

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

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

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

FILIERE : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des télécommunications

Par

- **Maaza Hanane**
- **Benmenni Amina**

Intitulé

Conception d'une maison intelligente avec les réseaux M2M/IoT

Évalué le : 16 / 09 / 2021

Par la commission d'évaluation composée de :*

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Etablissement</i>
<i>M. Atia Salim</i>	<i>MCB</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. Messaoudane Idris</i>	<i>Dr</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2020/2021

Remerciements

Tout d'abord nous remercions le tout puissant notre **Dieu** a tout son compromis de nous faire arriver à ce niveau-là et le courage et la force de continue et accomplir nos études.

Nous remercions **nos parents** pour leurs sacrifices et l'aide pour que nous réussissions, de nous avoir donné l'importance, de prendre toujours soin de nous, de nous faire confiance et de toujours nous démontrer l'amour que vous nous portez.

Nous adressons nos sincères remerciements à notre professeur **Mr AIDEL Salih** pour avoir consacré son temps précieux et avoir accepté de nous encadrer, pour tous les efforts et l'importance qu'il nous a donnée.

Nous remercions notre Co-promotrice **Benhamimid Karima** Maître de Conférences à **la Faculté des Sciences et Technologies Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi** pour l'honneur qu'elle nous a aidé à réaliser ce travail.

Nous remercions **Les membres de jury** pour avoir accepté d'examiner notre modeste travail.

Des remerciements spéciaux et chaleureux à **BAHA Yacine** Technicien supérieur en informatique de nous avoir donné le temps, l'importance et l'aide durant notre stage avec lui.

Dédicace

Je dédie ce mémoire

A mon support dans ma vie, qui m'a appris, m'a supporté, m'a dirigé, m'a donné le courage et la force pour continuer vers la gloire, mon chère *Papa*

El hadj et ma chère Maman **Faiza**

A mes sœurs, mon source de bonheur **Kenza, Imene** et mon frère et mon soutient dans la vie **Zinedine** qui m'ont arrosé de tendresse et d'espoir et d'amour.

À Mon encadreur monsieur le Professeur « AIDEL Salih », exemple de compétence et de recherche scientifique.

A toute ma famille : mes cher oncles et tentes, mes cousins et mes adorable cousines.

A mon chère tonton **Salim Benarib** et ma chère tata **Chahrazed Gherbi** pour leur amour, leur soutien et leur gentillesse.

A mes chère copine et collègues **Hadil, Amina** et **Tinhinane** pour leur accompagnement et pour la source d'amour qu'ils m'ont donné.

A mes amis **Lahcen, Ramzi, Anis, Sara, Abla, Meriem, Houda, Saida** pour leur soutien leurs mots d'encouragement et leur gentillesse.

Une grande dédicace pour tous les membres de micromorganismes, pour leur amour et leur gentillesse.

A toute la promotion de télécommunication 2020/2021.

Mlle M. Hanane

Dédicace

Je dédie ce mémoire

À Mes parents : ma mère, source de tendresse, mon père, symbole de courage et de volonté.

À Mon encadreur monsieur le Professeur « AIDEL Salih », exemple de compétence et de recherche

Scientifique.

À Tous la famille 'BENMENNI'

À mes chers et adorables frères 'ABDERRAOUF' et 'ISMAIL', et ma chère sœur 'IMEN',

À mes oncles, mes tantes, mes cousins et mes cousines.

À ma binôme ma puce 'HANANE'.

À toutes mes chères copines (HADIL, NINA).

À toute la Promotion systèmes des télécommunications 2021.

À tous ceux que j'aime, et à tous ceux qui m'aiment.

Mlle B. Amina

Résumé :

Ce projet aborde la conception et l'intégration d'un Smart Home. La solution proposée est réalisée par plusieurs modules, capteurs et actionneurs. Le cœur de ce système est une carte Arduino UNO, elle fonctionne comme un élément central responsable de l'intelligence et la prise de décision après l'implémentation des programmes pour contrôler les périphériques de la maison connectée. Pour cela nous avons réalisé une maquette électronique sur laquelle on a intégré notre système pour avoir un aperçu réel en utilisant les réseaux IoT et M2M et en créant une application Android.

Mots clés : Smart home, Arduino, Réseaux IoT, M2M, Capteurs, actionneurs, maquette ...

Abstract:

This project deals with the design and integration of a Smart Home. The proposed solution is achieved by several modules, sensors and actuators. The heart of this system is an Arduino UNO board, it functions as a central element responsible for intelligence and decision making after the implementation of programs to control connected home devices. For this we made an electronic model on which we integrated our system to have a real overview by using the IoT and M2M networks and by creating an Android application.

Keywords: Smart home, Arduino, IoT networks, M2M, Sensors, actuators, model...

الملخص

يعتمد هذا المشروع على تصميم المنزل الذكي الذي قمنا بتصميمه من خلال عدة وحدات وأجهزة استشعار ومشغلات. قلب هذا النظام هو لوحة الأردوينو ، وهي تعمل كعنصر مركزي مسؤول عن الذكاء واتخاذ القرارات بعد تنفيذ عملية إرسال برامج للتحكم في الأجهزة المنزلية المتصلة به . لهذا صنعنا نموذجًا إلكترونيًا دمجنا فيه نظامنا للحصول نظرة واقعية حول المنازل الذكية باستخدام شبكات إنترنت الأشياء و من خلال إنشاء تطبيق أندرويد .

الكلمات الرئيسية : المنزل الذكي ، اردوينو ، شبكات إنترنت الأشياء ، شيء إلى شيء ، حساسات .

Chapitre I : Généralité sur les réseaux M2M et IoT

I.1. Introduction.....	2
I.2. La communication M2M.....	2
I.2.1. Définition.....	2
I.2.2. Fonctionnement et architectures du réseau M2M.....	3
I.2.3. Les avantages du réseau M2M.....	4
I.3. Les réseaux de communication IoT.....	5
I.3.1. Définition.....	5
I.3.2 . L'objet connecté.....	5
I.3.3. Architecture du réseau IoT.....	5
I.3.4. Les technologies du réseau IoT.....	6
I.3.4.1 Les réseau sans fils.....	6
I.3.5. Domaine d'application de l'internet des objets.....	10
I.4. Conclusion.....	10

Chapitre II: La maison intelligente (Smart Home)

II.1. Introduction.....	11
II.2. Présentation de la maison intelligente.....	11
II.2.1. Définition.....	11
II.2.2. Principe de fonctionnement.....	11
II.2.3. Les fonctions de la maison intelligente.....	12

II.3. La domotique par pièce	13
II.3.1. Dans la cuisine	13
II.3.2. Dans La salle de bain	13
II.3.3. Dans le jardin	14
II.4. Les avantages et les inconvénients	15
II.4.1. Les avantages	15
II.4.2. Les inconvénients	16
II.5. Système Arduino.....	16
II.5.1. Présentation générale d’Arduino.....	16
II.5.1.1. Définition	16
II.5.1.2. Les différentes cartes d’Arduino.....	16
II.5.2. Logiciel Arduino.....	17
II.6. Conclusion.....	Err

eur ! Signet non défini.

Chapitre III: Réalisation et conception du système

III.1 Introduction.....	18
III.2. Présentation du projet.....	18
III.2.1. Problématique.....	18
III.2.2. Le but du projet.....	18
III.2.3. Les différentes étapes de la réalisation pratique	18
III.3.4. Structure du système.....	19
III.3. Conception du système.....	20

Table des matières

III.4. Test et réalisation.....	21
III.4.1. Confort et soin intérieur.....	21
III.4.2. Le soin extérieur.....	33
III.4.3. L'économie d'énergie.....	41
III.5. L'application mobile.....	46
III.6. L'implémentation des tâches dans la maquette.....	49
III.7. Conclusion.....	51

Liste des figures

Figure I.1 : logo d'un réseau Machine to Machine	2
Figure I.2 : Architecture d'un réseau de communication M2M	3
Figure I.3 : Schéma d'une architecture IoT	6
Figure I.4: Les différents types des réseaux sans fils	7
Figure I.5 : Logo du standard Bluetooth.	7
Figure I.6: Logo du protocole ZigBee	8
Figure II.1: Présentation d'un smart home.....	11
Figure II.2: Circulation d'information en domotique.....	12
Figure II.3: Exemple de la santé domotique.....	13
Figure II.4:Exemple du confort dans la domotique.....	13
Figure II.5: La domotique dans la cuisine.....	14
Figure II.6: La domotique dans la salle de bain.....	15
Figure II.7: La domotique dans le jardin.....	15
Figure III.1: Schéma et architecture de notre système.....	20
Figure III.2 : Organigramme des escaliers intelligents.....	23
Figure III.3: Câblage d'un PIR avec Arduino.....	24
Figure III.4.a: Câblage des matériels des escaliers intelligents.....	24
Figure III.4.b: Câblage des matériels des escaliers intelligents.....	25
Figure III.5 : En cas de monter a la présence de la lumière.....	25
Figure III.6: En cas de descendre a la présence de la lumière.....	26
Figure III.7: En cas de monter a l'absence de la lumière.....	26
Figure III.8: En cas de descendre a l'absence de la lumière.....	27
Figure III.9 : Organigramme de l'ouverture du garage avec RFID.....	28

Figure III.10 : Câblage de la carte RFID pour ouvrir le garage.....	29
Figure III.11 : En cas d'une carte bien détectée.....	29
Figure III.12 : En cas d'une carte non détectée.....	30
Figure III.13 : Organigramme d'un détecteur vocal.....	31
Figure III.14: LED allumée lors l'exécution du commande LED ON.....	32
Figure III.15 : LED éteinte lors l'exécution du commande LED OFF.....	32
Figure III.16 : Organigramme de l'arrosage automatique.....	34
Figure III.17 : Câblage su système d'arrosage automatique.....	35
Figure III.18: fonctionnement du système d'arrosage en cas de sécheresse de sol.....	35
Figure III.19: fonctionnement du système d'arrosage en cas di sol humide.....	36
Figure III.20: Organigramme du système de stérilisation automatique.....	37
Figure III.21: Câblage du système de stérilisation automatique.....	38
Figure III.22: Cas d'une distance proche.....	38
Figure III.23: Organigramme de l'éclairage extérieur automatique.....	40
Figure III.24 : Cas de présence de lumière.....	40
Figure III.25 : Cas d'absence de lumière.....	40
Figure III.26 : Organigramme d'un réservoir d'eau.....	42
Figure III.27 : Cas d'ouverture du réservoir.....	42
Figure III.28 : Cas de fermeture du réservoir.....	43
Figure III.29 : Cas d'un réservoir saturé.....	43
Figure III.30 : Schéma électrique d'un suiveur de soleil.....	44
Figure III.31 : Montage du notre Traker.....	45
Figure III.32 : Implémentation du Traker dans notre maquette.....	45
Figure III.33 : Logo du HTA-Smart Home.....	46
Figure III.34 : La page de bienvenue.....	47

Liste des figures

Figure III.35 : Les boutons de commande	47
Figure III.36 : Température et humidité.....	47
Figure III.37: Les deux listes de configuration.....	48
Figure III.38: l'espace réservé pour la caméra.....	48
Figure III.39: La vue en haut de la maquette.....	49
Figure III.40 : La façade de la maquette.....	49
Figure III.41 : Implémentation des tâches dans notre maquette.....	50

Liste des Tableaux

Tableau III.1 : Tableau des matériels utilisés.....	22
Tableau III.2 : Tableau des matériels utilisés pour l'ouverture du garage avec RFID.....	28
Tableau III.3 : Matériels utilisés pour la détection vocale.....	31
Tableau III.4 : Matériels utilisés pour l'arrosage automatique.....	33
Tableau III.5: Matériels utilisés pour le système de stérilisation automatique.....	37
Tableau III.6: Matériels utilisés pour l'éclairage extérieur automatique.....	39
Tableau III.7: Matériels utilisés pour réaliser un réservoir d'eau.....	41
Tableau III.8: Matériels utilisés pour réaliser un Traker.....	44

2G : 2^{ème} Génération de téléphonie mobile.

3G : 3^{ème} Génération de téléphonie mobile.

4G : 4^{ème} Génération de téléphonie mobile.

3GPP: 3rd Generation Partnership Project.

3GPP: 3rd Generation Partnership Project.

AP: Access Point.

BLR: Boucle Locale Radio.

BSS: Basic Service Set.

BSSID: Basic Service Set Identifier.

ETSI: European Telecommunications Standards Institute..

GSM: Global System for Mobile Communications.

ICC: Integrated Circuit Card.

IEC: International Engineering Consortium.

IMC: l'International Machine to Machine Council.

IdO: Internet des Objets.

ISO: International Standardization Organization.

LDR: Light Dependent Resistor.

M2M: Machine to Machine.

MQTT: Message Queue Telemetry Transport.

MTC: Communication de type machine.

P2P: Peer-to-Peer.

PA: Point d'accès.

PIR: Passive Infrared.

SMS: Short Message Service.

TIC : Technologies de l'Information et de la Communication.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System.

WAN: Wide Area Network.

WPAN: Wireless Personal Area Network

Introduction générale

Dans le cadre du PFE (Projet de Fin d'Etude). Nous avons entrepris le travail sur « **La conception d'une maison intelligente (smart home) avec les réseaux M2M/IoT** » avec Monsieur Aidel Salih comme enseignant responsable du projet.

Les progrès continus des technologies de la microélectronique et des réseaux de capteurs permettent maintenant d'envisager le déploiement de services sécurisés et optimisés distribués sur des réseaux d'objets communicants intelligents interconnectés : c'est la vision de l'Internet des Objets et des réseaux Machine to Machine.

L'Internet des objets peut être décrit comme la connexion d'objets du quotidien (tels que des téléphones, des télévisions, des capteurs et des actionneurs) à l'Internet où les dispositifs sont intelligemment reliés entre eux, permettant ainsi de nouvelles formes de communication entre les objets et les personnes, et entre les objets eux-mêmes. Des projets IoT déjà en cours promettent de combler les écarts de richesse, d'améliorer la distribution des ressources mondiales aux populations défavorisées et de nous aider à comprendre notre planète, ce qui nous permettra d'adopter un comportement plus proactif au lieu de simplement réagir aux événements, parmi ces projets on trouve un domaine très intéressant celui de la domotique qui rend la vie humaine plus simple et confortable.

Smart Home est définie comme une résidence équipée de technologies de l'électronique, de l'automatique, de l'informatique et des télécommunications ambiante qui vise à assister l'habitant dans les situations diverses de la vie domestique. Elle assure une vie plus confortable et plus sécurisée et surtout le bon pilotage d'énergie.

Dans notre mémoire, commencerons par définir, et détailler le fonctionnement et L'architecture de M2M et d'IoT, et les différents standards et protocoles des réseaux sans fils ainsi que le domaine d'application de ces réseaux.

Dans le deuxième chapitre, nous allons aborder les détails qui concernent le terme « domotique » en parlant de la maison intelligente, son marché et ses avantages et inconvénients ainsi que la composition domotique.

Finalement dans le quatrième et le dernier chapitre, on va discuter les étapes à suivre pour réaliser une maquette intelligente avec une application mobile et on terminera notre mémoire avec une conclusion qui sera une synthèse globale de notre réalisation.

Chapitre I

Généralités

sur les réseaux

M2M et IoT

I.1. Introduction

Depuis la fin des années 1980, Internet a évolué de manière spectaculaire, de sorte qu'elle n'est pas seulement une interconnexion entre ordinateurs, mais plutôt une interconnexion entre plusieurs objets physiques. Ce qui a introduit le terme « Machine to Machine (M2M) » est « Internet des Objets (IdO) ». Ces deux réseaux servent à fournir les moyens d'interagir hormis de l'intervention humaine avec les systèmes d'information.

Dans ce chapitre on présente les concepts fondamentaux de ces deux réseaux de communications en détail.

