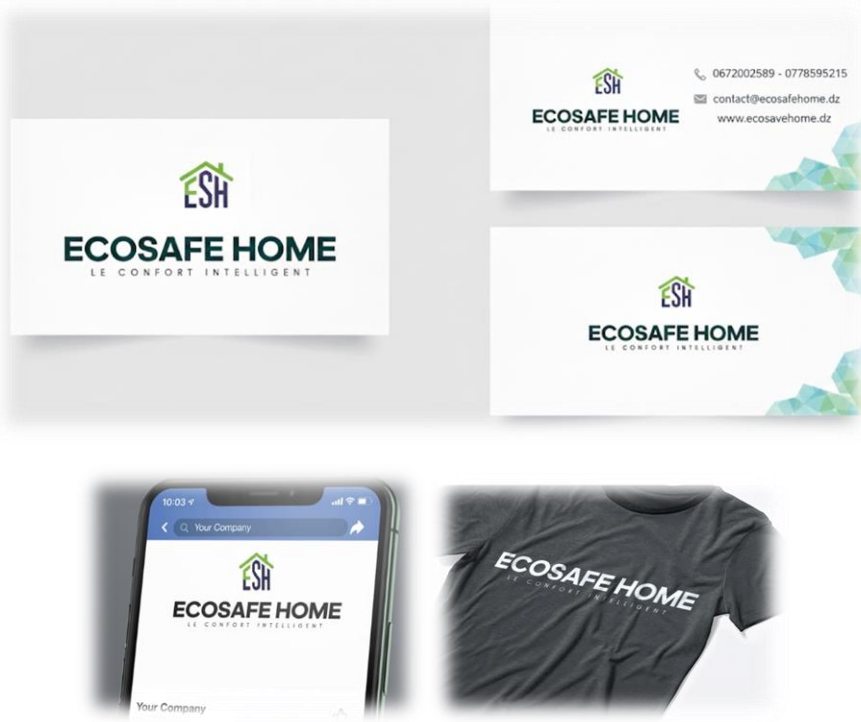


- أول منشور عملي: صورة الشعار مع شرح قصير وجذاب: "نظام ذكي يتحكم في منزلك، يزيد الراحة والأمان ويخفض فاتورة الطاقة".



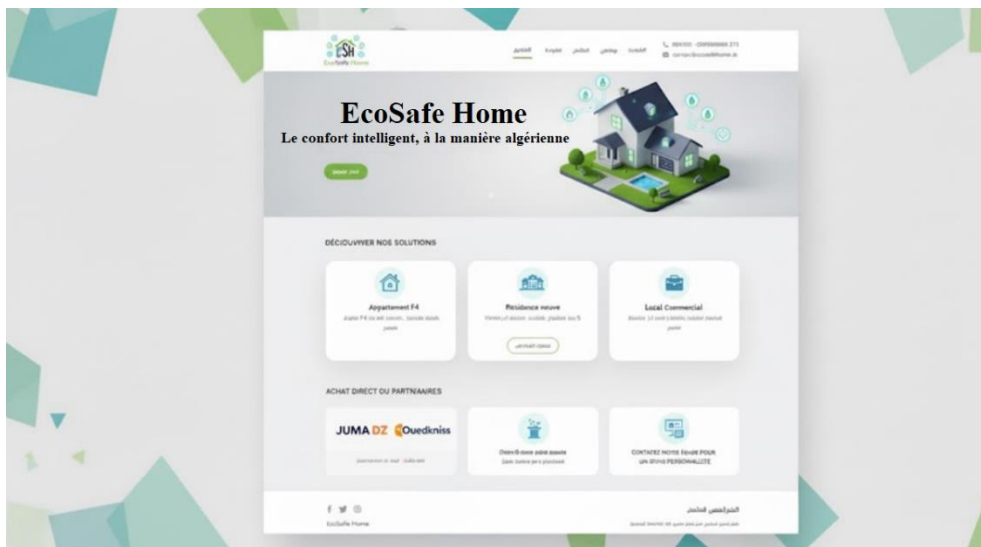
• خطط التفاعل والتوسيع المستقبلية:

1. تصوير النظام في منازل تجريبية لإظهار وظائفه الذكية.
2. إعلانات مدفوعة موجهة لجمهور مهتم بالابتكار وتوفير الطاقة والأمان.
3. تجربة تفاعلية للمستخدم عبر استطلاعات رأي ومسابقات قصيرة.
4. روابط مباشرة للشراء لتسهيل تحويل المتابعين إلى عملاء.
5. مشاركة قصص يومية تتضمن نصائح وحيل لترشيد الطاقة وزيادة التفاعل.



تم التخطيط لإنشاء موقع إلكتروني تفاعلي يتيح للعملاء تجربة النظام بشكل عملي. من خلال الموقع، يمكن للمستخدم اختيار نوع العقار لمعرفة تفاصيل تركيب النظام الذكي.

يهدف هذا العرض إلى إعطاء المستخدم فكرة واضحة عن كيفية تخصيص النظام لكل نوع عقار، مع إمكانية تحديد الأجهزة الذكية، مستوى الأمان، وإدارة الطاقة والمياه، والتواصل مباشرة مع فريق المشروع عبر الهاتف أو البريد الإلكتروني.



