

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

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

Faculté des Sciences et de la technologie

Département d'Electronique

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLOME DE MASTER

Filière : Télécommunications

Spécialité : Systèmes des Télécommunications

Par

Mlle DJEHAICHE Rania

Mlle BENZIOUCHE Nihad

Thème

Etude et Application d'un Système de Communication

M2M

Soutenu le : 14/09/2019

Devant le jury :

- | | |
|-----------------------|-----------|
| • Dr. ATIA. Salim | Président |
| • Dr. H/GHARBI A/Nour | Examineur |
| • Pr. AIDEL Salih | Encadreur |

Année Universitaire 2018/2019



Remerciements

En préambule à ce mémoire

Nous remercions ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la force, la santé, le courage, et la patience pour réaliser ce modeste travail sans lequel nous n'aurions pas pu progresser.

Nous tenons à remercier chaleureusement notre encadreur Monsieur le Professeur 'AIDEL Salih', pour son aide constante, ses conseils judicieux, et pour ses précieuses remarques.

Nous souhaitons adresser nos remerciements aux personnes qui nous ont apporté leurs aides, spécialement à Monsieur le Docteur «LATOUI Abdel Hakim » et le Docteur « DJENNANE Azeddine » et aussi à tous les enseignants et employés du département Electronique.

Nous tenons à citer dans ces remerciements les membres du jury qui ont bien voulu examiner et juger notre travail.

Un grand merci au chef du magasin du labo Electronique « Abdel Baki ».

D'autre part, nos vifs remerciements s'adressent à toute personne nous ayons aidé de près ou de loin durant notre travail et en particulier tous nos collègues de la promotion master 2 systèmes des télécommunications.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à

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 'DJEHAICHE' et la famille 'BOUDJELAL'.

À mes chers et adorables frères 'NADJIB' et 'MOHAMED', et ma chère sœur 'YAMNA',

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

À ma binôme ma puce 'NIHAD'.

À toutes mes chères copines (IKRAM, ASSIA, HALIMA, KHOULOU,.....).

À toute la Promotion systèmes des télécommunications 2019.

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



DJEHAICHE RANIA

Je dédie ce modeste travail et ma profonde gratitude à ma mère et mon père pour l'éducation qu'ils m'ont prodigué ; avec tous les moyens et au prix de toutes les sacrifices qu'ils ont consentis à mon égard

*A ma collègue **Djehaiche Rania***

Ma gratitude la plus profonde à mes amis et frères présents,

A tout le corps enseignant, administratif, et le personnel de la faculté des Sciences et de la Technologie

A tous mes collègues du Master 2



BENZIOUCHE NIHAD

Table des matières

Remerciements	
Dédicace	
Sommaire	
Résumé	
Liste de figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1
<i>Chapitre 01:Concepts fondamentaux du M2M</i>	
I.1. Introduction.....	3
I.2.La communication M2M	3
I.2.1. Définition	3
I.2.2. Historique	4
I.2.3.Fonctionnement et architecture de communication M2M	4
Fonctionnement.....	4
Architecture des réseaux de communication M2M	4
I.2.4.Carte SIM M2M	6
I.2.5. le protocole IPV6	6
I.2.5.1. Types de format d'adresse IPV6	6
I.2.5.2. En-tête et adressage	7
I.2.6.M2M et sécurité :	7
I.2.7.Les avantages de la communication M2M.....	8
I.3.Standards et réseaux (technologies) sans fil du M2M	8
I.3.1.Les réseaux sans fils	8
I.3.2.Les types des réseaux sans fil.....	9
I.3.2.1. Les réseaux à courte portée.....	9
A) Le réseau personnel sans fil WPAN	9
B) Le réseau local sans fil WLAN	11
I.3.2.2. Le réseau moyenne portée	12
C) Le réseau métropolitain sans fil WMAN	12

I.3.2.3.le réseau longue portée	13
D) Le réseau étendu sans fil WWAN.....	13
E) Le réseau LPWAN	16
Le protocole MQTT	16
I.4.Le M2M vers l'IOT	17
I.4.1.Définition de l'IOT :	17
I.4.2.Un objet connecté.....	17
I.4.3.Type d'objet	18
I.4.4.Architecture d'un Réseau IOT	18
I.4.5.La différence entre le M2M et l'IoT	18
I.4.6. Le marché du M2M et l'IOT	19
I.4.6.1.Les consommateurs connectés.....	19
I.5.Les domaines d'application du M2M et IOT :	20
I.5.1. La santé	21
I.5.2. L'industrie	21
I.5.3. Le Transport intelligent	21
I.5.4. la sécurité et la surveillance	22
I.5.5. L'énergie et la télémétrie.....	22
I.5.6. Le réseau intelligent (Smart Grid).....	22
I.5.7. Ville intelligente (Smart city).....	23
I.5.8. La domotique.....	23
I.6.Conclusion	23

Chapitre 02:La maison intelligente

II.1. Introduction	24
II.2.Présentation de la maison intelligente	24
II.2.1.Définition	24
II.2.2.Principe de fonctionnement	25
II.2.3.Les fonctions de la maison intelligente.....	25
II.2.3.1. La santé	26
II.2.3.2. L'économie d'énergie.....	27
II.2.3.3. Le confort	27
II.2.3.4. La sécurité	28
II.2.4.La domotique par pièce.....	28
II.2.4.1.Dans la cuisine	28
II.2.4.2.Dans la salle de bain.....	29
II.2.4.3.Dans le jardin	29
II.3.Les réseaux et la communication domotique.....	29

II.3.1.Le réseau domestique.....	30
II.3.2.Le câblage domotique	30
II.3.2.1. La domotique par courant porteur ou CPL.....	30
II.3.2.2. La domotique wifi	30
II.3.3.Les protocoles de communication domotique	31
II.3.4.Les Logiciels de la Domotique :	31
II.4.Le marché de la maison intelligente	31
II.5.Le prix d'une installation domotique performante.....	32
II.6.Les avantages et les inconvénients	33
II.6.1.Les avantages	33
II.6.2.Les inconvénients.....	33
II.7.Solutions pour implanter une maison intelligente	33
II.7.1.L'open hardware	33
II.7.2.L'open source.....	33
II.7.3.Les composants d'une installation domotique.....	33
II.7.4.Solution à base de microcontrôleur (cartes électroniques)	34
II.7.4.1.Carte beagleBone :	34
II.7.4.2.La carte STM32 :	34
II.7.4.3.Carte Raspberry pi (La nanocarte) :	35
II.7.4.4.La carte Arduino :	35
II.8. Système Arduino	35
II.8.1.Arduino non pas Raspberry	35
II.8.2. Présentation générale d'Arduino.....	36
II.8.2.1.Définition	36
II.8.2.2. Les domaines d'utilisation	36
II.8.2.3.Les différentes cartes d'Arduino	37
II.9.Arduino UNO	38
II.9.1.Définition	38
II.9.2.La construction de la carte Arduino UNO	38
II.9.2.1.Partie matériel	38
II.9.2.2.Partie logiciel.....	40
II.10.Conclusion	44

Chapitre 03:Conception d'une solution domotique

III.1. Introduction	45
III.2. Présentation du projet.....	45
III.2.1. Problématiques	45
III.2.2. Objectifs du projet	45

III.2.3. Les différentes étapes de la réalisation pratique :.....	46
III.2.4. Architecture proposée.....	46
III.2.5. Conception du système.....	47
III.3. Les outils et environnements de travail.....	48
III.3.1. Matériel utilisé.....	48
III.3.1.1. Liste des capteurs.....	48
III.3.1.2. Liste des modules (Shields).....	51
III.3.1.3. Les actionneurs.....	52
III.3.1.4. Autres composants.....	54
III.3.1.5. Comment la connecter.....	55
III.3.2. logiciel utilisé.....	55
III.3.2.1. Le logiciel Proteus 8 Professional (ISIS).....	55
III.3.2.2. L'environnement de travail de Proteus 8.....	56
III.4. Outil de l'application utilisée.....	57
III.4.1. L'Application App Inventor.....	57
III.4.2. Le Concept d'App Inventor.....	57
III.4.3. L'interface de développement.....	57
III.4.4. Notre propre application mobile.....	58
III.6. Conclusion.....	61
<i>Chapitre 04: Réalisation et implémentation</i>	
IV.1. Introduction.....	62
IV.2. Test et réalisation.....	62
IV.2.1. la sécurité :.....	62
1. La réalisation de la tâche 1 : capter la distance, (Alarme de sécurité).....	62
2. Test avec le détecteur de présence infrarouge PIR HC-SR501.....	66
3. La réalisation de la tâche 2 : Porte automatique.....	68
4. La réalisation de la tâche 3 : la détection de la fuite du Gaz.....	73
5. la réalisation de la tâche 4 : La détection des incendies.....	75
6. La réalisation de la tâche 5 : la détection des incendies avec SIM800L.....	76
IV.2.2. Le confort.....	79
1. La Réalisation de la tâche 1 : l'éclairage.....	79
1. La Réalisation de la tâche 2 : l'acquisition de la température et contrôle de ventilateur.....	82
IV.3 Réalisation de la maquette domotique.....	85
IV.4 Conclusion.....	86
Conclusion générale.....	87
Bibliographies.....	88
Annexe	95

Résumé

Notre projet consiste à réaliser un système de communication M2M dans une application domotique qui est la maison intelligente à base d'une plateforme Arduino/Android. Ce système est divisé en trois parties faisant appel à des compétences en Télécommunications, en Electronique, et en Informatique. La première partie se focalise sur les différents protocoles et réseaux de communication, la deuxième sur la création et l'implémentation du système en vue de le rendre commandable. La troisième partie traite de la programmation du système avec les modules utilisés (Capteur, Module Bluetooth ...).

Pour cela nous avons réalisé une maquette électronique sur laquelle on a intégré notre système pour avoir un aperçu réel. Notre système accomplit plusieurs tâches et fonctionnalités que doit fournir une maison intelligente (système d'alarme, porte automatique, Eclairage, détection du Gaz et des incendies, l'acquisition de la température, etc ...). Tous ces systèmes vont être contrôlés par un simple Smartphone grâce à une application mobile. Cette solution permet de piloter l'habitat à distance, ainsi il assure la sûreté et le confort dans la maison.

Mots clés :

M2M, IOT, Domotique, Maison Intelligente, Arduino UNO, Capteur, Android, Application, communication, Bluetooth, Internet, Détection, Alerte, Sécurité, Danger, Gaz, Incendie, Porte Automatique, Eclairage, Température, GSM, appel, SMS.

Abstract

Our project consists in creating an M2M communication system in a home automation application that is the smart house based on an Arduino/Android platform. This system is divided into three parts using our skills in Telecommunications, Electronics, and Computer Science. The first focuses on the different protocols and communication networks, the second on the creation and implementation of the system and making it controllable. The third is the programming of the system with the modules used (Sensor, Bluetooth Module...).

For that, we realized a model on which we integrated our system to have a real overview and of course system contains the main standards that must contain a smart house (alarm system, automatic door, lighting, gas and fire detection, temperature acquisition, etc...) and all this is going to be controlled by a simple smartphone to a mobile Application

This solution allows remote control of the habitat, so it ensures safety and comfort in the house.

Keywords:

M2M, IOT, Home Automation, Smart Home, Arduino UNO, Sensor, Android, Application, Communication, Bluetooth, Internet, Detection, Alert, Security, Danger, Gas, Fire, Automatic Door, Lighting, Temperature, GSM, Call, SMS.

ملخص

يهدف مشروعنا إلى تحقيق نظام اتصالات آلة لآلة (M2M) في تطبيق التشغيل الآلي للمنزل والمتمثل في المنزل الذكي القائم على نظام أردوينو / أندرويد. ينقسم هذا النظام إلى ثلاثة أجزاء باستخدام مهارتنا في الاتصالات والإلكترونيات وعلوم الكمبيوتر. يركز الأول على البروتوكولات وشبكات الاتصال المختلفة، والثاني على إنشاء النظام وتنفيذه وجعله قابلاً للتحكم. والثالث هو برمجة النظام مع الوحدات المستخدمة (أجهزة الإستشعار، وحدة بلوتوث...).

ولهذا قمنا بصنع نموذج ندمج نظامنا فيه لإلقاء نظرة حقيقية، حيث يقوم نظامنا بعدد من المهام التي يجب أن يحتوي عليها اي منزل ذكي (نظام إنذار، باب أوتوماتيكي، إضاءة، اكتشاف الغاز والنار، التحكم في درجة الحرارة، وما إلى ذلك)، وسيتم التحكم في كل ذلك بواسطة هاتف ذكي بسيط من خلال تطبيق على الهاتف، حيث يتيح نظامنا التحكم عن بُعد في المنزل، مما يضمن السلامة والراحة في المنزل.

الكلمات المفتاحية

من آلة لآلة، انترنت الأشياء، المنزل الذكي، أردوينو أونو، الاستشعار، أندرويد، التطبيق، الاتصالات، بلوتوث، الإنترنت، الكشف، التنبيه، الأمن، الخطر، الغاز، النار، الباب التلقائي، الإضاءة، درجة الحرارة، الهاتف النقال، اتصال، الرسائل القصيرة.