I.2. La communication M2M

I.2.1. Définition

L'acronyme M2M précise différents concepts, à savoir : Man to-Machine (qui signifie Communication entre les équipements actionnés par l'homme et les machines), Machines to Mobile. Cependant, la signification la plus courante est Machine to Machine. [1]

Deuxième nom de communication de machine à machine (M2M) est la communication de type machine (MTC). Communication de machine à machine (M2M) est la technologie de communication la plus demandée sur le marché pour une grande variété de surveillance en temps réel et applications omniprésentes. [2]



Figure I. 1 : logo d'un réseau Machine to Machine [3]

¹ (Rania.D, 2019)

² (A. Gaurav, 2018)

I.2.2. Fonctionnement et architectures du réseau M2M

- **Fonctionnement**

Dans le domaine M2M, le réseau M2M comprend de nombreux dispositifs (par exemple, actionneurs, compteurs intelligents, capteurs) à travers lesquels une zone de réseau est formée et des passerelles qui sont considérées comme point de collecte d'informations. [3]

La figure ci-dessus représente les composants d'architecture du réseau M2M :

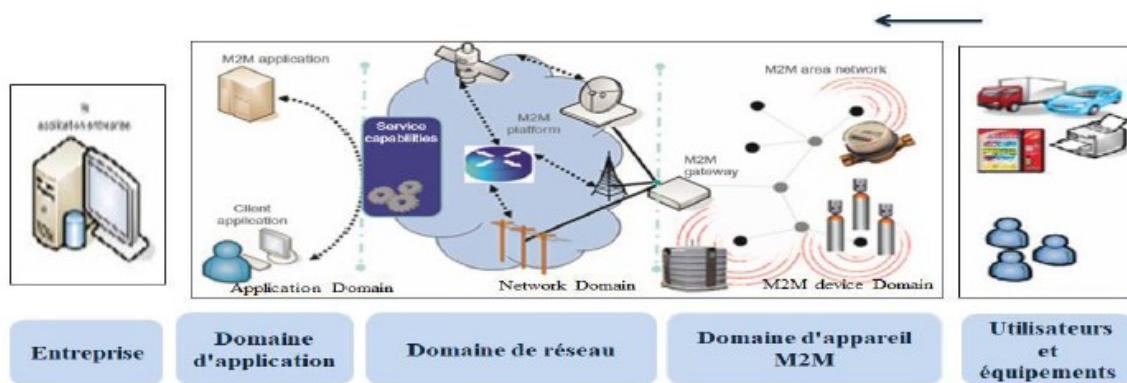


Figure I.2 : Architecture d'un réseau de communication M2M [1]

- **Architecture**

L'architecture générale du réseau M2M est spécifiée par l'organisation ETSI qui présente un organisme de normalisation indépendant et à but non lucratif, elle produit des normes pour l'industrie des TIC, elle a le rôle de définir les fonctions de base pouvant échanger des données entre objets et serveurs. L'architecture est basée sur un ensemble de fonctions logicielles déployées dans le Framework. [1]

A. Utilisateurs et équipements : personnes physiques (capteur de position) ou machines (des photocopieurs d'entreprises) avec lesquelles on souhaite interagir.

B. Domaine d'appareil M2M :

¹(Rania.D, 2019)

B.1. Objet intelligent: capteur, actionneur capable de transmettre des données de manière autonome. L'appareil (device) peut se connecter au domaine de réseau de trois méthodes :

✓ **La première méthode de connexion :** la connectivité directe dont l'appareil M2M se connecte à la plate-forme de service M2M directement via une connexion de réseau étendu (WAN) (3G / 4G).

✓ **La deuxième méthode de connexion :** le périphérique M2M se connecte au domaine de réseau via une passerelle M2M (M2M Gateway).

✓ **La troisième méthode de connexion :** une extension de la seconde et inclut plusieurs passerelles.

B.2. Passerelle M2M : La passerelle M2M collecte et traite les données, simplifie l'utilisation des périphériques M2M et gère leur configuration.

B.3. Réseau local M2M (M2M area network) : assure la connectivité entre les périphériques et les passerelles M2M. L'utilisation d'un réseau local M2M est préférable lorsque le coût est un facteur déterminant. Dans ce cas, plusieurs technologies de réseau personnel WPAN, peuvent être adoptées, via lesquelles ces appareils peuvent communiquer.

C. Domaine de réseau (network Domain) :

C.1. Réseaux de communication M2M : il couvre les communications entre les passerelles et les applications M2M (LTE, WiMax, WLAN...)

C.2. Plate-forme M2M : Elle comporte généralement d'autres outils permettant l'administration des objets et leur exploitation. Ses fonctionnalités sont de gérer des files d'attente et d'archiver les messages échangés.

D. Domaine d'application

Les applications M2M seront basées sur les actifs infrastructurels fournis par l'opérateur. [1]

1.2.3. Les avantages des réseaux M2M

- Réduire le coût de processus spécifiques et permettre des opérations plus efficaces, par exemple la gestion de flotte.

¹ (Rania.D, 2019)

- Améliorer la qualité en manifestant dans de nombreuses situations différentes tels que : La collecte automatique de données, contrôle des poubelles, contrôle plus étroit de l'augmentation de la prévalence de la maladie et au bénéfice du bien-être des animaux ... etc
- Sauver la planète en permettant les actions préventives.
- la connectivité M2M est en cours d'adoption pour prendre en charge les systèmes de voiture partagée et mutualisée. [1]

I.3. Les réseaux de communication IoT

I.3.1. Définition

L'internet des objets IdO ou internet of things IoT en anglais est une révolution technologique dans le domaine de l'informatique et des télécommunications. Il fait référence à une variété d'équipements et de systèmes d'informations de détection tels que les réseaux de capteurs, des dispositifs de lecture (RFID, code à barres), de systèmes de localisation et de communication courte portée basés sur la communication machine à machine (M2M). Cette révolution est basée sur une évolution constante de l'Internet, des technologies, des logiciels et des protocoles de communication. [4]

I.3.2. L'objet connecté

C'est un dispositif permettant de collecter, stocker, transmettre et traiter des données issues du monde physique. Ils sont identifiables de façon unique avec un lien direct ou indirect via un concentrateur avec Internet. [5]

I.3.3. Architecture du réseau IoT

Il s'agit d'un modèle qui organise l'Internet des objets en cinq différentes couches .Ci-dessous une description de chacune d'entre elles :

- Premièrement, la couche de perception regroupe tous les objets physiques. Elle collecte et rendre les données numériques et les envoie à la couche supérieure via des canaux sécurisés.

⁴ (David R, 2014)

⁵ (Djehaiche R., 2021)

- La seconde couche est la couche réseau qui a le rôle de connecter entre eux tous les équipements.
- La couche traitement repose essentiellement sur les technologies de « middleware » permettant de réunir les « hardwares » et « softwares » sur une même plateforme.
- Enfin la couche application offre la possibilité d'utiliser les informations traitées par la couche traitement pour les développer. [6]

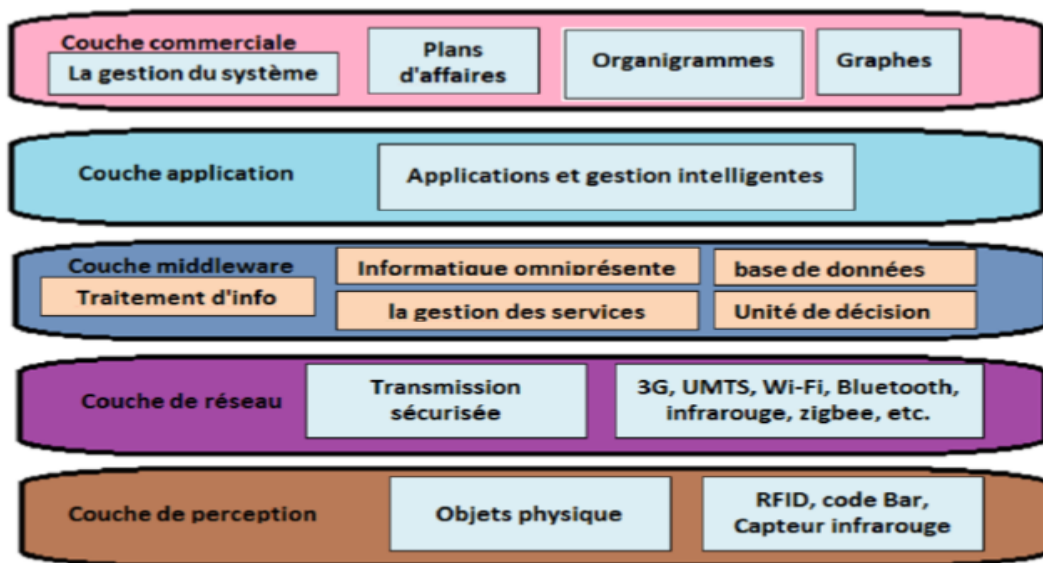


Figure I.3: Schéma d'une architecture IoT

I.3.4. Les technologies du réseau IoT

L'internet des objets vise à connecter des objets entre eux via des protocoles d'internet avec différents types :

I.3.4.1 Les réseaux sans fils : Ce type de réseau utilise les ondes radioélectriques (radio et infrarouges) au lieu des câbles habituels. Il permet de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. [1]

La figure ci-dessous présente les différents types de réseaux sans fil :

⁶ (Lokmane, 2019)

¹ (Rania.D, 2019)

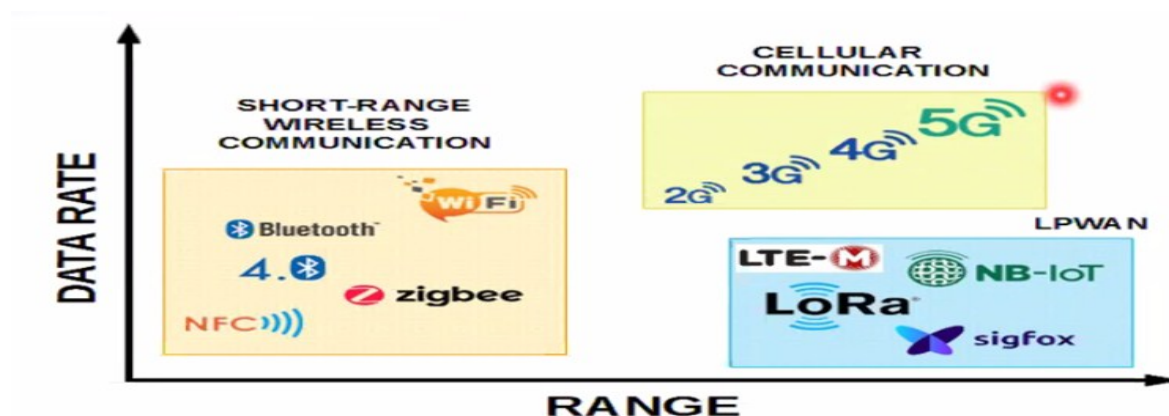


Figure I.4: Les différents types des réseaux sans fils

A. Les réseaux a courte portée

A.1. Le réseau personnel sans fil WPAN

Pour Wireless Personal Area Network, ce réseau sert à relier des équipements autonomes et distants de quelques dizaines de mètres. Parmi ses caractéristiques un débit de transmission de donnée relativement faible. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques, nous trouvons : Bluetooth, ZigBee, Z-wave, NFC, RFID. [1]

- **Le réseau Bluetooth :** C'est un système de communication sans fil qui est lancé en 1994 par Ericsson. il est aussi connu sous le nom IEEE 802.15.1. Le Bluetooth a une puissance d'émission très faible, et un débit très limité et peu onéreux, son fonctionnement est très simple, il relie différents périphériques à un hôte ou plusieurs, créant ainsi ce qu'on appelle un Pico net (réseau personnelle). [7]



Figure I.5: Logo du standard Bluetooth. [8]

¹ (Rania.D, 2019)

⁷ (Amina, 2018)

- **Le standard ZigBee :** ZigBee est un type de protocole à faible débit et à faible puissance de consommation pour la communication sans fil. Il a été développé du standard IEEE 802.15.4. Aujourd'hui ZigBee est souvent utilisé pour la communication dans le contrôle et la surveillance sans fil des applications à faible débit et faible consommation d'énergie qui permet une durée de vie plus longue avec des batteries plus petites.



Figure I.6: Logo du protocole ZigBee. [9]

- **La technologie RFID :** RFID (radio Frequency identification) est une technologie automatique qui encode des données numériques dans un « tag » RFID, ou étiquette RFID, apposé sur un produit en utilisant les champs électromagnétique pour transférer des données à des fins d'identification. L'étiquette RFID ne peut pas être facilement répliquée, déchiré ou maculé, ce qui en fait un produit sûr. [10]

A.2. Le réseau local sans fil WLAN

Est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il existe plusieurs technologies concurrentes. [1]

- **Le réseau WIFI (IEEE 802.11) :** Le réseau WiFi est l'un des réseaux d'accès les plus populaires autour du monde. [11] Wi-Fi est un standard comprend les normes IEEE 802.11a / b / g. Il permet aux utilisateurs de surfer sur Internet à haut débit lorsqu'ils sont connectés à un point d'accès (AP) ou en mode ad hoc. Les principales applications M2M actuellement desservies par le Wi-Fi ont tendance à être celles impliquant des contenus vidéo ou autres

⁹ (neo things iot)

¹⁰ (Array for Energy Facility, 2018)

¹¹ (Debabrata Das, 2019)

contenus multimédias. La technologie fonctionne dans les bandes de 2,4 GHz et 5 GHz, le Wifi il à deux modes de fonctionnement : infrastructure et ad-hoc. [1]

B. Le réseau moyenne portée

B.1. Le réseau métropolitain sans fil WMAN: Le réseau métropolitain sans fils est connu sous le nom de Boucle Locale Radio (BLR). Il est sur la norme IEEE802.16. La boucle locale radio offre un débit utile de 1 à 10 Mbit/s pour une portée de 4 à 10kilomètres. [1]

C. le réseau longue portée

C.1. Le réseau étendu sans fil WWAN : ce réseau est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fils les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fils. Les principales technologies sont les suivantes: (1G), GSM (2G), UMTS (3G), 4G, 5G. [1]

- **4G LTE :**

Il s'agit d'une nouvelle technologie qui a premièrement été commercialisée utilisant la norme LTE (Long Term Evolution) fin 2009 par l'opérateur téléphonique suédois et finlandais « Telia », c'est une évolution des réseaux GSM/UMTS qui spécifie la génération du système d'accès mobile à large bande. Les intérêts majeurs qu'a apportée la 4G par rapport à son antécédent 3G réside dans, l'augmentation considérable du débit qui peut atteindre 100 Mbits/s en liaison descendante et 50 Mbits/s en liaison montante, diminution de latence, et permet d'offrir plus de capacité et une mobilité qui peut aller jusqu'à 350 km/h, et même 500 km/h en fonction de la bande de fréquences. [12]

- **5G :** La cinquième génération de téléphonie mobile faisant suite à la 4G, permet des débits plus importants, le débit maximum devrait se situer entre 1 et 10 Gbit/s soit 100 à 1000 fois plus rapide que celui de la 4G. L'une des caractéristiques principales concerne l'internet des objets (IoT) qu'on va voir juste après, les applications IoT couvriront plus le domaine médical, le domicile (application domotique) et d'autres domaines. [13]

C.2. Le réseau LPWAN : Est un réseau sans fil, basse consommation, bas débit et longue portée, optimisé pour les équipements ayant besoin d'une autonomie de plusieurs années. Les

¹² (Kamel HACINI, 2019)

¹³ (DERRIDJ Kaci Anis, 2016)

LPWAN utilisent les bandes de fréquences à usage libre sans licence appelées ISM (Industrial, Scientific, Médicale). Avec une vitesse de transmission de 300 bps à 5 kbps et une bande passante de 125 kHz Parmi ces technologies, MQTT, Lora, Sigfox...etc [1]

1.3.5. Domaine d'application de l'internet des objets

Le marché des objets connectés est promis à une grande croissance dans les années à venir car il a une valeur immense dans les différents domaines d'objets connectés pour les professionnels. Cependant, seules quelques applications sont actuellement déployées. [14]

Ce réseau peut être appliqué dans les domaines suivants :

- Le domaine de la santé.
- Le domaine de l'industrie.
- Le domaine du Transport et de La Mobilité Intelligent.
- Le domaine de la sécurité et la surveillance.
- Le réseau intelligent (Smart Grid).
- La domotique.