نموذج توضيحي لموقعنا الإلكتروني المستقبلي لتجربة EcoSafe Home

الجدول يمثل الوسائل الترويجية لمؤسسة EcoSafe Home:

الوسيلة الترويجية	التفاصيل	العدد	التكلفة للوحدة	المجموع
الإعلانات الرقمية (فيسبوك – إنستغرام)	تم إنشاء صفحات رسمية ونشر محتوى مصور وفيديوهات ترويجية حول النظام الذكي لزيادة الوعي بالمنتج.	/	مجاني	/
بطاقة العمل (Business Card)	إعداد بطاقات تحمل شعار المؤسسة ومعلومات الاتصال، وتوزيعها على المهتمين في الجامعات والمعارض التكنولوجية.	500	20 دج	10,000 دج
الملصقات الإعلانية	تصميم وطباعة ملصقات تعريفية يتم عرضها في المراكز التقنية والمتاجر الإلكترونية.	50	100 دج	5,000 دج
المعارض التكنولوجية	المشاركة في معارض الابتكار والمشاريع الناشئة للتعريف بالنظام الذكي وجلب شركاء محتملين.	/	مجاني	/
العروض التجريبية (Prototype)	تقديم عروض حية للنظام الذكي أمام الجمهور والمؤسسات المهتمة لشرح طريقة العمل والتقنيات المستعملة.	3	500 دج	1,500 دج
المجموع			التكلفة للوحدة	16,500 دج

ب. التسويق التقليدي العملي

- المشاركة في معارض تقنية وبناء محلية لعرض النظام مباشرة على الجمهور، مثل:
 - معرض الجزائر الدولي للتكنولوجيا (Algeria Tech Expo)
 - معرض البناء والتشييد الدولي بالجزائر (Batimatec)
- التعاون مع شركات مقاولات محلية لإدراج النظام في المشاريع السكنية الجديدة، مثل:
 - شركة BATI-DZ
 - شركة ENIE

ج. تقدير تكلفة النظام الذكي حسب نوع الزبون:

يعرض هذا القسم تقدير تكلفة النظام الذكي لكل فئة من الزبائن، مع الأخذ بعين الاعتبار مكونات النظام الأساسية، التركيب، والبرمجة. الهدف هو توفير رؤية دقيقة لتكلفة المشروع حسب نوع المنزل أو المؤسسة.

تقدير تكلفة النظام الذكي لمنزل من نوع F3

هذا الجزء يقدم دراسة حالة بسيطة توضح تكلفة النظام الذكي في منزل F3 حسب الأجهزة المختارة، مع حساب سعر المكونات وتكاليف التركيب والبرمجة بشكل واضح.

منزل صغير (3غرف-F3)

رقم	نوع الجهاز	المكونات الأساسية	ملاحظات	سعر الوحدة (DA)	الكمية	تكلفة التركيب (DA)	المجموع (DA)
1	جهاز التحكم الرئيسي	لوحة + ESP32 وحدة + Relay كابلات توصيل + صندوق الجهاز (case)	أساسي في كل نظام	2000	1	2000	4000
2	جهاز الكشف الذكي والتدخل	مستشعر لهب + مستشعر غاز + DHT11 + مروحة تهوية	اختياري - يمكن تركيبه في المطبخ أو غرفة التدفئة	3000	1	2000	5000
3	جهاز متابعة خزان الماء	مستشعر Ultrasonique لقياس مستوى الماء	اختياري - خاص بخزانات المياه	2000	1	2000	4000
4	جهاز التوفير الطاقوي	مستشعر حركة PIR للتحكم في الإضاءة	اختياري - الممرات	2000	1	2000	4000
5	جهاز حماية المنزل	Keypad + PIR + إنذار (Push Button)	اختياري - للتحكم في الدخول	40000	1	2000	42000
6	جهاز التواصل	وحدة GSM Module للاتصال والتنبيهات	أساسي - لإرسال التنبيهات SMS	2000	1	2000	4000
7	جهاز عداد استهلاك الطاقة	مستشعر التيار (Capteur de courant)	اختياري - لحساب استهلاك الكهرباء	5000	1	2000	7000

- تركيب كل جهاز: **2000 دج** تشمل اليد العاملة والتوصيل.
- البرمجة الأساسية للنظام (Configuration générale): **5000 دج** كخدمة إجمالية.
- يمكن للزبون اختيار الأجهزة التي يرغب في إضافتها حسب حاجته (نظام مرن ومخصص).

ملاحظة:

تم احتساب التكاليف على أساس أن كل جهاز يقدم في شكل KIT متكامل يحتوي على المستشعر، التركيب، والبرمجة. ويمكن للزبون اختيار عدد الـ KITs حسب حاجته، فكلما رغب في إضافة مستشعرات أو تغطية غرف أكثر، يتم اقتناء KIT إضافي. بالتالي، تختلف الكلفة النهائية حسب حجم المسكن أو المؤسسة وعدد الوحدات المطلوبة.

