

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

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

Faculté des Sciences et de la technologie

Département : Electronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Télécommunication

Spécialité : système de télécommunication

Par

- **M^{elle} MAUCHE Romaisa**
- **M^{elle} BENCHENOUF Oumayma**

Intitulé

Etude et conception d'un contrôle domotique d'une smart home

Soutenu le : 30/05/2024

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>M. BOUDECHICHE Djamel Eddine</i>	<i>MCA</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. AIDEL Salih</i>	<i>Pr</i>	<i>Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M. BEHIH Mohamed</i>	<i>MAA</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>M^{elle}. Djehaiche Rania</i>	<i>Docteure</i>	<i>Co-Encadreur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2023/2024

Remerciements

Ce travail a été réalisé au Département d'Electronique de l'Université de Bordj Bou Arreridj.

*Nous remercions **Dieu** Tout-Puissant de nous avoir accordé la patience, la santé et la volonté de mener à bien ce projet.*

*Nous exprimons notre gratitude à **nos parents** qui ont tant sacrifié pour nous et nous ont inculqué l'importance de prendre soin de nous et de nous faire confiance. Leur amour et leur soutien inconditionnels ont été pour nous une source d'inspiration.*

*Nous sommes également très reconnaissants envers notre professeur, **M. Fidel Salih**, qui a généreusement donné son temps et son expertise pour superviser nos travaux. Ses conseils et ses encouragements nous ont été précieux.*

*J'adresse également mes remerciements particuliers au professeur **Djellal Djamel** pour son aide et ses conseils précieux.*

*Nous remercions doctorante **M^{lle} Rania Djehaiche**.*

Enfin, nous remercions les membres du jury d'avoir accepté d'examiner notre travail et pour leur temps et leur expertise pour évaluer notre projet.

Dédicace

À nos familles, dont le soutien inébranlable et les encouragements constants ont éclairé notre chemin.

À nos amis, pour leur présence joyeuse et leurs paroles d'encouragement qui ont allégé notre parcours.

À nos professeurs, pour leur enseignement précieux et leur orientation bienveillante qui ont forgé notre savoir.

Ensemble, unis dans l'effort, nous avons surmonté les obstacles et célébré les succès. À notre complicité, notre ténacité et notre amitié, nous dédions ce travail, emblème de notre collaboration et de notre réussite.

Résumé

Ce projet explore les possibilités offertes par la convergence des technologies émergentes pour créer des habitats plus intelligents, plus sûrs et plus efficaces. Le projet commence par examiner comment l'utilisateur intègre les technologies IoT et M2M dans un contexte de maison intelligente. Il est ensuite divisé en deux parties distinctes : la phase de simulation, qui aborde de nombreux aspects tels que le chauffage intelligent, les alarmes gaz et incendie, ou encore l'exploitation de l'énergie solaire, et la phase de mise en œuvre, qui se concentre sur le développement d'une application de téléphonie mobile permettant de contrôle des équipements domestiques, ainsi que la sécurisation des portes à l'aide d'un module ESP32-CAM et d'une application Telegram utilisant de nombreux programmes tels que Arduino ide, Proteus ISIS et Cisco Packet Tracer.

Mots clés : maison intelligente, IoT, M2M, domotique, Arduino.

ملخص :

يستكشف هذا المشروع الإمكانيات التي يوفرها تقارب التقنيات الناشئة لإنشاء موائل أكثر ذكاءً وأماناً وكفاءة. يبدأ المشروع في سياق المنزل الذكي. وتنقسم بعد ذلك إلى قسمين M2M بدراسة كيفية قيام المستخدم بدمج تقنيات إنترنت الأشياء و متميزين: مرحلة المحاكاة والتي تتناول جوانب عديدة مثل التدفئة الذكية وأجهزة إنذار الغاز والحريق أو استغلال الطاقة الشمسية، ومرحلة التنفيذ والتي تركز على تطوير تطبيق للهاتف المحمول يتيح التحكم في المعدات المنزلية، بالإضافة إلى استخدام Arduino ide باستخدام العديد من البرامج مثل Telegram ووحدة ESP32-CAM تأمين الأبواب باستخدام وحدة Proteus ISIS و Cisco Packet Tracer.

الكلمات المفتاحية: المنزل الذكي، إنترنت الأشياء ، اتمتة المنزل ، اردوينو

Abstract:

This project explores the possibilities offered by the convergence of emerging technologies to create smarter, safer and more efficient habitats. The project begins by examining how the user integrates IoT and M2M technologies in a smart home context. It is then divided into two distinct parts: the simulation phase, which addresses numerous aspects such as intelligent heating, gas and fire alarms, or the exploitation of solar energy, and the implementation phase, which focuses on the development of a mobile phone application allowing control of domestic equipment, as well as securing doors using an ESP32-CAM module and a Telegram application using numerous programs such as Arduino ide, Proteus ISIS and Cisco Packet Tracer.

Keywords: smart home, IoT, M2M, home automation, Arduino.

Sommaire

Résumé

Introduction Générale

Chapitre I : Les principes fondamentaux du M2M /IoT

I.1	Introduction	2
I.2	La communication M2M	2
I.2.1	Historique.....	2
I.2.2	Définition	2
I.2.3	Architecture.....	3
I.3	La technologie IoT.....	4
I.3.1	Définition	4
I.3.2	Objet connecté	4
I.3.3	Architecture.....	5
I.4	Technologie de communication IoT /M2M.....	6
I.4.1	Réseaux cellulaires.....	6
I.4.2	WiFi	7
I.4.3	Bluetooth.....	7
I.4.4	Zigbee	8
I.4.5	RFID	8
I.4.6	NFC.....	8
I.4.7	WSN.....	8
I.4.8	Z-Wave	8
I.4.9	LoRa.....	9
I.5	Domaine d'application de IoT /M2M :.....	9
I.5.1	La santé	10
I.5.2	L'industrie.....	10
I.5.3	Ville intelligente.....	10
I.5.4	Le Transport intelligent.....	11
I.5.5	La maison intelligente.....	11
I.5.6	L'agriculture	11
I.5.7	La domotique	11

I.6	La différence entre M2M et IoT	11
I.7	Les avantages et les inconvénients	12
I.7.1	Avantages.....	12
I.7.2	Inconvénients	13
I.8	Conclusion.....	13

Chapitre II : Généralité sur la Maison Intelligente et la domotique

II.1	Introduction	15
II.2	Définition de la maison connectée.....	15
II.3	Définition de la maison intelligente.....	15
II.4	Fonctionnement et architecture de la maison intelligente	16
II.5	Avantages et inconvénients de la maison intelligente	18
II.5.1	Les avantages	18
II.5.2	Les inconvénients.....	18
II.6	Définition la domotique.....	18
II.7	Fonctionnement d'un système domotique	19
II.8	Les technologies de réseau pour la domotique.....	19
II.8.1	Les technologies filaires	20
II.8.2	Le courant porteur en ligne (CPL).....	20
II.8.3	Les technologies sans fil	20
II.9	Utilisations pratiques de la domotique	21
II.9.1	Confort	21
II.9.2	Economie d'énergie	21
II.9.3	Sécurité	22
II.10	Matériel utilisé.....	22
II.10.1	Carte Arduino Uno	22
II.10.2	Carte ESP32-CAM.....	23
II.10.3	Le module Bluetooth HC 05	23
II.10.4	Le relais	23
II.10.5	Servo Moteur.....	24
II.10.6	Ventilateur.....	24

II.10.7	La plaque d'essai	25
II.11	Logiciels utilisés	25
II.11.1	Arduino IDE	25
II.11.2	Proteus 8	25
II.12	Conclusion	26

Chapitre III : Conception et Réalisation d'une maison intelligente

III.1	Introduction	28
III.2	Problématique	28
III.3	L'objectif du projet	28
III.4	Partie simulation	28
III.4.1	Tableau de matériels utilisées	29
III.4.2	Schéma global	29
III.4.3	Résultats	30
III.4.3.1	Contrôle automatique de l'arrosage	Error! Bookmark not defined.
III.4.3.2	Sécurité de la porte	30
III.4.3.3	Fuite de gaz et d'incendie	31
III.4.3.4	Contrôle de température	32
III.4.3.5	Gestion d'eau	33
III.4.3.6	Poubelle intelligente	33
III.4.3.7	Moniteur solaire	34
III.5	Partie réalisation	35
III.5.1	Sécurité de la porte avec camera	36
III.5.2	L'éclairage	40
III.5.3	Garage	43
III.6	Prototype	45
III.7	Résultat final	48
III.8	Conclusion	49

Conclusion Générale

Références

Liste des figures

Figure I-1: Architecture de la communication M2M.....	3
Figure I-2: Exemples de quelques objets connectés	5
Figure I-3: Architecture IoT de 6 niveaux	5
Figure I-4: L'évolution de la communication mobile	6
Figure I-5: les logos des technologies sans fil	9
Figure I-6: Les domaines d'application M2M/IoT	10
Figure II-1: Représentation d'une maison intelligente.....	16
Figure II-2: Architecture d'une maison intelligente de 4 niveaux	16
Figure II-3: schéma de circulation de l'information dans smart home	19
Figure II-4: La relation entre le capteur et l'actionneur	20
Figure II-5: Les domaines d'applications de la domotique.....	21
Figure II-6: Carte Arduino Uno	22
Figure II-7: La carte ESP32-CAM	23
Figure II-8: Module Bluetooth HC-05.....	23
Figure II-9: Le module relais de 4 canaux.....	23
Figure II-10: Un servo Moteur	24
Figure II-11: Ventilateur.....	24
Figure II-12: Plaque d'essai	25
Figure II-13: Logo Arduino IDE	25
Figure II-14: Logo Proteus 8	25
Figure III-1: Schéma global d'un système de maison intelligente.....	29
Figure III-3: Simulation de la détection d'humidité	30
Figure III-2: Cas de détection de pluie	30
Figure III-4: Cas de mot de passe incorrect.....	31
Figure III-5: Cas de tag validé.....	31
Figure III-6: Cas de détection de fuite de gaz et d'incendie	32
Figure III-7 : Cas de désactivation de chauffage.....	32
Figure III-8 : Cas de l'activation de chauffage.....	32
Figure III-9 : Cas de niveau d'eau bas	33

Figure III-10: Cas niveau de l'eau 75%	33
Figure III-11: Cas de poubelle fermé	34
Figure III-12 : Cas poubelle ouverte	34
Figure III-13 : Moniteur de panneau solaire.....	35
Figure III-14: Schéma global de la réalisation	35
Figure III-15: Schéma synoptique de la sécurité de porte.....	36
Figure III-16: Câblage de ESP32-CAM avec l'Arduino	37
Figure III-17: Câblage de la porte avec ESP32-CAM.....	37
Figure III-18: Programmation de carte ESP32-CAM	38
Figure III-19: Envoyer la photo à Telegram.....	38
Figure III-20: Cas de prendre une photo	38
Figure III-21: Ouvrir et fermer la porte par Telegram	39
Figure III-22: Cas de fermer la porte.....	39
Figure III-23: Cas d'ouvrir la porte.....	39
Figure III-24: Schéma synoptique du montage	40
Figure III-25: Schéma du circuit électronique pour l'éclairage et le ventilateur	41
Figure III-26: Application de système.....	41
Figure III-27: Cas de tout est allumé.....	42
Figure III-28: Cas de tout éteint	42
Figure III-29: Cas d'allumé la cuisine	42
Figure III-30: Cas d'allumé la chambre	42
Figure III-31: Schéma synoptique du Montage de garage	43
Figure III-32: Schéma du circuit électronique pour le garage.....	44
Figure III-33: Cas d'ouvrir le garage	44
Figure III-34: Cas de fermer le garage	44
Figure III-35: Architecture de la maison	45
Figure III-36: Cas de tous les composants sont connectés via WiFiet telephone	46
Figure III-37: Cas de tous les composants sont contrôlés par téléphone	46
Figure III-38: Les commandes sont envoyées depuis le téléphone.....	47
Figure III-39: Les commandes sont reçues par les composants	47
Figure III-40: les Tâches implémentées dans la maison à l'intérieur	48
Figure III-41: Les tâches implémentées dans la maison à l'extérieur.....	48

Liste des tableaux

Tableau 1: La différence entre M2M et IoT [18] [19]	12
Tableau 2: Liste des composants nécessaires pour simuler un système de maison intelligente	29
Tableau 3: Liste des composants pour une porte intelligente avec caméra	37
Tableau 4: Liste des composants pour contrôler maison par téléphone	40
Tableau 5 : Liste des composants pour contrôler garage par Bluetooth	43

Liste des Abréviations

M2M : Machine-to-Machine

IoT : Internet of Things (Internet des objets)

OC : Objet Connecté

MQTT : Message Queuing Telemetry Transport

XAP : Extensible Authentication Protocol (ou autres significations selon le contexte)

XMPP: Extensible Messaging and Presence Protocol

CoAP: Constrained Application Protocol

2G (GSM): 2nd Generation (Global System for Mobile Communications)

3G (UMTS): 3rd Generation (Universal Mobile Telecommunications System)

4G (LTE): 4th Generation (Long-Term Evolution)

5G: 5th Generation (cellular network technology)

FDMA: Frequency Division Multiple Access

TDMA: Time Division Multiple Access

CDMA: Code Division Multiple Access

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers

FHSS: Frequency-Hopping Spread Spectrum

RFID: Radio Frequency Identification

NFC: Near Field Communication

WSN: Wireless Sensor Network

WiFi: Wireless Fidelity

CPL: Courants Porteurs en Ligne (Power Line Communication)

RF: Radio Frequency

IR: Infrared

ICSP: In-Circuit Serial Programming

USB: Universal Serial Bus

AC: Alternating Current

DC : Direct Current

Introduction générale

La conception et la réalisation des Smart Homes représentent un secteur en expansion dynamique, fusionnant les avancées de l'Internet des Objets (IoT) et de la communication Machine-to-Machine (M2M) avec les concepts de domotique. Ce projet explore les opportunités offertes par ces technologies pour créer des maisons intelligentes, promouvant un confort accru, une gestion efficace des ressources et une sécurité renforcée.

Dans le premier chapitre, nous nous plongerons dans les bases de l'Internet des Objets (IoT) et de la communication Machine-to-Machine (M2M). Nous examinerons comment ces technologies facilitent la connectivité entre les appareils et les systèmes, ouvrant ainsi la voie à une interconnexion intelligente et à des applications novatrices dans le domaine de la domotique.

Le deuxième chapitre se concentrera sur la domotique et les avantages des maisons intelligentes. Nous discuterons des fonctionnalités offertes par ces systèmes, telles que la gestion automatisée de l'éclairage, du chauffage, de la sécurité et de l'énergie. Nous explorerons également le matériel utilisé pour concrétiser ces fonctionnalités, comprenant des capteurs, des actionneurs, des contrôleurs et des dispositifs de communication.

Le troisième chapitre sera divisé en deux parties simulation et réalisation à l'aide de Arduino IDE, Proteus ISIS et Cisco Pocket Tracer. La première se concentrera sur la simulation de divers scénarios de sécurité et de confort, comme la sécurisation des portes par mot de passe et RFID, le contrôle de la température, l'arrosage automatique, la détection de gaz et d'incendie, ainsi que l'optimisation de l'énergie via l'énergie solaire.

La deuxième partie se concentrera sur la mise en œuvre pratique d'une application mobile permettant le contrôle vocal des périphériques de la maison, ainsi que la sécurisation des portes à l'aide d'un module ESP32-CAM et de l'application Telegram. Cette section mettra en évidence l'intégration des technologies IoT et M2M dans un contexte concret de maison intelligente.

Ce projet vise à explorer les opportunités offertes par la convergence des technologies émergentes pour créer des environnements résidentiels plus intelligents, sécurisés et efficaces.

***I. Chapitre : Les principes Fondamentaux du
M2M / IoT***

I.1 Introduction

Les termes IoT (Internet des objets) et M2M (Machine to Machine) font référence à des réseaux de communication entre des objets physiques. L'IoT se réfère à un réseau d'objets connectés qui communiquent via Internet, tandis que le M2M est une sous-catégorie de l'IoT, se concentrant spécifiquement sur l'échange de données entre deux machines sans intervention humaine. Les dispositifs M2M utilisent des cartes SIM spéciales pour échanger des informations via la connectivité IoT via Internet cellulaire ces réseaux permettent la communication entre les objets connectés, tels que les capteurs, les actionneurs et les passerelles, et sont largement utilisés dans divers domaines, tels que l'industrie, la santé et la domotique. Les réseaux M2M et IoT sont utilisés pour créer des systèmes intelligents, tels que les maisons intelligentes, en intégrant des capteurs, des actionneurs et des réseaux de communication pour permettre le contrôle et la surveillance à distance.

I.2 La communication M2M

I.2.1 Historique

L'histoire de la communication machine à machine remonte au début du XXe siècle. À cette époque, les informations étaient principalement transmises via des câbles. Cependant, à la fin des années 1920, la télémétrie est apparue, permettant l'envoi de mesures d'un capteur vers un système de traitement de données distant à l'aide de systèmes radio. Au fil des années, les progrès dans les télécommunications ont conduit à des avancées significatives dans la communication machine à machine, notamment dans les domaines de la télégraphie, de la téléphonie, de la radio et de la télévision.

Au cours du XXe siècle, des étapes importantes ont été franchies, telles que l'identification de l'appelant et la lecture automatique des compteurs. Mais c'est à la fin du XXe siècle et surtout au XXIe siècle que la technologie machine à machine a connu une évolution rapide grâce à l'avènement de la connectivité cellulaire et Internet sans fil. De nos jours, la communication automatisée entre machines fait partie intégrante de notre vie quotidienne [3].

I.2.2 Définition

La communication Machine à machine (M2M) est une forme de communication entre des appareils intelligents sans ou avec une intervention humaine limitée. Cela fait référence à des solutions qui permettent aux appareils d'une même application spécifique de communiquer entre eux via un réseau de communication filaire ou sans fil [1]. La communication M2M a plusieurs applications, telles que la santé, l'industrie, l'énergie, la sécurité et la domotique [2].

Chapitre I : Les principes fondamentaux du M2M/IoT

Cette technologie permet aux appareils, tels que des capteurs, des machines, des appareils électroménagers et des véhicules, d'échanger des données et des informations sans intervention humaine, ce qui peut être utilisé pour prendre des décisions, surveiller les performances et détecter les défauts [1].

I.2.3 Architecture

L'architecture d'un système M2M est généralement composée de plusieurs éléments qui travaillent ensemble pour permettre la communication et l'échange d'informations entre les machines.