I.4. Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons définis le M2M et décrit son architecture et fonctionnement ensuite nous avons défini ce qu'est un réseau IoT. Par la suite nous avons parlé de l'architecture de l'IOT, et son fonctionnement ou nous avons cité ses technologies et quelques protocoles de fonctionnement. A la fin nous avons cité brièvement les domaines d'application de l'internet des objets.

¹⁴ (Ali, 2017)

Chapitre II

La maison

intelligente

(Smart Home)

II.1. Introduction

Une maison intelligente est une maison qui s'appuie sur l'intelligence artificielle. C'est l'une des inventions les plus importantes de l'ère actuelle et fournit de grandes commodités pour les utilisateurs, et les appareils qui comptent sur eux peuvent être installés d'une manière simple, que ce soit avant ou même après la création. Dans ce chapitre, nous expliquerons ce qu'est la maison intelligente, les avantages les plus importants de la maison intelligente, les aspects négatifs de la maison intelligente et les dispositifs les plus importants qu'elle doit avoir.

II.2. Présentation de la maison intelligente

II.2.1. Définition

La maison intelligente est une maison qui repose sur l'utilisation de la technologie informatique, la technologie de commande, la technologie d'affichage d'images et la technologie de communication qui sont connectées ensemble par le réseau de diverses installations pour répondre aux exigences d'automatisation de l'ensemble du système afin de fournir un contrôle et une gestion plus facile. [15]



Figure II.1 : Présentation d'un smart home [16]

II.2.2. Principe de fonctionnement

La gestion intelligente de l'habitat, et plus généralement du bâtiment, est au centre de plusieurs débats : environnement, sécurité, confort. Il existe aujourd'hui des architectes qui

¹⁵ (Min Li, 2018)

¹⁶ (inside Retail)

proposent une approche éco-domotique, où l'écologie se marie à la technologie. Les constructeurs rivalisent d'innovations pour concilier bien-être et performance dans votre quotidien. Si, par ses divers moyens de contrôle et de régulation, la domotique est bien une des clés de l'optimisation énergétique de votre domicile, elle en possède aussi beaucoup d'autre. [17]

Le schéma simplifié, ci-dessous, permet de mieux comprendre la circulation des informations dans une maison «intelligente». [1]

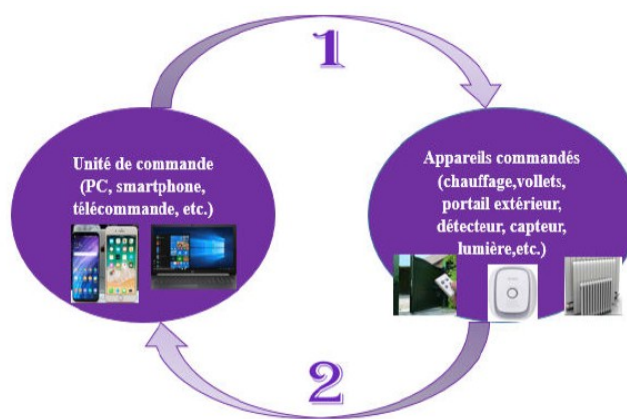


Figure II.2 : Circulation d'information en domotique [1]

- Sens 1 : Circuit de commande, transmission des informations pour la réalisation d'une tâche à partir du tableau électrique, le WiFi, ... etc
- Sens 2 : Informations sur l'état des appareils.

II.2.3. Les fonctions de la maison intelligente

La Smart House utilise plusieurs critères clés : les économies d' énergies, la sécurité, le confort de vie, la santé, etc...

- **La santé :** La Smart House trouve aujourd'hui de nouvelles applications dans le domaine de la santé. En installant des systèmes dans les maisons des personnes en situation de handicap, atteintes de maladies neuro-dégénératives telles que la maladie d'Alzheimer ou encore des personnes âgées, il est possible de les aider dans leur quotidien en automatisant le plus possible des tâches considérées comme complexes. Cela permet également à la personne

¹⁷ (Eckert, 2012)

¹ (Rania.D, 2019)

de rester à son domicile plus longtemps et d'être suivie à distance. Par exemple, grâce à la domotique, on peut détecter quand une personne ne boit pas assez d'eau ou quand elle oublie de se nourrir. Si le comportement est considéré comme « préoccupant », il est alors possible d'alerter la famille ou les secours selon les scénarios programmés dans l'interface de commande. [18]



Figure II.3 : Exemple de la santé domotique [1]

- **Le confort** : Gestion de l'éclairage, gestion du chauffage, gestion des volets roulants, par simple action d'une commande, toutes ces tâches sont simplifiées grâce à la domotique. Grâce à une application installée sur le smartphone, par exemple, les habitants d'une maison connectée peuvent décider de l'heure d'ouverture des volets, de la température des pièces selon l'heure de la journée. Des capteurs installés un peu partout dans la maison détectent la présence des individus et peuvent ainsi donner le signal pour allumer ou éteindre les lumières dans une pièce, activer la température optimale et même aller jusqu'à démarrer une musique d'ambiance dans le salon si les habitants l'ont choisie. [19]



Figure II.4 : Exemple du confort dans la domotique [20]

¹ (Rania.D, 2019)

¹⁸ (Mr METAHRI Mohammed El habib, 2017)

¹⁹ (MEKHALFIA Toufik, 2018)

²⁰ (we-online)

- **L'économie d'énergie** : La domotique permet de diminuer jusqu'à 10 % des factures d'énergie. Grâce aux automatismes et à des capteurs, les équipements électriques inter-reliés pilotent au plus juste la consommation énergétique (chauffage, éclairage, eau, ventilation, etc.), tout en gardant sous contrôle le confort des zones occupées. Le but principal de la domotique est d'éviter le gaspillage en supprimant les dépenses inutiles. [21]

II.3. La domotique par pièce

II.3.1. Dans la cuisine : Dans la cuisine, la domotique pour les personnes à mobilité réduite et pour les personnes âgées est un secours précieux, de plus en plus fiable et polyvalent. Les fabricants proposent deux types d'automatismes domotiques. Les premiers pilotent les appareils électroménagers qui sont reliés aux réseaux de communication et dotés de toutes les interfaces utiles à la vie numérique ; les seconds déclenchent les mouvements du mobilier de la cuisine par reconnaissance vocale (domotique sans fil). Cela permet de mettre à portée automatique les meubles hauts, d'ouvrir les poubelles, les tiroirs, etc... [22]



Figure II.5 : la domotique dans la cuisine [23]

II.3.2. Dans La salle de bain : La salle de bain du futur ne résistera pas à la déferlante du mariage électronique, informatique et télécommunications. Le multimédia, en faisant entrer la domotique dans la salle de bain après la cuisine, apporte des fonctionnalités inattendues. En effet, pour la salle de bain, l'approche domotique est double :

- Trouver des moyens d'optimiser l'usage de l'eau et de faciliter son recyclage.

²¹ (Hamouchi, 2015)

²² (Eckert, 2012)

²³ (Decco.fr)

- Apporter des informations et des données (vidéo, audio, etc.) pendant les moments de détente passés au bain ou les tâches répétitives (rasage, démaquillage, etc.). [21]

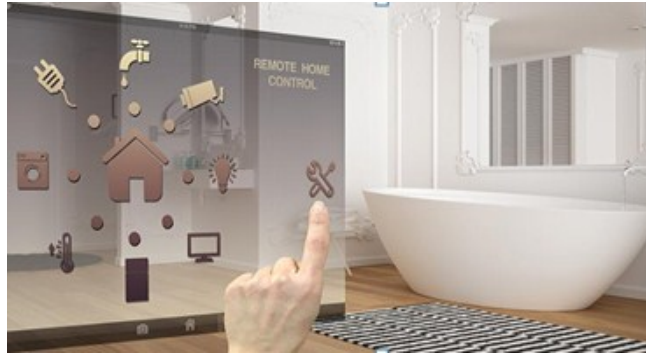


Figure II.6 : La domotique dans la salle de bain [24]

II.3.3. Dans le jardin : La domotique dans jardin nous autorise de : programmer un arrosage automatique, tondre le gazon , maîtriser l'éclairage extérieur au rythme de nos allées et venues , sécuriser nos entrées contre les intrus , mélange intelligemment éclairage solaire et électrique, pour faire des économies d'énergies. [21]



Figure II.7 : La domotique dans le jardin [25]

II.6. Les avantages et les inconvénients :

II .6.1. Les avantages :

- Le principal avantage de la domotique est l'amélioration du quotidien au sein de la maison, du point de vue du confort, de la sécurité et de la gestion de l'énergie

²⁴ (NC domotique)

²⁵ (france abris)

- La domotique permet aussi de réaliser des économies d'énergie grâce à la gestion automatique du chauffage, de la climatisation et de l'éclairage et à la programmation des appareils électroménagers en heures creuses.
- Elle a pour avantage d'améliorer la sécurité grâce à des alarmes, des systèmes d'ouverture automatique de la porte (reconnaissance vocale, carte magnétique...)
- Enfin, ces différentes technologies constituent une aide précieuse pour les personnes dépendantes et handicapées. [26]

II.6.2. Les inconvénients :

Le principal inconvénient est le prix d'achat et d'installation. Le prix est beaucoup plus élevé mais vos factures d'énergie baisseront. Il faut donc le prendre en compte dans le budget initial. Le deuxième inconvénient est le verrouillage qu'offrent certaines marques dans leurs produits ne permettant pas d'avoir un logiciel ouvert. [25]

II.7. Système Arduino

II.7.1. Présentation générale d'Arduino

II.7.1.1. Définition : Arduino a été initié par un groupe d'enseignants et d'étudiants d'une école de design italienne en 2004 – 2005. Arduino est un microcontrôleur open source qui peut être facilement programmé, effacé et reprogrammé à tout moment la plate-forme Arduino a été conçue pour offrir aux amateurs, aux étudiants et aux professionnels un moyen simple et peu coûteux de créer des dispositifs qui interagissent avec leur environnement à l'aide de capteurs et d'actionneurs. Basée sur de simples cartes à microcontrôleur, les microcontrôleurs peuvent être facilement programmés à l'aide du langage C ou C ++. [1]

II.7.1.2. Les types de la carte Arduino : elle est sous forme de plusieurs types, on cite :

- Arduino uno.
- Arduino Leonardo.
- Arduino Mega 2560 R2.
- Arduino Nano 3.0.
- Arduino Mini R5.

²⁶ (Luis Felipe R. Muriillo, 2019)

II.7.2. Le logiciel Arduino

Le logiciel de programmation de la carte Arduino de code (langage proche de C). Une fois le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimenté à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information, ce programme appelé IDE Arduino. Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation, Arduino basé sur la programmation en C. [1]

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons défini la maison intelligente, ses différentes fonctions, la domotique par pièce, les réseaux domotiques et le marché de la domotique ensuite nous avons défini que ce qu'une carte Arduino et nous avons cité ces différents types. Dans le chapitre suivant on va détailler la carte Arduino qu'on va utiliser dans notre projet.

Chapitre III

Réalisation et conception du système

III.1. Introduction

Après avoir présenté la conception de notre travail dans le chapitre précédent, on va se consacrer à la partie réalisation et test. On va diviser la présentation en trois grandes parties :

- Confort et soins intérieurs.
- Soins extérieurs.
- Economie d'énergie.

Dans ce chapitre, on va présenter les détails es réalisation qu'on a fait afin de créer notre propre système contrôlé.

III.2. Présentation du projet

III.2.1. Problématique

L'habitat est devenu un enjeu essentiel et très important de nos sociétés par les innovations qui accompagnent son renouvellement pour des situations confortables, sûres, économes et respectueuses de l'environnement. Nous considérons ici cette question très ouverte sous l'angle d'un habitat confortable et sûr, en faisant intervenir les questions d'énergie et en essayant de l'économiser.

III.2.2. Le but du projet

Notre projet a pour but de créer un système intelligent de type Smart-Home en utilisant des capteurs, des modules et des différents actionneurs qui sont moins coûteux, plus efficaces et faciles à utiliser.

Nous sommes intéressés dans ce projet d'assurer le confort dans notre maison et de créer un système qui sert à économiser l'énergie.

III.2.3. Les différentes étapes de la réalisation pratique

Notre réalisation pratique a été faite en quatre étapes :

➤ La première partie est la conception de tout le système domotique, c'est la partie la plus importante, on est passé par plusieurs étapes :

- 1) Chercher des architectures, des modules et capteurs constituant un système domotique et qui vont avec les objectifs fixés et les moyens disponibles.
- 2) Présenter et définir les différents composants utilisés pour réaliser notre système

domotique.

➤ La deuxième partie est la réalisation virtuelle (Simulation) du système par le logiciel 'Proteus 8 Professional', et la programmation avec l'IDE.

➤ La troisième partie est la réalisation pratique. Celle-ci passe par les deux étapes suivantes:

1) Présenter les différentes phases de la réalisation pratique de la carte.

2) Assembler par la suite les composants en fonction de notre montage sur le circuit imprimé, en commençant par l'alimentation générale de notre dispositif. Et enfin la programmation du système par l'IDE.

➤ La quatrième partie est la création d'une application sous Androïde. On passe par les deux étapes suivantes :

1) Création de l'interface de notre application Androïde.

2) Programmation avec le langage JAVA.

III.2.4. Structure du système

Le système conçu comporte un bloc principal constitué d'une carte à microcontrôleur du type Arduino relié à un système de communication de type wifi qui sert à commander certaines tâches qui sont commandés par une application Androïde. Cette carte est connecté à un ensemble de périphériques constitués des capteurs et des actionneurs .notre système est composé de :

a. Capteurs :

- Capteur ultrason : pour réaliser un système de stérilisation automatique.
- Capteur de mouvement : pour réaliser des escaliers intelligents.
- Capteur de température et humidité : pour donne des informations sur la température et l'humidité ambiante dans la maison.
- Capture de lumière LDR : sensible à la lumière pour réaliser un suiveur de soleil et pour réaliser un éclairage extérieur automatique.
- Capteur d'humidité de sol : pour réaliser un système d'arrosage automatique.
- Capteur de pluie et capteur de niveau d'eau : pour réaliser un réservoir d'eau.
- Mini panneau solaire : sert à capter l'énergie solaire et de la convertir en électricité.

b. Modules :

- Module de reconnaissance vocale : sert à réaliser un système de commande avec la voix.
- Module Wifi : pour connecter l'application mobile a notre système domotique.
- Module RFID : utilisé comme un outil pour ouvrir le garage pour une raison de confort.

c. Actionneurs :

- Servomoteur : fonctionnement du moteur est asservi à la position de l'axe.
- Carte relais : pour commander le pilotage entre la partie commande et la partie puissance.