Liste de figures

Figure I. 1: M2M machine à machine logos	3
Figure I. 2 : Architecture des réseaux M2M	4
Figure I. 3: Exemple de carte SIM M2M	6
Figure I. 4: L'entête IPV6	7
Figure I. 5: Les types des réseaux sans fil.....	9
Figure I. 6: Logo du standard Bluetooth	9
Figure I. 7: Architecture de Bluetooth	10
Figure I. 8: Standard ZigBee logo	10
Figure I. 9: Logo du réseau WIFI.....	11
Figure I. 10: le mode infrastructure.....	12
Figure I. 11: Le mode Ad-Hoc	12
Figure I. 12: Les générations de téléphonie mobile	13
Figure I. 13: Architecture du réseau LTE.	14
Figure I. 14: Logo LTE-M	15
Figure I. 15: Logo de protocole MQTT	17
Figure I. 16: Collecte de données.....	17
Figure I. 17: Architecture de l'IOT	18
Figure I. 18: le pourcentage marché de M2M et IDO de 2013 à 2025	20
Figure I. 19: Les domaines d'application du M2M et l'IOT.....	20
Figure I. 20: Architecture typique dans les applications de santé.....	21
Figure I. 21: Schéma d'un réseau intelligent.....	22
Figure I. 22: Ville intelligente	23
Figure II.1: Représentation du smart home	24
Figure II.2: Circulation d'information en domotique.....	25
Figure II.3: Les différents domaines d'application du smart home	26
Figure II.4: Exemples des applications de la santé domotique	26
Figure II.5: La maison intelligente un meilleur confort de vie	27
Figure II.6: La sécurité domotique.....	28
Figure II.7: Cuisine connectée.....	28
Figure II.8: Salle de bain connectée	29
Figure II.9: La domotique dans le jardin.....	29
Figure II.10: Exemple des réseaux domotique.....	29
Figure II.11: Le Réseau Domestique.....	30
Figure II.12: Estimation de la part des logements équipés d'appareils smart home en 2018 ..	32
Figure II.13: BeagleBone	34
Figure II.14: Carte STM 32.....	35
Figure II.15: Carte et logo Raspberry pi	35
Figure II.16: Prototype d'Arduino (prototype 0 et 1)	36
Figure II.17: Les domaines d'utilisation de l'Arduino.....	37
Figure II.18: Les éléments de la carte Arduino UNO.	38
Figure II.19: Microcontrôleur ATmega328	39

Figure II.20: Interface IDE Arduino.....	41
Figure II.21: Barre d'Action	42
Figure II.22: Paramétrage de la carte	43
Figure II.23: Les étapes de téléchargement du code	44
Figure III.1: Architecture du système	47
Figure III.2: Conception du système	48
Figure III.3: Capteur Ultrason HC-SR04	49
Figure III.4: Capteur de mouvement PIR HC-SR501	49
Figure III.5: Circuit typique d'un capteur de gaz.....	50
Figure III.6: Module Capteur IR Infrarouge Flamme Lumière.....	50
Figure III.7: Le capteur de température LM35	51
Figure III.8: Module Sim800L	51
Figure III.9: Module Bluetooth HC-06	52
Figure III.10: Servomoteur 9g.....	52
Figure III.11: Clavier 4X4.....	53
Figure III.12: Afficheur LCD 1602.....	53
Figure III.13: Exemple d'une LED	53
Figure III.14: Buzzer TMB-05	54
Figure III.15: Potentiomètre 10 K	54
Figure III.16: Exemples des résistances 220 ohm.....	55
Figure III.17: Plaque d'essai	55
FFigure III.18: Jumpers (les câbles).....	55
Figure III.19: La fenêtre principale du logiciel Proteus 8	56
Figure III.20: La barre d'outils.....	56
Figure III.21: Logos de MIT App Inventor	57
Figure III.22: La fenêtre de la création de l'interface	58
Figure III.23: La page de bienvenue	58
Figure III.24: Logo du 'Smart home for ga3'	58
Figure III.25: L'inscription dans l'application	59
Figure III.26 : Le menu	59
Figure III.27 : L'éclairage	59
Figure III.28: La sécurité.....	59
Figure III.29: Les cas des dangers.....	60
Figure III.30: La porte automatique	60
Figure III.31: La climatisation	60
Figure III.32: Paramètres.....	60
Figure III.33: Les interfaces de paramètres.....	60
Figure IV.1: Organigramme de la captation de la distance.....	63
Figure IV.2: Schéma de capteur HC-SR04 et l'affichage de la distance proche sur Proteus 8	64
Figure IV.3: Schéma de capteur HC-SR04 L'affichage de la distance lointaine sur Proteus	864
Figure IV.4: Le montage du capteur ultrason en cas de distance lointaine.....	65
Figure IV.5: Le montage du capteur Ultrason en cas de distance proche	65
Figure IV.6: Cas d'une distance lointaine	66
Figure IV.7: Cas d'une distance proche	66
Figure IV.8: Le détecteur PIR en absence de mouvement	67
Figure IV.9: L'affichage du virtual terminal "mouvement non détecté"	67
Figure IV.10: Le détecteur PIR en présence de mouvement.....	67

Figure IV.11: Le détecteur PIR en présence de mouvement.....	68
Figure IV.12: Organigramme de la porte automatique	69
Figure IV.13: Le schéma du montage et l'écran de bienvenue	69
Figure IV.14: Demande d'entrer le password	70
Figure IV.15: Le password est incorrect	70
Figure IV.16: La porte s'ouvre.....	70
Figure IV.17: La porte se ferme	70
Figure IV.18: Le montage pratique de la porte automatique	71
Figure IV.19: L'écran de bienvenue	71
Figure IV.20: Demande du password.....	72
Figure IV.21: Le password incorrect.....	72
Figure IV.22: Le cas où la porte s'ouvre.....	72
Figure IV.23: Le cas où la porte se ferme	72
Figure IV.24: Organigramme de la détection de gaz	73
Figure IV.25: Le cas d'absence du Gaz	74
Figure IV.26: Le cas des fuites du Gaz	74
Figure IV.27: Le cas de sécurité.....	74
Figure IV.28: Le cas de la fuite du Gaz	74
Figure IV.29: Organigramme de la détection de flamme.....	75
Figure IV.30: Le cas normal	76
Figure IV.31: Le cas des incendies	76
Figure IV.32: La conception du système en cas des incendies	76
Figure IV.33: Organigramme de la fonction d'alarme.....	77
Figure IV.34: Montage virtuel de la détection des incendies avec le module GSM900D	77
Figure IV.35: Envoi d'un appel et SMS à l'habitant en cas d'incendie.....	78
Figure IV.36: Le montage de la détection des incendies par SIM800L (cas normal).....	78
Figure IV.37: Le montage de la détection des incendies par SIM800L.....	78
Figure IV.38: Envoi d'un appel et SMS dans le cas des incendies	79
Figure IV.39: Le règlement du problème du module SIM800L	79
Figure IV.40: Organigramme de l'éclairage	80
Figure IV.41: Avant l'éclairage des LEDs.....	81
Figure IV.42: Les étapes de connexion avec Bluetooth.....	81
Figure IV.43: L'éclairage des LED.....	82
Figure IV.44: Organigramme de l'acquisition de la température et contrôle de ventilateur....	83
Figure IV.45: Si la température $\geq 27\text{ C}$	84
Figure IV.46: Si la température $\leq 27\text{C}$	84
Figure IV.47: Lorsque la temperature est superiure a 27 degré	84
Figure IV.48: Le changement de température de 21.97 degré	85
Figure IV.49: La maquette avant l'implémentation des tâches.....	85
Figure IV.50: Implémentation des tâches dans la maquette.....	86

Liste des tableaux

Tableau I.1 : La 5G dans le monde idéal.....	16
Tableau II.1 : L'économie de l'énergie dans la maison intelligente	27
Tableau II.2: Le prix des différents éléments pour une installation domotique.....	32
Tableau II.3: Les composants nécessaires de la domotique.....	34
Tableau II.4: Quelques cartes d'Arduino	37
Tableau II.5: Caractéristiques de la carte Arduino UNO	39
Tableau IV.1: Matériels utilisés pour le système d'alarme et capteur de la distance.....	62
Tableau IV.2: Le branchement des circuits (HC-SR0, Buzzer, LED)	62
Tableau IV.3: Le branchement des matériels	66
Tableau IV.4: Matériels utilisés pour la porte automatique	68
Tableau IV.5: Le câblage des matériels de la porte automatique.....	68
Tableau IV.6: Matériels utilisés pour le système de la détection du Gaz	73
Tableau IV.7: Le branchement des matériels (MQ-2, Buzzer, LED)	73
Tableau IV.8: Le branchement des matériels (capteur de flamme, Buzzer, LED)	75
Tableau IV.9: Le câblage des matériels de la détection des incendies avec SIM800L.....	77
Tableau IV.10: Matériels utilisés pour le système d'éclairage	79
Tableau IV.11: Le branchement des matériels (LED, Module Bluetooth HC-06)	80
Tableau IV.12: Matériels utilisés pour le système de l'acquisition de la température.....	82
Tableau IV.13: Le branchement des matériels (LCD, LM35, potentiomètre).....	83

Liste des abréviations

2G	2 ^{ème} Génération de téléphonie mobile
3G	3 ^{ème} Génération de téléphonie mobile
3GPP	3rd Generation Partnership Project
3V3	3.3 Volts
4G	4 ^{ème} Génération de téléphonie mobile
5G	5 ^{ème} Génération de téléphonie mobile
BAN	Body Area Network
BSD	Berkeley Software Distribution
CPL	Courant porteur en ligne
DSP	Digital signal processing
EPC	Environmental Power Concepts
eUTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network
FPU	Floating Point <i>Unit</i>
FSF	Free Software Foundation
FTDI	Future Technology Devices International
GND	Ground (mass).
GSM	Global System For Mobile.
GPAO	Gestion de la production assistée par ordinateur
GPRS	General Packet Radio Service.
HDMI	High Definition Multimedia Interface
ICSP	International Conference on Software Process
IDE	Interated Developement Environment
IDO	Internet des objets
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IMC	L'international Machine to Machine Council
IOT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IPv6	Inernet Protocol version 6
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Lighting emitting Diode.

LPWAN	Low-Power Wide Area Network
LTE	Long Term Evolution
LTE-A	Long-term evolution advanced
LTE-M	Long-term evolution for machines
M2M	Machine to machine
M2Mi	Machine-to-Machine Intelligence
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport.
MTC	Machine type communication
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
P2P	Peer to Peer
PIR	Passive infrared sensor
RFID	Radio Frequency Identification
SC-FDMA	Single-carrier frequency division multiple Access
SIM	Subscriber Identity Module.
SMS	Short Message Service
TCP	Transmission Control Protocol
TTL	Transistor-Transistor Logic
UDP	User Datagram Protocol
UIT	L'union internationale des télécommunications
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
USB	Universal Serial Bus.
V	Volt.
VCC	Voice call continuity
VDI	Voix, Données, Images
VIN	Volt In.
WAN	Wide area network
WIFI	Wireless fidelity
WIMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WMAN	Wireless Metropolitan Area Network
WPAN	Wireless Personal Area Network
WWAN	Wireless Wide Area Network
xPL	eXtremely simple protocol

Introduction générale

Dans le cadre de notre projet de fin d'études : "**Etude et application d'un système de communication M2M** ", nous avons abordé une thématique très importante et tout à fait nouvelle. Cette technologie est l'utilisation des réseaux M2M dans une application domotique qui est la maison intelligente.

Actuellement, les technologies des communications sans fil sont confinées entre les personnes seulement. Au cours des dernières années l'évolution de ces technologies a montré un progrès rapide où la transmission des données (voix, message, vidéo, fichiers, applications...) a évolué avec une forte croissance, et où il n'était pas seulement nécessaire de communiquer entre les personnes, mais aussi entre les machines. De là, est apparue une nouvelle technologie appelée : communications machine à machine M2M.

M2M est une communication entre des appareils intelligents sans intervention humaine. C'est l'équivalent d'une autre technologie appelée, l'internet des objets (IDO) qui met en liaison l'Internet et les objets, les lieux et les environnements physiques. Ces deux éléments ont connu un grand développement où on estime qu'à la fin de 2020, qu'il y aurait près de 50 milliards d'appareils connectés dans le monde.

D'abord, nous commencerons par définir, et détailler le fonctionnement et l'architecture de M2M et d'IDO, nous verrons la différence entre eux, les différents standards utilisés (Bluetooth, ZigBee, Z-wave, LTE-M...). Ensuite, nous allons avoir une approche sur le marché de ces technologies, et certains domaines d'application (la santé, l'industrie, le transport, l'énergie, la sécurité, la domotique...).

Dans le deuxième chapitre, on va aborder la domotique (maison intelligente ou Smart Home) comme un domaine d'application très important. La domotique est l'ensemble des techniques, qui contrôlent les applications de la maison intelligente de manière simple pour améliorer le confort et assurer la sécurité. Dans ce chapitre, nous allons présenter des notions sur les fonctions et les réseaux de la communication domotique, le marché de la maison intelligente, le prix, les avantages et les inconvénients, ainsi que les solutions pour implanter une maison intelligente.

Par la suite, nous allons détailler les différentes cartes pour réaliser un système domotique (la carte BeagleBone, STM32, Raspberry pi, Arduino). Parmi ces cartes on a choisi

Introduction générale

la carte Arduino pour réaliser la partie pratique de notre projet. Cette carte est une plateforme utilisée pour concevoir des projets plus développés dans plusieurs domaines. Elle se décline elle-même sous plusieurs types de cartes (carte Arduino UNO, Leonardo, Méga, Mini pro, Yun...). Notre choix s'est porté sur la carte UNO pour réaliser notre propre solution domotique, où on va découvrir en détail cette carte à partir de la définition, la constitution, les caractéristiques, et la programmation de cette carte etc...

Dans le chapitre 3, nous allons discuter des problèmes les plus récurrents (accidents de gaz, d'incendie, manque de sécurité, vol) qui nous ont amenées à choisir la maison intelligente en particulier, et nous verrons ensemble les solutions pour minimiser ce type de problèmes.

On va exposer les étapes pour concevoir une maison intelligente réussie, aussi on va détailler le concept du système, à commencer par l'architecture de la solution des problèmes, après cela nous présenterons tous les composants (modules, capteurs ...), logiciel et applications utilisés pour notre projet.

Finalement, le quatrième chapitre est consacré à la réalisation virtuelle (programmation et simulation), et la réalisation matérielle (pratique, et montages) des différentes tâches utilisées (détection du Gaz, détection des incendies, détection de mouvement, capter la distance, l'acquisition de la température, l'éclairage ...)

La réalisation virtuelle sera réalisée grâce à deux logiciels Proteus Isis 8 et Arduino IDE.

La réalisation pratique se fera avec les composants qui seront utilisés avec la carte Arduino UNO.

Aussi toutes ces tâches seront contrôlées par une application Android, que nous allons concevoir à l'aide du site Web de l'application App Inventor.

Et nous allons illustrer enfin notre travail par une implémentation de toutes les tâches réalisées sur une maquette comme prototype final de notre propre Smart Home.

Nous terminerons notre étude par une conclusion générale qui sera une synthèse globale de notre réalisation ainsi que des résultats obtenus.

Chapitre 01

Concepts fondamentaux du M2M

- La communication M2M
- Standards et réseaux (technologies) sans fil du M2M
- Le M2M vers l'IOT
- Les domaines d'application du M2M et IOT

I.1. Introduction

Au cours des dernières décennies, de nouvelles évolutions technologiques dans les réseaux sans fil ont été développées pour faciliter la communication entre individus. Par la suite, des appareils électroniques intelligents ont été conçus et utilisés pour se connecter, ne nécessitant ni surveillance ni interaction humaine. Ce type de communication de données, sont connus sous le nom de «machine à machine» (M2M). Dans ce chapitre nous présentons les concepts fondamentaux de la communication M2M, à partir de la définition, l'architecture, le fonctionnement, l'adressage, la sécurité des M2M, les réseaux et les standards utilisés dans cette communication. Et au aussi on va voir la différence et les points communs entre le M2M et la technologie suivante qui est l'Internet des objets (IOT).