د. استراتيجيات التسعير العملية:

السعر:

- سعر بيع الوحدة: 149000 دج بدون رسوم
- الدفع: إلكترونيا أو يد بيد
- تقديم خطط دفع مرنة: لتسهيل عملية الشراء وزيادة الانتشار، سيتم اعتماد خيارات دفع متعددة، مثل:
 - الدفع بالتقسيط الشهري لمدة 6 او 12 شهر
 - الدفع الجزئي عند التركيب والدفع النهائي بعد 30 يوم
 - الدفع الكامل عبر الموقع الإلكتروني مع خصم تشجيعي بنسبة 5-10 بالمئة

و. تقدير المبيعات:

تم حساب المبيعات السنوية للمشروع على مدى خمس سنوات مع الاخذ بعين الاعتبار زيادة الانتاج السنوي بنسبة 20 بالمئة تقريبا كل عام مقارنة بالعام السابق. هذا الارتفاع يعكس نمو الطلب وتوسع نطاق المشروع مع اكتساب ثقة الزبائن تدريجيا حيث ان العملاء الجدد يصبحون أكثر استعدادا لتجربة النظام الذكي بعد رؤية فعالية المشروع لدى العملاء الاوائل.

جدول تقدير المبيعات لل 05 سنوات الأولى للمشروع:

المجموع	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	
42 912 000	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	2027
51 852 000	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	29	2028
62 580 000	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	2029
75 096 000	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	2030
89 400 000	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	2031

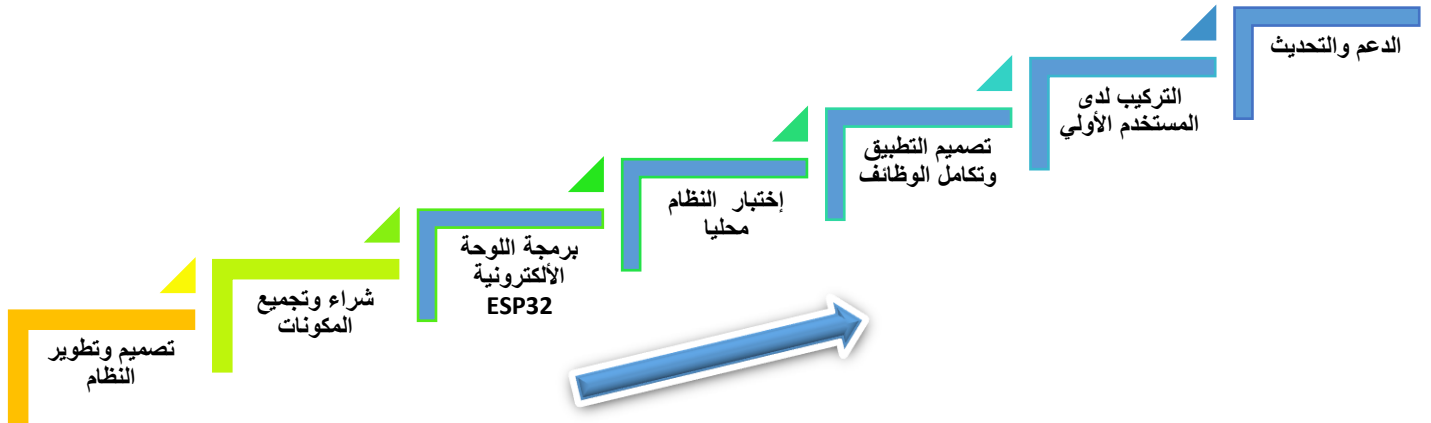
سعر البيع ل 05 سنوات : 321840000 دج

المحور الرابع: خطة الإنتاج والتقديم



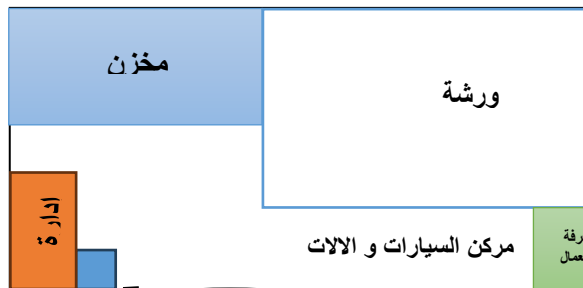
1. عملية الإنتاج:

- مخطط مبسط لعملية الإنتاج:



1. احتياجات الإنتاج:

نوع الاحتياجات	الاحتياجات	المميزات	السعر
المقر	المقر	المميزات	للعام الواحد ل 05 سنوات
		كراء ارض تكون في المنطقة الصناعية 4100 م ² ، يحتوي على إدارة، ورشة الانتاج وغرفة تخزين المواد الأولية والمنتج النهائي، غرفة لاستراحة العمال وحمام.	500000
			2500000



تجهيزات مكتبية	الأثاث
طابعة	مكتب المدير
1 حواسيب	
مودام	
1 هاتف ارضي	
كاميرات	
علبة إسعافات	
2 مطفأة	
لوحة إعلانات	
54500	
100000	
10000	
7000	
50000	
2000	
20000	
20000	
70000	