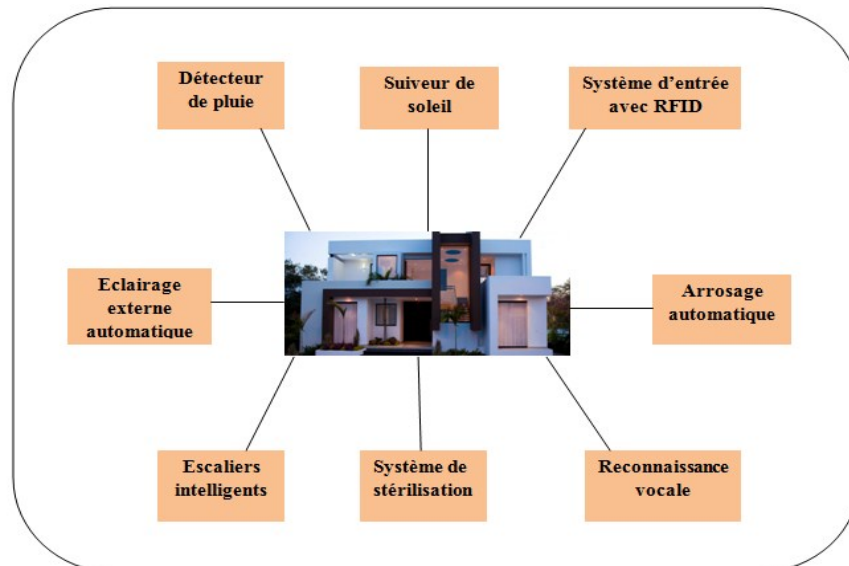


Figure III.1 : Schéma et architecture de notre projet

III.3. Conception du système

Notre système sert à offrir un meilleur habitat en utilisant l'Arduino comme un microcontrôleur pour réaliser plusieurs tâches de la domotique dans la maison. Le système de commande va nous permettre de manipuler l'ensemble des objets connectés dans notre réseau de capteurs. Nous avons choisi un nombre important de capteurs qui vont nous servir à commander efficacement notre système. Ce système de communication assure des fonctionnalités à savoir :

- Réalisation des escaliers intelligents
- Ouverture du garage avec RFID
- Commander les lampes intérieures avec la voix.
- Mesurer la température et l'humidité dans la maison.
- Création un système d'arrosage automatique.
- Réalisation d'un système de détection de pluie.
- Réalisation d'un système de stérilisation automatique.
- Eclairage extérieur automatique.
- Réalisation d'un suiveur de soleil (Solar Traker).
- Commander l'éclairage, la porte d'entrée et la surveiller via une application mobile.

III.4. Test et réalisations

Notre étude va être répartie comme le suivant :

III.4.1. Le confort et le soin intérieur

Dans cette partie, on va introduire les taches destinées à améliorer le confort a l'intérieur de notre smart home.

1. Les escaliers intelligents :

Les escaliers intelligents veut dire que la personne n'aura jamais besoin d'allumer la lumière manuellement lors la montée ou la descente grâce aux capteurs de mouvement reliés avec Arduino.

• **Scénario:** Quand la personne monte/descend, un capteur de mouvement capte ce dernier, donc les lampes placées dans les coins des escaliers s'allument automatiquement une par une pendant une période de temps suffisante et s'éteindre automatiquement aussi une par une et par le même ordre. Cette opération s'effectue seulement à l'absence de lumière.

• **Matériel utilisé :**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
LED	Bleu	4
Capteur de mouvement	PIR par Adafruit	2
Résistances	220 Ohm	4
Capteur LDR	---	1

Tableau IV.1 : Tableau des matériels utilisés

• Algorithme proposé :

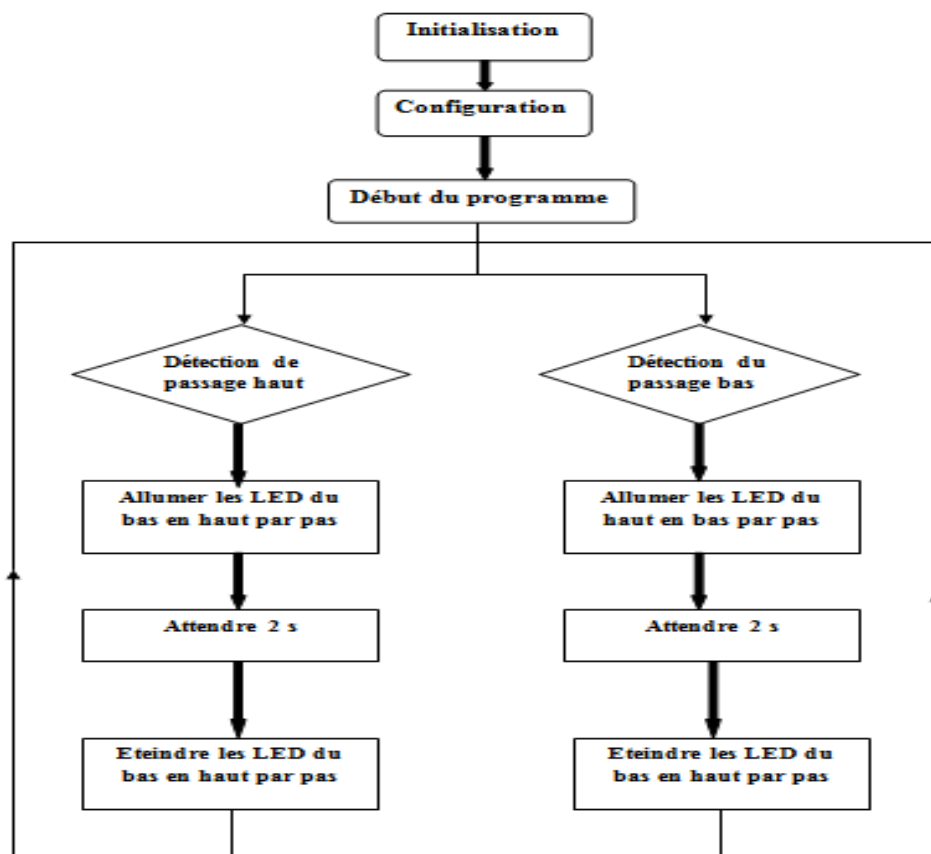


Figure III.2: Organigramme des escaliers intelligents.

Cet organigramme décrit le fonctionnement des escaliers intelligents.

- Schéma et câblage d'un capteur de mouvement avec Arduino :

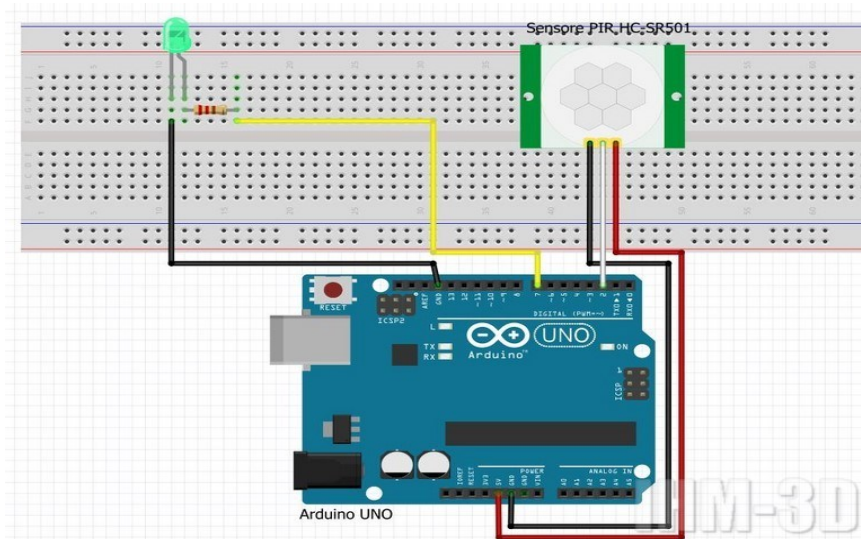


Figure III.3 : Câblage d'un PIR avec Arduino

- Résultats pratiques

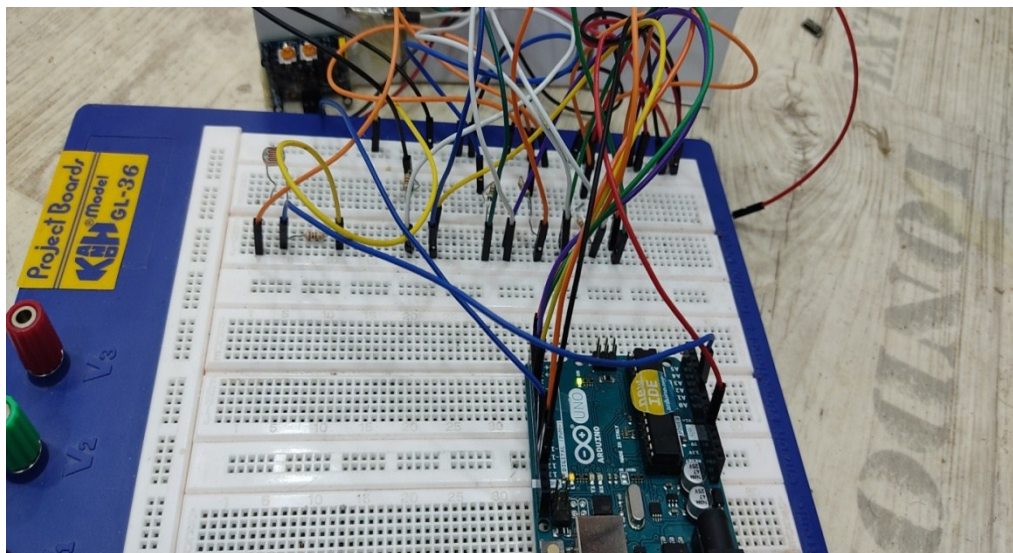


Figure III.4.a : Câblage des matériels des escaliers intelligents

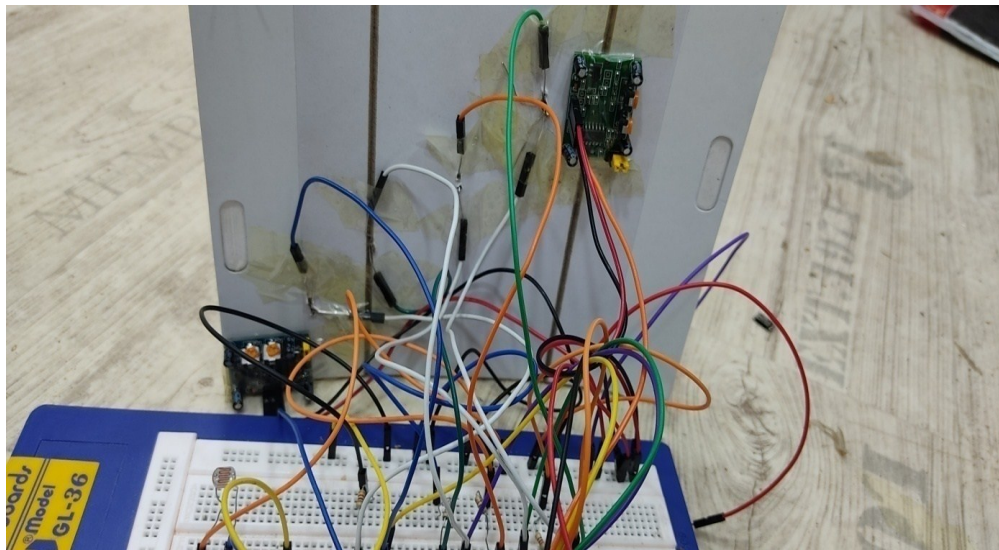


Figure III.4.b : Câblage des matériels des escaliers intelligents

➤ **A la présence de la lumière**

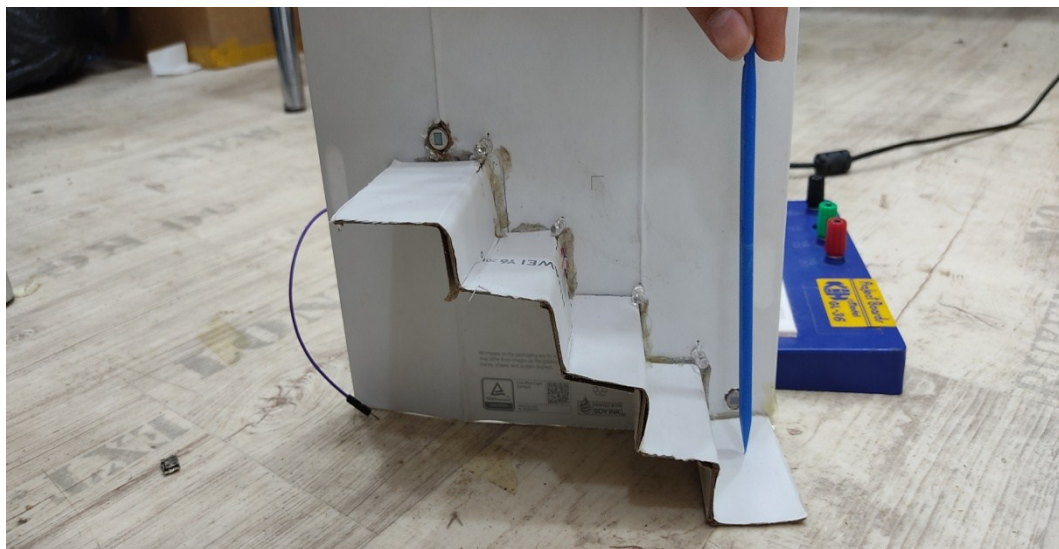


Figure III.5 : En cas de monter a la présence de la lumière.

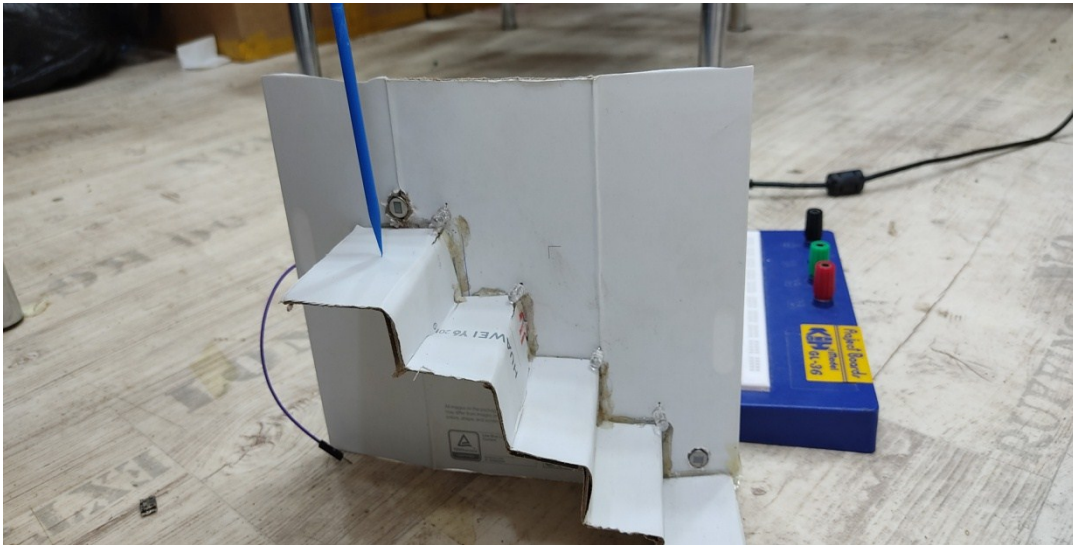


Figure III.6: En cas de descendre a la présence de la lumière.

➤ **A l'absence de la lumière :**

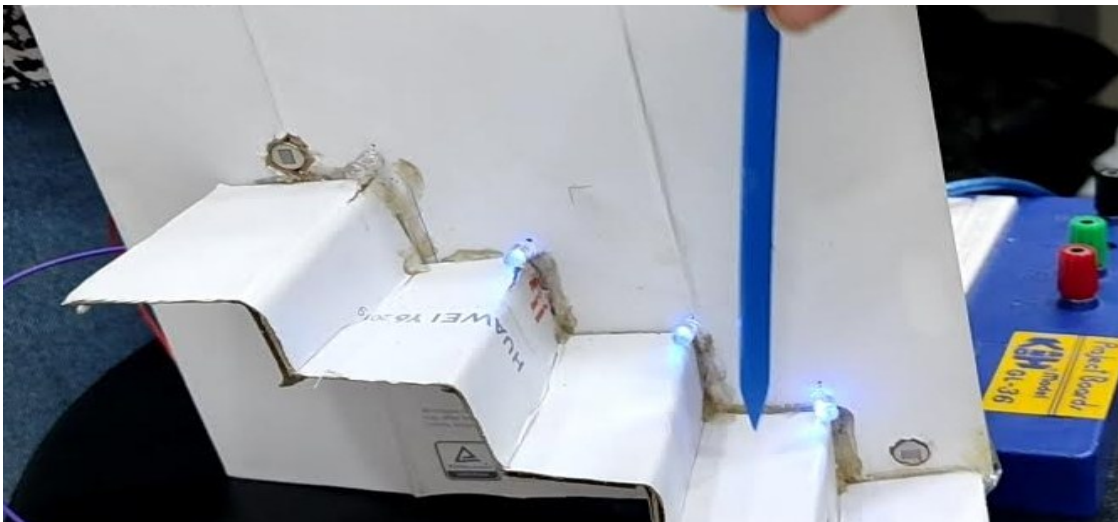


Figure III.7: En cas de monter a l'absence de la lumière.