I.2. La communication M2M

I.2.1. Définition

L'abréviation M2M désigne divers concepts, à savoir : Man to-Machine (qui veut dire communication entre un périphérique actionné par l'homme et une machine), Machine-to-Mobile. Cependant, le sens le plus courant est Machine-to-Machine. [1]

- **Machine-to-Machine**

C'est une association des technologies de l'information et de la communication capables de mesurer, de transmettre, et de réagir sur les informations [2] entre des équipements matériels et des serveurs informatiques (ordinateurs, capteurs intelligents, actionneurs et appareils mobiles) [3], dans le but de donner à ces derniers les moyens d'interagir sans intervention humaine avec le système d'information d'une organisation ou d'une entreprise. [4]

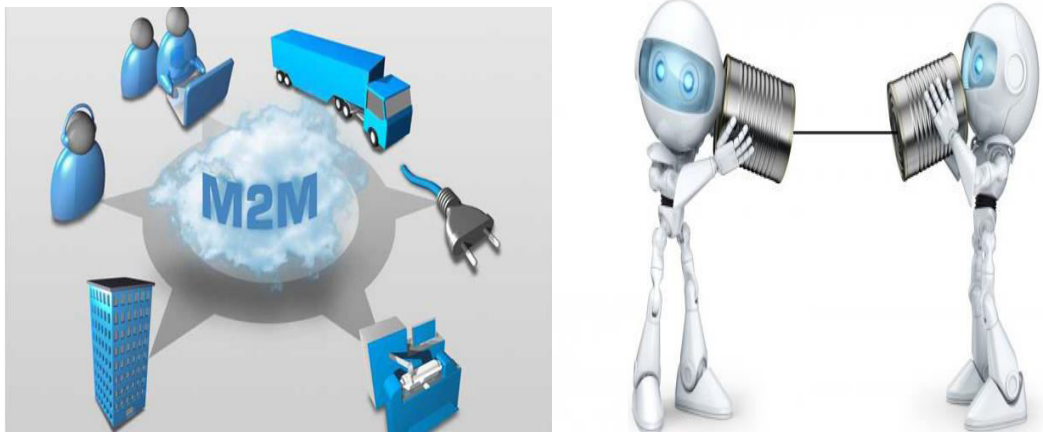


Figure I. 1: M2M machine à machine logos

I.2.2. Historique

- La première utilisation de la communication M2M est souvent créditée à Theodore Paraskevakos, qui a inventé une technologie liée à la transmission de données sur des lignes téléphoniques. En 2002, l'entreprise Nokia est associée à Opto 22 pour offrir des services de communication sans fil M2M à ses clients. [5]
- En 2006, la technologie M2Mi a été utilisée par la NASA pour développer une intelligence machine to machine automatisée
- Au début de 2010, un groupe a commencé à collaborer à la création d'un site de machine à machine, qui a servi comme un hub. En juin 2010, l'opérateur de messagerie mobile Tyntec a annoncé la disponibilité de ses services SMS hautement fiables pour les applications M2M. En avril 2011, Ericsson a acquis la plate-forme de M2M de Telenor Connexion. En mai 2013, les fournisseurs de services réseau ont créé l'International Machine to Machine Council (IMC). Elle est la première organisation professionnelle à desservir l'ensemble de l'écosystème de machine à machine. [6]

I.2.3. Fonctionnement et architecture de communication M2M

- **Fonctionnement**

M2M utilise des machines pour surveiller certains événements avec des appareils (capteurs) [7]. L'événement capturé (tels que la température), est relayé via un réseau (sans fil, filaire) à une application (logiciel) qui traduit cet événement en informations significatives [8], contrôlent et informent automatiquement les autres machines. [7]

- **Architecture des réseaux de communication M2M**

La figure I.2 illustre une architecture simple du système M2M

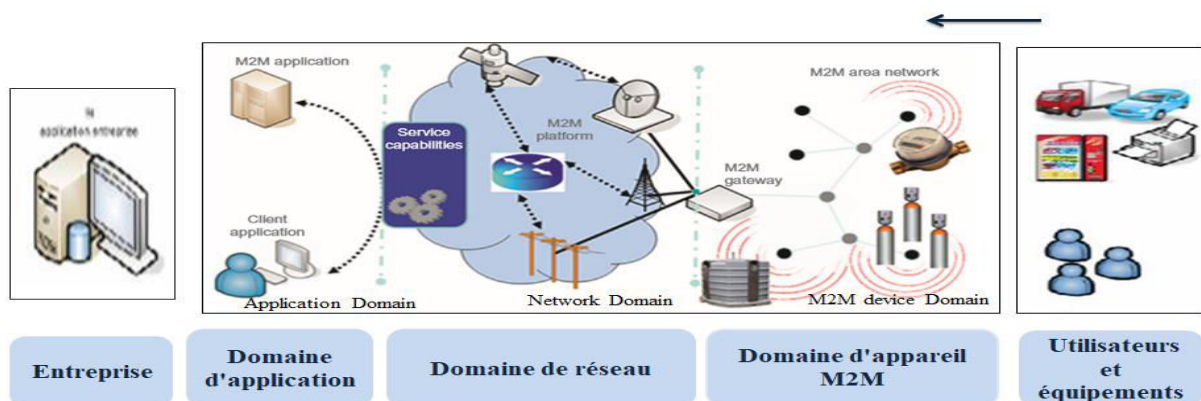


Figure I. 2 : Architecture des réseaux M2M

A. Utilisateurs et équipements : personnes physiques (capteur de position) ou machines (des photocopieurs d'entreprises) avec lesquelles on souhaite interagir. [3]

B. Domaine d'appareil M2M (Device Domain)

B.1. Objet intelligent (device) : capteur, actionneur capable de transmettre des données de manière autonome. [9]

L'appareil (device) peut se connecter au domaine de réseau de trois méthodes :

- **La première méthode de connexion** : la connectivité directe [10], le device M2M se connecte à la plate-forme de service M2M directement via une connexion de réseau étendu (WAN) (3G / 4G). [11]
- **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. [10]

B.2. Passerelle M2M : La passerelle M2M collecte et traite les données, simplifie l'utilisation des périphériques M2M et gère leur configuration. En outre, elle garantit que les périphériques M2M interagissent avec le réseau de communication. [11]

B.3. Réseau local M2M (M2M area network) : assure la connectivité entre les périphériques M2M et les passerelles M2M [9]. 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 périphériques peuvent communiquer. [11]

C. Domaine de réseau (network Domain) :

C.1. Réseaux de communication M2M : il couvre les communications entre les passerelles M2M et les applications M2M, par exemple LTE, WiMax et WLAN. [9]

C.2. Plate-forme M2M : Elle comporte généralement d'autres outils permettant notamment l'administration des objets et leur exploitation. On y trouve généralement un middleware dont le rôle est d'orchestrer les flux de données avec les différents objets. Ses fonctionnalités sont de gérer des files d'attente, d'archiver les messages échangés. [3]

D. Domaine d'application

Les applications M2M seront basées sur les actifs infrastructurels (par exemple les facilitateurs d'accès) fournis par l'opérateur. [9]

E. Système d'information d'entreprise

Dans le premier cas, le middleware de la plate-forme de services apportera les éléments de connectivité nécessaires à l'intégration avec les applications spécifiques de l'entreprise. Dans le deuxième cas, la solution M2M peut proposer une interface de visualisation des échanges, sans interaction avec le reste du système d'information. [3]

I.2.4. Carte SIM M2M

Les SIM M2M sont des puces contenant un microcontrôleur de mémoire. Ce dernier permet de stocker des données ou des applications, puis de transmettre à travers un réseau spécifique. Les cartes SIM grand public sont conçues pour nos objets du quotidien comme les smartphones, les tablettes. Les cartes SIM M2M sont, dédiées spécifiquement aux objets connectés professionnels et aux projets industriels. Sont multicanaux (Data, Voix, SMS) et passer par différents réseaux (2G/3G/4G). [12]



Figure I. 3: Exemple de carte SIM M2M

I.2.5. le protocole IPV6

IPv6 est un protocole principal de la couche réseau, vise à fournir une communication de bout en bout entre les interfaces réseau, même lorsque le nombre de participants à Internet et la demande correspondante d'espace d'adressage ne cessent d'augmenter. [13]

I.2.5.1. Types de format d'adresse IPV6

- Unicast: identifiant pour une seule interface, un paquet envoyé à une adresse unicast est remis à l'interface identifiée par cette adresse.
- Anycast: identifiant pour un ensemble d'interfaces, un paquet envoyé à une adresse Anycast est remis à l'une des interfaces identifiées par cette adresse ("la plus proche" en fonction de la distance des protocoles de routage)
- Multicast: identifiant d'un ensemble d'interfaces, un paquet envoyé à une adresse de multicast est remis à toutes les interfaces identifiées par cette adresse. [14]

I.2.5.2. En-tête et adressage

- Le champ d'option menant à une taille d'en-tête variable, a été retiré et remplacé par des extensions. Une extension peut être considérée comme un protocole intermédiaire entre les couches 3 (IP) et 4 (UDP, TCP). [15]
- IPv6 augmente la taille des adresses IP de 32 bits à 128 bits, pour supporter plusieurs niveaux de hiérarchies d'adressages, un bien plus grand nombre de nœuds adressables et une auto-configuration plus simple des adresses. [16]

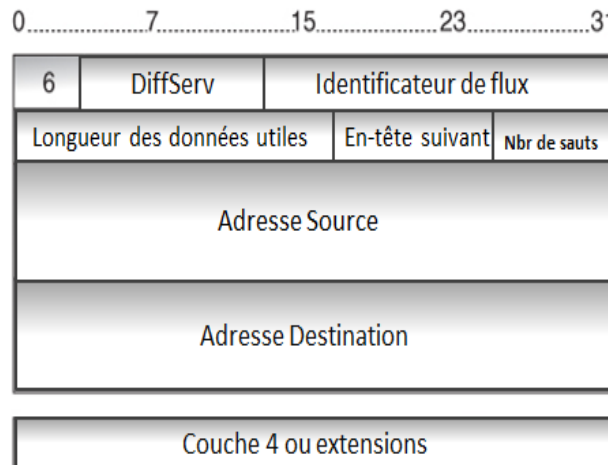


Figure I. 4: L'entête IPV6

I.2.6.M2M et sécurité :

Comme les attaques sur les ordinateurs sont connues aujourd'hui, d'autres attaques seront lancées sur les machines de demain.

I.2.6.1. Les raisons de l'augmentation des attaques sur les machines

1. Les systèmes d'exploitation standards sont de plus en plus utilisés dans les applications M2M. Cela signifie que des faiblesses similaires, bien connues, sont présentes dans un grand nombre de périphériques.
2. Les normes et protocoles de communication étant les mêmes, les mêmes méthodes de piratage s'appliquent.
3. Les machines sont également connectées sur Internet - une porte ouverte pour les attaques à distance.
4. Les machines fonctionnent de manière autonome sur le terrain 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. Il est beaucoup plus difficile de détecter rapidement une attaque et encore plus difficile (et coûteux) d'accéder physiquement aux appareils pour les réparer.

- **Confidentialité** : La confidentialité consiste essentiellement à garder les informations secrètes vis-à-vis de tiers non autorisés. Un réseau intégré ne doit pas divulguer les données aux réseaux voisins ou aux adversaires. [17]

-**Intégrité** : L'intégrité signifie que les données produites et consommées par le réseau ne doivent pas être modifiées de manière malveillante. C'est une propriété obligatoire.

-**Disponibilité** : La disponibilité implique que les utilisateurs d'un réseau intégré doivent être capables d'accéder à ses services lorsqu'ils en ont besoin. La disponibilité doit être assurée que les mécanismes de sécurité imposés pour la confidentialité et l'authentification des données.

-**Fraîcheur** : La fraîcheur signifie que les données doivent être récentes afin de permettre la protection des anciens messages. Il s'agit d'une exigence de sécurité importante pour garantir qu'aucun message n'a été rejoué. [2]

I.2.7.Les avantages de la communication M2M

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

- Permettre de nouveaux modèles d'affaires.

- Améliorer la qualité la connectivité M2M est en cours d'adoption pour prendre en charge les systèmes de voiture partagée et mutualisée.

- Améliorer la qualité, se manifeste dans de nombreuses situations différentes la surveillance des patients La collecte automatique de données équivalentes, via une solution M2M, augmente à la fois la qualité et la cohérence des données, contrôle des poubelles pour s'assurer qu'elles ne sont vidées que lorsque le plein est rempli, au contrôle plus étroit de l'augmentation du prévalence de la maladie et au bénéfice du bien-être des animaux.

- Permettre une action préventive, sauver la planète. [2]

I.3.Standards et réseaux (technologies) sans fil du M2M

I.3.1.Les réseaux sans fils

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques (radio et infrarouges) au lieu et à la place des câbles habituels. Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée ainsi que le débit et la portée des transmissions. Les réseaux sans fil permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. [18]

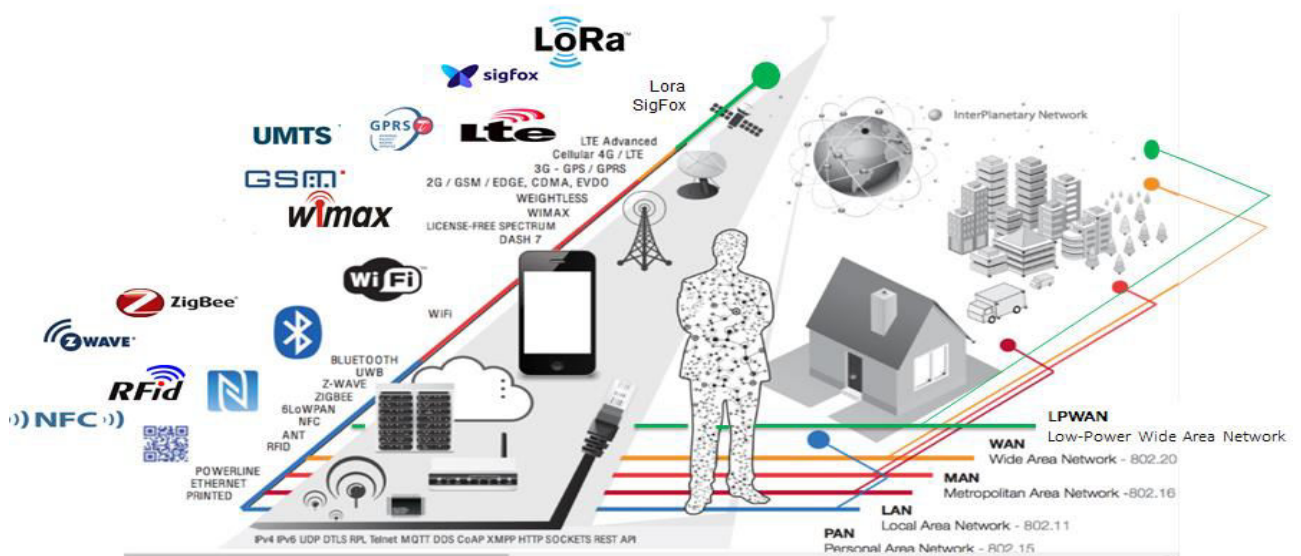


Figure I. 5: Les types des réseaux sans fil

I.3.2. Les types des réseaux sans fil

Il existe trois types de réseaux sans fil destinés au M2M : les réseaux à courte portée, les réseaux moyenne portée, et les réseaux longs portés

I.3.2.1. Les réseaux à courte portée

A) 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. [19]

1) Le réseau Bluetooth

Bluetooth (standard IEEE 802.15.1) est né dans les années 1990 fonctionnant dans la bande libre des 2,4 GHz et fondée sur l'étalement de spectre par saut de fréquence (FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum). C'est une solution robuste qui permet de réaliser des picoréseaux synchrones constitués d'un maître et de sept esclaves, sur une portée typiquement de 10 m, avec un débit maximum de 2,1 Mbit/s. [20]



Figure I. 6: Logo du standard Bluetooth

La norme a considérablement évolué et la dernière version (v.4.0) incorpore un mode faible consommation. Le Bluetooth basse consommation (low-Energy) a une consommation d'énergie 10 à 20 fois inférieure à celle du standard Bluetooth d'origine, tout en permettant de transmettre des données 50 fois plus rapidement. Les applications M2M pouvant utiliser Bluetooth comprennent l'automatisation industrielle, les appareils de sport, médicaux, etc. [21]

1.1. Le Fonctionnement de Bluetooth

L'ensemble des appareils reliés définit un espace de communication appelé piconet: un réseau piconet est constitué de 8 appareils au maximum (adresse codée sur 3 bits) l'appareil qui initie l'échange joue le rôle de maître, tandis que le ou les autres sont dits esclaves le maître impose son horloge aux esclaves (synchronisation) et les fréquences de travail les appareils ne faisant pas partie du piconet sont en mode «stand-by»ou «park» les piconets peuvent être interconnectés pour former un réseau de diffusion ou scatternet(10 piconets au maximum). [22]

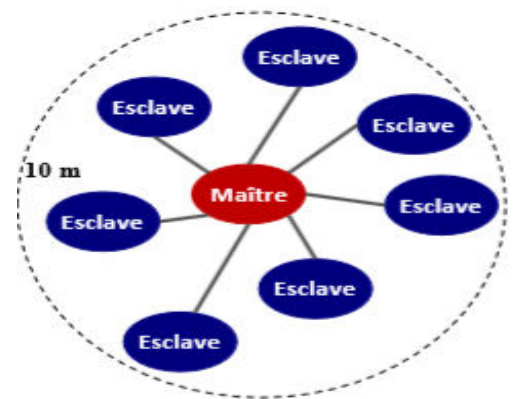


Figure I. 7: Architecture de Bluetooth

2) Le standard ZigBee

ZigBee est un protocole de haut niveau proposé en 1998, permettant la communication de petites radios, à consommation réduite, basée sur la norme IEEE 802.15.4.