Le réseau M2M se décompose en trois parties comme le montre la figure I-1 :

- Le domaine d'application ;
- Le domaine des réseaux ;
- Le domaine des dispositifs ;

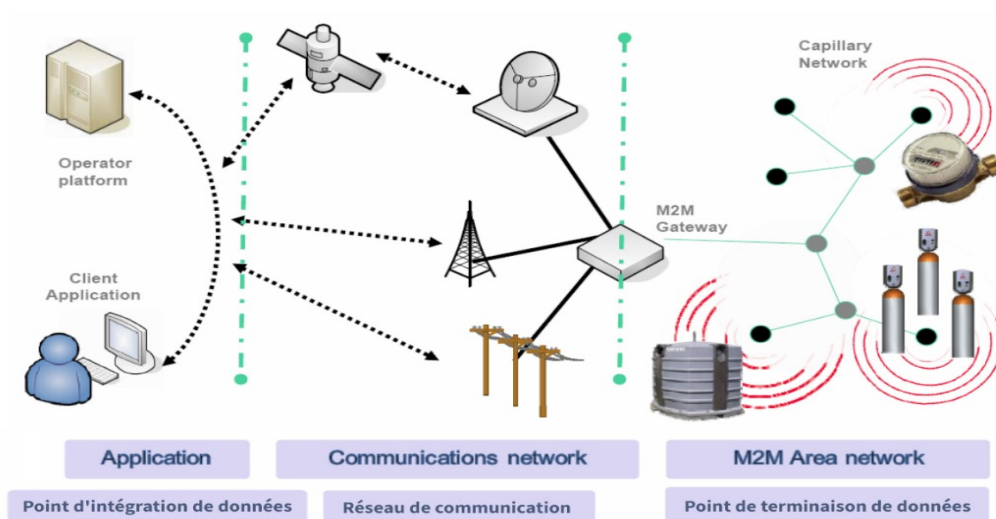


Figure I-1: Architecture de la communication M2M [4].

- A.** Le domaine des dispositifs est responsable de la gestion et de la connectivité des objets. Il s'occupe de l'enregistrement des objets, de la gestion du réseau de transport des données, de la mobilité, de la qualité de service et même de la facturation.
- B.** Le domaine des réseaux se divise en trois parties :
- Le réseau d'accès : permet la connexion via différents supports (cuivre, optique, cellulaire, satellite).
 - Le cœur réseau : fournit les fonctions de connectivité et de contrôle du réseau,
 - Les capacités de service M2M : offrent des fonctionnalités M2M aux serveurs d'applications client.

- C. Le domaine d'application comprend un serveur d'application client (AS) et un portail client qui offre différentes fonctionnalités aux utilisateurs. Le serveur d'application client joue le rôle de fournisseur de services pour les objets connectés, tandis que le portail client permet aux utilisateurs d'accéder et de gérer ces fonctionnalités [4].

I.3 La technologie IoT

I.3.1 Définition

L'Internet des objets (IoT) révolutionne la connectivité en améliorant la manière dont les objets numériques, appelés "objets intelligents", interagissent en utilisant des protocoles de communication standard et interopérables. Ces objets ont des identités, des caractéristiques physiques et des personnalités virtuelles, et sont intégrés de manière transparente dans les réseaux d'information en tant que participants actifs dans les processus commerciaux, informatiques et sociaux. Ils détectent les événements environnementaux, réagissent de manière autonome et déclenchent des actions et des services. Ils facilitent les interactions sur Internet et fournissent des services du monde réel grâce à des interfaces standard, offrant ainsi des informations quasi temps réel sur le monde physique. Pour gérer ces services à grande échelle et les intégrer dans le monde numérique, il est essentiel d'adopter une approche structurée et interprétable par les machines en ce qui concerne les problèmes de sécurité et de confidentialité. Ce paradigme transformateur connecte les applications, les services, les composants middleware, les réseaux et les points de terminaison dans des architectures nouvelles, permettant une interaction et une intégration transparentes [4].

I.3.2 Objet connecté

Un objet connecté, également connu sous le nom d'OC, est un appareil qui peut collecter, stocker, transmettre et traiter des données provenant du monde physique [2]. Ces objets sont identifiables de manière unique et peuvent se connecter directement ou indirectement à Internet via un concentrateur appelé "Gateway". Ils peuvent échanger des données avec d'autres entités physiques ou numériques, interagir avec le monde physique de manière autonome et possèdent des contraintes telles que la mémoire, la bande passante et la consommation d'énergie [5]. Les objets connectés sont conçus pour répondre à des besoins spécifiques, possèdent une certaine forme d'intelligence et peuvent recevoir, transmettre et traiter des données grâce à des capteurs embarqués. Leur valeur réside dans leur capacité à se connecter à d'autres objets et à s'intégrer dans un écosystème plus large.



Figure I-2: Exemples de quelques objets connectés [2].

I.3.3 Architecture

En général, les systèmes IoT sont organisés en 6 niveaux comme illustré dans cette figure :

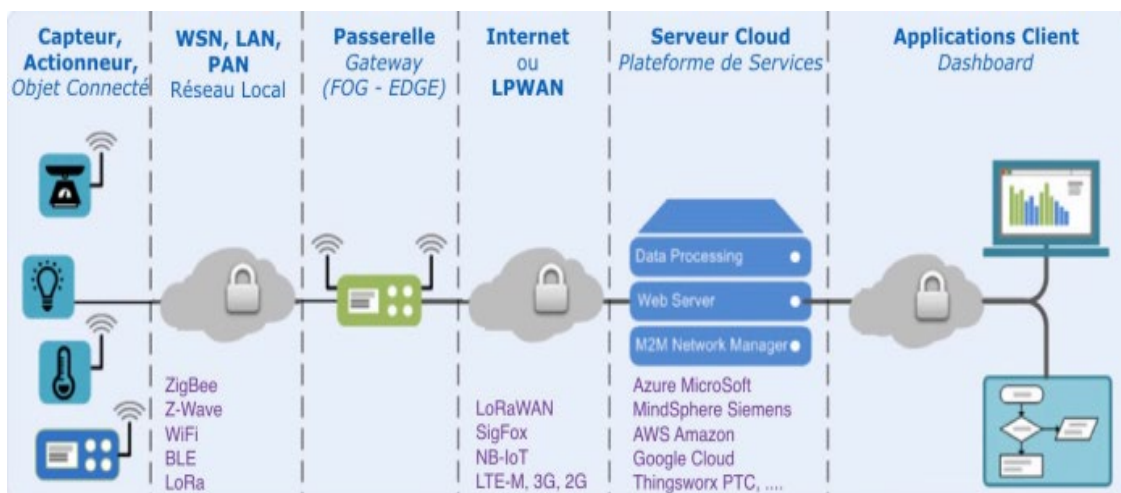


Figure I-3: Architecture IoT de 6 niveaux [6].

a. Capteur : permet de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique [2].

b. Le périphérique (device) : C'est l'objet connecté qui possède des capteurs pour collecter et transmettre des informations du monde physique.

c. La passerelle (Gateway) : Elle récupère les informations des capteurs provenant des différents périphériques.

d. Le Fog (ou Edge) : C'est un équipement communicant qui effectue des prétraitements et agrège les données pour réduire la taille des requêtes et alléger le trafic réseau vers Internet.

e. Le Cloud : Ce sont des serveurs informatiques accessibles sur Internet qui récupèrent les informations provenant des capteurs via les passerelles et les stockent dans des bases de données.

f. Application : les services qui utilisent les données de l'IoT pour offrir des fonctionnalités aux utilisateurs.

Les objets IoT peuvent avoir différentes natures et caractéristiques, comme des capteurs de température, de qualité de l'air, de consommation d'eau, ou encore des boutons de satisfaction client [6].

I.4 Technologie de communication IoT /M2M

Les technologies de communication M2M et IoT permettent aux objets connectés de communiquer entre eux et avec des systèmes à distance. Il existe plusieurs technologies utilisées dans ce domaine notamment :

I.4.1 Réseaux cellulaires

Les réseaux cellulaires sont des systèmes de communication sans fil qui permettent la connectivité à grande échelle. Voici la figure (I-5) illustrant les différents types des réseaux cellulaires :

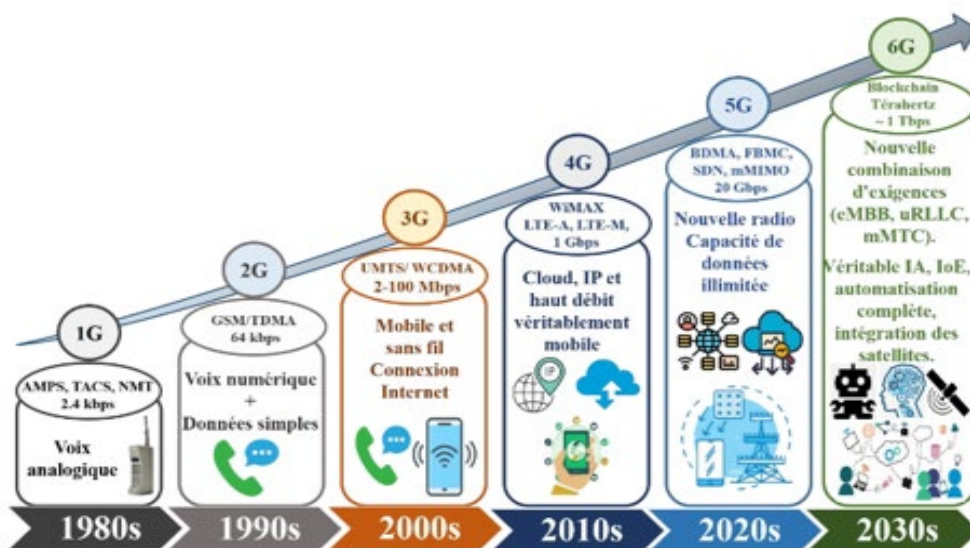


Figure I-4:L'évolution de la communication mobile [2].

- **2G(GSM) :** La 2G, ou deuxième génération, a apporté une avancée majeure par rapport à la 1G en passant de l'analogique au numérique. Cette norme permet la transmission simultanée de la parole et des données. Les utilisateurs peuvent partager un même canal de transmission grâce aux mécanismes de division de fréquence FDMA (Frequency Division Multiple Access) et de division de temps TDMA (Time Division Multiple Access) [12].
- **3G(UMTS) :** La 3G, ou troisième génération de réseaux mobiles, regroupe deux familles de technologies : l'UMTS et le CDMA2000. Ces deux technologies utilisent un schéma d'accès multiples à répartition par les codes (CDMA) et offrent des améliorations significatives par rapport à la 2G. L'UMTS, en particulier, permet des débits de transfert plus rapides allant jusqu'à 2 Mbps, ce qui ouvre la voie au développement de produits et de services multimédias passionnants [12].
- **4G(LTE) :** LTE est la quatrième génération de standards pour la téléphonie mobile. Contrairement à la 3G, la technologie 4G est basée sur le transport de paquets IP commuté et ne fournit pas de mode de routage pour un autre mode que la VoIP (Voice over IP). Cela signifie que la voix est transférée sous forme de paquets de données plutôt que d'utiliser un mode de circuit traditionnel [13].
- **5G :** La 5G, cinquième itération de la technologie sans fil, utilise un signal de 5 GHz pour fournir des vitesses allant jusqu'à 1 Gb/s pour plusieurs connexions ou des dizaines de Mb/s pour un grand nombre de connexions [2].

I.4.2 WiFi

Le WiFi, qui est utilisé dans la plupart des nouveaux Smartphones, est un standard de communication sans fil basé sur la famille des standards IEEE 802.11. Il permet d'accéder à Internet avec des vitesses de transfert élevées, atteignant facilement des dizaines de méga bits par seconde. Cependant, il consomme relativement plus d'énergie, ce qui peut réduire l'autonomie des appareils qui l'utilisent [10].

I.4.3 Bluetooth

Le Bluetooth, qui est basé sur le standard IEEE 802.15.1, est apparu dans les années 1990. Il fonctionne dans la bande libre des 2,4 GHz et utilise l'étalement de spectre par saut de fréquence (FHSS - Frequency Hopping Spread Spectrum). Cette technologie permet de créer des réseaux synchrones appelés pico réseaux, composés d'un appareil maître et de sept appareils esclaves. La portée typique est d'environ 10 mètres, avec un débit maximum de 2,1 Mbit/s [2].

I.4.4 Zigbee

Zigbee est basé sur le standard IEEE 802.15.4 et a été développé par la Zigbee Alliance. Il est spécialement conçu pour les appareils à faible consommation d'énergie, avec un débit maximum de 250 kilobits par seconde et une taille de paquets limitée à 127 octets. Zigbee utilise un protocole de routage mesh qui permet une connectivité au-delà de la portée radio en utilisant des nœuds intermédiaires comme relais. Il a également son propre plan d'adressage. Une version plus récente, Zigbee IP, prend en charge les standards 6LowPan d'IPv6, ce qui permet une interopérabilité avec d'autres appareils [10].

I.4.5 RFID

Ce concept regroupe toutes les technologies qui utilisent les ondes radio pour reconnaître automatiquement des objets ou des personnes. Cela inclut la capacité de stocker et de récupérer des informations à distance [7].

I.4.6 NFC

Les protocoles NFC sont basés sur la technologie RFID, qui permet d'identifier automatiquement les objets équipés d'une puce électronique. Le protocole NFC permet une communication sans contact à très courte distance, généralement quelques centimètres, entre deux appareils électroniques. Il est utilisé dans de nombreux domaines, tels que les badges d'accès aux locaux ou les abonnements aux transports en commun [8].

I.4.7 WSN

Le WSN est un réseau collaboratif où chaque nœud possède différentes caractéristiques telles que puissance de traitement, mémoire, émetteurs-récepteurs RF, capteurs, actionneurs et alimentations. Chaque nœud joue un rôle important dans le fonctionnement du réseau [7].

I.4.8 Z-Wave

Z-Wave utilise une technologie radio de faible puissance dans la bande de fréquence de 868 MHz. C'est une technologie spécialement conçue pour les applications de domotique et l'Habitat communicant. Elle permet la communication sans fil entre les appareils domestiques pour créer un environnement intelligent et connecté [8].

I.4.9 LoRa

LoRa est une technique de modulation basée sur le spectre étalé, qui utilise une technologie appelée Chirp Spread Spectrum (CSS). C'est devenu l'une des solutions les plus efficaces dans le domaine de l'Internet des objets (IoT) grâce à ses caractéristiques importantes, telles que des plateformes sans fil à faible coût et faible consommation d'énergie. La technologie LoRa utilise le protocole LoRaWAN pour résoudre différents problèmes concrets, tels que la gestion de la pollution, la prévention des catastrophes, la gestion de l'énergie, la réduction des ressources naturelles et l'automatisation. Elle est utilisée dans des domaines tels que l'automatisation domestique, l'irrigation intelligente, la gestion de l'énergie, les villes intelligentes et les compteurs intelligents. Environ 100 millions d'appareils dans plus de 100 pays sont connectés au réseau LoRa. Ainsi, LoRa est devenu un élément essentiel des applications IoT [9].



Figure I-5: les logos des technologies sans fil

I.5 Domaine d'application de IoT /M2M :

L'IoT / M2M est utilisé dans divers secteurs comme la santé, l'agriculture, la logistique, l'industrie et l'énergie. Ces systèmes permettent la collecte et l'échange de données entre les appareils connectés. Voici une représentation visuelle de ces applications variées "Figure I-7" :



Figure I-6: Les domaines d'application M2M/IoT

I.5.1 La santé

La santé bénéficie également de l'Internet des objets ! Les hôpitaux utilisent déjà des appareils de radiographie et d'imagerie connectés, des moniteurs connectés et des compteurs d'énergie pour améliorer la productivité et les soins aux patients. Les objets connectés sont utilisés pour la surveillance, la maintenance, la chirurgie à distance et même la géolocalisation. La standardisation de l'IoT dans le secteur de la santé permettra de créer de nouveaux modèles de fonctionnement pour augmenter la productivité et faciliter la communication entre les soignants et les patients [16].

I.5.2 L'industrie

Le déploiement de l'Internet des objets dans l'industrie est un énorme soutien pour l'économie et le secteur des services. Grâce à l'IoT, on peut suivre les produits de bout en bout, de la chaîne de production à la chaîne logistique, en supervisant les conditions d'approvisionnement. Cela facilite la lutte contre la contrefaçon, la fraude et les crimes économiques transfrontaliers. De plus, les capteurs peuvent fournir des données depuis des endroits inaccessibles par d'autres moyens, ce qui permet d'obtenir des informations en temps réel sur l'état des machines et le fonctionnement de la chaîne de production [8].

I.5.3 Ville intelligente

Une Smart City, ou Ville intelligente, utilise les technologies de l'information et de la communication pour améliorer les services urbains et réduire les coûts. On peut aussi l'appeler une ville connectée, une ville réseau ou une ville numérique. Elle utilise des capteurs pour

collecter des données électroniques et fournir des informations de gestion efficace des ressources et des actifs. Ces données incluent celles provenant des citoyens, des machines et des actifs, permettant de surveiller et gérer différents systèmes [16].

I.5.4 Le Transport intelligent

Le domaine des transports intelligents peut être considéré comme une branche des villes intelligentes, impliquant la circulation des personnes et des marchandises. En particulier, l'utilisation de systèmes intelligents dans ce domaine répond à trois défis différents mais interdépendants : la mobilité urbaine, les transports publics et les véhicules intelligents [14].

I.5.5 La maison intelligente

Une maison intelligente, également appelée bâtiment intelligent, est une maison ou un bâtiment équipé de dispositifs permettant de contrôler et de surveiller tous les appareils. Les systèmes de maison intelligente couvrent généralement la sécurité, le confort et la gestion de l'énergie. Malheureusement, de nombreux produits commerciaux dans ce domaine utilisent des technologies propriétaires ou incompatibles, ce qui rend l'interopérabilité difficile. Heureusement, les efforts de normalisation visent à résoudre ce problème [14].

I.5.6 L'agriculture

L'IoT dans l'agriculture offre de nombreuses possibilités aux agriculteurs et producteurs. Grâce à des capteurs et des technologies de communication avancées, ils peuvent obtenir des informations précieuses sur le comportement des sols, des cultures, des animaux et de leurs équipements, même à distance. Ces données leur permettent de prendre des décisions éclairées pour améliorer leur production. L'IoT permet également d'analyser ces données, de prédire les conditions futures et d'améliorer la productivité tout en réduisant les dépenses et en préservant les ressources [17].

I.5.7 La domotique

La domotique bénéficie grandement de l'internet des objets, qui améliore le confort en permettant le réglage de la température et l'optimisation de l'éclairage, facilite la communication avec les équipements grâce aux commandes à distance et aux signaux sonores, et renforce la sécurité avec des systèmes d'alarme [15].

I.6 La différence entre M2M et IoT

La principale différence entre M2M (Machine-to-Machine) et IoT (Internet of Things) réside dans leur portée et leur fonctionnalité.