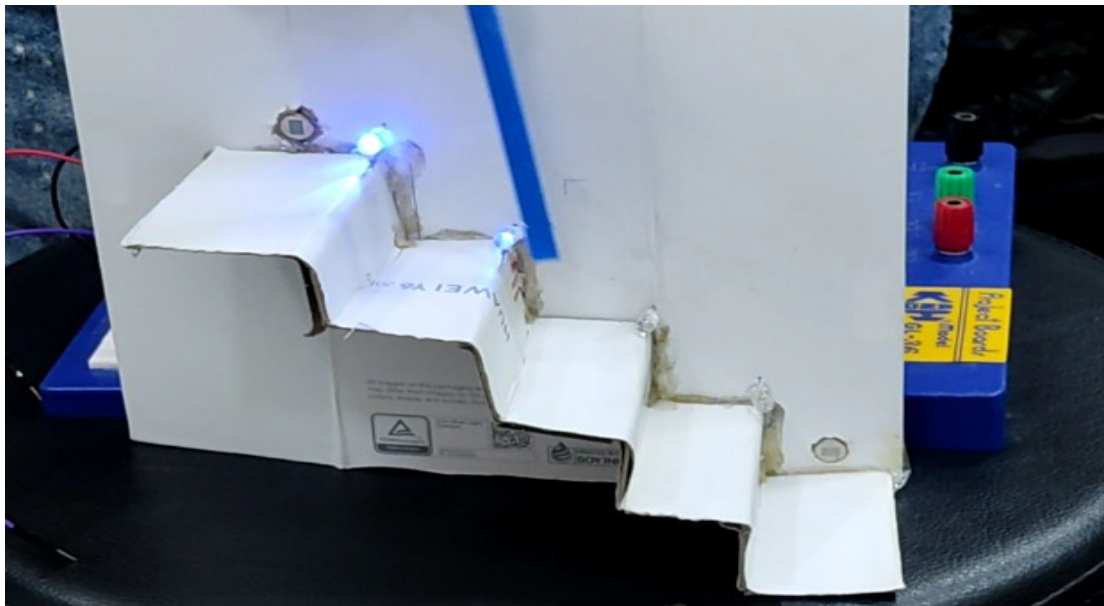


Figure III.8: En cas de descendre a l'absence de la lumière.

➤ Commentaires :

- En cas de présence de la lumière, le capteur LDR capte cette luminosité donc le capteur de mouvement PIR ne fonctionne pas et les LEDs ne s'allument pas.
- En cas de l'absence de la lumière, le capteur de mouvement fonctionne, alors les LEDs s'allument comme on a décrit au scénario.
- Le capteur PIR est très sensibles et ca peut provoquer un système instable lors la détection du mouvement, donc il faut régler sa sensibilité pour ne pas tomber dans le cas.

2. Ouverture du garage avec RFID :

- **Scénario :** a la sortie du garage, il y'a un capteur RFID qui est placé là-bas, lorsque la voiture sera proche au module, il suffit d'introduire la bonne carte RFID pour ouvrir le garage qui sera fermé automatiquement après une période de temps bien précisée.

Si la carte est bien détectée, le garage s'ouvre et une LED verte s'allume sinon une LED rouge s'allume et une alerte se déclenche

• Matériels utilisés :

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Module RFID	---	1
LED	Rouge et Vert	2
Résistance	220 Ohm	2
Servomoteur	Servomoteur 9g	1
Buzzer	12V	1

Tableau III.2 : Tableau des matériels utilisés pour l'ouverture du garage avec RFID.

• Algorithme proposé :

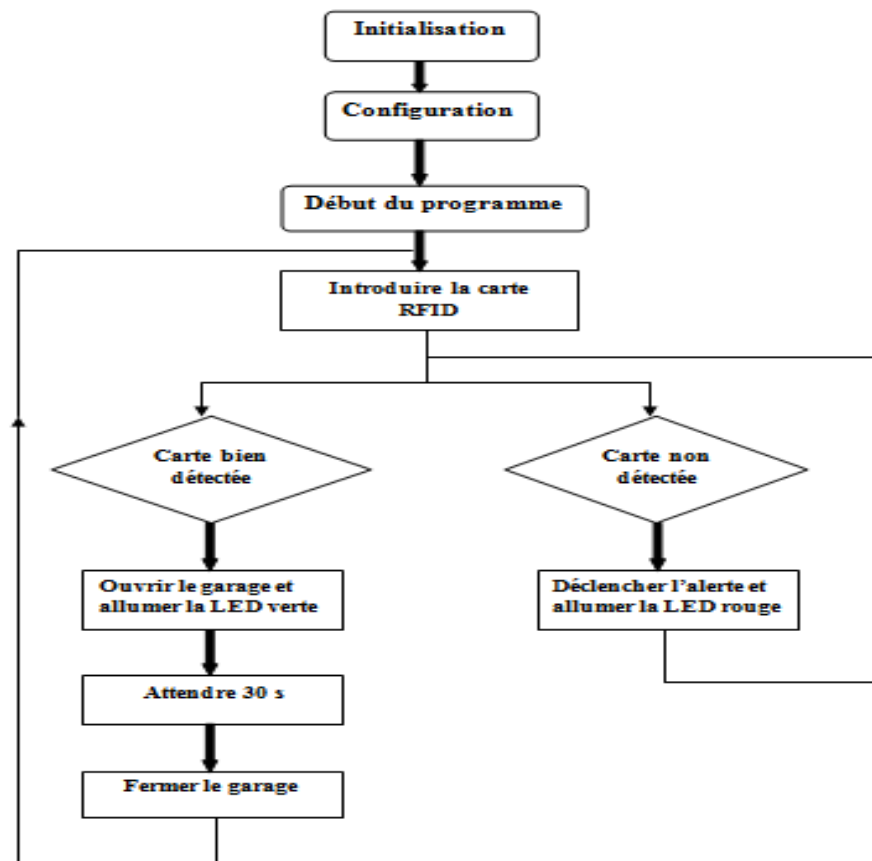


Figure III.9: Organigramme de l'ouverture du garage avec RFID

• **Résultats pratiques :**

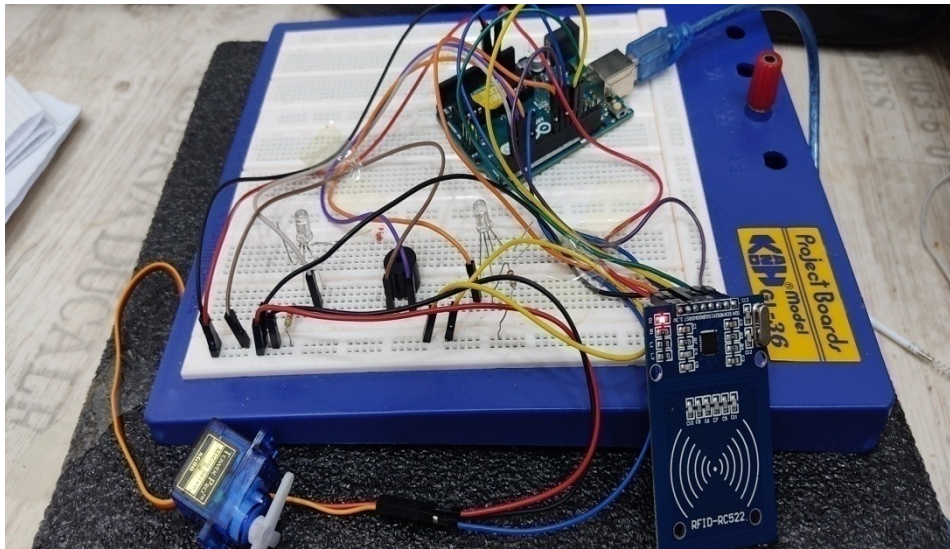


Figure III.10 : Câblage de la carte RFID pour ouvrir le garage.

➤ **En cas d'une carte bien détectée :**

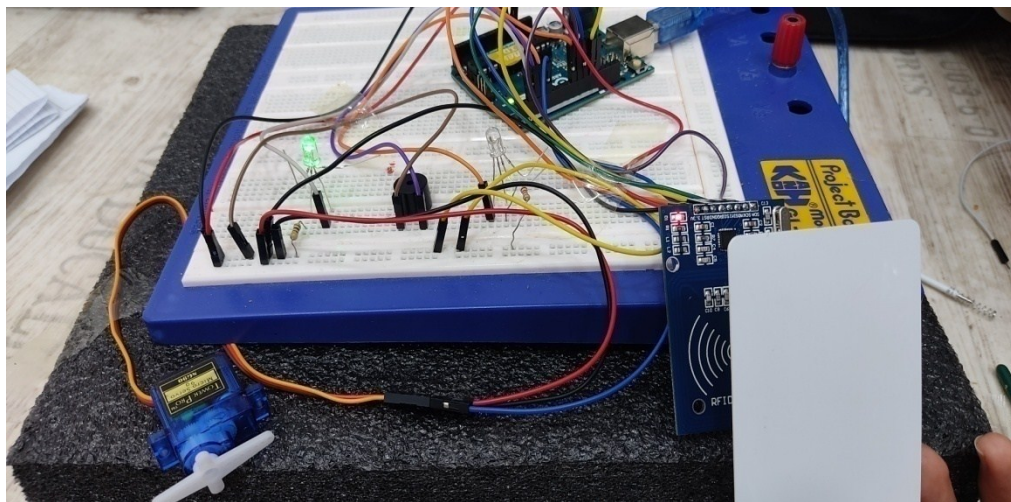


Figure III.11 : En cas d'une carte bien détectée.

➤ **En cas d'une carte mal détectée :**

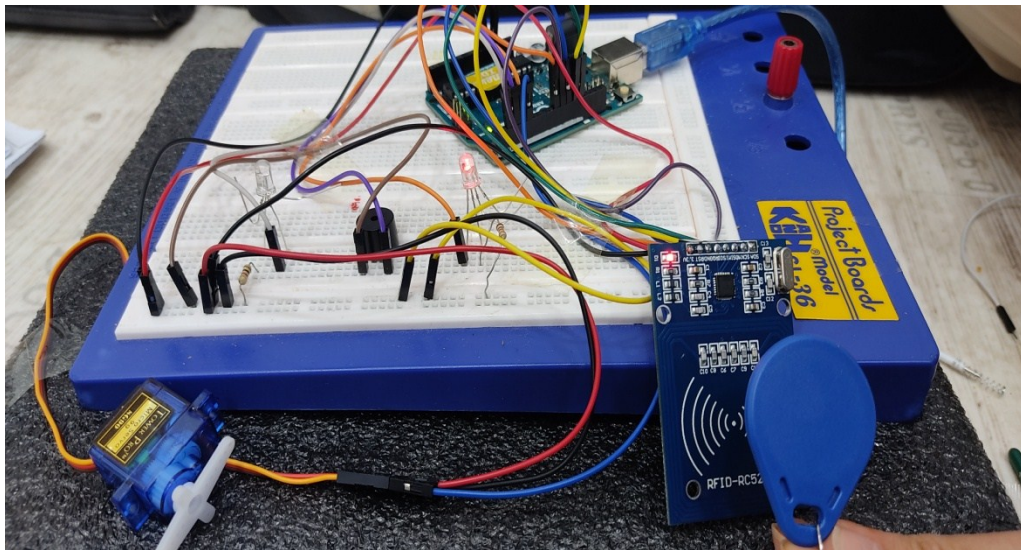


Figure III.12 : En cas d'une carte non détectée.

➤ **Commentaires :**

- Au cas d'introduire la bonne carte RFID en bonne sens, une LED verte s'allume et le servomoteur tourne (le garage s'ouvre).
- Au cas d'introduire la mauvaise carte, une LED rouge s'allume et le buzzer déclenche une alerte.

3. Commander une lampe avec voix

Pour réaliser cette tâche, on a utilisé un module de reconnaissance vocale qu'on a détaillé au chapitre précédent.

- **Scenario :** Après enregistrer la commande d'allumer la lampe, et lors la détection de la bonne commande, la lampe sera allumée automatiquement.

• **Matériels utilisés :**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Module de reconnaissance vocale	V3	1
LED	Rouge	1
Résistance	220 Ohm	1

Tableau III.3 : Matériels utilisés pour la détection vocale

• **Algorithme proposé :**

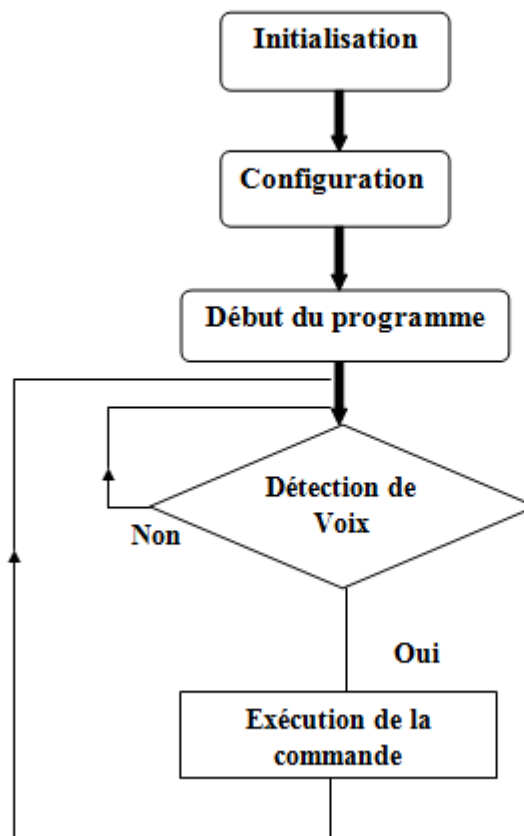


Figure III.13 : Organigramme d'un détecteur vocal

- Résultats pratiques :

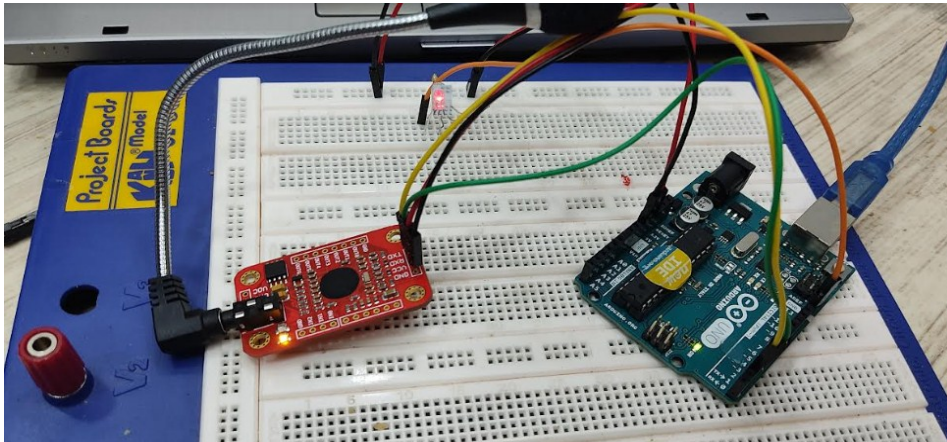


Figure III.14: LED allumée lors l'exécution du commande LED ON

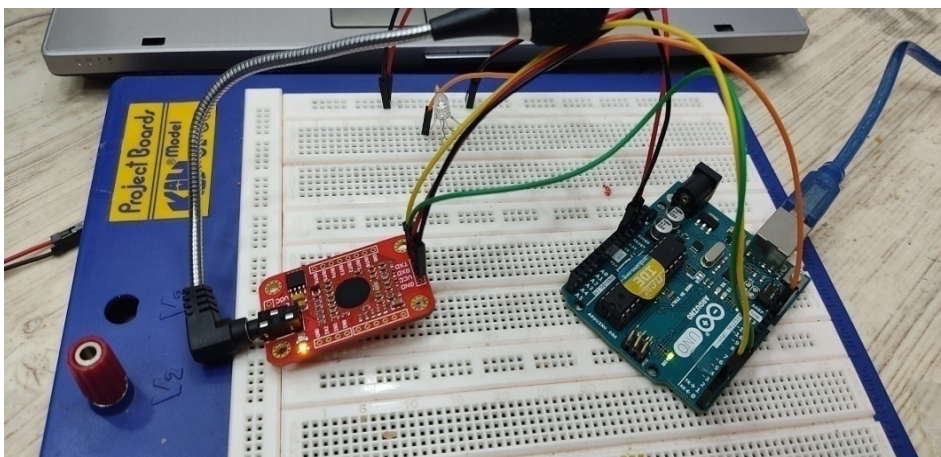


Figure III.15: LED éteinte lors l'exécution du commande LED OFF

➤ Commentaires :

- Après le téléversement du programme Arduino, le module de reconnaissance vocale fonctionne.
- Lorsqu'on dit « LED ON », la LED s'allume.
- Lorsqu'on dit « LED OFF », la LED s'éteint.