120000	1 مكتب السكرتاريا و المحاسب		
68000	4 كراسي إدارة + كراسي وطاولة للعمال		
40000	خزانة حفظ الملفات+ خزانة العمال		
150000	2 مكيفات	أجهزة كهربائية	
50000	ثلاجة		
3150	7 زوج قفازات واقية	أجهزة الإنتاج	
3960	4 نظارات أمان		
1600	2 مفك براغي كهربائي		
15200	1 سلم صغير(Aluminium)		
12300	1 جهاز لحام(Fer à souder)		
3600	1 طقم خيوط قصدير + فلक्स		
13200	4 خوذات لحام		
4000	أداة قص وتعرية الأسلاك		
4500	5 شريط لاصق كهربائي		
14000	مصدر طاقة مختبري(Power Supply)		
10000	4 خوذات لحام طابعة ثلاثية الأبعاد(3D Printer)		
3000000	سيارة		
المجموع (سنة)			أجهزة التنقل
3847010 دج			

2. تكاليف الإنتاج:

المنتج		السعر (دج)
المنتج		للعام الواحد
Smart home controller	ل 05 سنوات	التكلفة الكلية لكل وحدة من المنتج هي 149000 دج، ويمكن إنتاج حوالي 24 وحدة شهريا، أي ما يعادل حوالي 288 وحدة في السنة.
	المجموع (5 سنوات)	المجموع
	321840000	42 912 000

3. تقسيم أوقات العمل:

فترة العمل	عدد ساعات العمل	عدد العمال	المعنيون بالحضور
6 أيام ويوم راحة	من 08 صباحا إلى 17.00 مساء	9 عمال	مسير 1 ومسير 2، سكرتيرة، تقني كهرباء معمارية، 2 تقني تركيب وصيانة تقني الكترونيك، سائق، عامل نظافة
07 أيام	من 21:00 ليلا الى 07:00 صباحا	عامل	الحارس

4. عدد المناصب التي سيخلقها المشروع:

من المتوقع أن يسهم المشروع في خلق العديد من المناصب التي تغطي مختلف المجالات الضرورية لضمان استمرارية العملية التشغيلية وتطوير النظام الذكي. وفقا لحجم المشروع، سيحتاج إلى توظيف:

- عدد المناصب المباشرة: حوالي 10 مناصب وظيفة في البداية، مع احتمال زيادة هذا العدد وفقا لتوسع المشروع.

العدد	الوظيفة	المهام	الراتب (دج)		المؤهلات
			الشهر	العام	
02	مسير 1 و 2	تسيير عام، اتخاذ القرارات، التعاقد مع الموردين والزمائن	120000	1440000	مهندس شبكات كهربائية
01	سكرتيرة/ مساعد إداري	استقبال، أرشفة، متابعة المراسلات	25000	300000	تقني في الأمانة أو تكوين متخصص
01	تقني في الكترونيك	صيانة الأجهزة، تركيب الأنظمة الإلكترونية	40000	480000	لسانس / معهد مهني + خبرة
02	تقني التركيب والصيانة	تركيب وصيانة المعدات	80000	960000	ليسانس / معهد مهني+خبرة عملية
01	تقني كهرباء	مراقبة وتشغيل النظام الكهربائي	40000	480000	ليسانس / معهد مهني+خبرة عملية
01	سائق	نقل فريق التركيب والصيانة إلى مواقع العملاء للتركيب والصيانة.	30000	360000	رخصة

01	حارس	حماية المؤسسة (ليلا)	30000	360000	بدون شرط (خبرة مفضلة)
01	عامل نظافة	الحرس على نظافة مقر الشركة	20000	240000	بدون شرط (خبرة مفضلة)
المجموع	10 عامل	العام الواحد	05 سنوات	4620000	/
				23100000	

- تتغير اجور العمال سنويا حسب الربح السنوي حيث تعتمد الشركة على زيادة 10% من الارباح
- لاختيار الموارد البشرية المناسبة لتقديم خدمات ذات جودة ضمن المهام الموكلة، تتبع الطرق التالية:
- ✓ عرض اعلانات العمل على مواقع التواصل الاجتماعي خصوصا الصفحات التي تتركز فيها فئة الموظفين المستهدفين
- ✓ الاستعانة بالوكالة الولائية للتشغيل من خلال تقديم عروض العمل مباشرة
- استقبال طلبات التوظيف سواء يدويا او الكترونيا
- دراسة الطلبات خلال اسبوعين وتجهيز قائمة بالمرشحين المؤهلين
- الاتصال بالمرشحين المقبولين واجراء مقابلات العمل بمشاركة مختصين في كل مجال
- اعلان النتائج رسميا للمرشحين المقبولين مع تحديد اسم الوظيفة وموعد الالتحاق بها بطريقة كتابية رسمية
- يعتمد نظام الاجور على منح رواتب شهرية ثابتة للعمال مع الخضوع للتأمين عبر صندوق الضمان الاجتماعي

المحور الخامس: الخطة المالية



المحور الخامس: الخطة المالية PLAN FINANCIER

1- جدول التكاليف:

الأصول	سنة 01	سنة 02	سنة 03	سنة 04	سنة 05
كراء المقر	500000	500000	500000	500000	500000
أجور العمال	4620000	4620000	4620000	4620000	4620000
تجهيز المقر			3347010		
تكاليف الإنتاج	21 600 000	26 100 000	31 500 000	37 800 000	45 000 000
تكاليف الغاز والكهرباء والماء والإنترنت.	240000	240000	240000	240000	240000
المجموع			192 147 010		

2- جدول الإيرادات:

الإيرادات	سنة 01	سنة 02	سنة 03	سنة 04	سنة 05
الإيرادات	42 912 000	51 852 000	62 580 000	75 096 000	89 400 000
المجموع			321840000		

3- الربح:

الربح = الإيرادات - التكاليف

= الربح

رقم الأعمال:

رقم الأعمال	سنة 01	سنة 02	سنة 03	سنة 04	سنة 05
رقم الأعمال	21 312 000	25 752 000	31 080 000	37 296 000	44 400 000
المجموع			132 092 990		

4- التمويل:

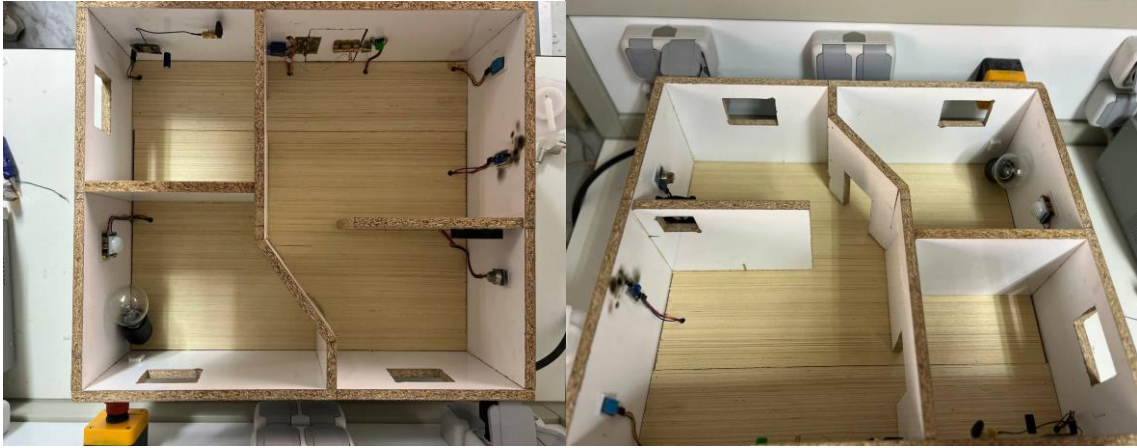
المبلغ (دج)	النسبة	
10 840 971.10	%21.1	رأس المال
40 538 038.90	%78.9	القروض
51 379 010.00	100%	المجموع