M2M	IoT
Machines	Capteurs
Basé sur le matériel	Basé sur un logiciel
Machines communiquant avec des machines	Des machines communiquant avec des machines, des humains avec des machines.
Les machines utilisent une communication point à point, généralement intégrée au matériel	Les appareils utilisent les réseaux IP pour communiquer
Communication souvent à sens unique	Communication aller-retour
Les appareils M2M n'ont pas toujours besoin d'être connectés à Internet	Les appareils ont besoin d'un accès Internet continu.
De nombreux appareils se connectent aux réseaux via des connexions cellulaires ou câblées.	Les données fournies transitent par une couche intermédiaire basée sur le cloud.
Données structurées	Données structurées et non structurées

Tableau 1:La différence entre M2M et IoT [18] [19]

I.7 Les avantages et les inconvénients

L'IoT (Internet des objets) et la communication M2M (Machine to Machine) sont des concepts étonnants dans le monde des technologies connectées. Ils ouvrent la voie à un monde plus connecté et plus intelligent. Mais comme tout, il y a des avantages et des inconvénients :

I.7.1 Avantages

Les objets connectés offrent tellement d'avantages ! Ils facilitent notre vie quotidienne dans différents domaines. Par exemple la domotique les objets connectés améliore considérablement la sécurité et le contrôle des habitations en détectant les anomalies et en envoyant des alertes en cas d'intrusion. L'IoT est une infrastructure nouvelle qui va intégrer les objets connectés et nous donner un avantage quotidien. Elle aura des répercussions sur les technologies et la société dans divers secteurs, qu'ils soient privés, étatiques ou industriels. Elle permettra de rendre notre environnement connecté et de pouvoir communiquer avec lui. À l'avenir, nous serons informés de l'état du sol, de l'humidité et même de la quantité de lumière reçue [11].

I.7.2 Inconvénients

Effectivement, il y a certains inconvénients. L'un des principaux soucis est la gestion de nos données personnelles. Les objets connectés génèrent énormément d'informations, ce qui soulève des préoccupations en termes de confidentialité et de sécurité. La sécurisation des données personnelles confidentielles est cruciale pour éviter tout risque d'interception ou de détournement [11]. De plus, certains craignent que les objets connectés nous rendent fainéants et rendent la maîtrise des informations un peu difficile. Les éditeurs et concepteurs travaillent continuellement pour améliorer la sécurité et trouver des solutions innovantes pour répondre à ces préoccupations [7].

I.8 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons posé les bases essentielles du M2M (Machine to Machine) et de l'IoT (Internet of Things). Nous avons exploré en détail les réseaux et les normes clés qui soutiennent ces technologies. Nous avons mis l'accent sur des protocoles tels que Bluetooth, Zigbee et WiFi, soulignant leur importance cruciale dans la simplification et l'optimisation des communications M2M. De plus, nous avons examiné les évolutions architecturales et les fonctionnalités spécifiques de ces éléments de réseau, offrant ainsi une vision complète de leur potentiel et de leurs applications. Enfin, nous avons discuté des avantages du M2M et de l'IoT, mettant en lumière les innombrables possibilités offertes par ces technologies dans divers domaines, ouvrant la voie à une connectivité intelligente et à des innovations sans précédent.

***II. Chapitre : Généralité sur la Maison Intelligente
et la domotique***

II.1 Introduction

La maison intelligente, souvent appelée domotique, représente une avancée significative dans la manière dont nous interagissons avec notre domicile. En utilisant des technologies avancées telles que l'intelligence artificielle, l'automatisation et les capteurs connectés, la domotique vise à rendre nos maisons plus efficaces, sécurisées et conviviales. Dans ce chapitre, nous aborderons le concept de maison intelligente et de domotique, en détaillant ses avantages les plus significatifs, les aspects négatifs à prendre en compte, ainsi que les domaines d'application essentiels qu'elle comporte et le matériel qu'on va utiliser.

II.2 Définition de la maison connectée

La maison connectée s'agit d'une maison équipée d'appareils connectés à Internet, peut être contrôlé via une application mobile ou un assistant vocal. Connecter des appareils peut inclure des thermostats intelligents, des serrures de porte, des caméras de sécurité, les systèmes de divertissement, etc. Visent à permettre aux résidents de gérer leur rentrez chez vous à distance en toute simplicité. Cela a conduit à une prolifération de solutions de surveillance, vous permet de recevoir des alertes et d'afficher les informations des caméras de sécurité sur votre smartphone. Comme par exemple la vidéosurveillance [20].

II.3 Définition de la maison intelligente

Une maison intelligente est essentiellement une maison qui dispose d'un réseau connectant tous les appareils électriques et services importants. Ce réseau vous permet de les contrôler, surveiller et accéder à eux depuis l'intérieur et l'extérieur de la maison. Chaque maison intelligente est unique car elle est configurée selon les besoins et préférences spécifiques du propriétaire. Les appareils dans une maison intelligente peuvent interagir les uns avec les autres de différentes manières ou pas du tout. Ils peuvent être connectés à un seul appareil ou à plusieurs appareils. Cette flexibilité est idéale pour la personnalisation, mais elle peut également soulever des préoccupations en matière de sécurité et de confidentialité [22].



Figure II-1: Représentation d'une maison intelligente

II.4 Fonctionnement et architecture de la maison intelligente

Dans une maison intelligente, il existe différents capteurs qui surveillent l'environnement, les activités et même la santé des occupants. Ces capteurs sont connectés à des actionneurs, vous permettant de contrôler différents aspects de votre maison. Tout cela se fait via une communication sans fil. Une architecture à quatre niveaux est utilisée pour organiser tous ces éléments. Un schéma de l'architecture est présenté à la figure

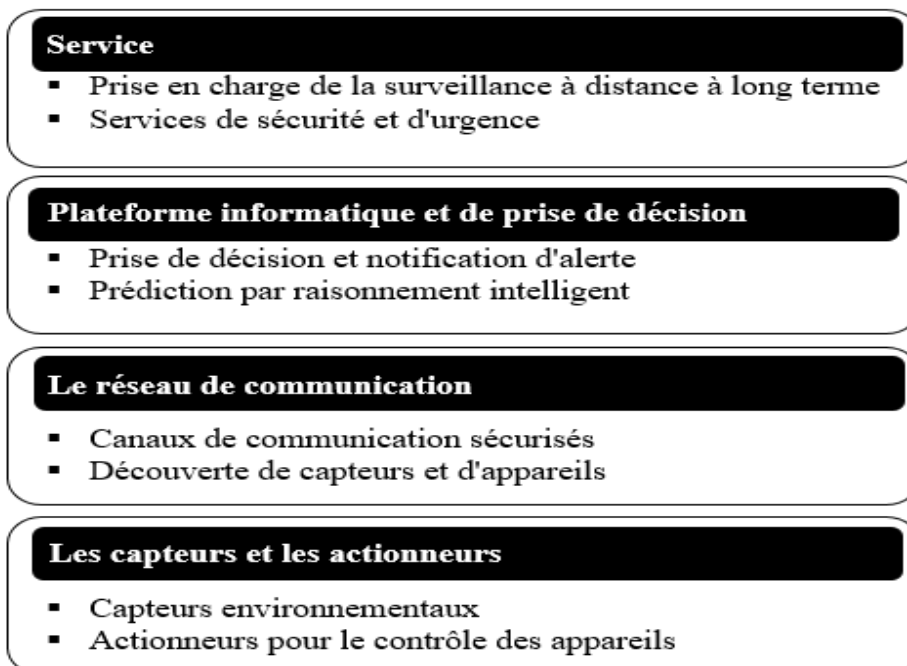


Figure II-2: Architecture d'une maison intelligente de 4 niveaux [24].

- **Les capteurs et les actionneurs** sont des éléments clés des maisons intelligentes, reliant le monde physique au numérique. Les capteurs collectent diverses données environnementales et physiologiques, des conditions domestiques à la santé des occupants. Les actionneurs réagissent à ces données en contrôlant l'environnement ou en prenant des mesures, le tout facilité par une communication sans fil avec une plateforme centrale. Les capteurs médicaux portables, en particulier, sont conçus pour être économes en énergie et discrets pour permettre une surveillance à long terme.
- **Le réseau de communication** dans une maison intelligente consiste en une plateforme centrale reliant tous les capteurs et actionneurs via un réseau de communication. Cette plateforme constitue la deuxième couche de l'architecture de la maison intelligente. Les signaux physiologiques et environnementaux mesurés par les capteurs sont transmis à un nœud de calcul central via un support de communication sans fil et/ou filaire. Les connexions filaires sont adaptées aux capteurs environnementaux fixes mais peu pratiques pour les systèmes portables à long terme, limitant la mobilité de l'utilisateur. Les textiles conducteurs offrent une alternative aux connexions filaires pour les capteurs portés sur le corps, bien que leur durabilité limitée puisse affecter la connectivité après une utilisation prolongée. Les technologies de communication sans fil à faible consommation d'énergie sont donc privilégiées pour les communications à courte distance dans une maison intelligente.
- **La plateforme de calcul et de prise de décision** dans une maison intelligente agit comme le cerveau du système, utilisant des appareils comme des smartphones ou des ordinateurs pour collecter des données des capteurs et des actionneurs. Ces données sont analysées pour fournir des retours à l'utilisateur et contrôler les actionneurs. La plateforme stocke également des données, affiche des résultats et exécute des algorithmes de prédiction utilisant l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique pour comprendre l'environnement domestique et les comportements des occupants.
- **Service** La couche supérieure de l'architecture de la maison intelligente comprend les services proposés aux utilisateurs par les fournisseurs de services, comme la santé, l'environnement, la sécurité ou la sûreté. La plateforme de passerelle occupe une place centrale en tant que principal fournisseur de services, activant les actionneurs pour contrôler l'environnement domestique. Elle utilise l'intelligence artificielle pour évaluer la sécurité, la sûreté et l'environnement de la maison, offrant des services personnalisés aux occupants et surveillant les situations dangereuses [24].

II.5 Avantages et inconvénients de la maison intelligente

Les maisons intelligentes sont des maisons équipées de technologies avancées qui permettent de contrôler et d'automatiser divers aspects de la vie quotidienne. Ce dernier possède de nombreux des avantages et des inconvénients dont les suivants :

II.5.1 Les avantages

- Amélioration de la qualité de vie grâce aux services pratiques et intelligents tels que la détection d'incendie, la surveillance de la qualité de l'air, la détection de monoxyde de carbone et les systèmes de sécurité.
- Accès à des fonctionnalités pratiques comme l'éclairage automatique, les serrures sans clé, la programmation à distance par téléphone portable et la revente d'énergie au réseau.
- Augmentation du temps de loisir grâce aux technologies du smart home.
- Économie d'argent en optimisant la consommation d'énergie et en réduisant les coûts de fonctionnement.
- Facilité de vie grâce à une utilisation simple et à une gestion centralisée des appareils.
- Fourniture d'un soutien assisté aux utilisateurs vieillissants pour une vie plus autonome et sécurisée [27].

II.5.2 Les inconvénients

- Les problèmes de sécurité : Tout appareil ou système connecté à Internet peut présenter des problèmes de sécurité. Il existe un risque de piratage de votre système domotique, ce qui pourrait compromettre votre vie privée. De plus, un cambrioleur pourrait surveiller votre système d'alarme ou votre caméra de sécurité.
- Dépendance au fabricant : Lorsque les appareils ne fonctionnent qu'avec les serveurs du fabricant, il peut y avoir des problèmes si l'entreprise fait faillite. Il est important que les appareils de domotique soient compatibles entre eux pour fonctionner correctement.
- Coûts : La conversion de votre maison et de tous vos appareils électroménagers pour une utilisation intelligente peut entraîner des coûts importants à ne pas sous-estimer [26].

II.6 Définition la domotique

La domotique est l'utilisation de différentes techniques, telles que l'électronique, la physique du bâtiment, l'automatisation, l'informatique et les télécommunications, pour

centraliser et contrôler les différents systèmes d'une maison. Cela inclut le chauffage, les volets roulants, le garage, le portail, les prises électroniques, etc. L'objectif de la domotique est d'apporter des solutions techniques pour améliorer le confort, la sécurité et la communication dans les maisons, les hôtels et les lieux publics [20].

II.7 Fonctionnement d'un système domotique

La domotique a pour objectif de connecter et de faire communiquer entre eux les différents équipements électriques d'un bâtiment. Cela permet de créer un environnement intelligent et communicant. Grâce à une installation domotique, vous pouvez contrôler les fonctions du bâtiment localement ou à distance depuis votre smartphone, un écran tactile ou un ordinateur. La domotique offre de nombreux avantages, tels que la sécurité, le confort, la gestion de l'énergie et la communication. Elle peut également faciliter le quotidien des personnes âgées ou handicapées en les aidants à rester à domicile. Pour qu'un système domotique fonctionne, il est nécessaire de pouvoir détecter une information et ensuite activer une commande en conséquence. Cela implique de pouvoir transférer l'information entre les différentes parties d'un système domotique, à savoir la partie commande et la partie opérative. Voici un schéma simplifié qui illustre la circulation des informations dans une maison intelligente [25].

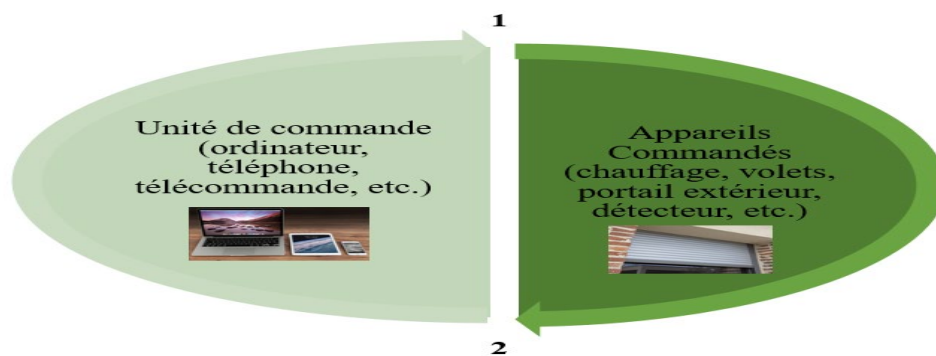


Figure II-3: schéma de circulation de l'information dans smart home

1-Circuit de commande, transmission des informations pour la réalisation d'une tâche à partir de tableau électrique, le WiFi, etc.

2- Informations sur l'état des appareils

II.8 Les technologies de réseau pour la domotique

La domotique a trois technologies principales : les technologies filaires (bus), les courants porteurs en ligne (CPL) et les technologies sans fil [21].

II.8.1 Les technologies filaires

La technologie du bus filaire est souvent utilisée dans la construction ou la rénovation de bâtiments. Elle permet à tous les composants de communiquer entre eux en utilisant le même langage, afin d'échanger, analyser et traiter les informations. Cette communication bidirectionnelle permet aux unités d'entrée d'envoyer des informations aux récepteurs de sortie, qui contrôlent les équipements électriques tels que l'éclairage, les ouvrants, le chauffage, les alarmes, etc. Les récepteurs envoient également des informations sur leur état aux unités d'entrée. L'installation comprend deux réseaux : un réseau bus filaire qui relie les capteurs aux actionneurs, et un réseau d'alimentation qui relie les actionneurs au courant fort.



Figure II-4: La relation entre le capteur et l'actionneur

II.8.2 Le courant porteur en ligne (CPL)

La technologie du courant porteur en ligne (CPL) est une méthode qui permet de transférer et d'échanger des informations et des données en utilisant le réseau électrique existant. L'installation comprend des émetteurs et des récepteurs qui sont connectés au réseau électrique et qui communiquent entre eux. Cela permet de créer un réseau de communication efficace sans avoir besoin de câblage supplémentaire. Le CPL offre une solution pratique et économique pour la transmission de données dans un environnement domestique ou professionnel [21].

II.8.3 Les technologies sans fil

La technologie sans fil utilise différents supports technologiques tels que les ondes radio (RF) et l'infrarouge (IR). Les ondes radio sont utilisées par de nombreux protocoles tels que le X10 RF, le HomeEasy, le X2D, le Zigbee, le Zwave et le Bluetooth. Il est important de noter que pour une meilleure stabilité du système, il est conseillé de ne pas mélanger le sans-fil avec d'autres technologies telles que le CPL, car cela pourrait affecter l'installation et la qualité de la communication entre les équipements [21].

II.9 Utilisations pratiques de la domotique

La domotique est une technologie qui permet de contrôler, programmer et automatiser une habitation, offrant de nombreux avantages pour améliorer le confort, l'économie d'énergie, la sécurité. Voici la figure (II-5) qui illustre quelques utilisations de la domotique.



Figure II-5: Les domaines d'applications de la domotique

II.9.1 Confort

L'automatisation de la maison apporte un réel confort. Il n'est plus nécessaire de sortir sous la pluie pour ouvrir le portail, ni de prendre froid en ouvrant les volets le matin ou en rentrant de week-end dans une maison peu chauffée. Aujourd'hui, une maison intelligente sait quand on rentre à la maison (grâce à notre smartphone par exemple) et ouvre le portail avant même qu'on arrive. Les volets s'ouvrent et se ferment en fonction du soleil et s'adaptent même à la saison et à la température pour laisser entrer la lumière et la chaleur du soleil en hiver, ou au contraire garder la fraîcheur en été en fermant les volets des fenêtres exposées au soleil. De plus, la maison sait quand on est présent et ajuste automatiquement le chauffage pour maintenir une température idéale. On peut même diffuser automatiquement notre liste de musique préférée au réveil ou quand on rentre à la maison. Pendant ce temps, un robot peut passer l'aspirateur à notre place et le système d'arrosage automatique se déclenche dans le jardin en tenant compte des prévisions météo [23].

II.9.2 Economie d'énergie

En gérant le chauffage et les volets en fonction de la saison, le système domotique permet de réaliser des économies d'énergie et donc d'argent, même si au départ on ne recherche

que le confort. On peut suivre de près notre consommation d'électricité, d'eau, voire même de gaz. Et lorsque l'on quitte la maison, il suffit d'activer l'alarme pour régler le chauffage en mode économique et éteindre toutes les lampes et les appareils en veille, réduisant ainsi notre consommation d'énergie en notre absence. Tout cela se fait automatiquement, sans que l'on ait besoin d'intervenir [23].

II.9.3 Sécurité

Les dispositifs automatisés offrent plusieurs avantages en matière de sécurité. Grâce à des fonctionnalités telles que la simulation de présence, les volets s'ouvrent, la musique se diffuse et les lumières s'allument aléatoirement, dissuadant ainsi les cambrioleurs potentiels en donnant l'impression que la maison est occupée. De plus, en cas de fuite détectée, l'arrivée d'eau peut être automatiquement coupée pour prévenir les dommages. Pour la sécurité des occupants, en cas de détection d'incendie, les volets peuvent s'ouvrir, les portes se déverrouiller et le chemin de sortie peut être éclairé pour faciliter l'évacuation. La domotique offre également des avantages pour les personnes dépendantes, telles que les seniors ou les personnes à mobilité réduite, en détectant les incidents et en alertant les proches ou les services de secours. De plus, elle peut être programmée pour s'adapter aux habitudes quotidiennes et est accessible à tous, pouvant être installée sans grandes connaissances en bricolage [23].