La norme ZigBee PRO est optimisée pour une faible consommation d'énergie et la prise en charge de réseaux étendus comptant des milliers, la norme IEEE 802.15.4 définit les protocoles pour les dispositifs de communication de données utilisant des transmissions à faible débit, complexité faible. La fréquence 2,4 GHz offre un débit de données plus élevé (jusqu'à 250 kbps) mais la portée est plus limitée. Dans la bande des 868 MHz, la portée est améliorée, mais le débit de données est limité à 20 kbps et un seul canal est disponible. [23]



Figure I. 8: Standard ZigBee logo

3) 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, et permettant à un dispositif à ondes radioélectriques de les lire à distance. [24]

4) Le protocole Z-wave

Le Z-Wave est un protocole utilisé pour contrôler des appareils électriques domestiques. Utilisant la bande de fréquence 868,42 Mhz en Europe, il est conçu pour unifier les équipements électriques tels que : l'éclairage, les thermostats, alarmes, ordinateurs, téléphones, climatisation, volets roulants, stores en un seul réseau. Il existe plus de 600 appareils électriques domestiques de fabricants associés au système Z-wave qui est une technologie de réseau maille RF est une marque déposée de Zensys Inc. [25]

B) 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. [26]

1) Le réseau WIFI (IEEE 802.11)

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 [27]. Les principales applications M2M actuellement desservies par le Wi-Fi ont tendance à être celles impliquant des contenus vidéo ou autres contenus multimédias. La technologie fonctionne dans les bandes de 2,4 GHz et 5 GHz [21], le Wifi il a deux modes de fonctionnement :



Figure I. 9: Logo du réseau WIFI

1.1 Le mode infrastructure :

En mode infrastructure, chaque ordinateur station se connecte à un point d'accès via une liaison sans fil. L'ensemble formé par le point d'accès et les stations situés dans sa zone de couverture est appelé ensemble de services de base et constitue une cellule. [28]

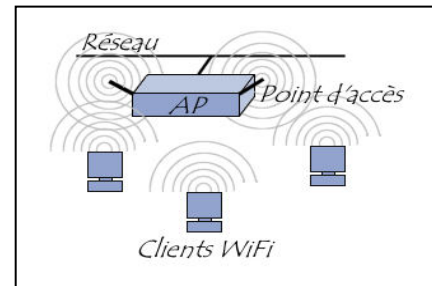


Figure I. 10: le mode infrastructure

1.2 Le mode Ad-Hoc :

En mode ad hoc, les machines sans fil clientes se connectent les unes aux autres afin de constituer un réseau point à point, chaque machine joue en même temps de rôle de client et le rôle de point d'accès. [28]

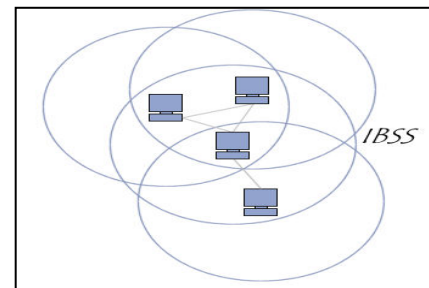


Figure I. 11: Le mode Ad-Hoc

- **Standard 802.11ah de WIFI**

La variante 802.11ah récemment lancée est particulièrement intéressante pour les applications M2M. Elle est conçue pour offrir une portée étendue, une efficacité énergétique et un fonctionnement évolutif, ce qui la rend plus adaptée aux applications à faible débit de données. La nouvelle norme est conçue pour fonctionner dans les bandes inférieures à 1 GHz et prend en charge les modes de bande passante plus étroits (1 et 2 MHz) destinés aux capteurs à faible coût alimentés par batterie. La norme 802.11ah est en cours de normalisation dans IEEE et une version 2.0 on s'attend à ce que la nouvelle norme soit exploitée dans les fréquences 863-868 MHz. [21]

I.3.2.2. Le réseau moyenne portée

C) Le réseau métropolitain sans fil WMAN

Le réseau métropolitain sans fils est connu sous le nom de Boucle Locale Radio (BLR). Les WMAN sont 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. [28]

I.3.2.3. le réseau longue portée

D) Le réseau étendu sans fil WWAN

WWAN 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. [26]

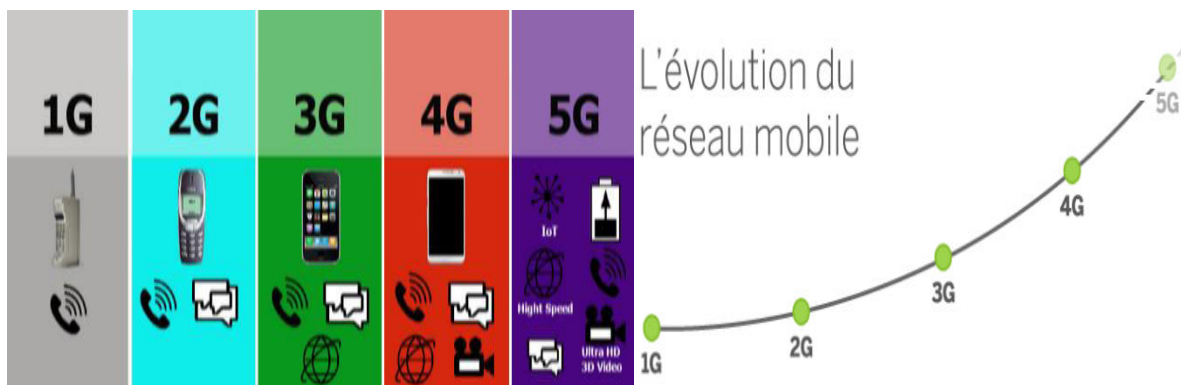


Figure I. 12: Les générations de téléphonie mobile

▪ Le standard 3GPP

3GPP est un organisme de normalisation créé en décembre 1998 pour élaborer des spécifications applicables aux réseaux de radiocommunications mobiles de 3G dont le cœur est basé sur une évolution des infrastructures GSM actuelles et dont les interfaces radio reposent sur les recommandations UTRA (UMTS Radio Access Network) [29]. Il a défini aussi plusieurs caractéristiques de communication des dispositifs MTC (machine type communication). Le 3GPP dessert une grande majorité des réseaux de télécommunication dans le monde. Il assure également la maintenance, l'évolution des standards GSM et GPRS, UMTS, LTE, et prépare l'évolution vers les standards de 5ème génération. [30] Dans notre mémoire nous nous intéressons plus particulièrement à la 4G et la 5G, donc on va définir ces deux technologies.

1) La 4G LTE

- **Définition**

La **4G** représente le plus récent bond technologique en matière de téléphonie mobile numérique, et l'un des plus significatifs à ce jour. Elle permet en effet, dans des conditions optimales, de doter les smartphone ou les tablettes d'un débit équivalent à celui de la fibre optique.

Le LTE utilise des bandes de fréquences hertziennes d'une largeur pouvant varier de 1,4 MHz à 20 MHz, permettant ainsi d'obtenir (pour une bande 20 MHz) un débit binaire théorique de 300 Mbit/s en « downlink », alors que la "vraie 4G" offre un débit descendant atteignant 1Gbit/s. Comme technique de modulation, le multiplexage OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) apporte une optimisation dans l'utilisation des fréquences en minimisant les interférences. [31]

- **Architecture du LTE**

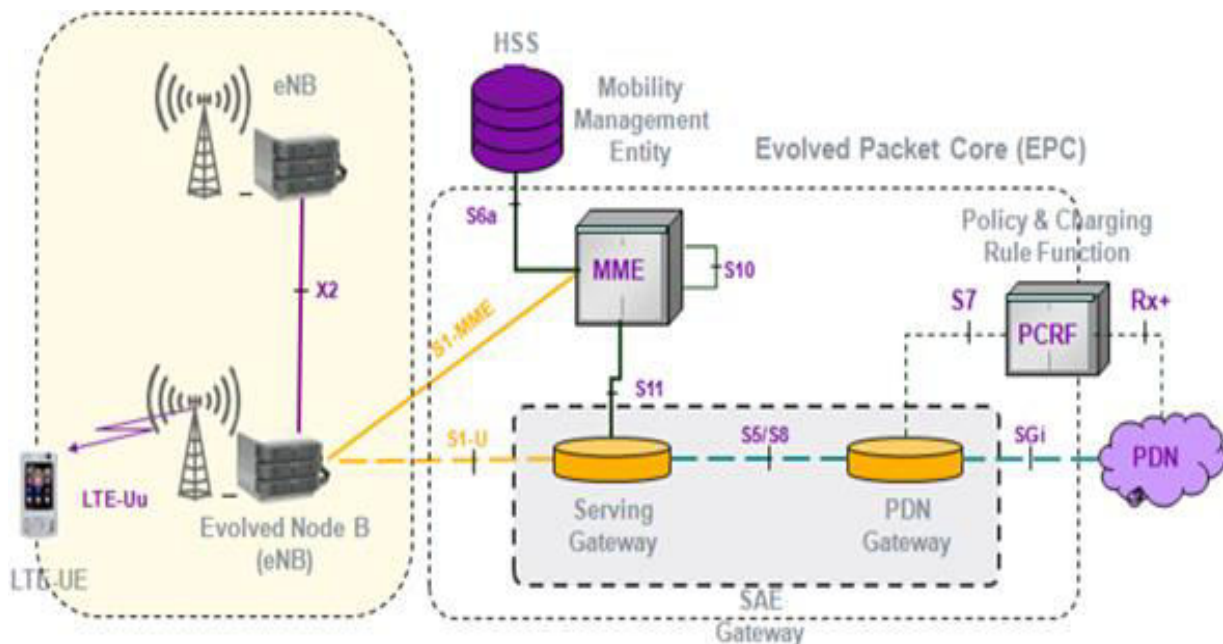


Figure I. 13: Architecture du réseau LTE.

Les réseaux LTE sont des réseaux cellulaires constitués de milliers de cellules radio qui utilisent les mêmes fréquences hertziennes, y compris dans les cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA et SC-FDMA. La figure I.13 présente l'architecture du réseau LTE. En général ce réseau est constitué de deux parties :

Radio (eUTRAN) et un cœur de réseau (EPC). [31]

2) Le réseau LTE-M

➤ Définition

Un réseau LTE-M « Long Term Evolution for Machines », soit l'évolution à long terme pour les machines est un réseau parfaitement adapté à la technologie M2M et les objets connectés. Ce réseau propose des débits plus importants à peu près égaux à 1Mbit/s, via une occupation spectrale de 1,4 MHz. [32]



Figure I. 14: Logo LTE-M

➤ Le LTE-M dans M2M

L'extension LTE-M vise à répondre aux contraintes spécifiques des communications M2M en matière d'énergie, de spectre, de coût et d'efficacité.

LTE-M est publié en 2017 et atteindre les objectifs suivants [33] :

- Faible consommation d'énergie et autonomie.
- Déploiement facile.
- Interopérabilité,
- Faible coût global,

3) La 5G

❖ la nouvelle frontière de la technologie mobile

La 5G est la cinquième génération de la technologie de communication sans fil fonctionne avec un signal 5 GHz qui offre des vitesses jusqu'à 1 Gb/s pour des dizaines de connexions ou des dizaines de Mb/s pour des dizaines de milliers de connexions [34]. Le lancement de la 5G est prévu en 2020.

❖ La 5G dans un monde idéal

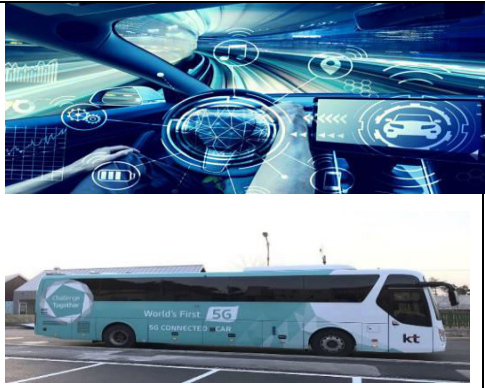


<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Automobile et transport</p>		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Avec la 5G, l'automobile deviendra plus sûre, le trafic plus fluide et son rôle sera important dans la conduite autonome, plus d'efficacité dans la circulation routière. ➤ Assistance à un croisement de route ➤ Anticipation d'un freinage d'urgence ➤ Détection d'un piéton traversant la voie ➤ Assistance au passage d'une intersection ➤ Détection d'un véhicule lent ou à l'arrêt
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Services publics</p>		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Niveaux élevés de connectivité soutenus par un environnement réglementaire solide ➤ Conception d'un nouvel écosystème de dispositifs et de réseaux afin de répondre aux besoins des consommateurs
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Soins de santé</p>		<ul style="list-style-type: none"> ➤ La prévention des maladies relève du domaine des soins de santé au même titre que le traitement de celles-ci ➤ L'amélioration du bien-être et de la qualité de vie relèvent du domaine des soins de santé ➤ Offrir un cadre interactif d'échange en information médicale, télédiagnostic, télé thérapeutique et en recherche médicale. ➤ Encadrer à distance les professionnels de la santé tout en assurant leur formation Continue.

Tableau 1. La 5G dans le monde idéal

E) 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 LPWAN utilisent les bandes de fréquences à usage libre sans licence appelées ISM (Industrial, Scientific, Medical). Avec une vitesse de transmission de 300 bps à 5 kbps et une bande passante de 125 kHz Parmi ces technologies, MQTT, Lora, Sigfox, LTE-M. [35]

• **Le protocole MQTT**

Le protocole MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) est un protocole de messagerie de type publication/souscription basé sur le protocole TCP/IP. Ce protocole

spécialement dédié au monde du M2M et aux IOT .Il permet à deux équipements distants de communiquer via des messages de manière asynchrone avec une faible bande passante. Il est utilisé pour faire communiquer des objets connectés qui collectent les différentes informations issues de capteurs intégrés et ces capteurs sont envoyés via MQTT.