III.4.2. Le soin extérieur

Dans cette partie, on va décrire les tâches qui ont le but d'améliorer l'état du soin extérieur de la maison.

1. Arrosage automatique :

Un système d'arrosage automatique permet de toujours offrir une quantité d'eau optimale à nos plantes. Une fois installé et programmé, nous n'aurons plus à nous soucier de l'arrosage de nos plantes.

- **Scénario** : Après avoir implémenter un capteur d'humidité de sol dans notre petit pot, le taux d'humidité sera contrôlé et a chaque fois le sol est sèche, une pompe s'allume et arrose la plante.

- **Matériels utilisés** :

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Un capteur d'humidité de sol	YL 69	1
Un relais	2 canaux 5V	1
Une pompe à eau	12V	1
LEDs	Rouge et Verte	2
Résistances	220 Ohm	2

Tableau III.4 : Matériels utilisés pour l'arrosage automatique

- Algorithme proposé :

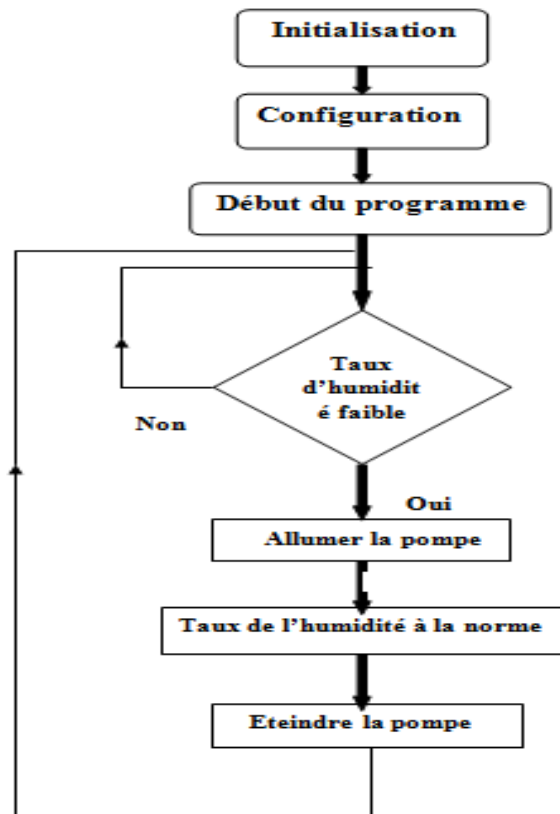


Figure III.16 : Organigramme de l'arrosage automatique.

- Résultats pratiques :

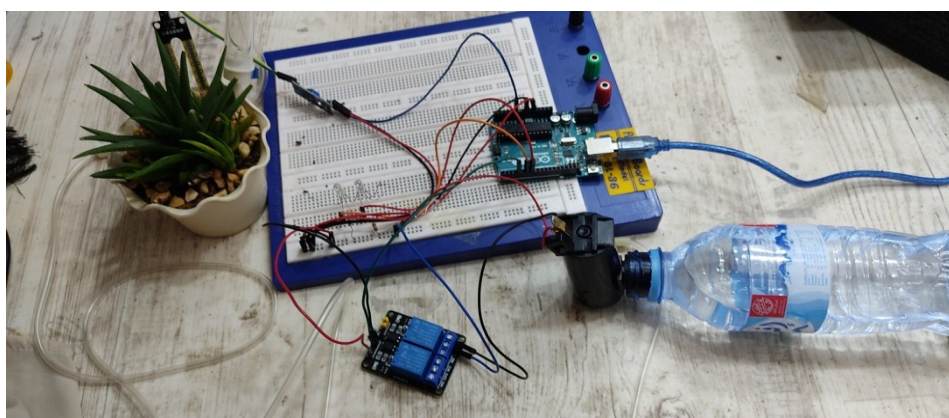


Figure III.17 : Câblage su système d'arrosage automatique.

➤ Cas du sol sèche :

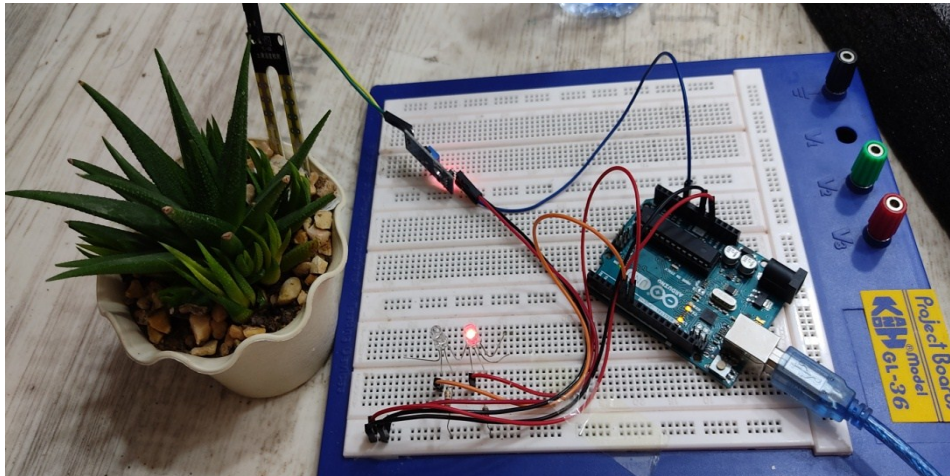


Figure III.18 : fonctionnement du système d'arrosage en cas de sécheresse de sol.

➤ Cas d'un sol humide :

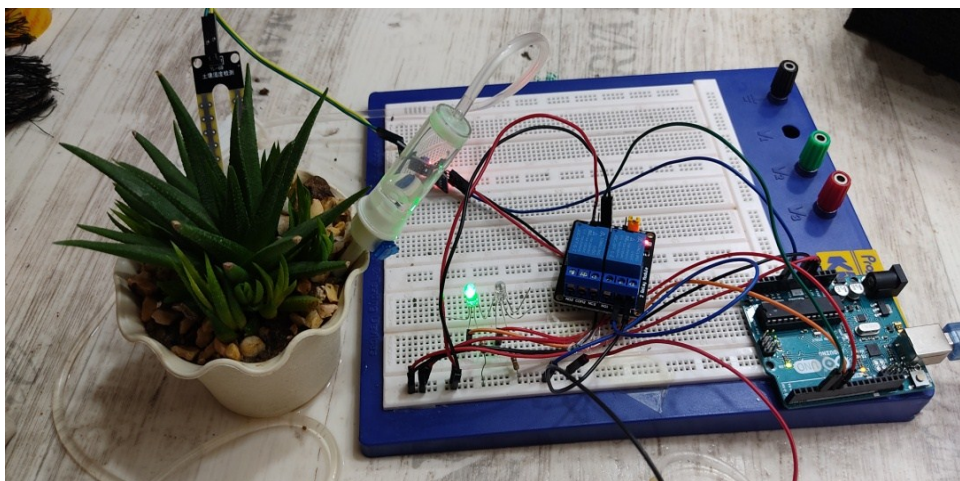


Figure III.19: fonctionnement du système d'arrosage en cas de sol humide.

➤ Commentaires

- Lorsque le sol est sèche, la LED rouge est allumée, la pompe s'allume et l'arrosage commence.
- On a utilisé un perfuseur pour pouvoir commander l'écoulement de l'eau pendant l'opération d'arrosage.

- Lorsque le sol est humide suffisamment, la LED verte s'allume et la pompe s'éteint automatiquement.

2. Stérilisation automatique :

Tant que la pandémie de corona est toujours en train de menacer les individus, on a décidé de réaliser un système de stérilisation automatique à l'entrée de la maison pour protéger les habitants de notre smart home de cette maladie.

- **Scénario :** pour réaliser cette tâche, on a utilisé un capteur ultrason à mesure la distance de la personne par rapport le capteur lui-même. Lorsque la distance est courte, une pompe s'allume pour que le gel désinfectant pénètre du perfuseur pour stériliser les mains de la personne.

- **Matériels utilisés :**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Un capteur Ultrason	HC-SR04	1
Un relais	2 canaux 5V	1
Une pompe à eau	12V	1

Tableau III.5: Matériels utilisés pour le système de stérilisation automatique

- Algorithme proposé :

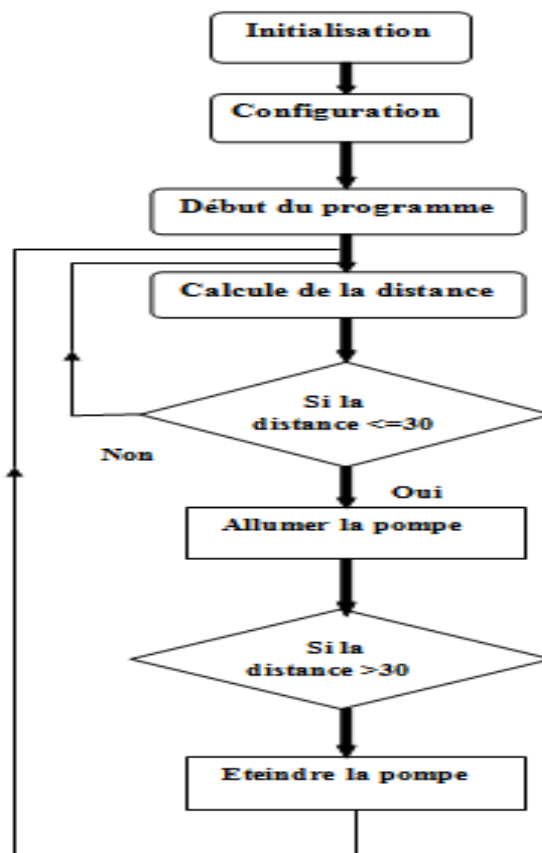


Figure III.20: Organigramme du système de stérilisation automatique.

- Résultats pratiques :

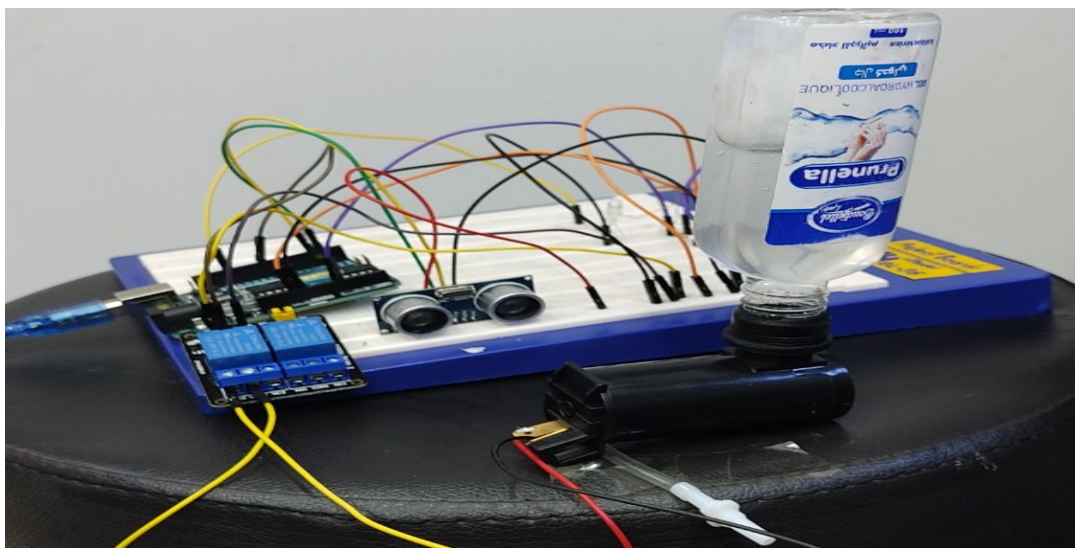


Figure III.21: Câblage du système de stérilisation automatique.

➤ **Cas de distance proche :**

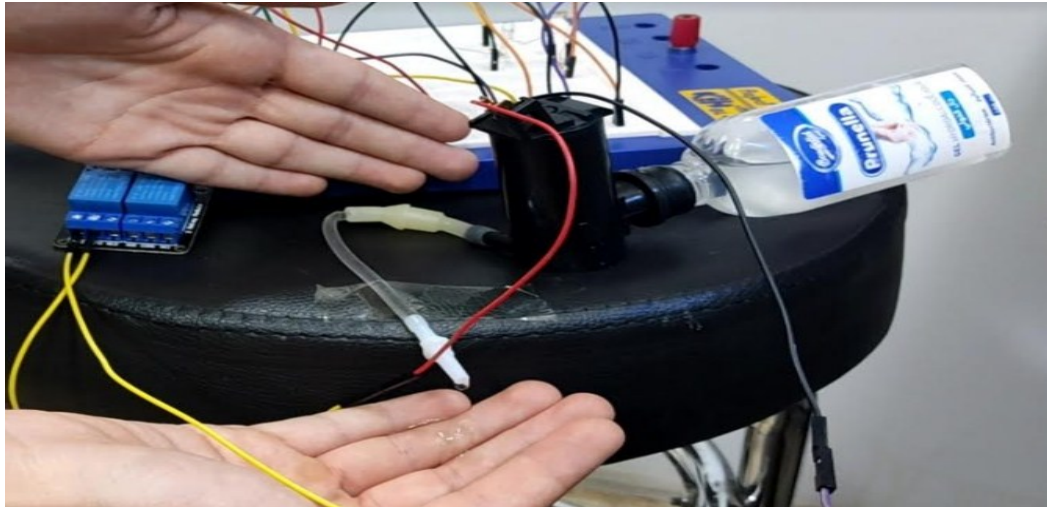


Figure III.22: Cas d'une distance proche.

➤ **Commentaires :**

- Dans le cas d'une distance lointaine, le système ne fonctionne pas.
- Dans le cas d'une distance proche, le système fonctionne.

4. Eclairage extérieur automatique :

• **Scénario :** pour réaliser cette tâche, on a utilisé un capteur LDR. Lorsqu'il capte une lumière, l'éclairage sera éteint sinon il s'allume automatiquement.

• **Matériels utilisés :**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Un capteur LDR	4*5 mm	1
LED	Verte	1
Résistances	220 Ohm	1

Tableau III.6: Matériels utilisés pour l'éclairage extérieur automatique.