II.10 Matériel utilisé

II.10.1 Carte Arduino Uno

Arduino Uno est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega328. Elle possède 14 broches d'entrée/sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, un résonateur céramique de 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, un connecteur ICSP et un bouton de réinitialisation. Elle contient tout ce dont vous avez besoin pour prendre en charge

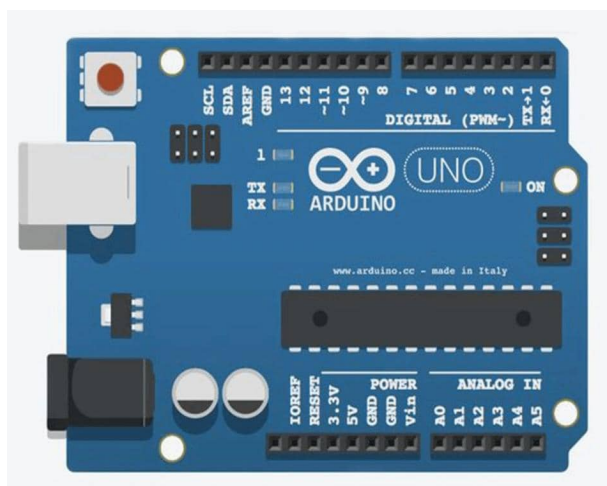


Figure II-6: Carte Arduino Uno [32].

le microcontrôleur ; il vous suffit de la connecter à un ordinateur avec un câble USB ou de l'alimenter avec un adaptateur AC-DC ou une batterie pour commencer [32].

II.10.2 Carte ESP32-CAM

L'Esp32-Cam est un module de développement WiFi et Bluetooth avec un microcontrôleur Esp32 et une caméra. Ce module open source offre plusieurs fonctionnalités, telles que la capture d'images, la reconnaissance faciale et la détection de visages. Il peut être utilisé avec l'éditeur Arduino IDE et dispose d'une bibliothèque de fonctionnalités. Vous pouvez voir l'apparence physique de l'Esp32-Cam sur la figure (II-7) Ce module est polyvalent et peut être utilisé dans de nombreux projets. Il est équipé d'un microcontrôleur intégré, ce qui lui permet de fonctionner de manière autonome. En plus de la connectivité WiFi et Bluetooth, il dispose également d'une caméra vidéo intégrée et d'un slot microSD pour le stockage [33].

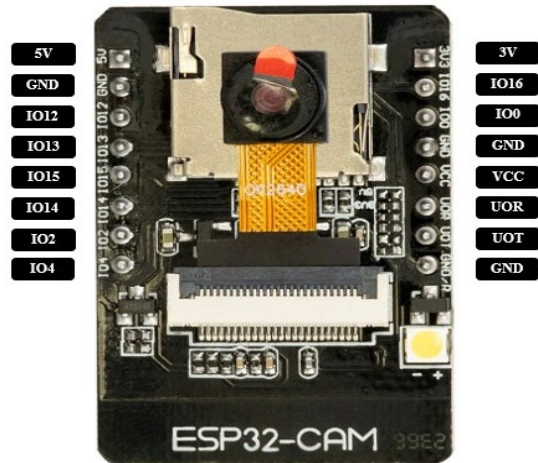


Figure II-7: La carte ESP32-CAM

II.10.3 Le module Bluetooth HC 05

Le module Bluetooth HC05 ZS-040 est connu pour sa transmission rapide, mais sa portée est limitée à quelques mètres. Cependant, cela n'est pas considéré comme un inconvénient car la norme Bluetooth est conçue pour des portées courtes. C'est pourquoi d'autres modules de communication avec une portée plus étendue, tels que le Wi-Fi et le GSM, ont été mis en place [28].

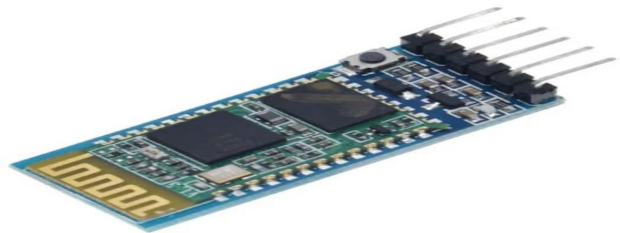


Figure II-8: Module Bluetooth HC-05

II.10.4 Le relais

Un relais est un interrupteur actionné électriquement qui peut être allumé ou éteint pour laisser passer ou couper le courant. Dans notre projet en utilise relais de 4 canaux. Le module relais est illustré dans la figure (II-9).

Les relais ont 3 connexions possibles :

- COM : broche commune

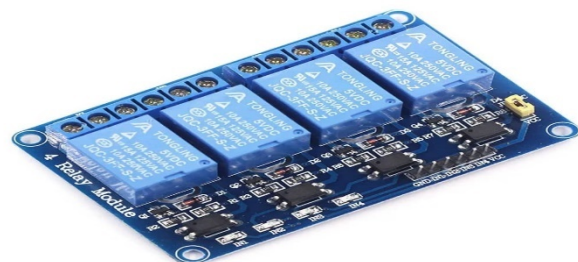


Figure II-9: Le module relais de 4 canaux

- NO : normalement ouvert-il n'y a pas de contact entre la broche commune et la broche normalement ouverte. Ainsi, lorsque vous activez le relais, il se connecte à la broche COM et alimente la charge (une lampe de bureau, dans notre cas).
- NC : normalement fermé-il y a un contact entre la broche commune et la broche normalement fermée. Il y a toujours une connexion entre les broches COM et NC, même lorsque le relais est éteint. Lorsque vous activez le relais, le circuit est ouvert et aucune alimentation n'est fournie à la charge [31].

II.10.5 Servo Moteur

Un servomoteur est un moteur utilisé pour contrôler la position ou la vitesse dans les systèmes de contrôle en boucle fermée. Il peut tourner sur une large plage de vitesses et exécuter les instructions de contrôle de position et de vitesse données. Les servomoteurs à courant continu et à courant alternatif sont utilisés dans diverses applications en raison de leur structure



Figure II-10: Un servo Moteur

générale. Les servomoteurs à courant alternatif sont privilégiés dans les systèmes de contrôle lorsque la puissance est faible et que la vitesse est variable. Ils sont souvent utilisés avec des bras de servomoteur qui peuvent tourner jusqu'à 180 degrés. En utilisant une carte Arduino, on peut programmer un servomoteur pour qu'il aille à une position spécifiée [30].

II.10.6 Ventilateur

Lorsque la température dépasse un certain seuil, comme 27°C, un ventilateur est automatiquement activé pour simuler le fonctionnement d'un climatiseur. De plus, en cas de détection de gaz ou de fumée, un ventilateur est activé dans le sens inverse pour évacuer la fumée. Dans notre projet, nous avons utilisé des mini ventilateurs, comme on peut le voir dans la figure (II.11) [28].



Figure II-11: Ventilateur

II.10.7 La plaque d'essai

Une plaque d'essai électronique sert de base de construction pour prototyper des circuits électroniques. Les plaques d'essai d'aujourd'hui, comme celle illustrée dans la figure (II.12), sont fabriquées en plastique

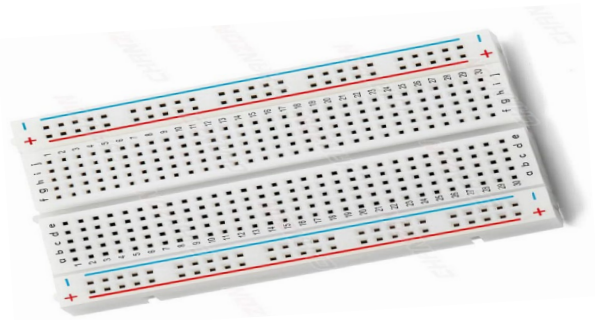


Figure II-12:Plaque d'essai

avec des trous pré-perçés (appelés points de connexion) dans lesquels vous insérez des composants ou des fils maintenus en place par des pinces. Les trous sont reliés par des bandes de matériau conducteur qui traversent la plaque [30].

II.11 Logiciels utilisés

II.11.1 Arduino IDE

L'IDE Arduino, ou Environnement de développement intégré, est un logiciel utilisé pour programmer et développer des projets avec Arduino. C'est un environnement convivial qui facilite la programmation en utilisant la syntaxe spécifique à Arduino. Il permet aux débutants de se familiariser avec la

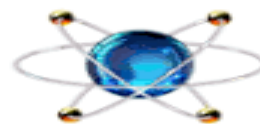


Figure II-13:Logo Arduino IDE

programmation et d'exécuter des fonctions intégrées. Les sketches Arduino ont été modifiés pour rendre la programmation plus accessible aux débutants [29].

II.11.2 Proteus 8

Proteus est un logiciel de conception de circuits électroniques qui inclut la capture schématique, la simulation PROSPICE et les modules de disposition de circuits imprimés (PCB). Il permet d'implémenter des contrôleurs tels que PIC et Arduino en téléchargeant le code hexadécimal sur le



PROTEUS

Figure II-14:Logo Proteus 8 [29].

microcontrôleur. Proteus offre des composants réalistes pour des résultats plus précis. Il permet

également de commencer le développement logiciel dès que le schéma est dessiné, permettant ainsi de tester la combinaison matériel-logiciel avant le prototypage physique. Cela évite de devoir recommencer tout le processus en cas de problèmes avec la conception matérielle [29].

II.12 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons exposé la notion de maison intelligente ainsi que ses diverses fonctionnalités, ses avantages et les inconvénients, les réseaux employés dans la domotique...etc. Nous avons également défini le matériel utilisé pour créer une maison connectée dans notre projet.

***III. Chapitre : Conception et Réalisation d'une
maison intelligente***

III.1 Introduction

Ce chapitre présente les étapes fondamentales de notre projet, qui se divise en deux parties distinctes. La première partie se concentre sur l'utilisation de la simulation dans la conception d'une maison intelligente. Nous combinons l'IDE Arduino et Proteus ISIS l'un pour programmer les composants et l'autre pour simuler le fonctionnement des circuits électroniques. Nous contrôler les divers aspects de la maison intelligente, tels que l'éclairage, la sécurité, la climatisation, et plus encore. La deuxième partie abordera la mise en œuvre pratique du projet.

III.2 Problématique

Les maisons traditionnelles sont confrontées à une série de problèmes, poussant les individus à se tourner vers les maisons intelligentes. Parmi ces problèmes, la sécurité est primordiale, avec des craintes concernant les cambriolages, les incendies et les accidents domestiques. Les technologies de maison intelligente offrent également un niveau de confort accru grâce au contrôle à distance et systèmes de santé, particulièrement utiles pour les personnes âgées ou handicapées. De plus, les coûts énergétiques élevés incitent à adopter des maisons intelligentes. Les résidents bénéficient également d'un gain de temps grâce aux systèmes qui automatisent des tâches de maison telles que l'arrosage.

III.3 L'objectif du projet

L'objectif principal de notre projet est de créer une maison intelligente complète avec un système de contrôle centralisé. On va utiliser des capteurs pour détecter les mouvements, la luminosité et la température, et ces données seront transmises au système de contrôle. Les appareils connectés comme les thermostats, les caméras de sécurité, les serrures et les éclairages intelligents seront tous intégrés à ce système central. Et pour rendre le tout encore plus pratique, on développera une application mobile ou une interface utilisateur pour que les propriétaires puissent contrôler à distance les appareils, programmer des scénarios automatisés et surveiller la sécurité de la maison.

III.4 Partie simulation

Dans la simulation d'une maison intelligente, chaque aspect de la vie quotidienne est soigneusement orchestré pour offrir confort, efficacité et sécurité. Les capteurs disséminés dans toute la maison surveillent les conditions environnementales, ajustant automatiquement l'éclairage, la température et même la qualité de l'air. Les appareils ménagers sont connectés au réseau, permettant un contrôle à distance via une application mobile.

III.4.1 Tableau de matériels utilisées

Nom	Type	Nombre
Carte Arduino	Uno	1
Capteur de gaz	MQ-2	1
Buzzer	12V	1
Ecran LCD LM044L	LM044L	1
Capteur de flamme	IR	1
LED	Jaune/Rouge/vert	4
Chauffage	---	1
Relais	2 canaux	1
Capteur de température	LM35	1
Ventilateur	24 V	1
Capteur de mouvement	Ultrasons	1
Servo moteur	9g	5
Clavier	4*4	1
Lecteur	RFID	1
Carte RFID	MIFARE	2
Capteur d'humidité	DHT11/DHT22	1

Tableau 2: Liste des composants nécessaires pour simuler un système de maison intelligente

III.4.2 Schéma global

Dans la figure (III-1), "Schéma global d'un système de maison intelligente" a été mentionné, et toutes les captures sont intégrées à ce schéma.

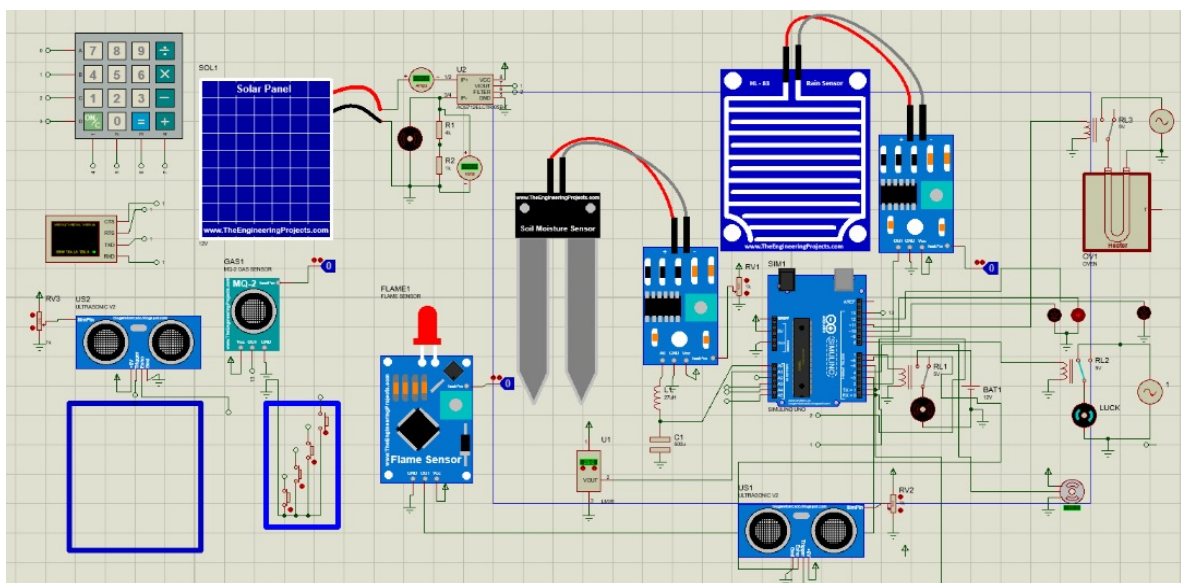


Figure III-1: Schéma global d'un système de maison intelligente

III.4.3 Résultats

III.4.3.1 Contrôle automatique de l'arrosage

Pour simuler la détection d'humidité et de pluie dans un jardin, utilisez des capteurs d'humidité du sol et des capteurs de pluie. Ces capteurs enregistrent et transmettent les données à un système centralisé de contrôle. Ce système analyse les données pour décider s'il faut arroser le jardin ou si la pluie est suffisante. Une interface utilisateur affiche ces données et envoie des alertes en cas de conditions anormales. Cette approche permet de créer un système efficace pour gérer l'arrosage et la protection des plantes en fonction des conditions météorologiques.

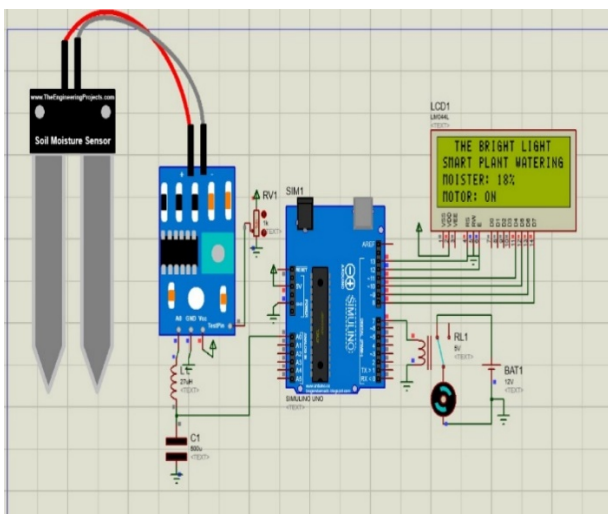


Figure III-3: Simulation de la détection d'humidité

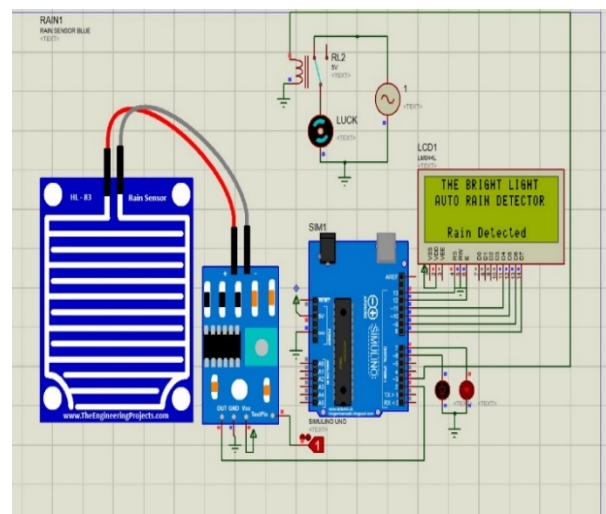


Figure III-2: Cas de détection de pluie

Commentaires :

- Dans cette simulation on assure le contrôle automatique de l'arrosage des plantes en fonction de l'humidité du sol, en activant le moteur lorsque l'humidité est trop faible et en le désactivant une fois que le niveau d'humidité est suffisant.
- La simulation de détection d'humidité inclut une fonction clé : l'activation automatique d'arrosage en cas de pluie. Le réservoir se remplit dès que la pluie est détectée, garantissant ainsi un arrosage efficace du sol. Le programme ajuste le système selon les conditions météorologiques, offrant des indications visuelles via les LED et un affichage précis sur un écran LCD pour surveiller son état.