Le MQTT fonctionne sur les périphériques embarqués comme l'Arduino ou le Raspberry pi. Pour mettre en place une communication via MQTT, on aura d'une part le Broker ou serveur MQTT et d'autre part le client MQTT. Il existe des projets open source comme Mosquitto qui permet de mettre en œuvre le protocole MQTT. Des bibliothèques MQTT sont aussi disponibles pour la conception de clients MQTT dans les langages comme Arduino, C, C++, Java, Python etc. [36]



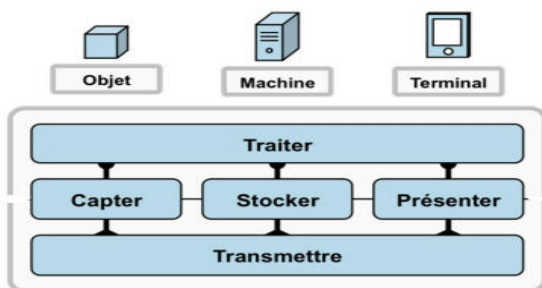
Figure I. 15: Logo de protocole MQTT

I.4.Le M2M vers l'IOT

I.4.1.Définition de l'IOT :

L'Internet des Objets est présenté par l'Union Internationale des Télécommunications comme une "infrastructure mondiale pour la société de l'information, qui permet de disposer de services évolués en interconnectant des objets (physiques ou virtuels) grâce aux technologies de l'information et de la communication interopérable existantes ou en évolution". [37]

I.4.2.Un 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 « Gateway » avec Internet. [38]

Figure I. 16: Collecte de données

I.4.3. Type d'objet

Il existe deux types d'objets dans l'IOT, des objets actifs et des objets passifs.

- **Objets actifs** peut stocker tout ou partie de son identité et échanger directement ces informations avec d'autres objets actifs. [39]
- **Objet passif** l'identité d'un objet passif n'est pas directement stockée dans celui-ci, à l'exception de l'identifiant, et nécessite l'utilisation d'une infrastructure tierce capable de stocker cette information. [39]

I.4.4. Architecture d'un Réseau IOT

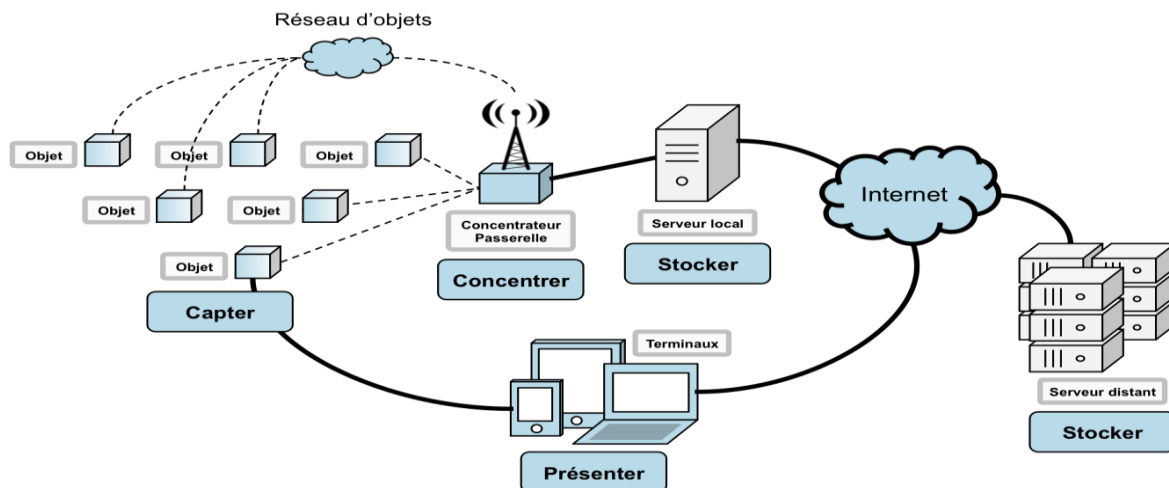


Figure I. 17: Architecture de l'IOT

Précisons le rôle des différents processus présentés sur la Figure [38] :

Capter permet de transformer une grandeur physique analogique en un signal numérique.

Concentrer permet d'interfacer un réseau spécialisé d'objet à un réseau IP standard.

Stocker permet de rassembler des données brutes, produites en temps réel, arrivant de façon non prévue.

Préserver permet de collecter les informations de façon compréhensible par l'homme, en lui offrant un moyen d'agir et/ou d'interagir.

I.4.5. La différence entre le M2M et l'IoT

Le M2M se définit traditionnellement par un réseau de télécommunication point à point utilisant un module cellulaire ou Wifi intégré, pour connecter des machines ou des

objets à un réseau, les informations circulent d'un endroit à un autre et peuvent être relayées via un serveur vers un logiciel.

L'IoT est considéré comme un système où chaque objet est identifié et communique avec une plateforme Cloud. Il induit une standardisation, des normes communes dans son fonctionnement. La plupart des objets connectés sont par exemple identifiés par une adresse IP, à l'instar d'un ordinateur raccordé à Internet. Le but est de récupérer, traiter, analyser les informations, les données et de les stocker. [40]

I.4.6. Le marché du M2M et l'IOT

I.4.6.1. Les consommateurs connectés

Dans le M2M

Machina Research prévoit que le nombre total d'appareils connectés au M2M passera de 3,6 milliards en 2013 à 26,1 milliards en 2023. Cela comprend les réseaux locaux, tels que WiFi ou ZigBee, et les réseaux étendus, tels que les connexions cellulaires. Connected Living and Working est le secteur le plus important avec plus de 21 milliards de connexions en 2023. Ce secteur comprend les applications à volume élevé telles que l'électronique, la sécurité domestique et les compteurs intelligents. La grande majorité des connexions dans ce secteur sont à courte distance. Le deuxième secteur en importance, celui de la voiture connectée, est par définition entièrement dominé par les connexions à grande surface. [41]

Dans L'IDO (IOT)

D'autre part, prévoit que le marché mondial de l'IdO passera d'une base de 42 milliards d'objets en 2015 à 155 milliards en 2025. Sans surprise, l'IOT représente la majeure partie du marché de l'IOT (80%), grâce à son adoption généralisée par plusieurs secteurs et au coût très faible des tags. Le segment des périphériques d'information connectés est le deuxième en termes de volume, représentant 13% du matériel connecté. Le M2M (machine à machine) ne représente que 6% du marché actuel. Et le plus petit marché en termes de volume est aussi le plus récent : Wearables & objets connectés avec 1% en 2015. Mais ce marché va connaître la croissance plus rapide au cours des 10 prochaines années. [42]

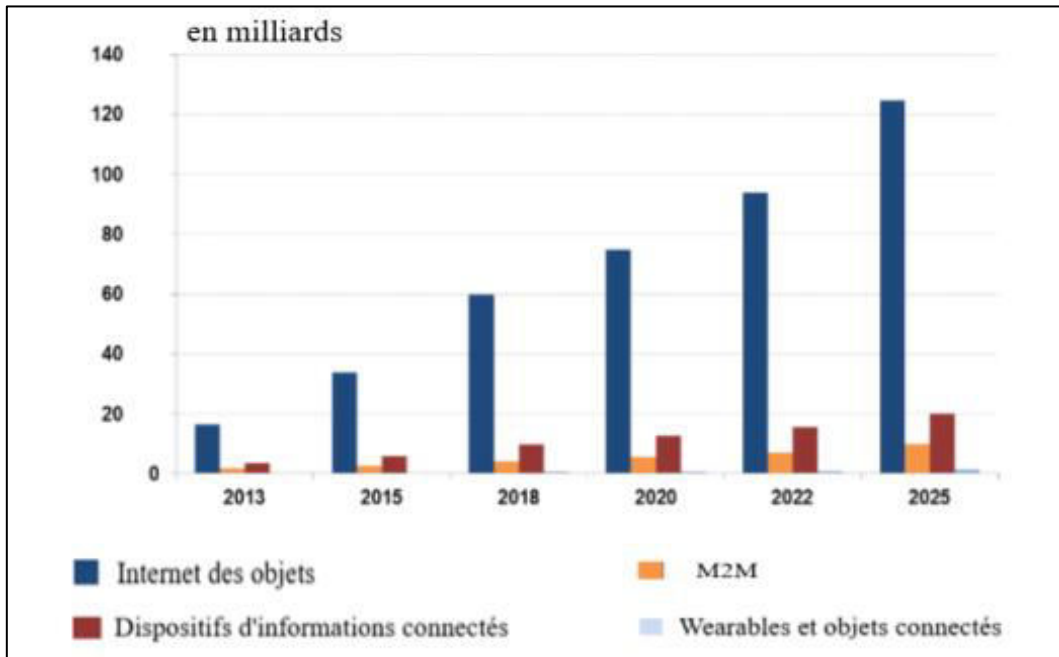


Figure I. 18: le pourcentage marché de M2M et IDO de 2013 à 2025

I.5. Les domaines d’application du M2M et IOT :

Il existe une panoplie de domaines d'applications pour le secteur du M2M et l’IOT que ce soit dans le monde industriel ou dans la vie quotidienne. Dans cette partie on va présenter quelques applications du M2M et IOT.

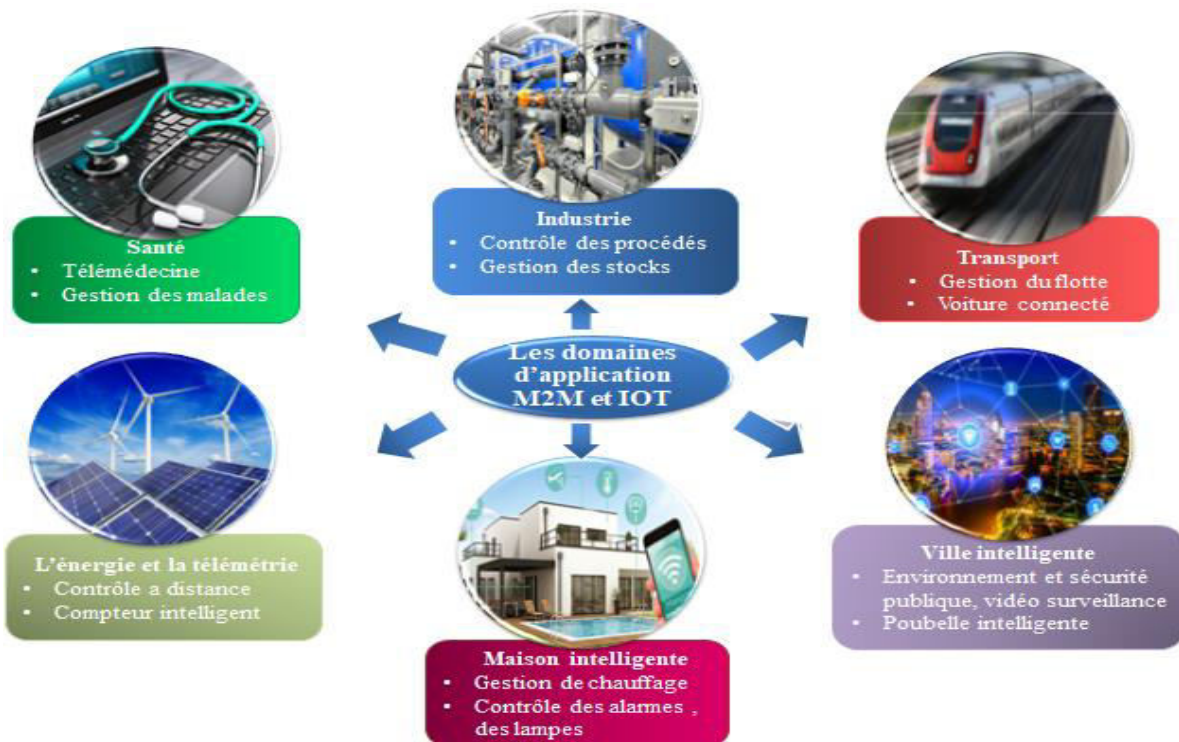


Figure I. 19: Les domaines d’application du M2M et l’IOT

I.5.1. La santé

Dans le secteur de la santé, l'utilisation de la technologie M2M conduira à un système de soins de santé plus rentable, permettant aux personnes ayant des problèmes de santé de mieux gérer leur santé sans perturber leur travail quotidien et leur vie [2]. Les collecteurs de données d'un réseau de soins de santé utilisent des capteurs corporels pour surveiller diverses mesures de la santé, Un réseau de capteurs (BAN) est généralement déployé autour du patient pour enregistrer ses paramètres biologiques. Notamment la pression artérielle, la température, la fréquence cardiaque etc. [43]

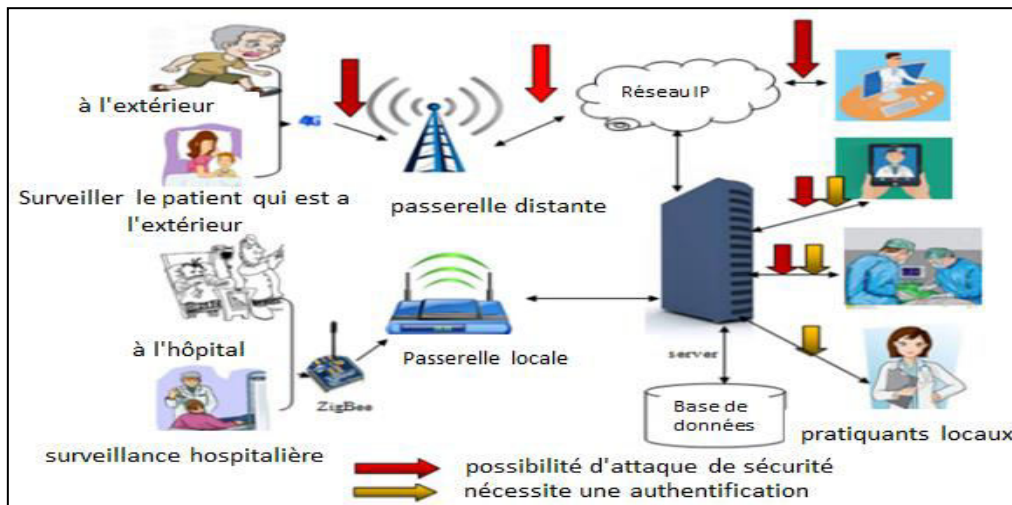


Figure I. 20: Architecture typique dans les applications de santé

I.5.2. L'industrie

Le concept d'industrie se présente comme une nouvelle manière d'organiser les moyens de production sous la forme d'usines intelligentes appelées "smart factoreries" ou "usines du futur". Ces usines sont capables d'une plus grande adaptabilité dans la production et d'une allocation plus efficace des ressources, ouvrant ainsi la voie à une nouvelle révolution industrielle. [44]