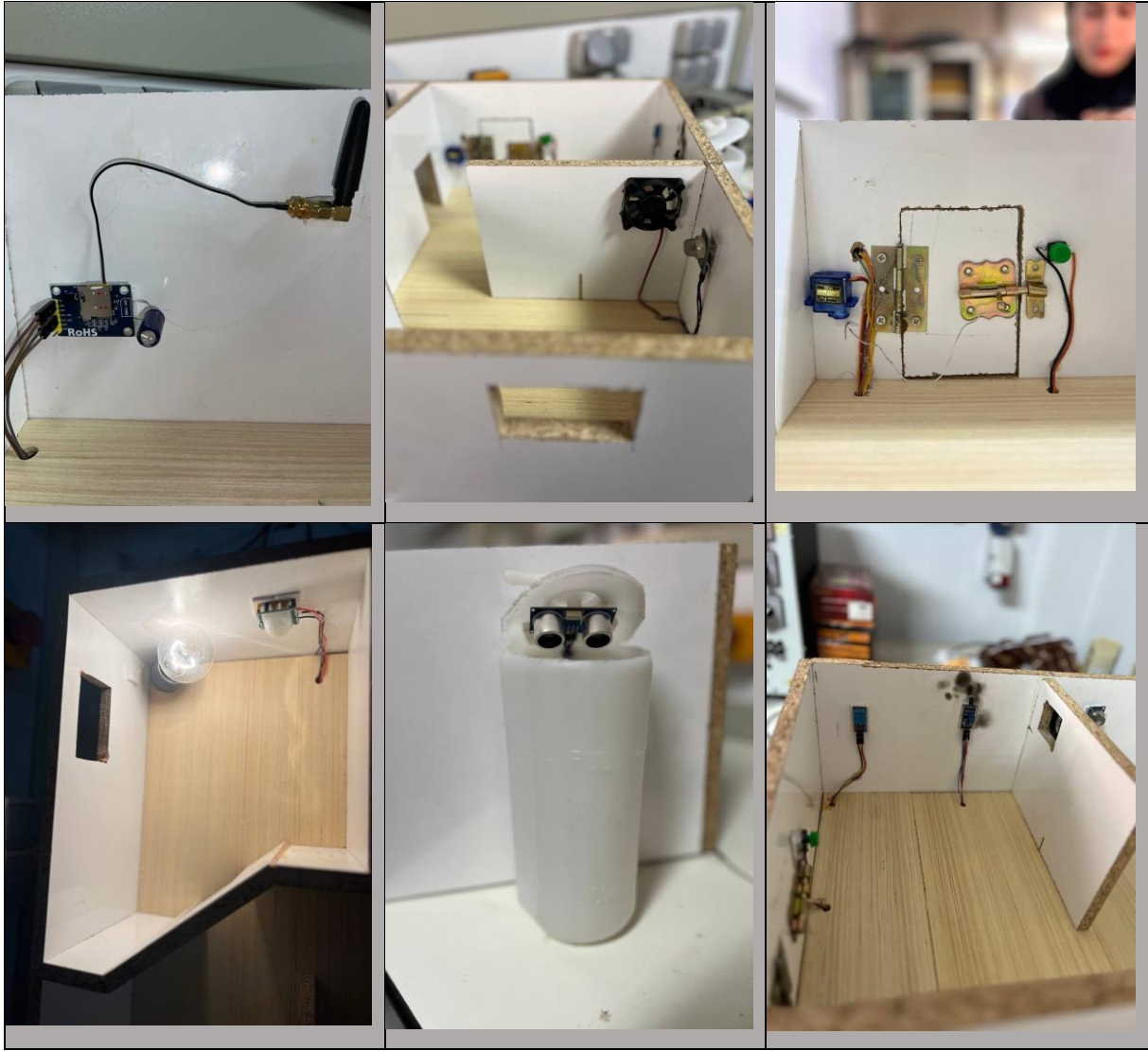
المحور السادس: النموذج الأولي التجريبي



النموذج الأولي التجريبي:

يشمل النموذج الأولي التجريبي لمشروع EcoSafe Home تركيب 13 حساس موزعين على جهازين ميكروكونترولر. يقوم كل جهاز بجمع البيانات من الحساسات الموصلة به بشكل لحظي، وإرسالها مباشرة إلى تطبيق الهاتف المحمول، بالإضافة إلى إمكانية إرسال إشعارات ورسائل نصية عبر الهاتف النقال لضمان متابعة مستمرة وسريعة لجميع الأحداث داخل المنزل أو المؤسسة.





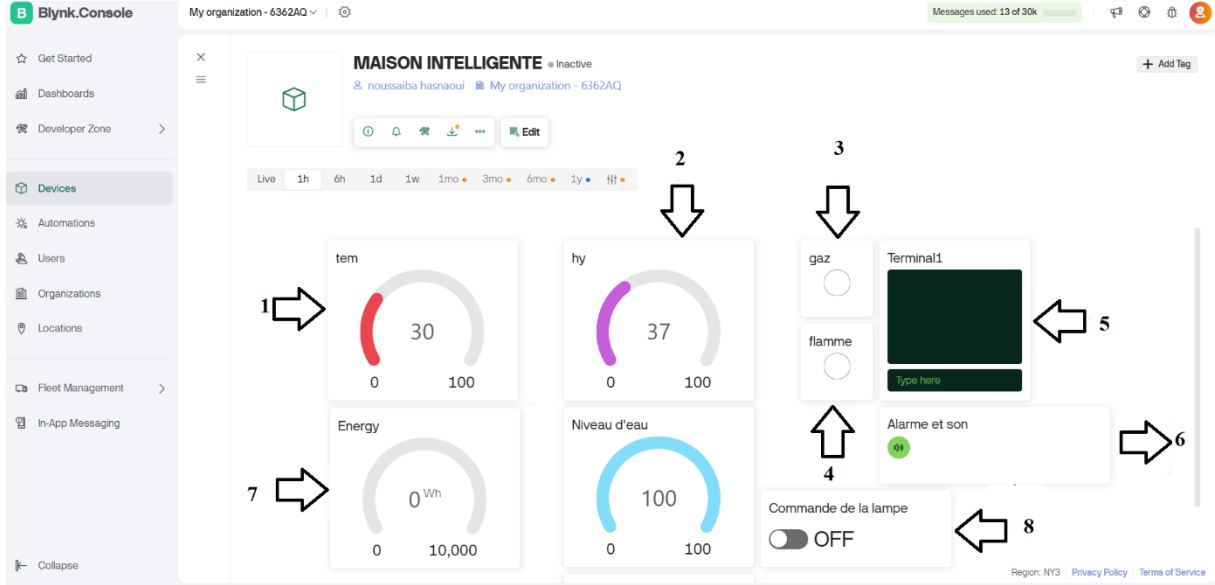
عرض عام للتطبيق (EcoSafe Home - Blynk)

تطبيق EcoSafe Home هو واجهة التحكم المركزية للمنزل الذكي، مبني على منصة Blynk. وظيفته الأساسية هي توفير نظام متكامل يجمع بين الأمان، كفاءة الطاقة، والمراقبة البيئية باستخدام لوحة ESP32.

- الوظيفة الأساسية: تحويل الهاتف الذكي إلى لوحة تحكم عن بعد، مما يسمح للمستخدم بمراقبة منزله والتحكم فيه من أي مكان في العالم عبر الإنترنت.
- مجالات التركيز:

1. التحكم الذكي: تشغيل وإطفاء الأجهزة والمشغلات. (Actuators)
2. المراقبة: قراءة القيم الحالية للمستشعرات (درجة الحرارة، الرطوبة، الغاز، الحركة).