III.4.3.2 Sécurité de la porte

La sécurité des portes peut être améliorée en utilisant à la fois des mots de passe et la technologie RFID. Les mots de passe offrent une couche de sécurité basée sur la connaissance unique de l'utilisateur, tandis que la technologie RFID utilise des balises ou

des cartes pour déverrouiller les portes via un signal radio. En combinant les deux, on crée une double protection.

Commentaires :

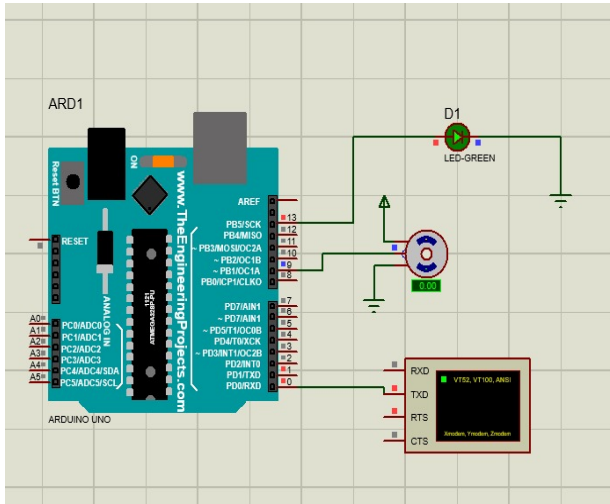


Figure III-5: Cas de tag valide

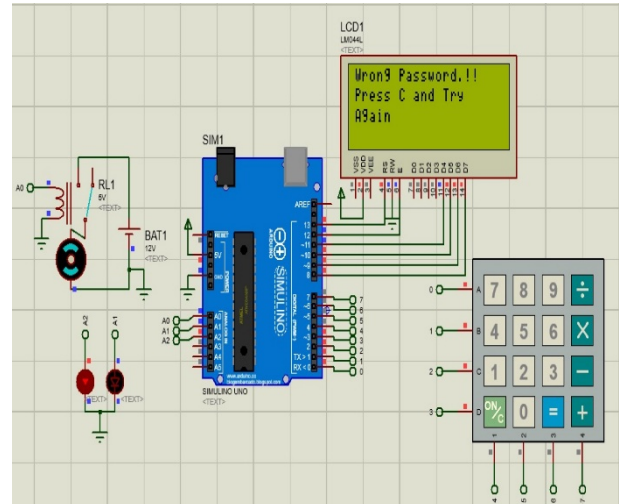


Figure III-4: Cas de mot de passe incorrect

- Lorsqu'un tag valide est détecté, le servomoteur se déplacera de la position 0 à la position 180, puis après quelques secondes, il reviendra à la position zéro. Dans le même temps, la LED s'allumera. Cependant, aucun mouvement n'est observé sur le servomoteur et la LED s'éteindra lorsque le tag n'est pas valide.
- Quand le mot de passe est correct, la LED verte s'allume, le servomoteur se déplace et un message s'affiche sur l'écran LCD. Cependant, si le mot de passe est incorrect, aucune action n'est entreprise sur le servomoteur et la LED rouge s'allume.

III.4.3.3 Fuite de gaz et d'incendie

Dans une maison intelligente, la sécurité des occupants est garantie par une détection précoce des incendies et des fuites de gaz. Des capteurs avancés surveillent en continu la température, la fumée et la concentration de gaz toxiques, réagissant instantanément en cas de danger. La figure (6) illustre cette détection proactive, montrant comment ces capteurs sophistiqués déclenchent des mesures préventives pour prévenir les situations dangereuses et protéger la maison et ses habitants.

cas, il active le chauffage en mettant la broche 13 en état haut. Sinon, il éteint le chauffage en mettant la broche 13 en état bas.

III.4.3.5 Gestion d'eau

Le logiciel fonctionne en permanence pour surveiller les niveaux d'eau, et il utilise des LED et un buzzer pour signaler le niveau actuel du réservoir. Cela permet de réagir de manière adéquate aux variations de niveau d'eau. En parallèle, un autre programme assure le contrôle automatique de la pompe en fonction des niveaux d'eau mesurés. Cette coordination est précieuse pour maintenir un niveau d'eau optimal dans un réservoir ou un système d'irrigation.

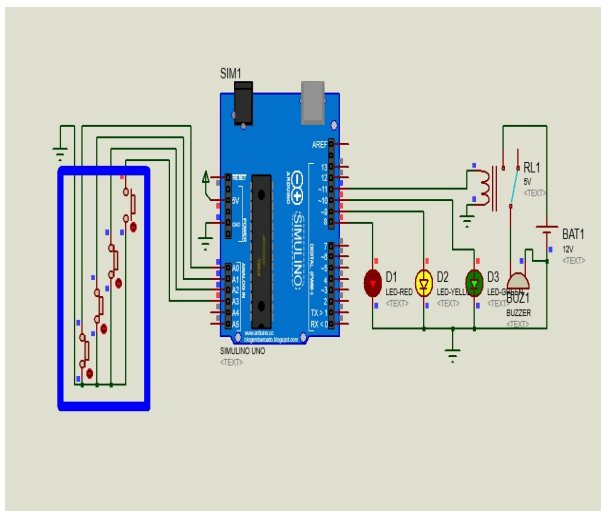


Figure III-10: Cas niveau de l'eau 75%

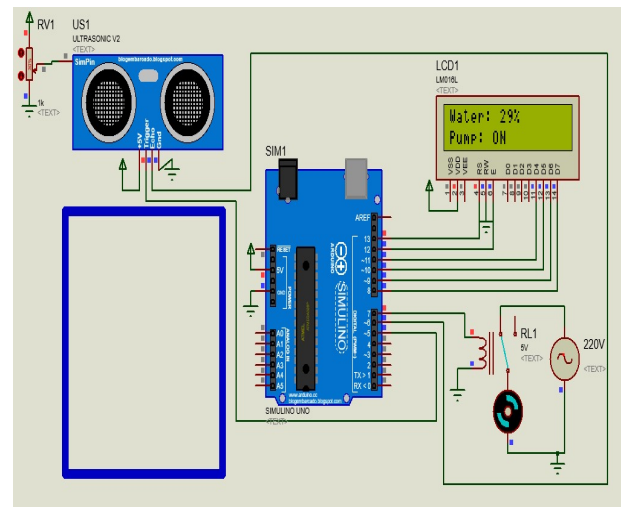


Figure III-9 : Cas de niveau d'eau bas

Commentaires

Le logiciel fonctionne en permanence pour surveiller les niveaux d'eau, et il utilise des LED et un buzzer pour signaler le niveau actuel du réservoir. Cela permet de réagir de manière adéquate aux variations de niveau d'eau. En parallèle, un autre programme assure le contrôle automatique de la pompe en fonction des niveaux d'eau mesurés. Cette coordination est précieuse pour maintenir un niveau d'eau optimal dans un réservoir ou un système d'irrigation, par exemple lorsque le niveau d'eau est de 29 %. La LED rouge s'allume indiquant un niveau d'eau bas et le moteur s'active pour l'augmenter.

III.4.3.6 Poubelle intelligente

La modélisation d'une poubelle intelligente offre de nombreux avantages, notamment une efficacité opérationnelle accrue, une réduction des dépenses, la préservation de

l'environnement et une amélioration de l'interaction avec les utilisateurs dans la gestion des déchets. Cette technologie repose sur l'utilisation de capteurs de mouvement.

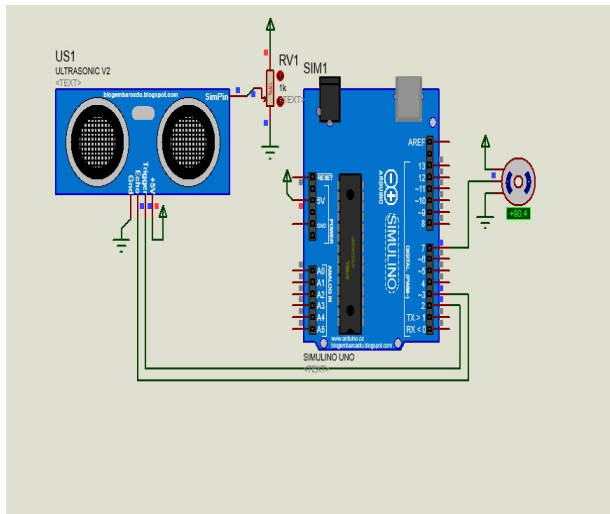


Figure III-12 : Cas poubelle ouverte

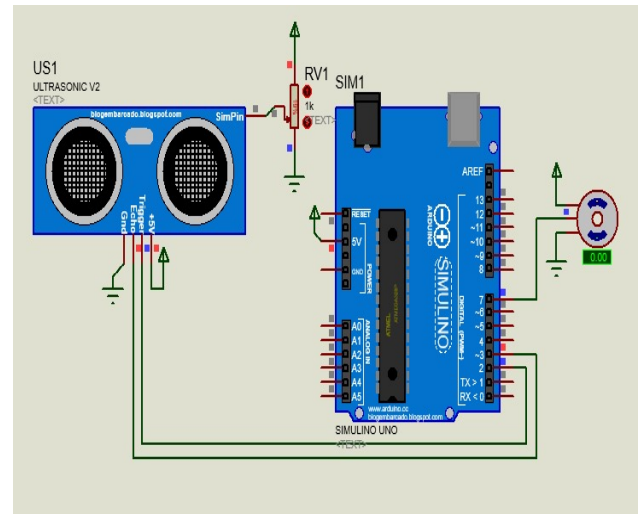


Figure III-11: Cas de poubelle fermé

Commentaire :

Le simulateur de déchets intelligent utilise des capteurs pour détecter la présence des utilisateurs et activer des actions automatiques pour faciliter la gestion des déchets. Il envoie des impulsions ultrasoniques, mesure le temps de retour de l'écho, calcule la distance en centimètres, puis ajuste la plage de la distance mesurée. Si la distance mesurée est inférieure à 60 cm, le servomoteur sera placé sous un certain angle (93° dans ce cas), sinon il sera placé sous un autre angle (3°).

III.4.3.7 Moniteur solaire

L'énergie solaire représente une solution de plus en plus prisée pour alimenter les maisons intelligentes. En exploitant l'abondante source d'énergie du soleil, ces systèmes offrent une alternative durable et écologique aux méthodes traditionnelles de production d'électricité. La figure ci-dessus représente la simulation de ce système.

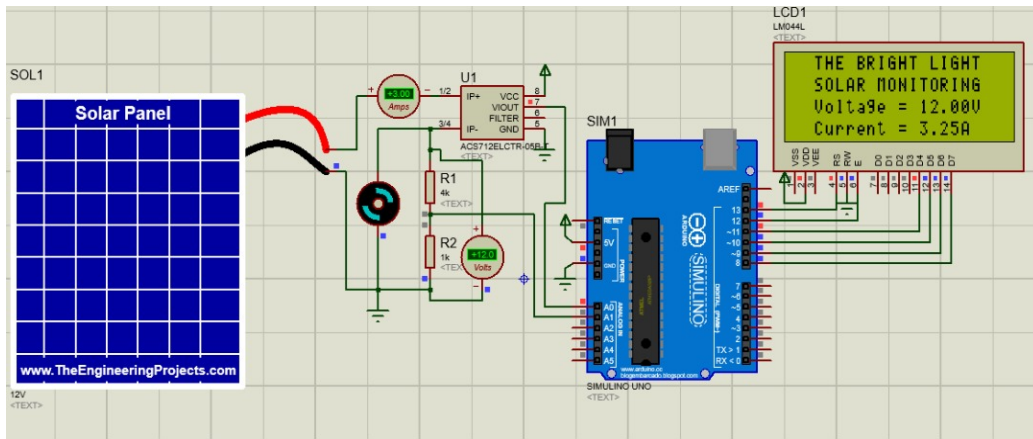


Figure III-13 : Moniteur de panneau solaire

Commentaire :

Ce programme permet de surveiller en temps réel la tension et le courant d'un système solaire, ce qui peut être utile pour diagnostiquer les problèmes ou optimiser les performances du système.

III.5 Partie réalisation

Dans la réalisation de notre projet de maison intelligente, nous avons concrètement mis en place diverses fonctionnalités telles que l'ouverture de porte avec une caméra, le contrôle de l'éclairage et du ventilateur via Bluetooth grâce à une application mobile. De plus, nous avons intégré avec succès l'ouverture du garage via Bluetooth, le tout centralisé et commandé depuis notre application mobile dédiée.

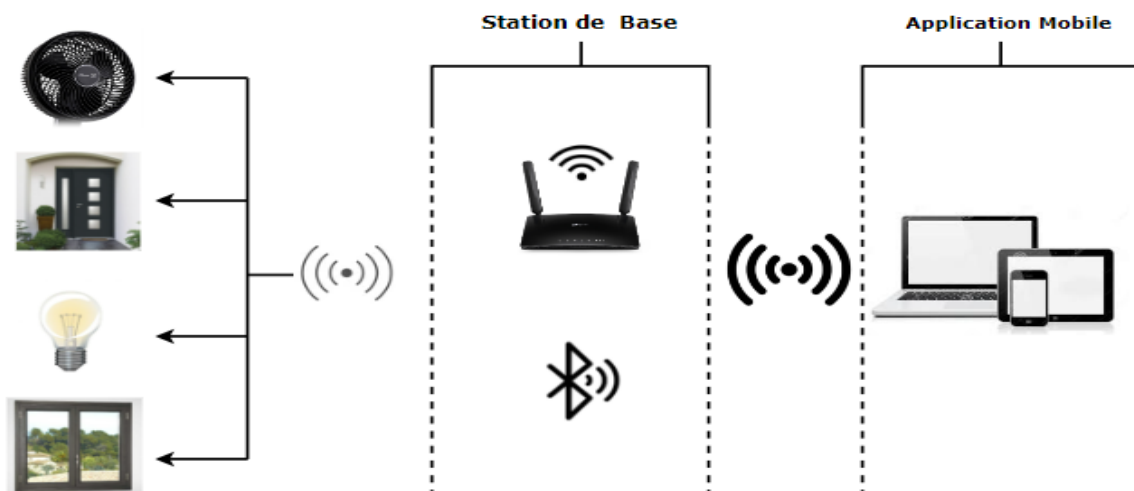


Figure III-14: Schéma global de la réalisation

III.5.1 Sécurité de la porte avec camera

La sécurité des portes avec caméra et téléphone est une solution innovante qui offre une tranquillité d'esprit accrue aux utilisateurs. En intégrant une caméra de surveillance à la porte et en utilisant une application comme Telegram sur un téléphone, les utilisateurs peuvent surveiller et contrôler l'accès à leur domicile à distance. Cette technologie permet non seulement de visualiser en temps réel les personnes qui se présentent à la porte, mais aussi d'interagir avec eux via l'application. Les composants clés de ce système incluent une caméra de sécurité, un téléphone avec l'application Telegram installée, un mécanisme de verrouillage contrôlé à distance et une connexion Internet stable. Le schéma de fonctionnement implique les photos par la caméra, la transmission des images vers l'application Telegram sur le téléphone, et la possibilité pour l'utilisateur de déverrouiller la porte à distance si nécessaire. Ce système offre un niveau supplémentaire de sécurité et de contrôle pour les résidences.

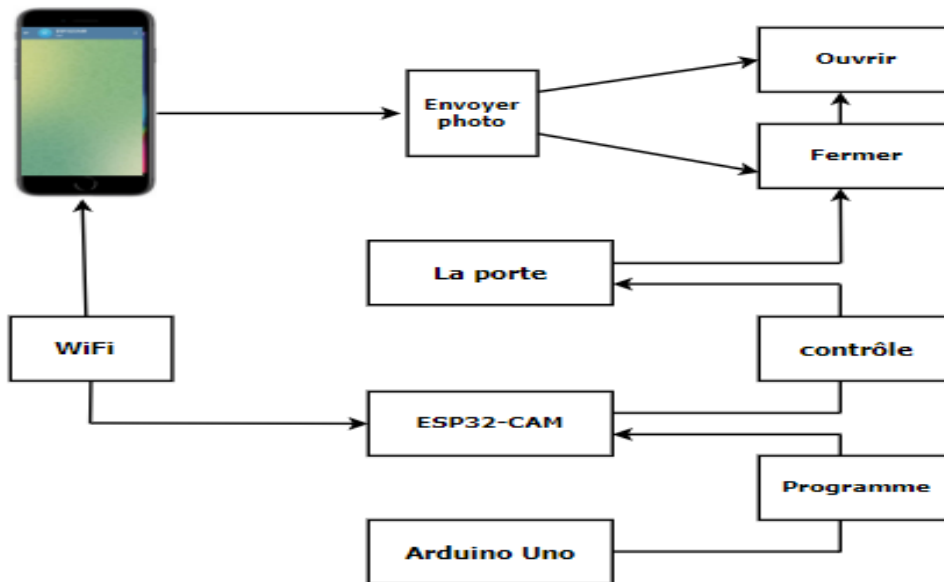


Figure III-15: Schéma synoptique de la sécurité de porte

Tableau

Dans ce tableau, les composants de base pour contrôler une porte avec une caméra.

Nom	Caractéristique	Nombre
Carte ESP32	CAM	1
Serrure électronique	12 V	1
Transistor	TIP122 NPN	1
Diode	1N4007	1

Chapitre III : Conception et Réalisation d'une maison intelligente

Résistance	1K/10K	2
Condensateur	100uF	1
Alimentation	12V	1
Interrupteur poussoir	---	1

Tableau 3: Liste des composants pour une porte intelligente avec caméra

Schéma

Pour illustrer la mise en œuvre de notre réalisation de cette partie, nous présenterons deux schémas. Le premier schéma détaille la programmation de la caméra, tandis que le deuxième concerne la configuration de la porte.