I.5.3. Le Transport intelligent

Les véhicules (voitures, trains, camions, bus) équipés de capteurs M2M, d'actionneurs et d'une puissance de traitement deviennent des entités de communication M2M. En outre, les routes et les marchandises transportées utilisent des capteurs et des étiquettes M2M qui peuvent également envoyer des informations précieuses aux centres de contrôle du trafic M2M. En cas de problème d'état, les périphériques M2M peuvent envoyer automatiquement une alerte au serveur M2M via le réseau principal 3GPP LTE / LTE-A. [45]

I.5.4. la sécurité et la surveillance

Les devices M2M de surveillance et de sécurité sont déployés dans des locaux résidentiels et professionnels, tels que des bâtiments publics, des magasins, afin de fournir des informations de données, de photos et de vidéosurveillance aux applications d'alarme de sécurité. Les réseaux cellulaires sont souvent utilisés comme accès principal pour fournir une connectivité aux applications. [14]

I.5.5. L'énergie et la télémétrie

L'objectif de la télémétrie est de contrôler à distance. C'est le cas dans l'énergie avec les compteurs dits intelligents. La télémétrie s'agit de récupérer les données des compteurs pour mesurer la consommation, faciliter et fiabiliser la facturation, étudier les tendances de consommation. La lecture automatique à distance des compteurs permet de réduire considérablement les coûts. [46]

I.5.6. Le réseau intelligent (Smart Grid)

C'est le système intelligent de distribution de l'électricité dont le but est de contrôler et optimiser la production, la consommation et la distribution de l'énergie en utilisant les applications M2M. Des compteurs intelligents recueillent les informations concernant l'utilisation de l'énergie et envoient les informations au serveur M2M et au fournisseur de service pour l'analyse de ces données. [47]

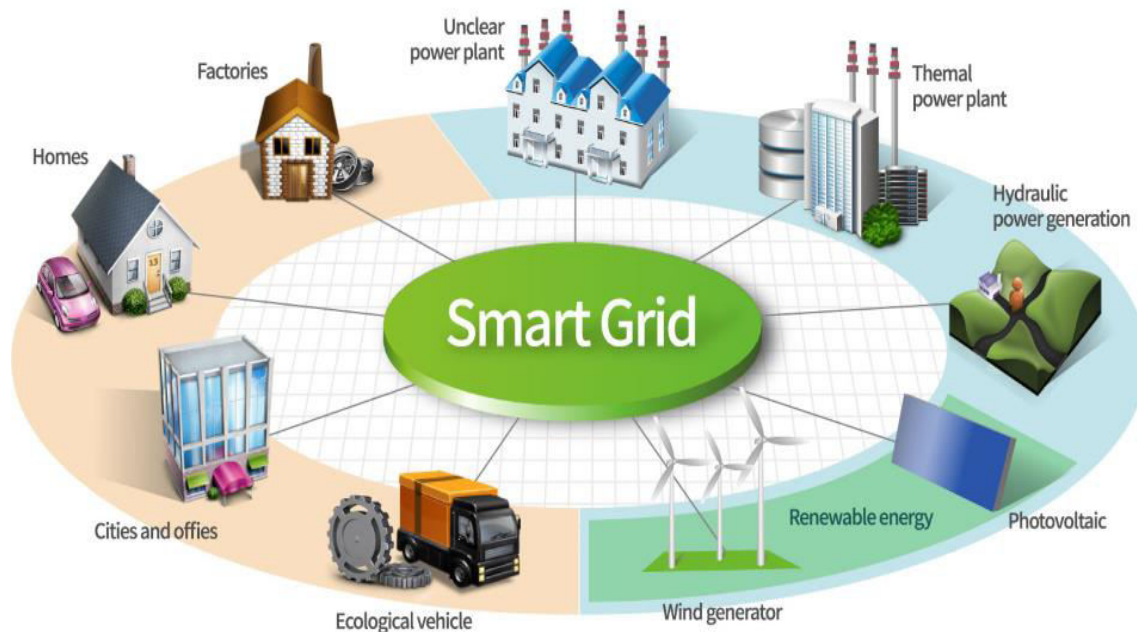


Figure I. 21: Schéma d'un réseau intelligent

I.5.7. Ville intelligente (Smart city)

Les villes d'aujourd'hui commencent à déployer des «systèmes d'exploitation» ou des plates formes de données de ville intelligente reposant sur la saisie de données provenant de capteurs déployés sur le terrain. Les données recueillies auprès de personnes via, par exemple, les médias sociaux ; ou des données extraites d'Internet en général. Les plateformes traitent ensuite les données, souvent en temps réel, et prennent les décisions appropriées. Les décisions pourraient être prises en temps réel, telles que le changement d'un contrôleur de feux de signalisation pour faciliter la congestion. [2]



Figure I. 22: Ville intelligente

I.5.8. La domotique

La domotique est l'ensemble des techniques de l'électronique, de physique du bâtiment, d'automatismes, de l'informatique et des télécommunications utilisées dans les bâtiments. La domotique vise à apporter des fonctions de confort, de gestion d'énergie, de gestion multimédia, de sécurité et de communication que l'on peut retrouver dans les maisons, les hôtels, les lieux publics. [48]

I.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté les concepts généraux du M2M et on a détaillé spécialement les réseaux et les standards les plus importants dans la communication M2M, parmi ces réseaux et standards, par exemple Bluetooth, MQTT, WIFI ,3GPP et LTE/ LTE-M qui ont été une solution pour faciliter les communications M2M. Nous avons discuté des améliorations architecturales, les fonctionnalités de ces éléments du réseau. Comme on a vu la technologie M2M suivi par l'internet des objets, et on a précisé les différentes applications de ces deux technologies.

Chapitre 02

La maison intelligente

- Présentation de la maison intelligente
- Les réseaux et la communication domotique
- Le marché de la maison intelligente
- Le prix d'une installation domotique performante
- Les avantages et les inconvénients
- Solutions pour implanter une maison intelligente
- Système Arduino
- Arduino UNO

II.1. Introduction

Les besoins de l'homme évoluent avec le développement de la technologie. Il ne fait aucun doute que la maison est l'un des besoins les plus importants de l'homme. Les maisons ont connu un grand développement depuis l'origine humaine, passant de la maison d'argile et de bois dans les premiers siècles à une maison intelligente dans ce moment qui répond à toutes les exigences de confort et de luxe. C'est quoi une maison intelligente ? Son principe ? L'équipement nécessaire, la carte qu'on va utiliser dans notre système domotique...etc. Nous verrons tout cela dans ce chapitre.

II.2. Présentation de la maison intelligente

II.2.1. Définition

La maison intelligente (Smart Home) ou domotique est l'évolution logique d'une maison possédant de nombreuses connectivités. On dirait qu'il s'agit d'un concept performant mettant en action l'ensemble des techniques et technologies électroniques, informatiques et des télécommunications permettant d'automatiser et d'optimiser les tâches au sein d'une maison sans aucune intervention humaine. [49]



Figure II.1: Représentation du smart home

Tout simplement une maison intelligente est « Une habitation équipée d'un réseau de communication reliant au moins deux produits électroniques ou services, qui permet le contrôle ou le suivi à distance ». [50]

Il nous semble important de préciser que la domotique ne s'adresse pas uniquement aux maisons neuves, les maisons en rénovation sont aussi concernées par la domotique. [49]

II.2.2.Principe de fonctionnement

Le principe de la domotique consiste à faire communiquer ensemble et entre eux les équipements électriques d'un bâtiment. On parle alors de bâtiment intelligent ou de bâtiment communicant. L'installation domotique peut être pilotée localement ou à distance depuis un Smartphone, un écran tactile ou encore un ordinateur. La domotique permet de superviser, de coordonner et de programmer les fonctions du bâtiment afin de répondre aux attentes en termes de sécurité, de confort, de gestion d'énergie et de communication. Elle participe également à l'aide au maintien à domicile des personnes âgées ou handicapées en facilitant leur quotidien. Le schéma simplifié, ci-dessous, permet de mieux comprendre la circulation des informations dans une maison «intelligente». [51]



Figure II.2 : Circulation d'information en domotique

Sens 1 : Circuit de commande, transmission des informations pour la réalisation d'une tâche à partir du tableau électrique, le WiFi, etc. [51]

Sens 2 : Informations sur l'état des appareils. [51]

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...



Figure II.3: Les différents domaines d’application du smart home

II.2.3.1. 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. Cela permet également à la personne d’être suivie à distance. Grâce à la domotique, on peut détecter quand une personne ne boit pas assez d’eau ou quand elle oublie de se nourrir. [49]



Figure II.4: Exemples des applications de la santé domotique

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. [49]

II.2.3.2. L'économie d'énergie

Suivi énergétique 	Pilotage intelligent 	Économies d'électricité 	Anti-gaspillage d'eau 
Suivi des consommations	Pilotage intelligent des sources d'énergies	Contrôle et réduction des factures	Utilisation intelligente de l'eau
Ciblage des éléments consommateurs d'énergie et l'adaptation aux habitudes de vie pour faire des économies.	L'économie sur des factures grâce au pilotage intelligent des énergies : chauffage hybride, climatisation, ventilation mécanique contrôlée, gestion des éclairages, etc.	Grâce à la domotique une gestion intelligente de l'éclairage de la maison et des équipements électriques permet de faire des économies significatives sur les factures d'électricité.	Grâce à une gestion intelligente de l'eau, les plantes sont arrosées uniquement lorsque cela est nécessaire avec prévenu d'une fuite d'eau à tout moment pour éviter le gaspillage.

Tableau II.1: L'économie de l'énergie dans la maison intelligente

II.2.3.3. Le confort

L'installation domotique permet de avoir un confort en permanence.



Figure II.5: La maison intelligente un meilleur confort de vie

Ouvrir le portail sans descendre de voiture, allumer automatiquement la lumière, programmer une ambiance sonore dans la maison, déclencher la préparation du café avant le réveil, adapter la température aux conditions extérieures, ... autant de fonctionnalités qui peuvent devenir indispensables.

II.2.3.4. La sécurité



Un des domaines de la domotique est la sécurité des biens et des personnes par des systèmes d'alarme qui préviennent d'une part des risques techniques et d'autre part des éventuelles intrusions dans la maison.

Figure II.6: La sécurité domotique

En général on trouve des alarmes techniques pour les incendies, le gaz etc., et des alarmes anti-intrusion comme les différents capteurs et les caméras etc. [49]

Et à partir d'un smartphone, il est possible d'écouter et de s'adresser directement aux intrus grâce à l'hautparleur de la centrale et averti par SMS et/ou par e-mail.

II.2.4. La domotique par pièce

II.2.4.1. Dans la cuisine



Avec la cuisine domotique la poubelle ne sort pas encore toute seule, mais le réfrigérateur, muni d'un écran tactile, collecte des données sur les aliments contenus (fraîcheur, quantité, etc.) et propose des recettes via sa connexion internet. Le four quant à lui se pilote à distance à partir d'un Smartphone. [52]

Figure II.7: Cuisine connectée

II.2.4.2. Dans la salle de bain



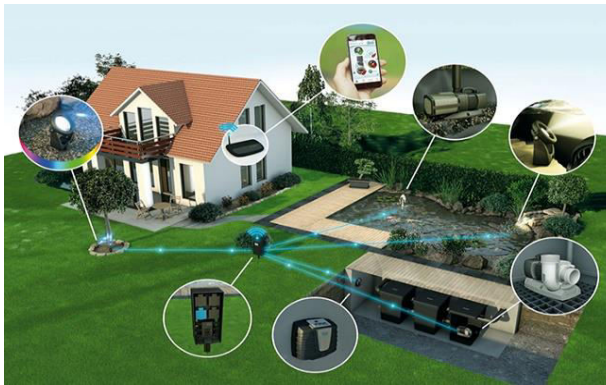
La domotique dans la salle de bain permet de :

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

-Apporter des informations et des données (vidéo, audio, etc.) pendant les moments de détente passés au bain ou les tâches répétitives (démaquillage, etc.). [52]

Figure II.8: Salle de bain connectée

II.2.4.3. Dans le jardin



La domotique dans le jardin permet de :
(Programmer un arrosage automatique-
Tondre le gazon -Maîtrisé l'éclairage extérieur au rythme de vos allers et venues
-Sécuriser vos entrées contre les intrus-
Marier intelligemment éclairage solaire et électrique, pour faire des économies d'énergies). [52]

Figure II.9: La domotique dans le jardin

II.3. Les réseaux et la communication domotique

La communication dans la Smart House est le mariage de l'informatique, des télécom et de l'électronique [49]. La communication se fait par réseaux dans un échange bidirectionnel d'informations. [52]



Aujourd'hui, une centrale domotique sait communiquer par téléphone ou par ordinateur (Internet) grâce à un réseau domestique et aux différents protocoles de communication.

Figure II.10: Exemple des réseaux domotique

II.3.1. Le réseau domestique

Le réseau domestique est généralement un LAN avec des périphériques qui se connectent au routeur domestique. Souvent, le routeur possède également des fonctionnalités sans-fil. [53]

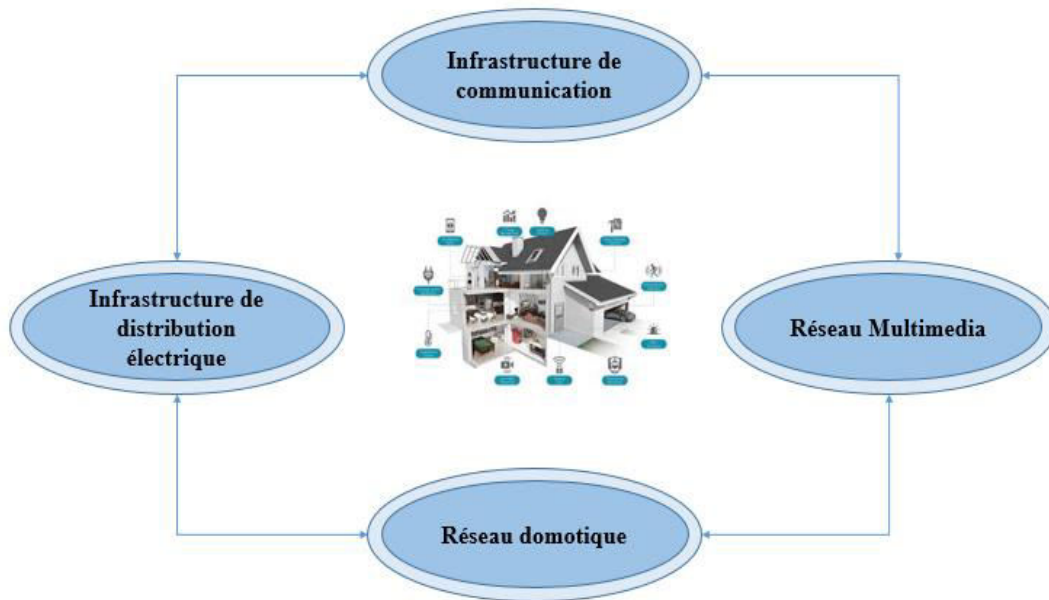


Figure II.11 : Le Réseau Domestique

II.3.2. Le câblage domotique

Ce type de réseau est relativement compliqué à installer puisqu'il suppose de relier par des câbles tous les appareils domotiques à la centrale domotique. Un local de répartition doit donc être installé dans le logement pour centraliser les connexions grâce à un réseau en Bus. [52]

II.3.2.1. La domotique par courant porteur ou CPL

Le courant porteur permet d'échanger des informations grâce au réseau électrique existant. La domotique CPL est aussi connue sous l'acronyme de X10, qui est un protocole de communication et de contrôle de plusieurs appareils domotiques. [52]

II.3.2.2. La domotique wifi

Tous les appareils domotiques communiquent entre eux grâce au réseau sans fil, en équipant les prises électriques d'un émetteur spécial. Elle permet de contrôler à distance toutes

les commandes de la maison intelligente. Un réseau domotique sans fil peut utiliser deux types de technologies sans fil différentes :(Par ondes radio- Par infrarouge). [52]

II.3.3. Les protocoles de communication domotique

Le protocole de communication domotique garantit la connexion des différents appareils domotiques entre eux et la centrale domotique. Voici des protocoles de communication les plus utilisés en domotique. [52]

- **Réseau VDI** (Voix, Données, Images) : il utilise une prise RJ45 classique pour échanger tout type d'information ;
- **DSP (Digital Signal Processor)** : il amplifie le signal sonore ;
- **HDMI (High Definition Multimedia Interface)** : il transmet les données audio et vidéo numériquement ;
- **xPL** : tous les équipements de l'installation peuvent communiquer entre eux ;
- **Peer To Peer (P2P)** : les données sont échangées entre deux ordinateurs connectés à Internet ;
- **Ethernet** : les informations sont échangées directement par le réseau informatique ;
- **ZigBee et Bluetooth** on a déjà détaillés dans le premier chapitre.