- Algorithme proposé :

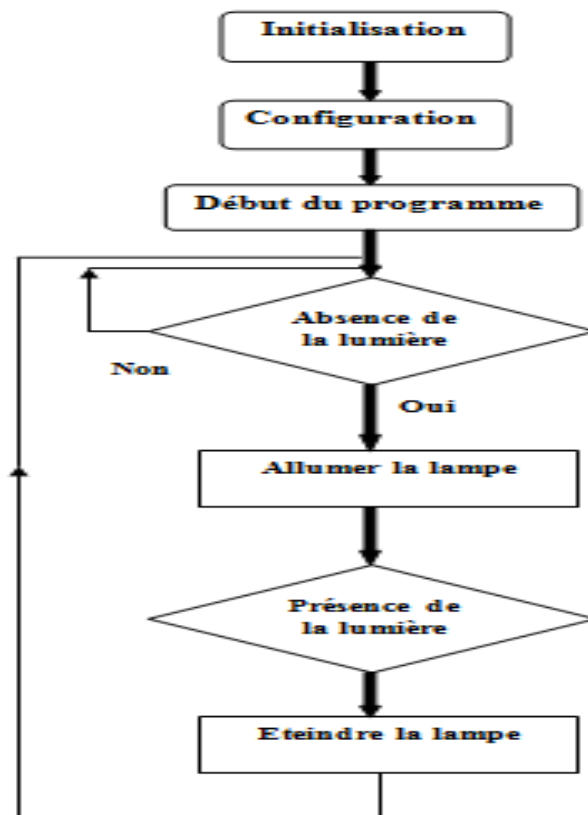


Figure III.23: Organigramme de l'éclairage extérieur automatique.

- Résultats pratiques :

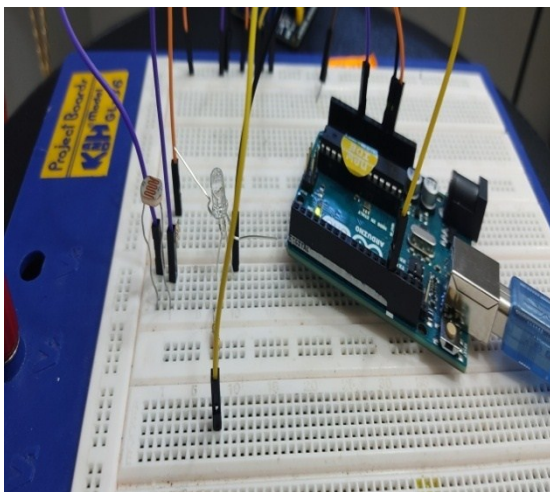


Figure III.24 : Cas de présence de lumière.

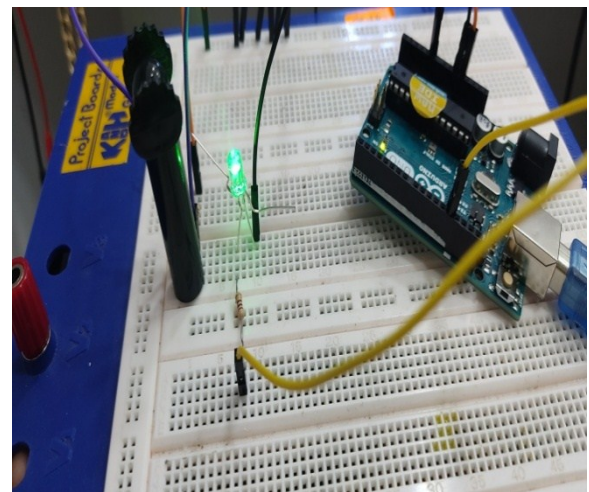


Figure III.25 : Cas d'absence de lumière.

➤ **Commentaires :**

- Dans le cas de présence de lumière, la LED ne s'allume pas.
- Dans le cas d'absence de lumière, la LED s'allume.

III.4.3. L'économie d'énergie

Dans cette partie, on va parler des ressources d'énergie qui peuvent être adresser a faire un économie d'énergie dans notre smart home.

1. Le réservoir d'eau :

Le but de créer un réservoir d'eau est de stoker l'eau de pluie pour le réutiliser dans l'opération d'arrosage automatique et comme ca on va économiser le volume d'eau qu'on utilise quotidiennement dans notre smart home.

- **Scénario :** Pour réaliser ce système, on a décidé que le réservoir d'eau s'ouvre automatiquement s'il y'a de la pluie et au mm temps on va implémenter un capteur de niveau d'eau pour cesser l'ouverture automatique du réservoir quand il est plein.

- **Matériels utilisés :**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Un capteur de pluie	MH-RD	1
Un capteur de niveau d'eau	STO45	1
Un servomoteur	9g	1
LEDs	Rouge et Verte	2
Résistance	220 Ohm	2

Tableau III.7: Matériels utilisés pour réaliser un réservoir d'eau.

- Algorithme proposé :

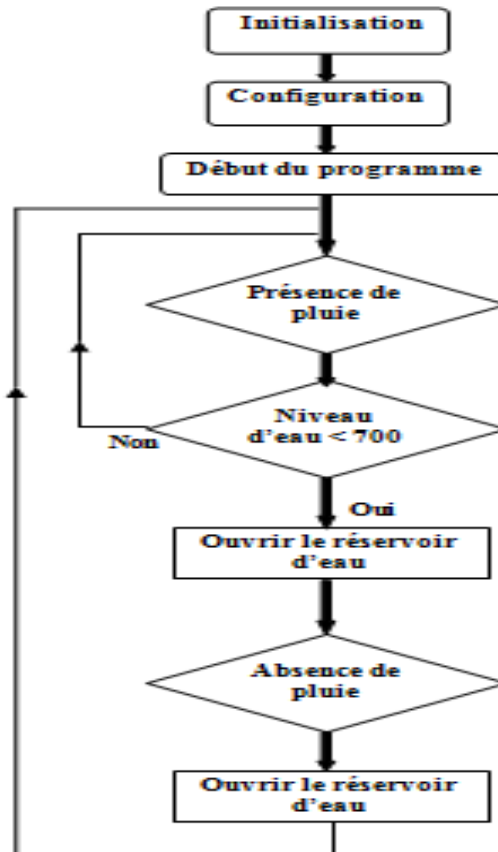


Figure III.26 : Organigramme d'un réservoir d'eau.

- Résultats pratiques :

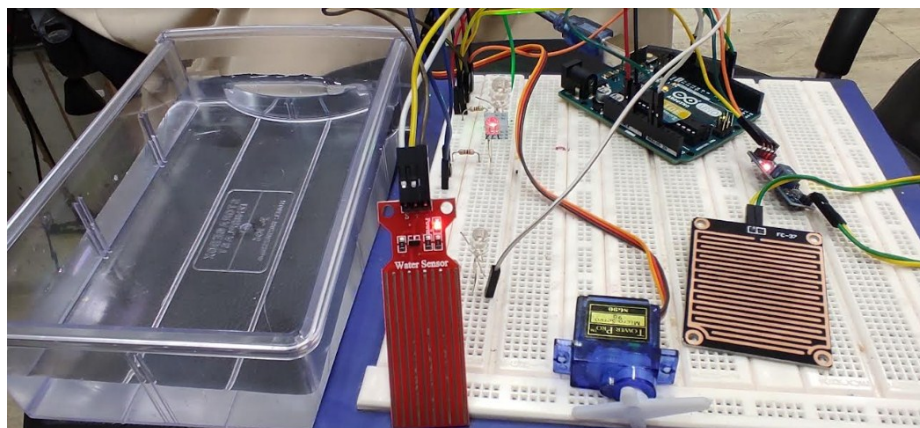


Figure III.27 : Cas d'ouverture du réservoir.

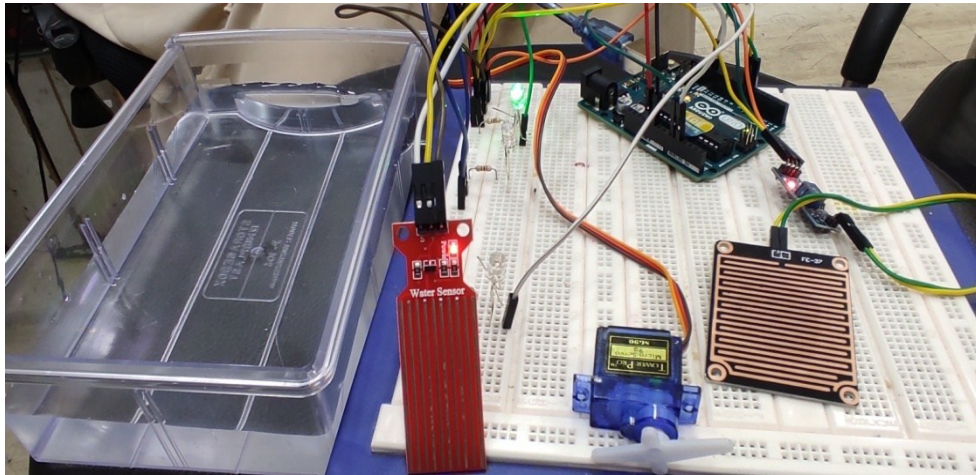


Figure III.28 : Cas de fermeture du réservoir

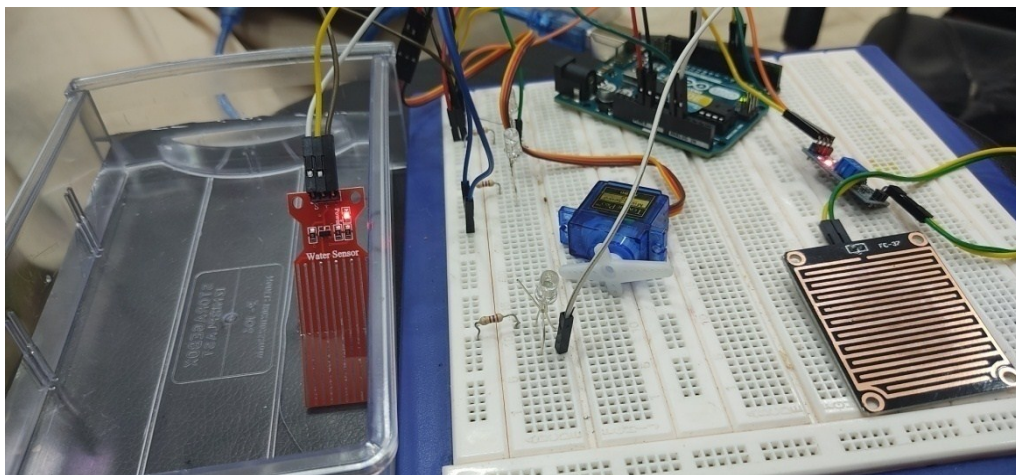


Figure III.29 : Cas d'un réservoir saturé

➤ **Commentaires :**

- Si le capteur de pluie détecte des gouttelettes d'eau, une LED verte s'allume et le servo moteur tourne pour ouvrir le réservoir.
- Si la pluie arrête, une LED rouge s'allume et le servo moteur retourne pour fermer le réservoir.
- Si le réservoir est plein, le capteur de niveau de l'eau va le détecter et ce système ne va pas fonctionner et les deux LEDs seront éteints.

2. Le suiveur d'énergie (Solar Traker) : Les panneaux photovoltaïques classiques (PV) ne sont généralement pas équipés de suiveur solaire et sont placés dans une inclinaison et une orientation fixes et bien déterminées selon le site d'installation et les conditions d'ensoleillement. Afin d'augmenter le rendement du panneau PV, on l'enrichit avec une structure portante ayant deux degrés de liberté en rotation commandée par un algorithme de poursuite solaire [27].

Dans notre projet, on a introduit ce suiveur solaire pour créer un réservoir d'énergie qui va alimenter notre smart home en cas d'une rupture d'énergie électrique pour que le système restera toujours actif.

- **Matériels utilisés :**

Matériels utilisés	caractéristiques	Nombre
Capteur LDR	---	4
servomoteur	9g	2
Résistances	1k Ohm	4
Mini panneau solaire	12V	1

Tableau III.8: Matériels utilisés pour réaliser un Traker

- **Schéma électrique :**

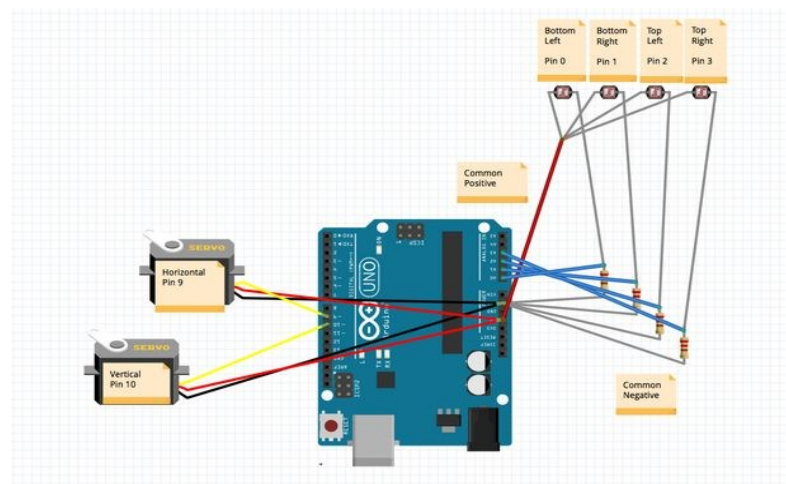


Figure III.30 : Schéma électrique d'un suiveur de soleil

²⁷ (AYOUB, 2016)

- **Fonctionnement** : Notre tracker est un **tracker double axe**, ce qui signifie qu'il va à gauche, droite, haut et bas. Notre tracker est un **Traqueur active** qui est contrôlée par le programme d'ordinateur (via un Arduino). Cela signifie que nous utilisons des capteurs pour trouver la source la plus brillante de la lumière à tout moment. Si vous deviez prendre une lampe de poche et de briller à des capteurs le tracker il suivrait.

Notre programme fonctionne en comparant la résistance des quatre capteurs et en déplaçant nos servos.

- **Résultats pratiques** :

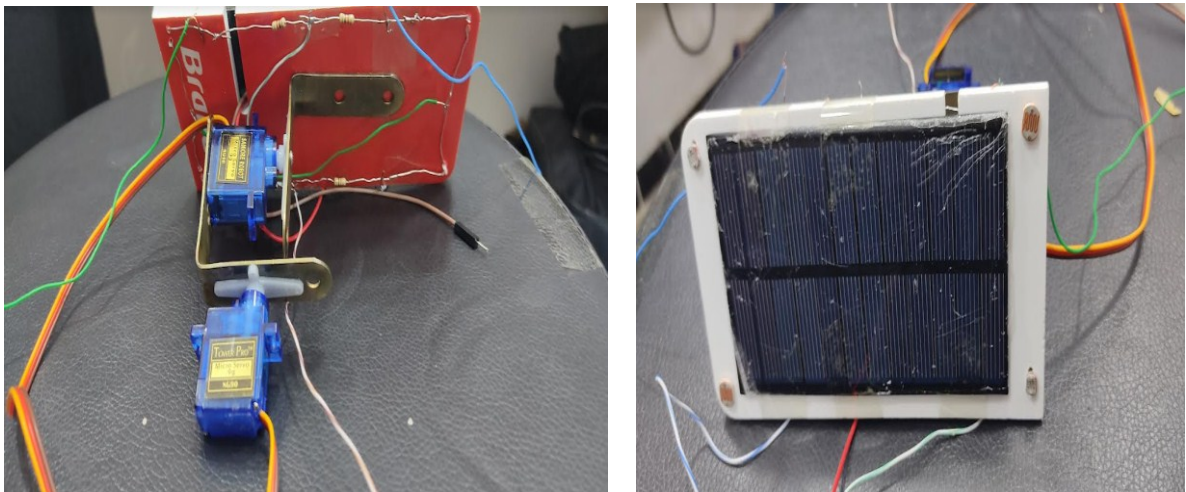


Figure III.31 : Montage du notre Traker



Figure III.32 : Implémentation du Traker dans notre maquette

III.5. L'application mobile

- **Description :**

HTA- Smart Home est une application mobile qui a été créée par nous en utilisant le langage JAVA pour qu'elle soit plus professionnelle et puisse être mise et publiée dans le Play Store d'Android.