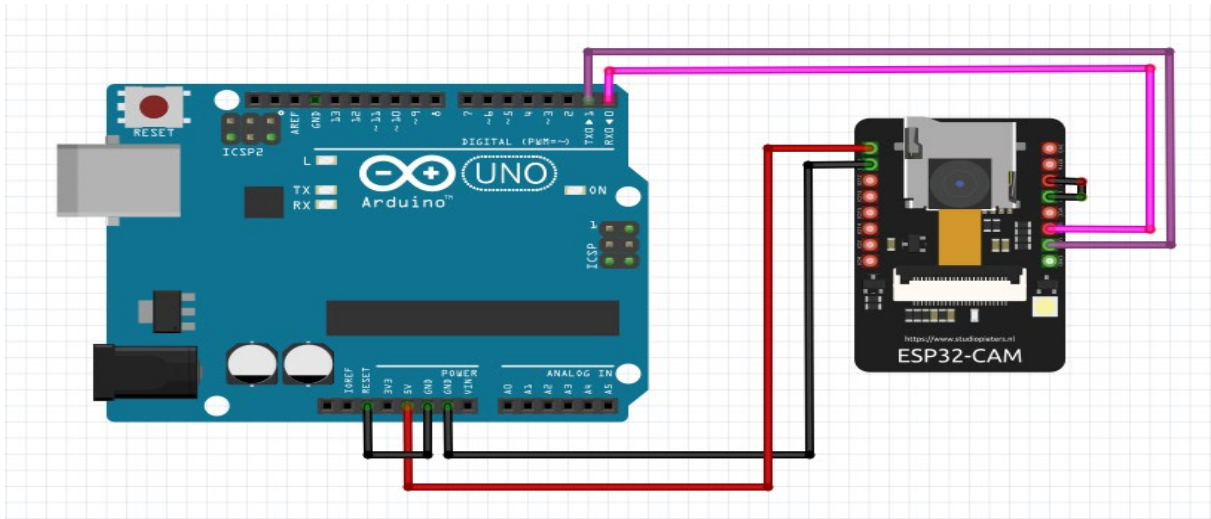


Figure III-16: Câblage de ESP32-CAM avec l'Arduino

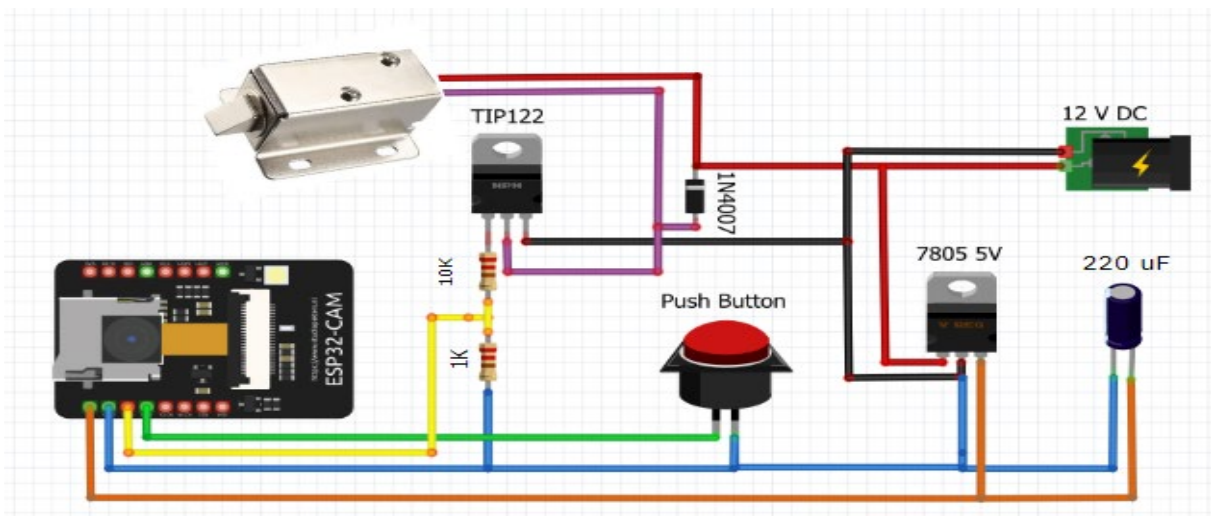


Figure III-17: Câblage de la porte avec ESP32-CAM

Résultat

1. Programmer ESP32-CAM

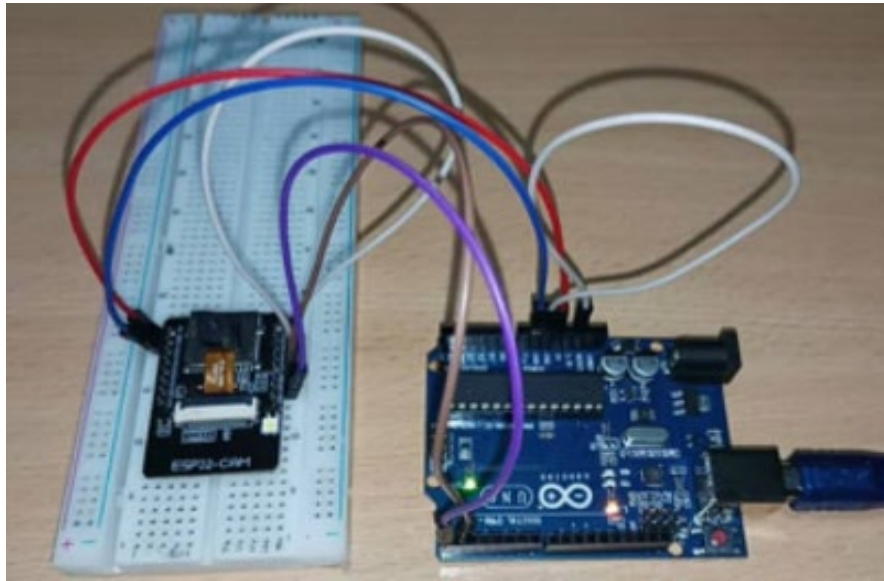


Figure III-18: Programmation de carte ESP32-CAM

2. Prendre une photo :

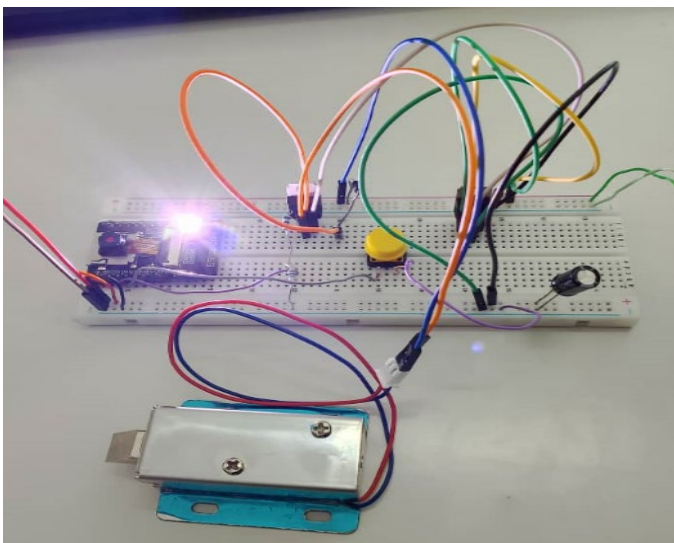


Figure III-20: Cas de prendre une photo

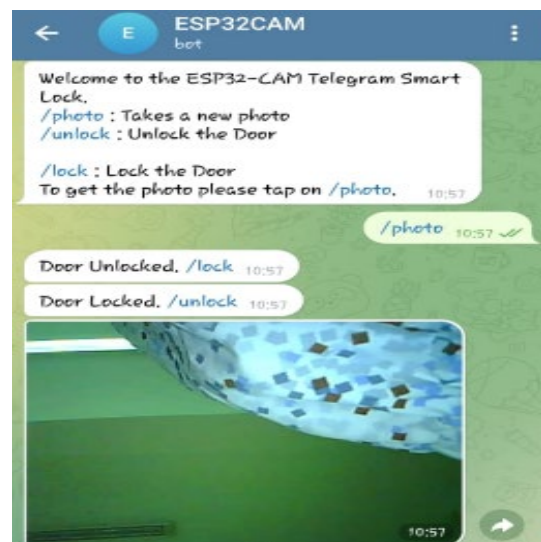


Figure III-19: Envoyer la photo à Telegram

Commentaire :

Quand le bouton est pressé, nous sollicitons la caméra via l'application Telegram pour capturer une photo et l'envoyer.

3. Ouvrir /Fermer la porte

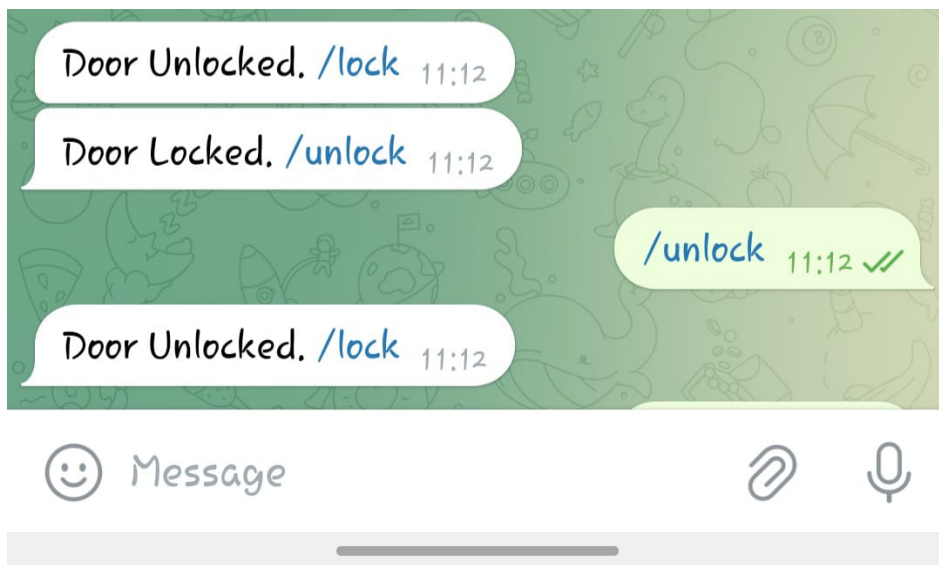


Figure III-21: Ouvrir et fermer la porte par Telegram

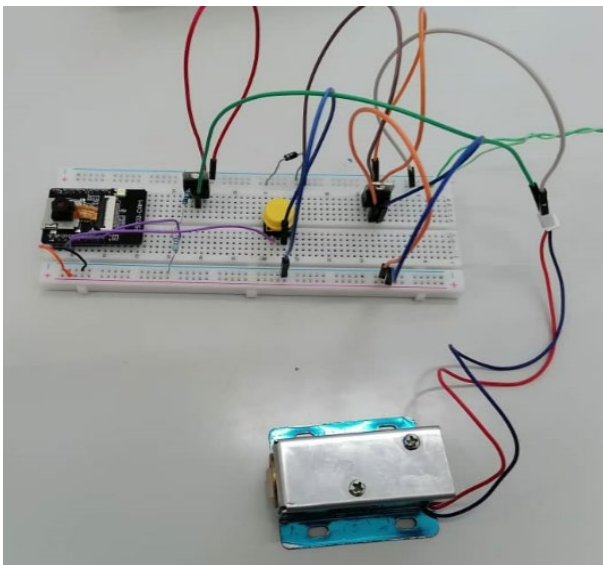


Figure III-23: Cas d'ouvrir la porte

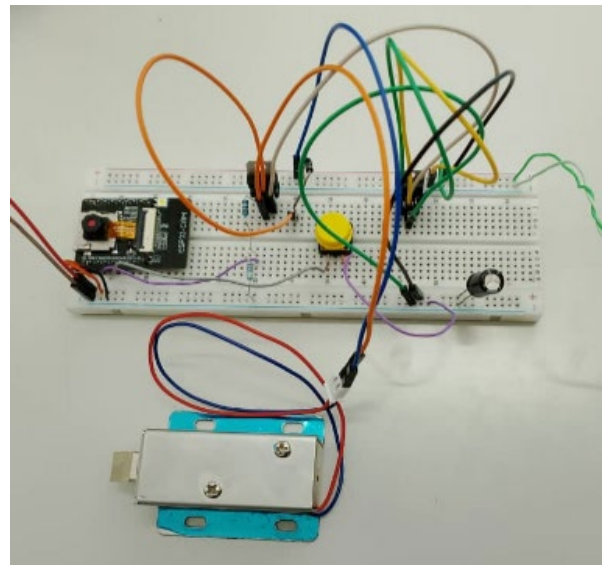


Figure III-22: Cas de fermer la porte

Commentaire :

Le module ESP32-CAM avec Telegram, permet nous de gérer le verrouillage de la porte et de solliciter des photos du module caméra. La porte peut être ouverte ou fermée à distance et d'autres photos peuvent également être reprises.

III.5.2 L'éclairage

L'éclairage et le ventilateur, commandés par Bluetooth, offrent une expérience de contrôle moderne et pratique. Leur intégration permettra de créer un environnement domestique intelligent et personnalisable selon les besoins de chacun.

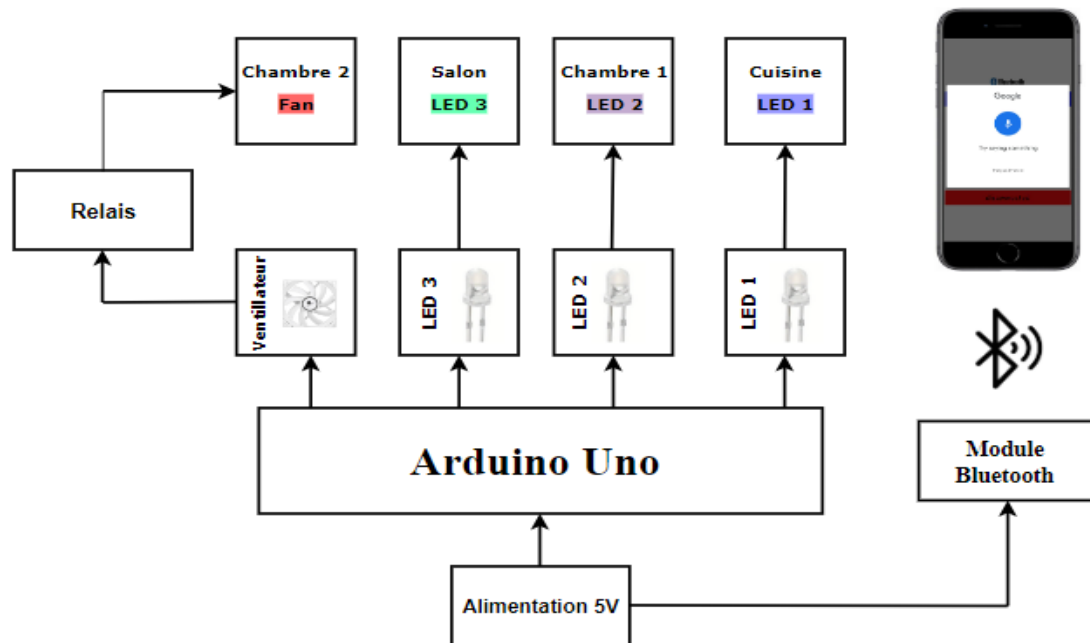


Figure III-24: Schéma synoptique du montage

Tableau

Nom	Caractéristique	Nombre
Carte Arduino	Uno	1
Bluetooth	Hc-06	1
LED	Blanc	3
Résistance	1K	3
Carte relais	1 canal	1
Ventilateur	24 V	1

Tableau 4: Liste des composants pour contrôler maison par téléphone

Schéma

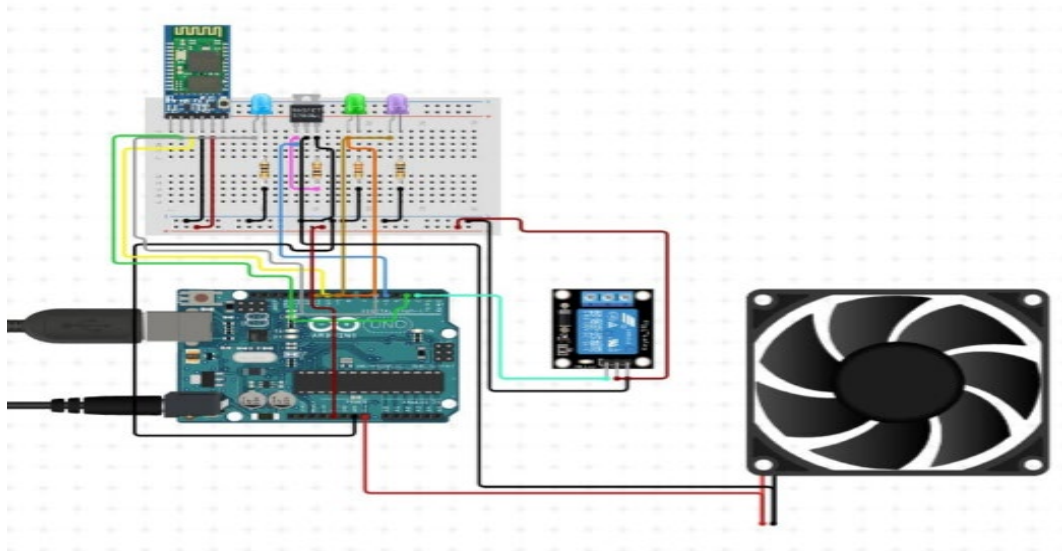


Figure III-25: Schéma du circuit électronique pour l'éclairage et le ventilateur

Application mobile :

Nous allons créer une application qui nous permettra de donner des commandes vocales pour contrôler l'éclairage et le ventilateur. Nous utiliserons la plateforme MIT App pour contrôler ces dispositifs. Une fois l'application créée, nous la téléchargerons depuis le Play Store sur notre téléphone, puis nous la lancerons. Ensuite, nous scannerons le code affiché sur la plateforme pour l'associer à notre application.