3. التنبيهات: إرسال إشعارات فورية في حالات الطوارئ لضمان سلامة العائلة والممتلكات.

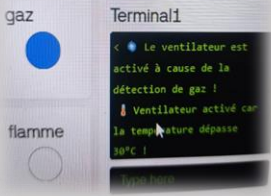
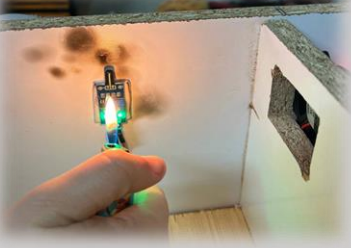
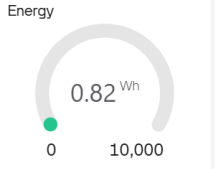
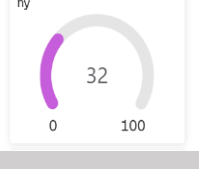
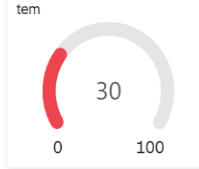


توضح هذه الشاشة الرئيسية الواجهة الموحدة لنظام EcoSafe Home. تم تصميم الواجهة بسهولة الاستخدام، حيث تعرض بشكل فوري حالة الأمان (القفل)، ودرجة حرارة المنزل، بالإضافة إلى أزرار التحكم الرئيسية.

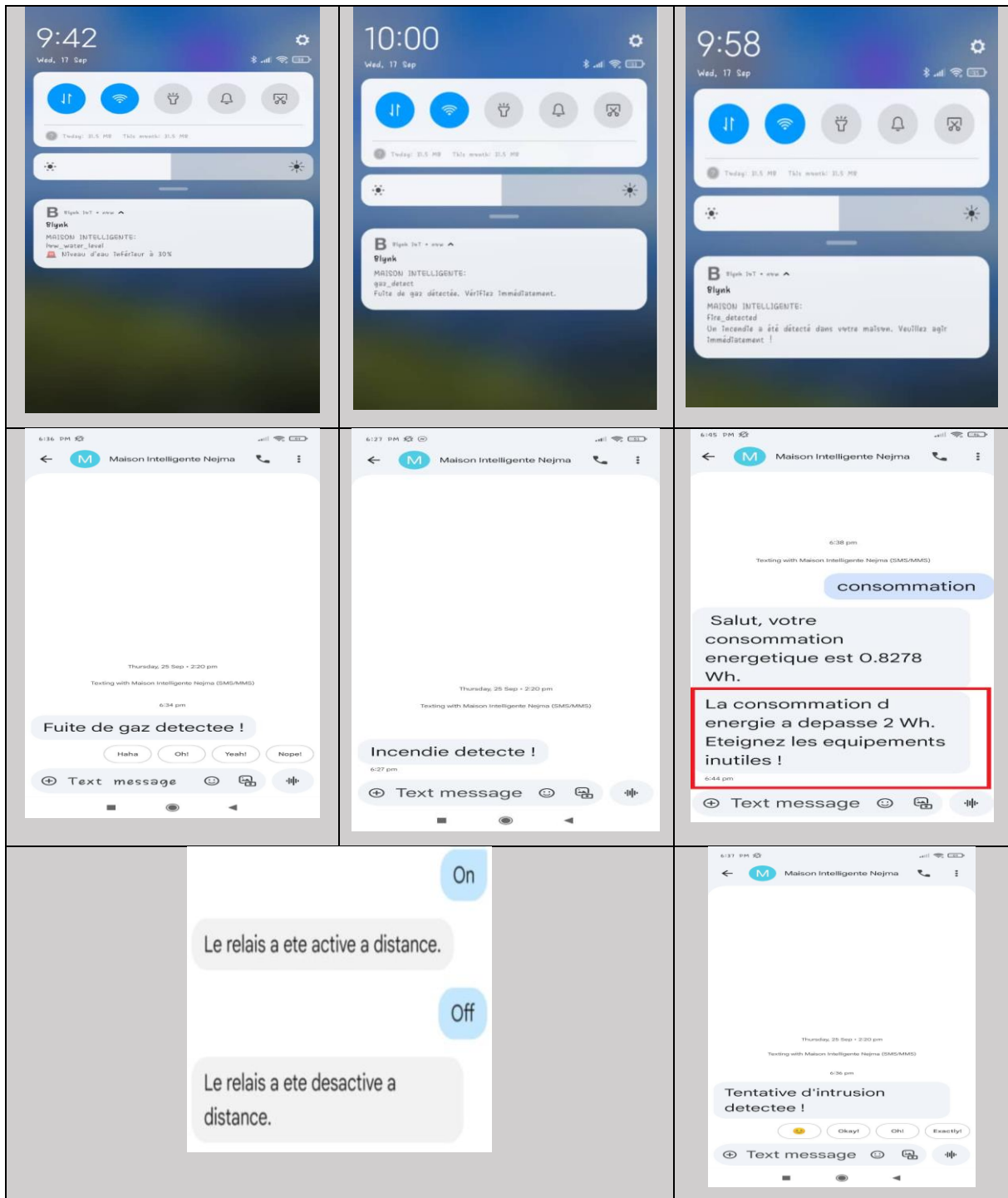
- مقياس (1) / عرض القيمة: يوضح درجة الحرارة (باللون الاحمر)
- مقياس (2) / عرض القيمة: يوضح نسبة الرطوبة (باللون البنفسجي)
- LED الغاز (3): يضيء عند كشف الغاز (ازرق) ويظهر اشعار على الهاتف
- LED اللهب (4) : يضيء عند كشف وجود لهب (احمر) ويظهر اشعار على الهاتف
- نافذة الرسائل (5): تعرض كل الاحداث مباشرة، مثل تفعيل حساس الحركة، عمل المروحة، حالة لوحة المفاتيح، وتنبيهات الغاز واللهب ومستوى الماء
- الصفارة / الانذار (6): تصدر صوت عند كشف الغاز او اللهب
- مقياس (7) / عرض القيمة: يظهر كمية استهلاك الكهرباء بالواط ساعة (Wh) في الوقت الفعلي
- المفتاح (8): تشغيل او ايقاف المصباح يدويا بزر
- مقياس (9) / عرض القيمة: يظهر كمية استهلاك الماء بالليتر في الوقت الفعلي.