II.3.4. Les Logiciels de la Domotique :

Un logiciel domotique est un logiciel qui permet de programmer, de contrôler, ou configurer des appareils domotiques. Certains fabricants d'automates ou de box domotiques développent leur propre logiciel domotique permettant de programmer leurs dispositifs. Les logiciels domotiques peuvent aussi être des applications Android qui communiquent avec le Box domotique via les différents protocoles sans fils. On distingue les logiciels domotiques gratuits, les logiciels domotiques open source et les logiciels domotiques payants [54] et voici quelques exemples de logiciels domotique comme Openhab-Jarvis-Home Génie-ETS, etc.

II.4. Le marché de la maison intelligente

Au cours des dernières années, le marché de la maison intelligente s'est considérablement développé dans le monde, notamment en Europe et aux États-Unis, tandis que le marché du smart home est encore faible en Afrique.

Exemple de la Smart Home à la conquête de l'Europe

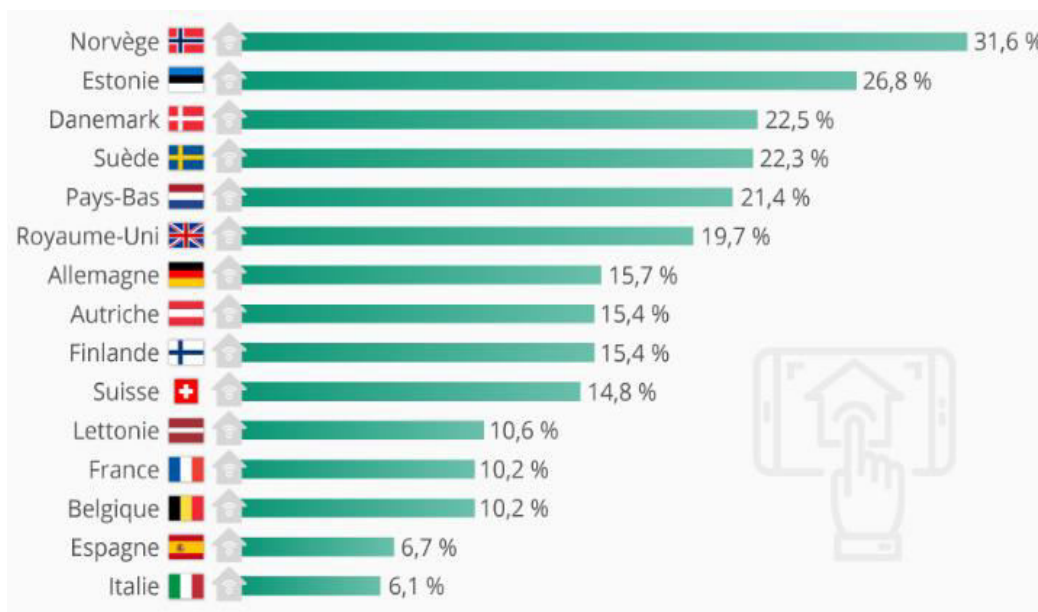


Figure II.12: Estimation de la part des logements équipés d'appareils smart home en 2018

II.5. Le prix d'une installation domotique performante

Les types d'installation sont multiples et les prix des systèmes domotiques sont variables en fonction de votre demande. Voici un ordre de prix pour différents éléments qui peuvent composer une installation domotique.

Eléments de l'installation domotique	Ordre de prix
Alarme domotique	Entre 26.000DZD et 133.000 DZD
Portail électrique	Entre 66.000 DZD et 200.000 DZD
Volets électrique	Entre 200.000 DZD et 107.000 DZD
Capteurs domotiques	A partir de 2.000DZD
Interrupteurs domotiques	Entre 6.000 DZD et 20.000DZD
Télécommande domotique	Environ 46.000 DZD
Ecran de contrôle domotique	Entre 13.000 DZD et 66.000DZD
Centrale domotique	Entre 66.000 DZD et 20.000 DZD
Logiciel de gestion	Souvent gratuit
Câblage domotique	Environ 260.000 DZD

Tableau III.2: Le prix des différents éléments pour une installation domotique.

II.6. Les avantages et les inconvénients

Comme tous les projets, la maison intelligente a des avantages et des inconvénients parmi ces derniers on cite :

II.6.1. Les avantages

Tous ce qu'on a vu en haut à partir de la fonction de la maison intelligente et la domotique par pièce ce sont des avantages du smart home.

II.6.2. Les inconvénients

- Le principal est le prix d'achat et d'installation. Le prix est beaucoup plus élevé.
- Le deuxième inconvénient est le verrouillage qu'offrent certaines marques dans leurs produits ne permettant pas d'avoir un logiciel ouvert.

II.7. Solutions pour implanter une maison intelligente

II.7.1. L'open hardware



Le matériel libre (en anglais open hardware) désigne les technologies et produits physiques

II.7.2. L'open source

La notion de logiciel libre a été inventée par la Free Software Foundation (FSF) fondée par Richard Stallman en 1982 [55]. Développés selon les principes des « ressources libres » (open source).

II.7.3. Les composants d'une installation domotique

Un système domotique, c'est un ensemble d'équipements de nature très différente :

<p>Le contrôleur (cerveau) appelé aussi « central domotique » et le plus souvent un « box » ou hub permettant de prendre le contrôle de tous les appareils installés au sein de votre foyer, directement depuis votre ordinateur avec un logiciel, smartphone ou une tablette. [57]</p>	
<p>Les objets connectés sont les supports dans lesquels sont embarquées les fonctions de base de la domotique (thermostat connecté, ampoule connectée, TV, électroménager...). [56]</p>	



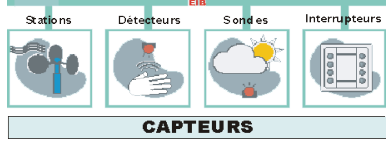
<p>Les modules actionneurs permettent le pilotage des équipements non connectés nativement (lampes, prises, commandées, motorisations type portail, porte de garage, volets, stores...). [56]</p>	
<p>Les détecteurs déclenchent automatiquement une action (allumage suite à un passage, alarme suite à une tentative d'intrusion, alerte en cas de fuite d'eau ou de détection de fumée...). [56]</p>	
<p>Les capteurs ou sondes permettent de recueillir des informations (température, taux d'humidité, gaz, luminosité, qualité d'air, pluie, vitesse du vent...). [56]</p>	

Tableau II.3: Les composants nécessaires de la domotique

II.7.4.Solution à base de microcontrôleur (cartes électroniques)

Il y a plusieurs cartes électroniques utilisées dans la domotique

II.7.4.1.Carte beagleBone :

Beaglebone Black est le plus vendu dans le monde en raison de son faible coût. Il est alimenté par le processeur AM335x 1 GHz ARM Cortex A8 et prend en charge l'accélération graphique 3D. Cette carte peut démarrer Linux en moins de 10 secondes, aussi est munie d'un CPU « Sitara » AM335x de Ti (Cortex-A8 à 1 GHz), une interface Ethernet, 512Mo de RAM, 4Go de Flash eMMC. [58]

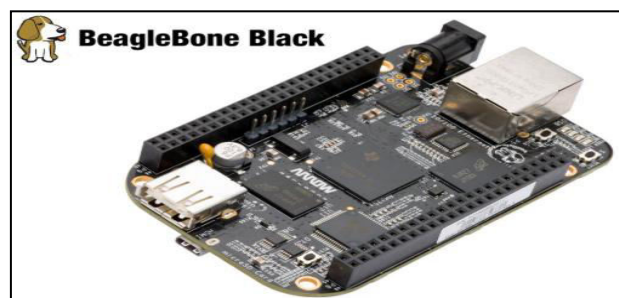


Figure II.13: BeagleBone

II.7.4.2.La carte STM32 :

Le STM32 est un microcontrôleur, développée par la société STMicroelectronics, a été mise au point pour offrir de nouveaux degrés de liberté à ses utilisateurs. Ces microcontrôleurs, qui se déclinent en une gamme complète de produits 32 bits. Les microcontrôleurs STM32 sont construits autour du processeur ARM Cortex-M. [59]

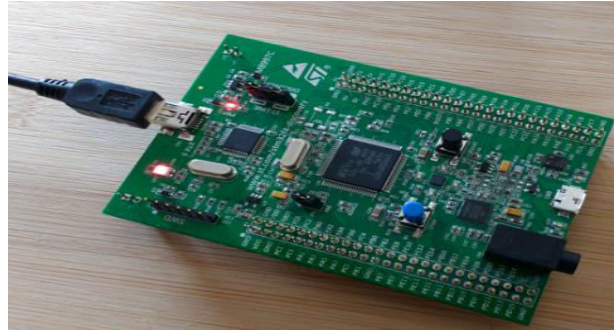


Figure II.14: Carte STM 32

II.7.4.3. Carte Raspberry pi (La nanocarte) :

Le Raspberry Pi, est un ordinateur qui s'exécute sous le système d'exploitation Linux. Il possède deux ports USB auxquels vous pouvez raccorder un clavier et une souris, et une sortie vidéo HDMI à laquelle vous pouvez connecter un téléviseur ou un moniteur. [60]

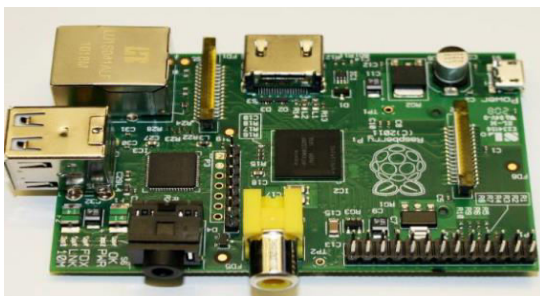


Figure II.15: Carte et logo Raspberry pi

II.7.4.4. La carte Arduino :

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 ++. [61]

II.8. Système Arduino

II.8.1. Arduino non pas Raspberry

L'Arduino et le Raspberry Pi sont tous les deux d'excellentes cartes. Le choix est aussi une question de préférence personnelle. Lorsque vous connectez des composants externes à

un Raspberry Pi, souvenez-vous qu'il fonctionne en 3,3 V, alors qu'Arduino utilise une tension de 5 V.

Parmi les bonnes raisons d'utiliser un Arduino plutôt qu'un Raspberry Pi, il faut citer [62] :

- Coût : Un Arduino est moins cher qu'un Raspberry Pi 2.
- Fiabilité : Une platine Arduino est intrinsèquement beaucoup plus simple et résistante qu'un microordinateur Raspberry Pi
- Consommation d'énergie : Un Arduino consomme 1/10e environ de l'énergie nécessaire au fonctionnement d'un Raspberry Pi.
- Les broches GPIO du Raspberry Pi doivent uniquement être utilisées pour fournir un courant maximum d'environ 16 mA. En revanche, les broches d'Arduino autorisent une sortie nominale de 40 mA.

II.8.2. Présentation générale d'Arduino

II.8.2.1. Définition

Arduino a été initié par un groupe d'enseignants et d'étudiants d'une école de design italienne en 2004 – 2005. [63]

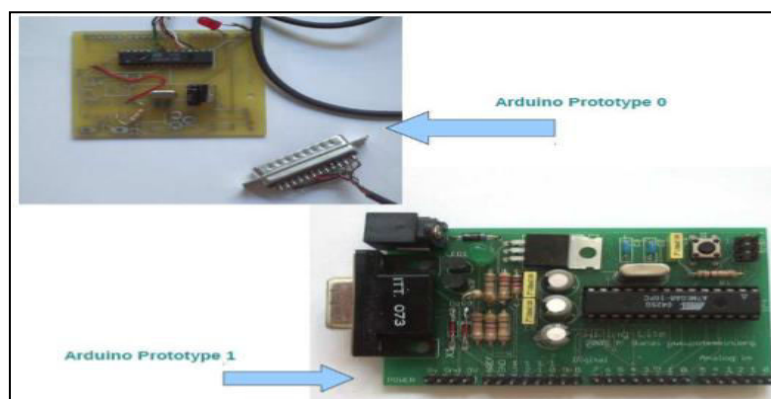


Figure II.16 : Prototypage d'Arduino (prototype 0 et 1)

II.8.2.2. Les domaines d'utilisation

Le système Arduino permet de réaliser un grand nombre de choses : [64]

- Contrôler les appareils domestiques.
- Fabriquer les robots et faire un jeu de lumières.
- Communiquer avec l'ordinateur, télécommander un appareil mobile (modélisme).