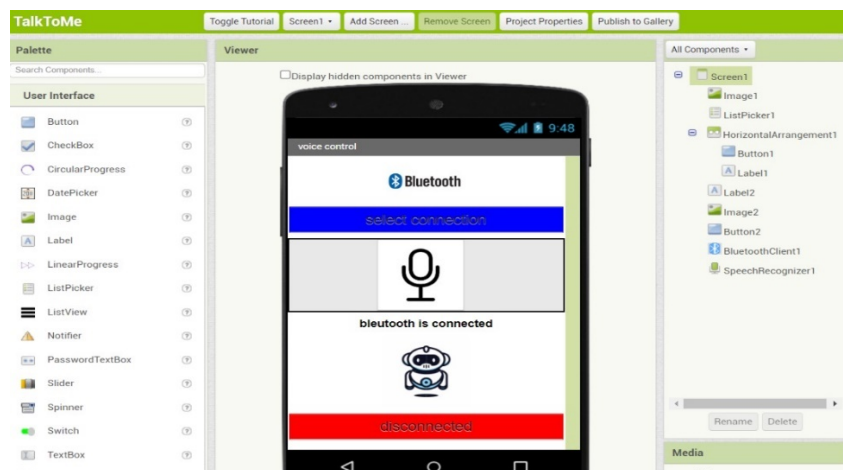


Figure III-26: Application de système

Résultat

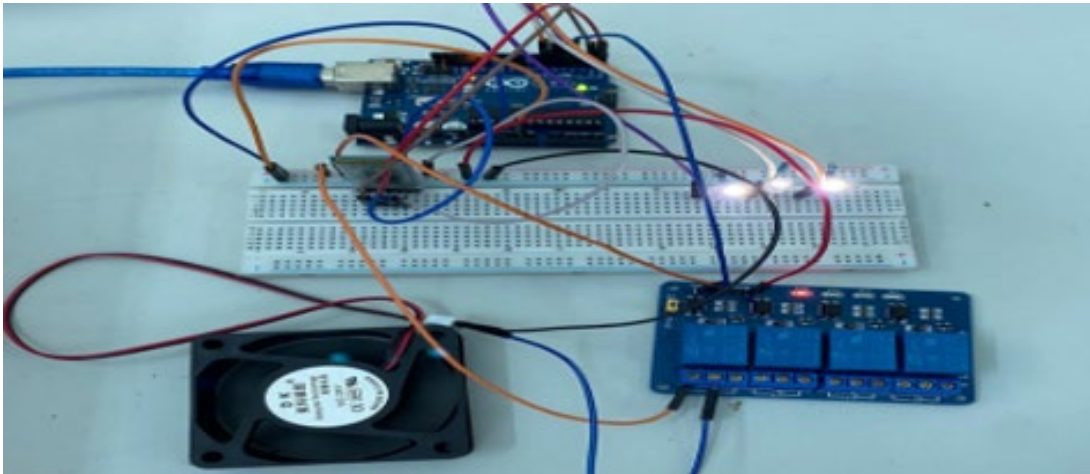


Figure III-27: Cas de tout est allumé

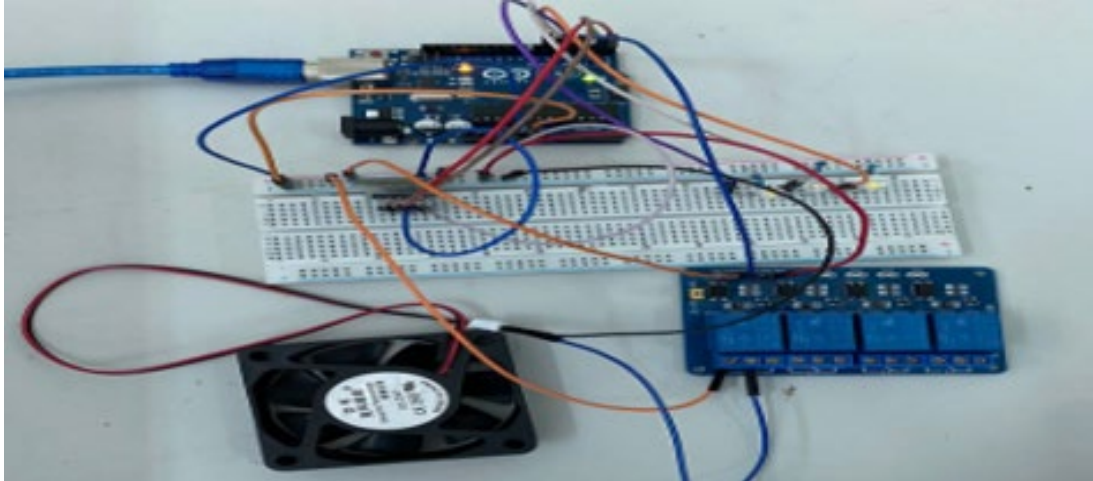


Figure III-28: Cas de tout éteint

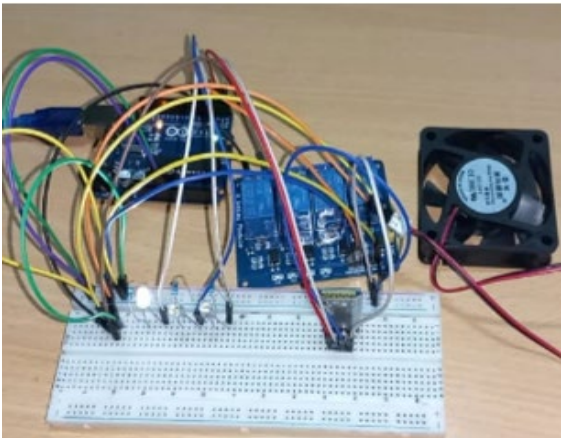


Figure III-30: Cas d'allumé la chambre

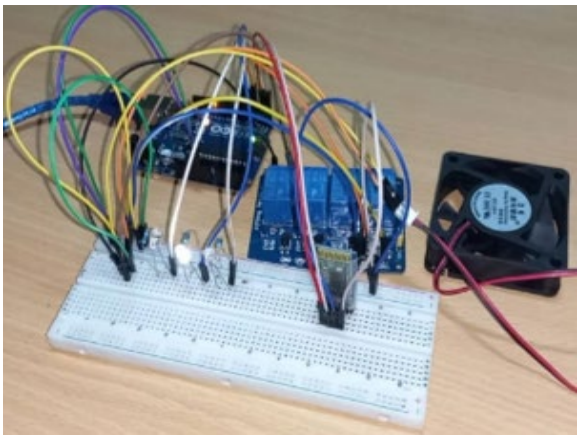


Figure III-29: Cas d'allumé la cuisine

Commentaire :

Cette réalisation utilisée avec une application mobile personnalisée, elle permet de contrôler l'éclairage de trois pièces différentes ainsi que le fonctionnement d'un ventilateur. Par exemple, en disant "allume chambre", la lampe de la chambre s'allumera. Les commandes vocales spécifiques sont envoyées via la communication Bluetooth.

III.5.3 Garage

Le contrôle de la porte de garage à distance à l'aide d'un smartphone, éliminant le besoin de télécommandes physiques tout en renforçant la sécurité grâce à l'authentification Bluetooth.

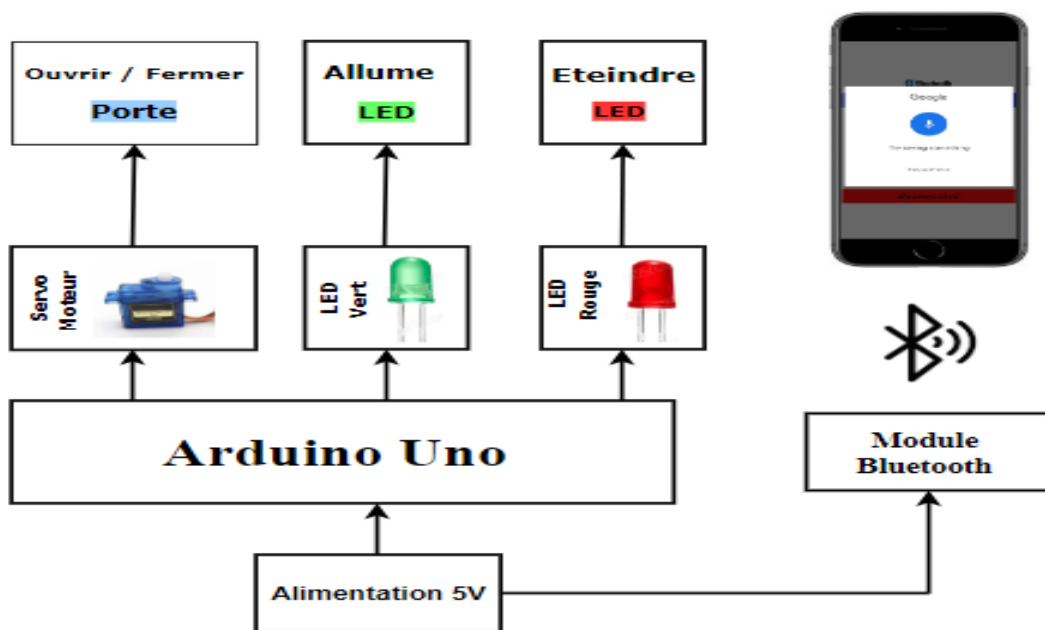


Figure III-31: Schéma synoptique du Montage de garage

Tableau

Nom	Caractéristique	Nombre
Carte Arduino	Uno	1
Bluetooth	Hc-06	1
LED	Rouge /Vert	2
Résistance	1K /10K	2
Servo moteur	9g	1

Tableau 5 : Liste des composants pour contrôler garage par Bluetooth

Schéma

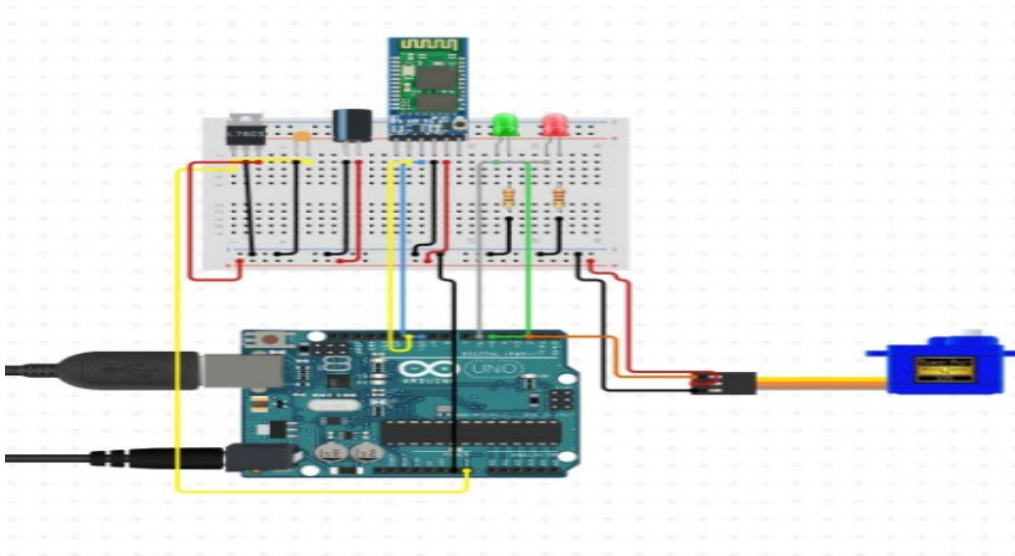


Figure III-32: Schéma du circuit électronique pour le garage

Résultat

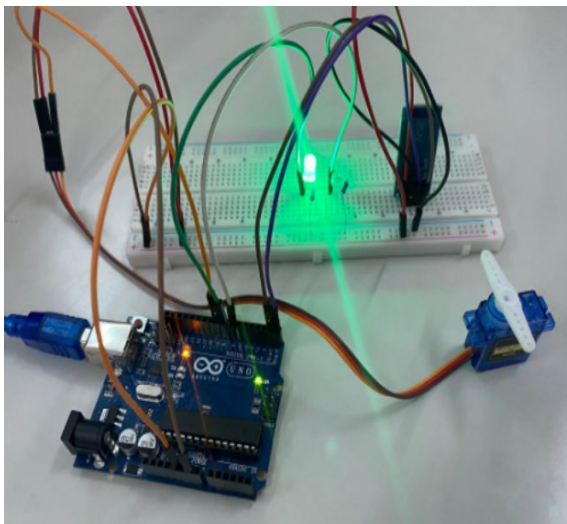


Figure III-33: Cas d'ouvrir le garage

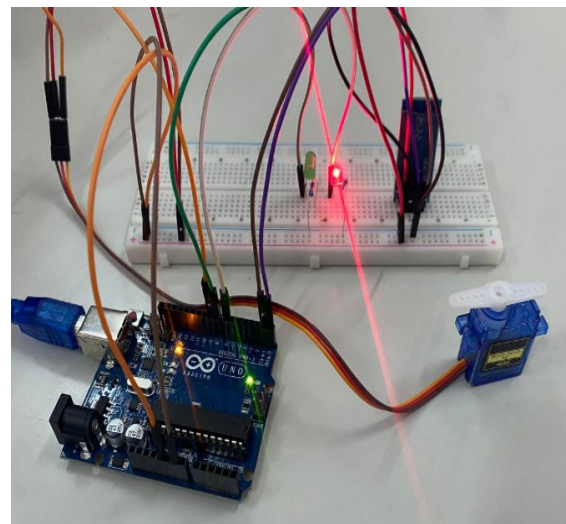


Figure III-34: Cas de fermer le garage

Commentaire :

Cette réalisation simplifie la gestion du garage en utilisant un servomoteur, qui réagit aux commandes Bluetooth. De plus, il prend en charge l'indication visuelle de l'état du garage en contrôlant les LED. Lorsque vous envoyez la commande "open", le moteur tourne à 90 degrés et la LED verte s'allume. De même, lorsque vous envoyez la commande "close", le moteur tourne également à 90 degrés et la LED rouge s'allume.

III.6 Prototype

Le prototype de la maison comprend un salon, un garage, une cuisine, une chambre, un jardin. Conçu en bois, il mesure 40 cm * 30 cm * 25 cm, avec des murs d'une épaisseur de 2 cm. Pour garantir son fonctionnement optimal, actionneurs et modules de communication sont intégrés et coordonnés par un module Arduino.



Figure III-35: Architecture de la maison

En utilisant Cisco Packet Tracer pour simuler le réseau domestique et en intégrant un contrôleur domestique, il est possible de développer une application mobile capable de contrôler les périphériques de la maison à distance, offrant ainsi aux utilisateurs une solution pratique et flexible pour automatiser et surveiller leur environnement domestique. Tous les composants dans la figure 1 sont connectés via WiFi et téléphone, et dans la figure 2, nous les contrôlons.

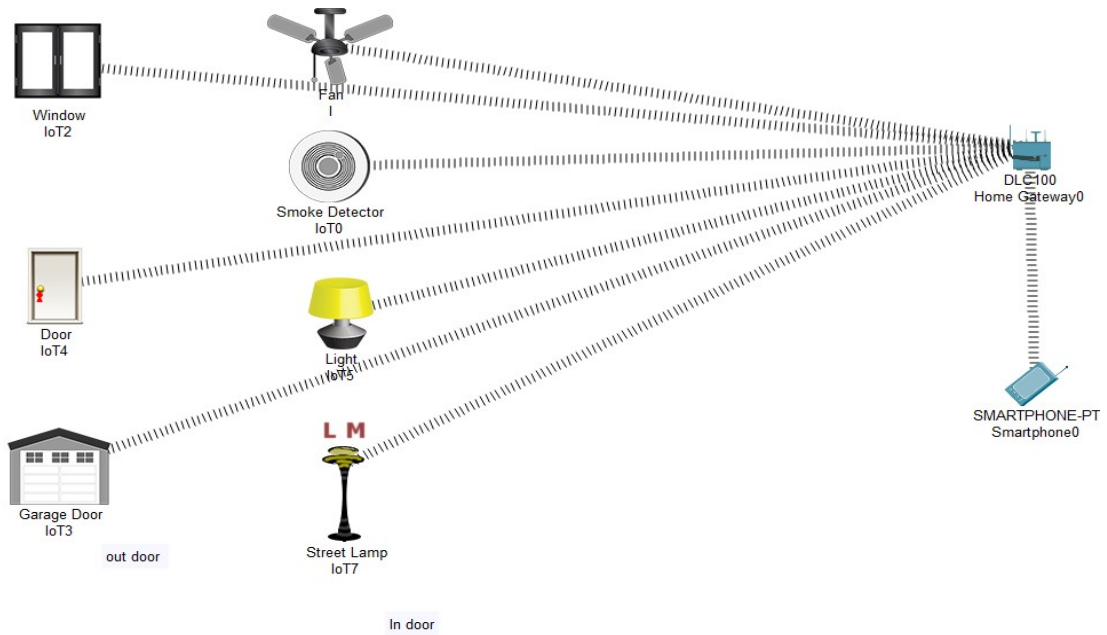


Figure III-36: Cas de tous les composants sont connectés via WiFiet telephone

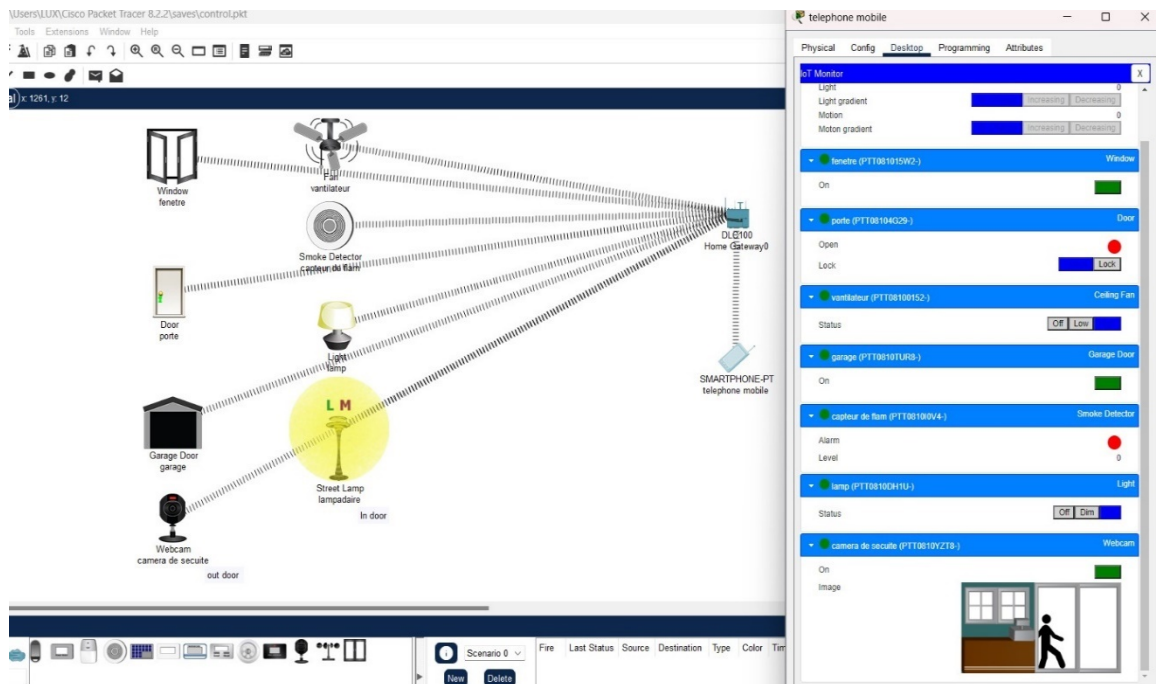


Figure III-37: Cas de tous les composants sont contrôlés par téléphone

Résultat

Les photos suivantes montrent le chemin des messages ou des commandes téléphoniques vers les composants dans la maison.