Notre application sert à contrôler quelques objets dans notre smart home : elle assure la possibilité de surveiller l'environnement devant la porte d'entrée avec une caméra Wi-Fi ESP32, elle nous permet d'ouvrir et de fermer la porte et assure le confort à partir de contrôler l'éclairage et l'acquisition de température et d'humidité, comme on peut commander la climatisation dans notre maison avec un seul clic via cette application.

- **Interfaces de l'application :**

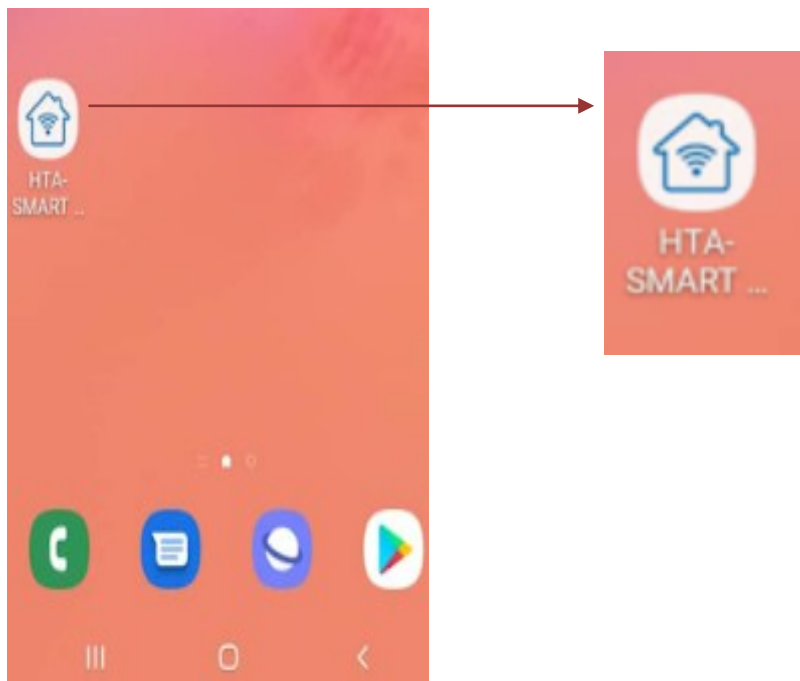


Figure III.33: Logo du HTA-Smart Home

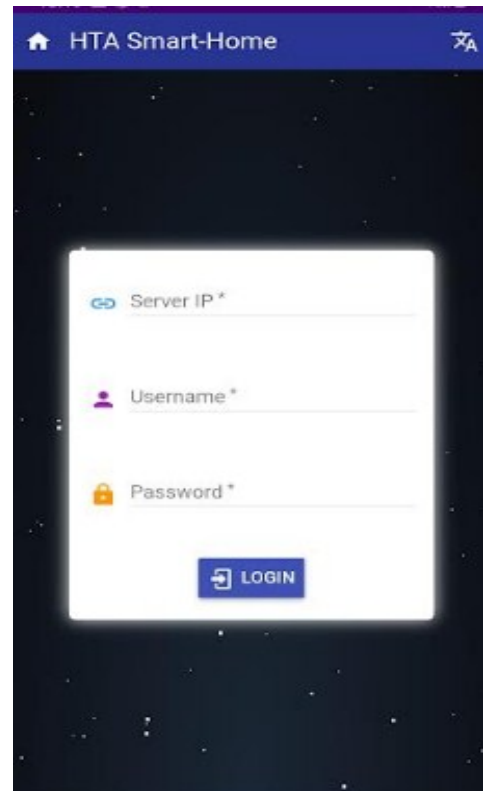
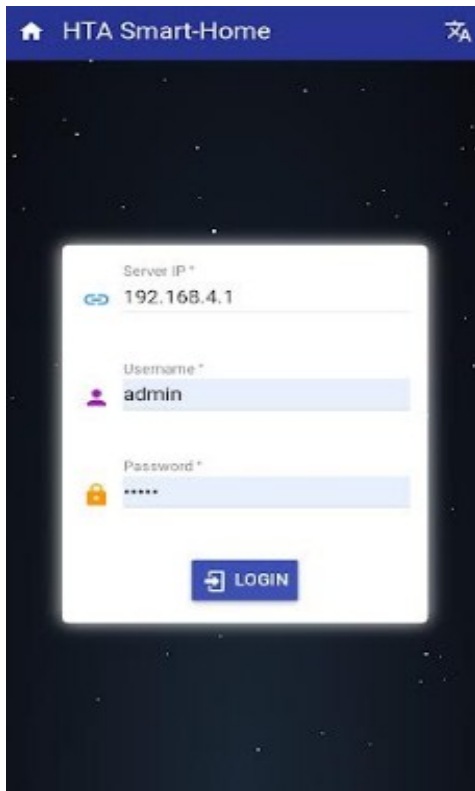


Figure III.34 : La page de bienvenue



Figure III.35 : Les boutons de commande

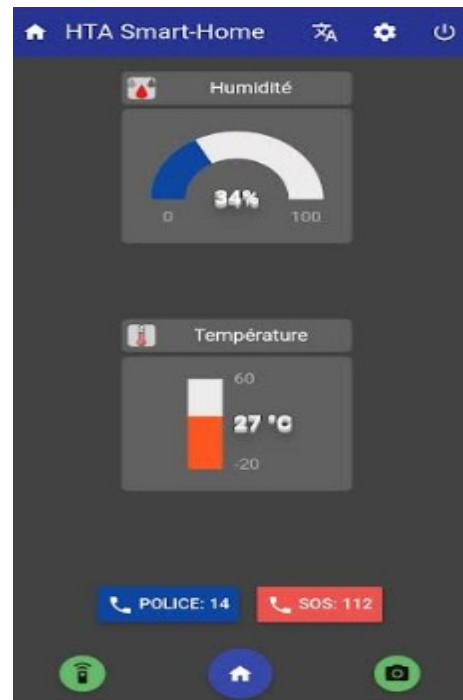


Figure III.36 : Température et humidité

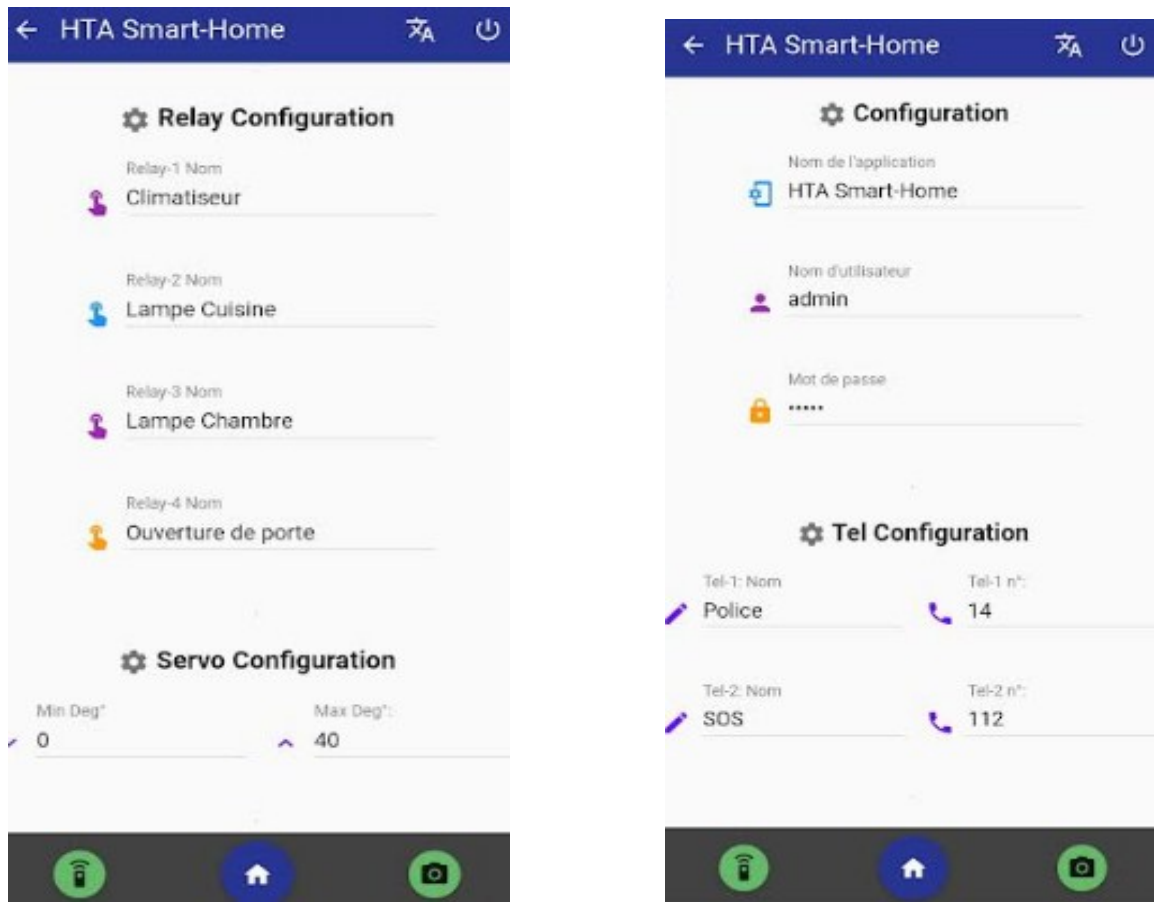


Figure III.37: Les deux listes de configuration



Figure III.38: l'espace réservé pour la caméra

III.6. L'implémentation des tâches dans la maquette



Figure III.39: La vue en haut de la maquette



Figure III.40: La façade de la maquette

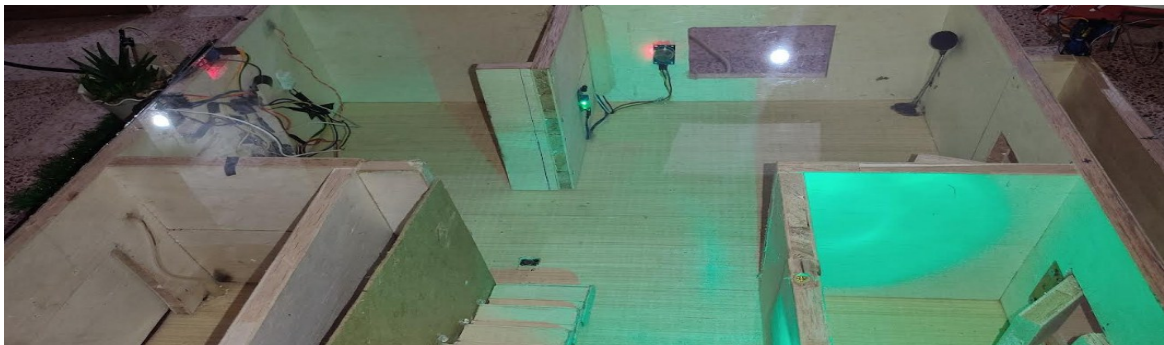


Figure III.41: Implémentation des tâches dans notre maquette

III.7. Conclusion

La partie réalisation et test de notre travail permet de comprendre la conception de notre projet sur la maison intelligente plus clairement et sur les tâches qui ont été réalisées dans le projet de réalisation de notre propre solution domotique. On a implanté toutes les tâches réalisées dans une maquette qui représente un prototype d'un smart home. Certaines tâches du système sont contrôlées grâce à une application mobile. Enfin avec ce chapitre nous terminons la phase de conception, de développement et de réalisation de ce projet.

Conclusion générale

Au bout de notre cursus en master systèmes des Telecommunications, nous avons été chargés de réaliser un projet de fin d'étude intitulé « Conception d'une maison intelligente avec les réseaux M2M /IoT ». Notre travail s'est basé sur la réalisation d'un smart home et la création d'une application mobile.

Dans ce mémoire, nous avons présenté une nouvelle approche pour la réalisation d'un système intelligent de la Smart House. Les différentes fonctions de ce système, les méthodes de représentation de la connaissance du domaine ont été présentées en détail. Ainsi que les solutions pour implanter une maison intelligente à partir des cartes électroniques et de différents capteurs.

Ce projet était alors une occasion d'apprendre à travailler en binôme d'une façon autonome et efficace. Ceci nous a amené à découvrir une nouvelle plateforme de développement et à enrichir nos connaissances théoriques ainsi que pratiques et notre expérience dans le domaine des IoT. Ce dernier qui est devenu un grand domaine de recherche et un grand marché de travail au monde.

Finalement, on espère par notre travail, apporter une validation pratique de ces techniques et donner une bonne cause pour mieux explorer ce domaine d'internet des objets.

Bibliographie

- [1] Rania.D, N. (2019). Etude et Application d'un Système de Communication M2M. Bordj bou Arréridj.
- [2] A. Gaurav, A. P. (2018). A Survey: Hybrid Medium Access Control Protocol for M2M Communication. India: Birla Institute of Technology, Mesra.
- [3] online.com/web/en/electronic_components/news_pbs/blog_pbcm/blog_detail-worldofelectronics_112354.phpwe-online
- [4] David R, A. N.-S.-M. (2014). Internet des objets et interopérabilité des flux logistiques: état de l'art et perspectives.
- [5] Djehaiche R., Aidel S., Benziouche N. (2021). Design and Implementation of M2M-Smart Home Based on Arduino UNO.
- [6] Lokmane, Z. (2019). INTERNET DES OBJETS POUR LE CONTROLE DE L'ECLAIRAGE D'UNE MAISON.
- [7] Amina, Y. (2018). Contrôle et suivi d'une maison intelligente via internet.
- [8] neo things iot. (s.d.). Récupéré sur <https://www.neothingsiot.com/portfolio/zigbee/>
- [9] Array for Energy Facility, K.-W. L.-W. (2018). A Flooding Warning System based on RFID Tag Array for Energy Facility .
- [10] Debabrata Das, K. K. (2019). Intelligent Concept of Optimal WiFi Mesh Router Placement for Enhanced QoS.
- [11] Kamel HACINI, K. R. (2019). Transition 2G/3G/4G en communication mobile :cas site université d'ATM Mobilis.
- [12] DERRIDJ Kaci Anis, G. N. (2016). Conception et développement d'un outil de Dimensionnement de réseau Packet Core Virtualisé dédié pour la 4G et 5G .
- [13] Ali, M. H. (2017). Implémentation d'un protocole d'élection d'un serveur d'authentification dans l'internet des objets.
- [14] Min Li, W. G. (2018). Smart Home:Architecture, Technologies and Systems.
- [15] inside Retai. (s.d.). Récupéré sur nsideretail.asia/2019/02/25/convenience-drives-chinese-smart-home-market-2/
- [16] Eckert, M. A. (2012). Le guide de la domotique .

- [17] Mr METAHRI Mohammed El habib, M. A. (2017). SMART HOUSE.
- [18] MEKHALFIA Toufik, G. T. (2018). Etude et réalisation d'un système de commande à distance des installations électriques pour la domotique.
- [19] we-online. (s.d.). Récupéré sur <https://www.we->
- [20] Hamouchi, H. (2015). Conception et réalisation d'une centrale embarquée de la domotique " Smart Home"
- [21] Eckert, M. A. (2012). Le guide de la domotique .
- [22]Decco.fr. (s.d.). Récupéré sur <https://www.deco.fr/domotique/actualite-842883-cuisines-connectees-domotique-cuisine.html>
- [23]NC domotique. (s.d.). Récupéré sur <https://www.google.com/search?q=La+domotique+dans+la+salle+de+bain&tbm=isch&ved=2ahUKEwiWlc2j2NHyaAhVN8BoKHSQBCzgQ2-cCegQIABAA&oq=La+domotique+dans+la+salle+de+bain>
- [24] france abris. (s.d.). Récupéré sur <https://www.franceabris.com/BLOG/domotique-pour-bonne-sante-nos-jardins/>
- [25] Luis Felipe R. Muriillo, P. K. (2019). Open Hardware Licences:parallels and contrasts.
- [26] AYOUB, B. R. (2016). Conception et Réalisation d'un Suiveur Solaire Bi-axial à Base De capteurs de lumière.