النتائج التجريبية:

1. نتائج قياس المستشعرات:

 تفعيل المروحة عند اكتشاف تسرب الغاز	 صورة لحظة تجريب مستشعر الغاز	 صورة تظهر لحظة تجريب مستشعر اللهب
 مؤشر يظهر كمية استهلاك في (Wh) الكهرباء بالواط ساعة الوقت الفعلي	 عرض نسبة الرطوبة على المؤشر (Gauge) في تطبيق Blynk	 عرض درجة الحرارة على المؤشر (Gauge) في تطبيق Blynk
 عرض في نافذة الـ Terminal يوضح «الرمز صحيح» / «الرمز غير صحيح» لفتح الباب	 مؤشر يظهر قائمة استهلاك الماء	 حساس الحركة

2. تجربة التنبيهات والإشعارات:



EcoSafe Home نموذج العمل التجاري

شرايح العملاء	العلاقات مع العملاء	القيم المضافة	الأنشطة الرئيسية	الشركات الرئيسية
-العائلات الجزائرية الراقبة في تحسين الراحة والأمان داخل منازلها. -المؤسسات الصغيرة والمكاتب اللي تبحث عن حلول للتحكم في الطاقة. -شركات البناء والعقار اللي تهتم بإدماج الأنظمة الذكية في مشاريعها.	-تواصل مباشر ودائم مع الزبائن عبر التطبيق والموقع الرسمي . -تقديم خدمة ما بعد البيع ودعم فني على مدار الساعة . -تنظيم ورشات توعية وتجريبية للتعريف بالنظام الذكي.	-نظام ذكي للتحكم في الأجهزة المنزلية عن بعد (Wi-Fi) و (SMS). -أمان عالي واستجابة فورية للحوادث (غاز، حريق، حركة) . -ترشيد استهلاك الطاقة والمياه. -حلول محلية منخفضة التكلفة وسهلة التركيب.	-تطوير وبرمجة الأنظمة الذكية . -تركيب وصيانة المكونات في المنازل . -إنتاج وحدات التحكم المحلية . -التسويق الرقمي والميداني.	-شركات المقاولات مثل BATI-DZ و ENIE. -الموردون الإلكترونيون المحليون مثل Jumia DZ وEurl Digital. -شركات الاتصالات (موبيليس، أوريدو) . -البنك- مديرية الطاقة والبيئة.
	القنوات -الموقع الإلكتروني والتطبيق الرسمي EcoSafe Home. -صفحات التواصل الاجتماعي (فيسبوك، إنستغرام، لينكدان) . -المعارض التقنية الوطنية مثل Algeria Tech Expo و Batimatec. -التعاون مع شركات العقار والمقاولات.		الموارد الرئيسية مواد مادية: الآلات وأدوات التركيب، المكونات الإلكترونية (ESP32 والمستشعرات)، تجهيزات الورشة والمقر. مواد فكرية: التطبيق والبرمجة، النموذج الأولي، العلامة التجارية، الوثائق القانونية. موارد بشرية: فريق البرمجة والهندسة، تقنيون للتركيب والصيانة، الإدارة والتسويق.	
مصادر الإيرادات		هيكل التكاليف		
بيع وتركيب الأنظمة الذكية للمباني -عقود صيانة وخدمة ما بعد البيع . -اشتراكات شهرية للمراقبة والتحديث عبر التطبيق . -ورشات تكوين للأفراد في مجال المنازل الذكية.		-تكاليف الإنتاج والشراء للمكونات الإلكترونية . -كراء وتجهيز المقر . -أجور العمال والفنيين . -تكاليف التسويق والدعاية . -مصاريف الصيانة والدعم الفني.		