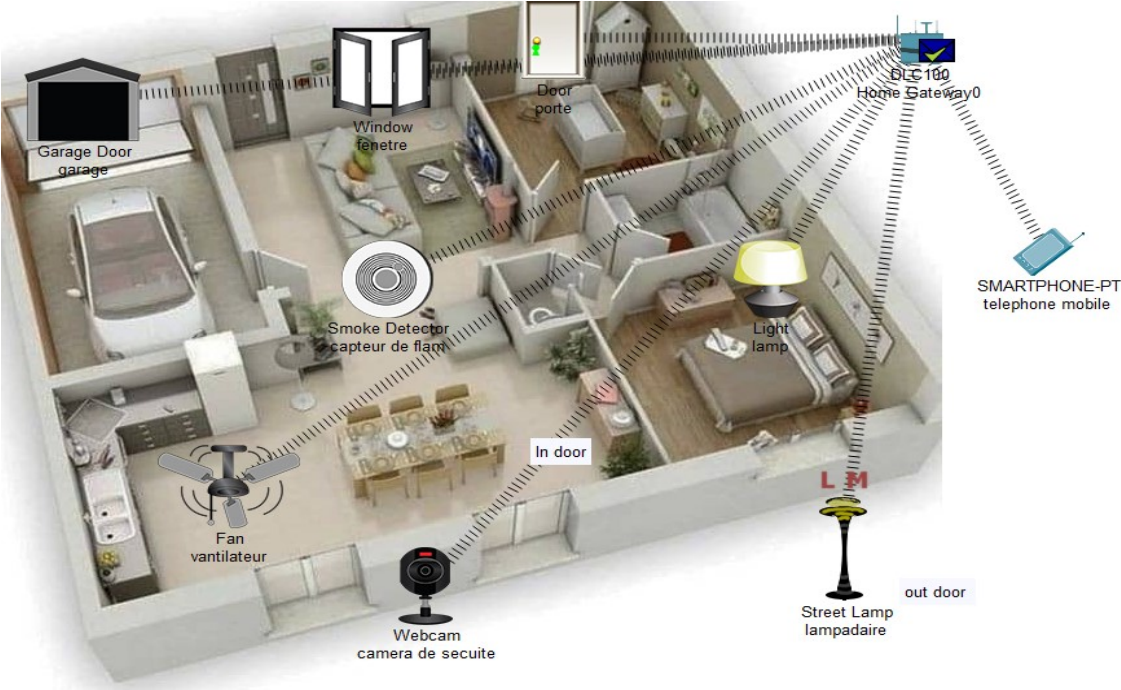


Figure III-38: Les commandes sont envoyées depuis le téléphone

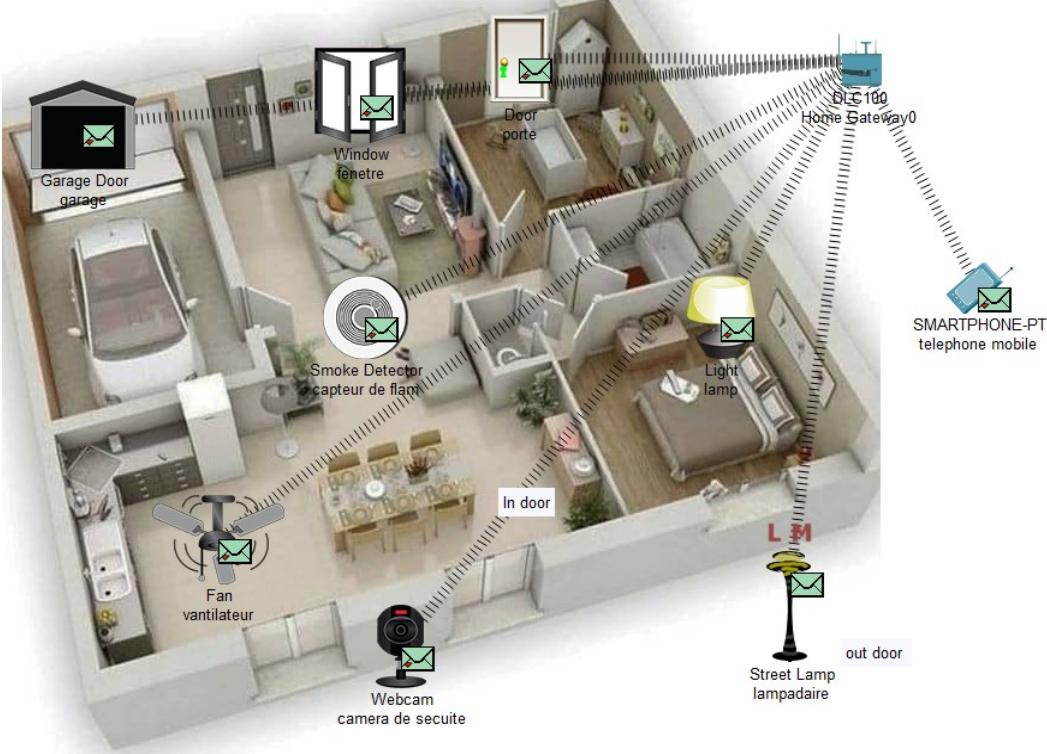


Figure III-39: Les commandes sont reçues par les composants

III.7 Résultat final

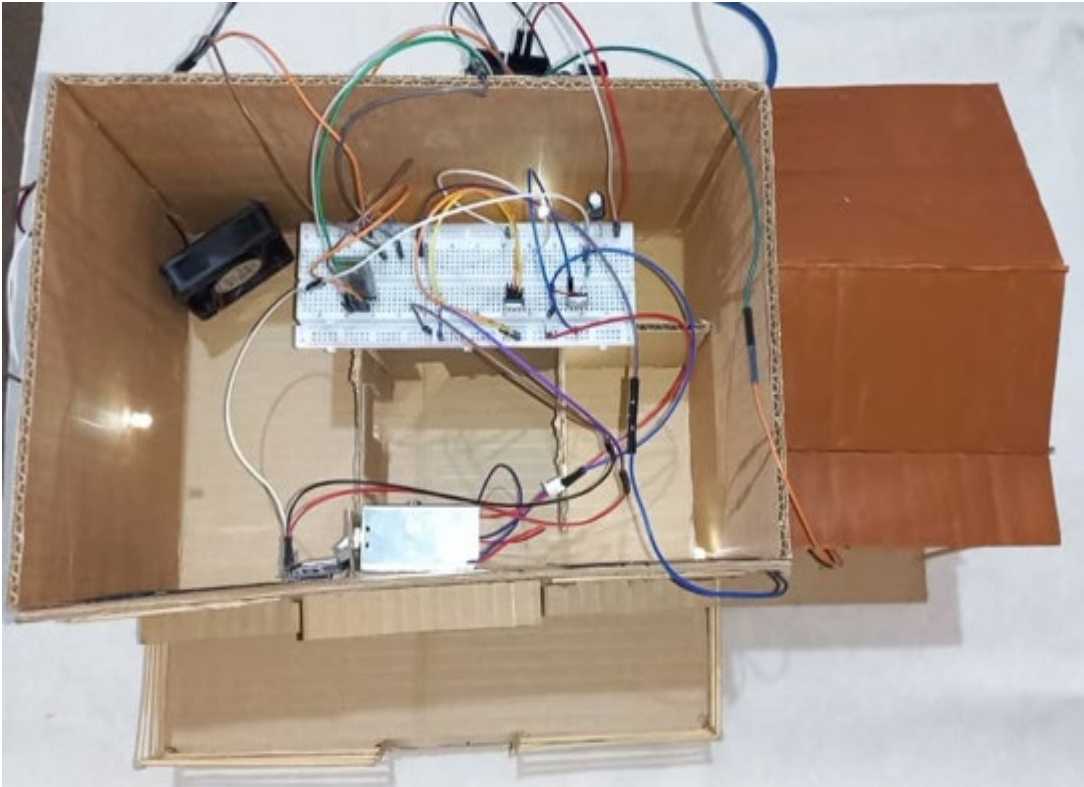


Figure III-40: les Tâches implémentées dans la maison à l'intérieur

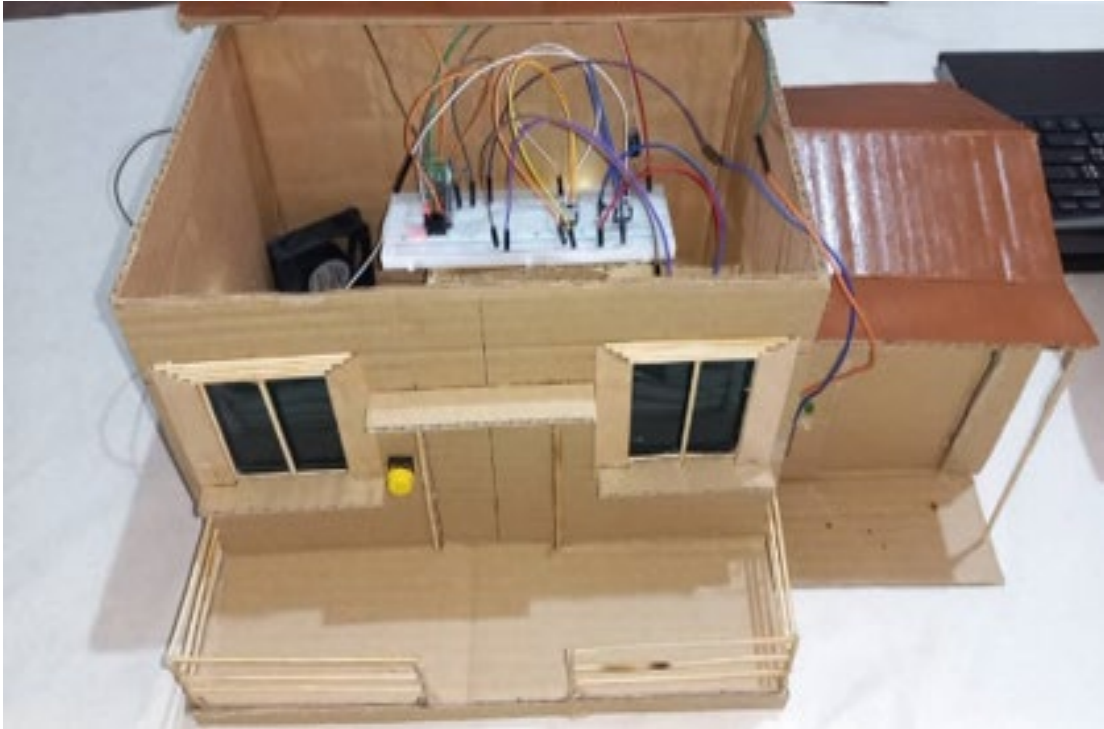


Figure III-41: Les tâches implémentées dans la maison à l'extérieur

III.8 Conclusion

En conclusion, ce chapitre examine les divers aspects de la domotique en utilisant la simulation et la réalisation d'un projet de maison intelligente. On concentre sur les performances des systèmes de contrôle, en mettant particulièrement l'accent sur la sécurité et la connectivité. La mise en place de certains de ces systèmes, comme la sécurisation des portes par des caméras et l'éclairage contrôlé via Bluetooth. Les conclusions mettent en avant l'importance d'une conception intégrée pour garantir la sécurité et la convivialité d'une maison intelligente. Enfin, toutes les pièces réalisées sont mises dans une maquette comme prototype d'une maison intelligente.

Conclusion générale

La maison intelligente est conçue pour faciliter la vie des individus en permettant le contrôle de l'éclairage, de la température, et plus encore. Dans notre projet, nous avons développé une maison intelligente avec de nombreuses fonctionnalités, dont certaines ont été réalisées par simulation et sont divisées en deux parties. À l'intérieur de la maison, nous avons intégré le contrôle automatique du chauffage en fonction de la température ambiante, la détection des incendies et des fuites de gaz, l'ouverture automatique des fenêtres avec une alerte en cas de fuite, ainsi qu'une poubelle intelligente capable de gérer les déchets de manière efficace. À l'extérieur, nous avons installé des panneaux solaires pour une énergie renouvelable, un système de sécurité de porte utilisant un mot de passe et une carte RFID, un capteur de pluie pour remplir automatiquement un réservoir d'eau et arroser le sol en fonction de l'humidité détectée, ainsi qu'un système de mesure du niveau d'eau dans le réservoir avec remplissage automatique.

Dans la partie applicative, nous avons rendu possible le contrôle de l'éclairage, du ventilateur et du garage via Bluetooth et une application mobile dédiée. De plus, une caméra installée à la porte permet de surveiller et de contrôler l'entrée de la maison à distance via l'application Telegram. La réalisation de ce projet a nécessité l'utilisation de plusieurs logiciels, notamment Arduino IDE et Proteus, ainsi que des composants matériels tels que la carte Arduino et l'ESP32-CAM. Après avoir vérifié le bon fonctionnement de chaque composant individuellement, nous les avons intégrés pour former une maison intelligente fonctionnelle.

Avec les progrès continus dans le domaine des technologies et de l'électronique, ce projet possède un potentiel de développement significatif, pouvant offrir encore plus de sécurité, de confort et d'efficacité énergétique aux utilisateurs.

Références

[1] - "Faster Capital. (s. d) . M2M Communication : activer la communication M2M sans couture avec IOTA.de <https://fastercapital.com/fr/contenu/M2M-Communication--activer-la-communication-M2M-sans-couture-avec-iota.html#Introduction---la-communication-M2M>"

[2] - Djehaiche, Rania, Benziouche, Nihad (2019) : Etude et Application d'un Système de Communication M2M. figshare. Thesis. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14710710.v2>

[3] - Digital guide. Communication Machine to Machine (M2M). [En ligne]

<https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/know-how/definition-communication-machineto-machine-m2m/>

[4] - Launay, F. (2019, avril 14). Architecture du réseau M2M. Université de Poitiers. le [14/04/2019], depuis [<https://blogs.univ-poitiers.fr/f-launay/2019/04/14/architecture-du-reseau-m2m/>]

[5] - Saleh, Imad. "Internet des Objets (IdO) : Concepts, Enjeux, Défis et Perspectives." Laboratoire Paragraphe, Université Paris 8, 2018.

[6] - Eddy Bajic. Localisation et identification de ressources industrielles par l'Internet des objets. GESI, Revue des départements Génie Électrique et Informatique Industrielle des Instituts Universitaires de Technologie, ADIUT, 2018, pp.19-27.

[7] - Belhadj, N., & Abbad, A. (2022). La sécurité de l'Internet des Objets (IoT) (Mémoire de fin d'études, Université Ibn-Khaldoun de Tiaret, Algérie.

[8] - HANICHE, Malika, et TABRAIT, Nabila (2019) "Internet des objets dans le domaine de l'agriculture de demain." Mémoire de fin d'études, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.

[9] - Islam, R., Rahman, M. W., Rubaiat, R., Hasan, M. M., Reza, M. M., & Rahman, M. M. (2021). LoRa and server-based home automation using the internet of things (IoT). Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157821000037>

[10] - Moussaoui, N.E.H., Bendjema, R. (2019). Étude et application de l'internet des objets (télémédecine comme application). Mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master Académique, Université 8 Mai 1945 – Guelma.

- [11] - Messaoud, Hanane, Sidi Bachir Sarra Chourouk. (2021) "Développement et simulation d'une maison intelligente dédiée pour des personnes handicapées basée sur l'IoT." Mémoire de Master, Université Belhadj Bouchaïb Ain-Temouchent.
- [12] - ALLEL MONCEF, AMRAOUI ZAKARIA (2021) "Conception de nouveau système d'antennes MIMO pour le standard 5G." Mémoire de fin d'étude, Université 8 Mai 1945 – Guelma
- [13] - BENARIB Hadil → BENDIFALLAH Tinhinane (2021) Sécurisation d'une Smart Home par Reconnaissance Vocale et Faciale.
- [14]- Sottile, Francesco, Stefano Severi, Giuseppe Abreu, and Claudio Pastrone "M2M technologies: Enablers for a pervasive Internet of Things." Article de conférence, juin 2014.
- [15] - SELT, Rachid. "La confiance dans l'Internet des objets." Thèse de doctorat, Université de Blida, octobre 2015.
- [16] - Merrouche, Sara et Cherifi, Asma (2021) "Agent-based intelligent traffic signal control at urban intersections." Mémoire de Master, Université AMO de Bouira,
- [17] - Miles, B., Bourennane, E.-B., Boucherkha, S., et al. "A study of LoRaWAN protocol performance for IoT applications in smart agriculture." *Computer Communications*, 2020.
- [18]- TechTarget. (s.d.). "Machine-to-Machine (M2M)" - IoT Agenda, sur <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/machine-to-machine-M2M>
- [19] - Salama, Ramiz, Altrjman, Chadi, & Al-Turjman, Fadi. "An overview of the Internet of Things (IoT) and Machine to Machine (M2M) Communications".
- [20] - Jean-Sébastien Marcoux. (2023). Les maisons intelligentes : Quelles sont les utilisations réelles et les obstacles rencontrés par les utilisateurs ? (Mémoire de master). Université HEC Montréal.
- [21] - Aboubakr ELHAMMOUMI, Mohammed SLIMANI. (2016). Conception et réalisation d'un prototype d'une maison domotique intelligente « My Smart Home » (Mémoire de master). Université Hassan
- [22] - Hall, F., Maglaras, L., Aivaliotis, T., Xagoraris, L., & Kantzavelou, I. (2020). Smart homes: security challenges and privacy concerns. *arXiv preprint arXiv:2010.15394*.

- [23] -Arruabarrena, B. (2022). Objets connectés : penser les enjeux des technologies connectées sous l'angle de la médiation info communicationnelle. *Tic & société*, 15(1-2| 2ème semestre 2021-1er semestre 2022), 9-35.
- [24] - Majumder, S., Aghayi, E., Noferești, M., Memarzadeh-Tehran, H., Mondal, T., Pang, Z., & Deen, M. J. (2017). Smart homes for elderly healthcare—Recent advances and research challenges. *Sensors*, 17(11), 2496.
- [25] - Mohamed, A. B. H., Val, T., Andrieux, L., & Kachouri, A. (2014, May). Interconnexion d'un réseau IP et d'un réseau domotique KNX pour l'aide au maintien à domicile intelligent. In *Journées Nationales des Communications Terrestres (JNCT 2014)* (pp. 1-8). Éditions universitaires européennes.
- [26] - Walid, M. E. G. U. E. H. O. U. T. (2022). *Etude et réalisation d'une maison intelligente en utilisant un Arduino* (Doctoral dissertation, university center of abdalhafid boussouf-MILA).
- [27] - Poussart, A., & STEILS, N. Vivre avec ou sans objet (s) connecté (s): quelles différences au quotidien? Étude comparative sur le territoire belge.
- [28] - Reha, A., Ounayn, H., Kellili, M., El Abdi, N., Ismaili, O., Satar, M., ... & Goucheq, A. (2019, June). Conception et réalisation d'une maison intelligente. In *Colloque sur les Objets et systèmes Connectés*.
- [29] - Fauzan, A. (2021). Simulasi Proteus Atap Stadion Automatic Berbasis Arduino Dengan Menggunakan Sensor Hujan Dan Sensor LDR. *J. JEETech*, 2(2), 84-90.
- [30] - Geddes, M. (2016). *Arduino Project handbook: 25 practical projects to get you started* (Vol. 2). No Starch Press.
- [31] - Santos, R., & Santos, S. (s.d.). *Ultimate Guide for Arduino Sensors and Modules*. Random Nerd Tutorials 164p.
- [32] - Gupta, Vivek. *Smart Home Automation: Project Report*. eruditeersClub, 2020.
- [33] - Santos, Rui, and Sara Santos. *ESP32-CAM Projects*. 2020. 319 pages.