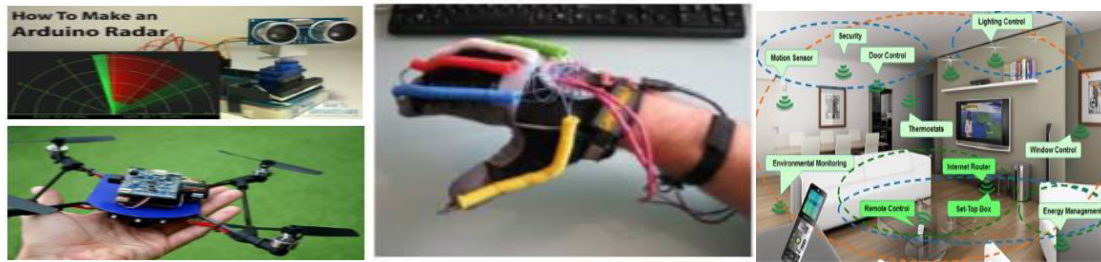


Figure II.17: Les domaines d'utilisation de l'Arduino

II.8.2.3. Les différentes cartes d'Arduino

On peut classer les cartes Arduino en deux grandes familles :

- les cartes Arduino officielles compatibles hardware et software avec et l'IDE Arduino.
- les cartes dérivées d'Arduino, non compatible avec l'IDE Arduino de base. [65]






<p>La carte Arduino UNO C'est la première version stable de carte Arduino. Elle possède toutes les fonctionnalités d'un microcontrôleur classique en plus de sa simplicité d'utilisation. Elle utilise une puce ATmega328P cadencée à 16Mhz. Elle possède 32ko de mémoire flash destinée à recevoir le programme. [66]</p>	
<p>La carte Arduino Leonardo est l'une des toutes dernières cartes de la gamme Arduino officielle. Elle adopte la même empreinte (forme de circuit imprimé), mais le microcontrôleur utilisé est différent, ce qui lui permet de reconnaître un clavier ou une souris d'ordinateur. [67]</p>	
<p>La carte Arduino Mega 2560 R2 est une carte plus grande que l'UNO. Elle est destinée à ceux qui en veulent plus : plus d'entrées, plus de sorties, et plus de puissance de calcul. Le Mega dispose de 54 broches numériques et de 16 broches analogiques [67].</p>	
<p>La carte Arduino Nano 3.0 L'Arduino Nano est un condensé d'Arduino qui ne mesure que 1,85 cm sur 4,3cm, il utilise le même microcontrôleur ATmega328, mais ne fait qu'une fraction de sa taille. [67]</p>	
<p>La carte Arduino Mini est plus petit que le Nano. Cette carte utilise aussi le microcontrôleur ATmega328, mais elle est plus concentrée, les connecteurs externes et le connecteur Mini-USB du Nano disparaissant. [67]</p>	

Tableau II.4: Quelques cartes d'Arduino

Et parmi ces différents types, Pour notre réalisation, nous allons utiliser une Arduino UNO

II.9.Arduino UNO

II.9.1.Définition

La carte Arduino UNO est une plate-forme autonome de programmation polyvalente [68]. C'est la première version stable de carte Arduino. Elle possède toutes les fonctionnalités d'un microcontrôleur classique [66] qui permet de réagir à des événements du monde extérieur. Bien sûr, la carte peut être reliée au monde de l'Internet. Cette carte permet de capturer des données très diverses, à partir du moment où il existe un composant capteur approprié [68].

"Uno" signifie un en Italien et ce nom marque la venue prochaine de la version 1.0 du logiciel Arduino. La carte UNO et la version 1.0 du logiciel seront la référence des versions Arduino à venir. La carte UNO est la dernière d'une série de carte USB Arduino, et le modèle de référence des plateformes Arduino. [69]

II.9.2.La construction de la carte Arduino UNO

II.9.2.1.Partie matériel

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur ATMEL AVR (Atmega328 ou Atmega2560 pour les versions récentes. L'Arduino utilise la plupart des entrées/sorties du microcontrôleur pour l'interfaçage avec les autres circuits. [70]

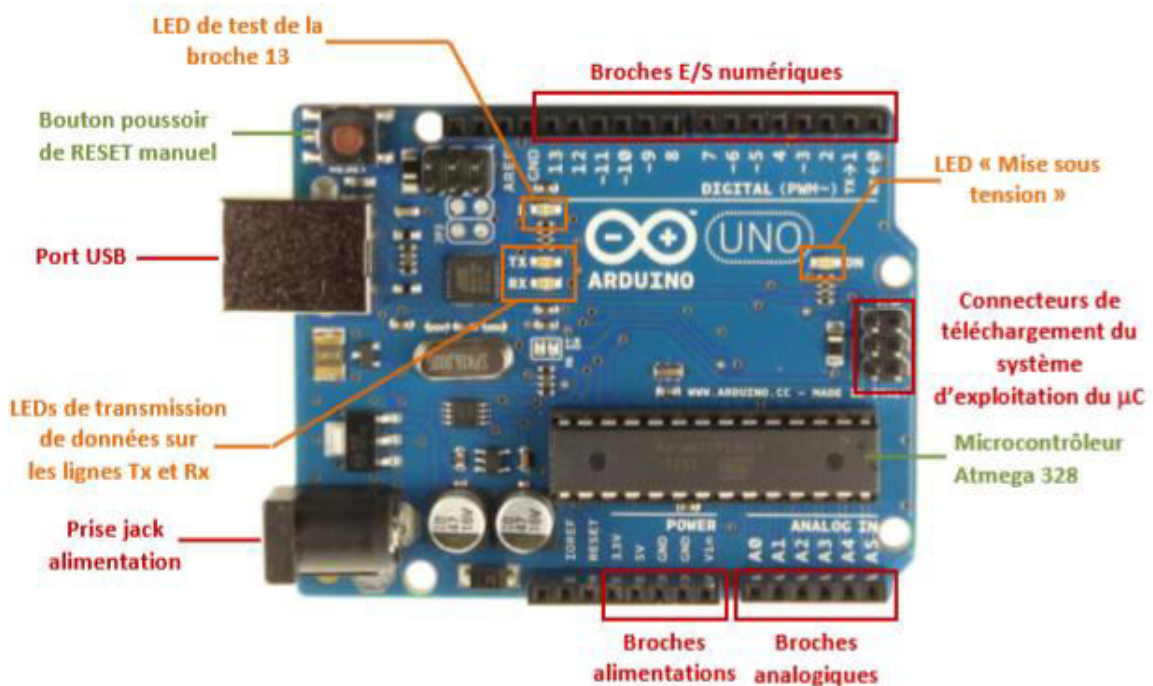


Figure II.18: Les éléments de la carte Arduino UNO.

Elle dispose [71] :

- de 14 broches numériques d'entrées/sorties (dont 6 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)),
- de 6 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques),
- d'un quartz 16Mhz,
- d'une connexion USB,
- d'un connecteur d'alimentation jack,
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit"),
- et d'un bouton de réinitialisation (reset).

II.9.2. 1.1.Principales caractéristiques

Microcontrôleur	Atmega328 Tension
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	14 (dont 6 disposent d'une sortie PWM)
Broches Entrées analogiques	6 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité max disponible par broche E/S (5 V)	40 mA (200mA cumulé pour l'ensemble des broches)
Intensité max disponible pour la sortie 3.3V	50 mA
Intensité max disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire programme Flash	32 KB (Atmega328) dont 0,5 Ko utilisé par bootloader.
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	2 KB (Atmega328)
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	1 KB (Atmega328)
Vitesse d'horloge	16 MHz

Tableau II.5: Caractéristiques de la carte Arduino UNO. [72]

1). Le Microcontrôleur ATmega328

Le microcontrôleur ATmega328 est utilisé dans la carte Arduino UNO. C'est un microcontrôleur ATMEL AVR 8 bits dont la programmation peut être réalisée en langage C. L'ATmega328 est un circuit intégré qui rassemble sur une puce plusieurs éléments complexes dans un espace réduit au temps des pionniers de l'électronique. [73]



Figure II.24: Microcontrôleur ATmega328

2). Les sources de l'alimentation de la carte

- V-in : Tension d'entrée à la carte Arduino à l'aide d'une source d'alimentation externe (par opposition à 5 volts de la connexion USB ou une autre source d'alimentation régulée). Si l'alimentation en tension est faite par l'intermédiaire de la prise d'alimentation, on pourra y accéder via ce pin. [74]
- 5V : Cette pin délivre un 5V régulé par la carte. Le processeur peut être alimenté soit à partir de la prise d'alimentation DC (7-12V), le connecteur USB (5V), ou le pin V-in de la carte (7-12). La fourniture d'une tension via les 5V ou 3,3V contourne le régulateur, et peut endommager le processeur. [74]
- 3V 3 : Une alimentation de 3,3 volts est générée par le régulateur. La consommation de courant maximal est de 50 mA. [74]
- GND. Broche de masse (ou 0V).

3). Les entrées et sorties de la carte

Cette carte possède 14 broches numériques (numérotée de 0 à 13). Elle peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne. [67]

4). Les ports de communications

La carte Arduino UNO a de nombreuses possibilités de communications avec l'extérieur. L'Atmega328 possède une communication série UART TTL (5V), grâce aux broches numériques 0 (RX) et 1 (TX). (RX) pour recevoir et (TX) pour transmettre (les données séries de niveau TTL). Ces broches sont connectées aux broches correspondantes du circuit intégré ATmega328 programmé en convertisseur USB – vers – série de la carte, composant qui assure l'interface entre les niveaux TTL et le port USB de l'ordinateur. [74]

II.9.2.2. Partie logiciel

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multiplateformes, servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme à travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino, et de compiler les programmes en ligne de commande. Le langage de programmation utilisé est le C++. [70]

II.9.2.2.1. Définition de l'IDE :

L'environnement de programmation Arduino (IDE en anglais) est une application écrite en Java inspirée du langage Processing. L'IDE permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles pour la carte [75]. Cet IDE dédié aux cartes Arduino permet :

- d'**éditer un programme** : des croquis (sketch en Anglais),
- de **compiler ce programme** dans le langage « machine » de l'Arduino,
- de **charger** le programme dans la mémoire de l'Arduino,
- de **communiquer** avec la carte Arduino grâce au terminal.

II.9.2.2.2. Description de l'IDE :

L'IDE est un logiciel qui programme par code, contenant une cinquantaine de commandes différentes. A l'ouverture, l'interface visuelle du logiciel contient le menu, des boutons de commande en haut, une page blanche vierge, une bande noire en bas [75], comme ceci :

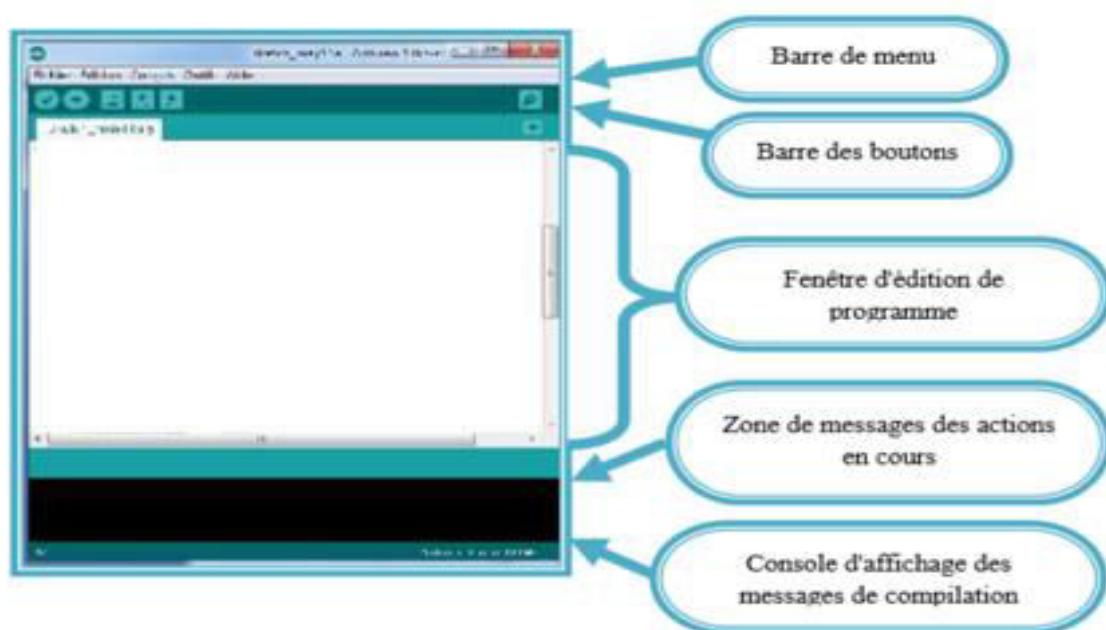


Figure II.20 : Interface IDE Arduino

1. Barre de menu : Les différents éléments du menu permettent de créer de nouveaux sketches (programmes), de les sauvegarder, et de gérer les préférences du logiciel et les paramètres de communication avec votre carte Arduino. Le menu comprend : Fichier : pour créer,

sauvegarder en spécifiant la destination, et d'appeler un programme ; Edition : Pour couper, copier, coller, supprimer, sélectionner,...etc. ; Croquis : regroupe les fichiers réalisées ; Outils : pour spécifier le type de la carte, le port série, formater, recharger et réparer l'encodage, graver la séquence d'initialisation, de la carte branchée sur l'ordinateur. [76]

2 .Barre des boutons

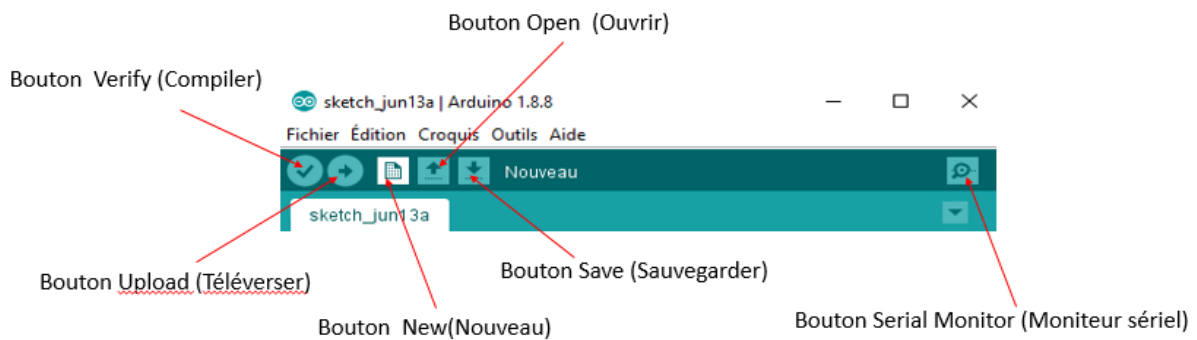


Figure II.21: Barre d'Action

3. Fenêtre d'édition de programme : est l'éditeur où s'écrit le programme, chaque logiciel obéit à quelques notions pour pouvoir bien structurer le programme à fin de le compiler et éviter les erreurs de syntaxe et autres. [76]

4. Zone de messages des actions en cours : La barre qui affiche si le programme est juste si non il affiche les erreurs faites au cours du programme, comme l'oubli d'un point-virgule, le manque d'une accolade ou toute autre erreur dans les instructions.

II.9.2.2.3.Structure du programme :

Le programme comporte trois phases consécutives :

a) La Définition des constantes et des variables :

Cette partie est optionnelle, chaque entrée et sortie est définie et déclarée, en lui donnant un nom arbitraire et en lui affectant le numéro de l'entrée ou celui de la sortie voulue, sans oublier de préciser le type de la variable.

b) Configuration des entrées/sorties :

Les instructions viennent après le void setup (?), après avoir ouvert une accolade, on peut manipuler les broches de la carte en les configurant comme étant des entrées ou des sorties, selon les besoins.

c) Programmation des interactions et comportements :

Celles-ci viennent après le void loop (?), c'est la partie principalement, où on rédige les instructions et les opérations comme la lecture des données, les boucles, les affectations,...etc. Chacune d'elle doit obligatoirement finir par un point-virgule.

d) Les commentaires :

Dans la configuration des entrées/sorties, les commentaires doivent être écrits après un slash ou une étoile ou les deux, tandis que sur une ligne de code, on les écrit après deux slash.

II.9.2.2.4.Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB (COM9) comme à titre d'exemple la figure suivante.

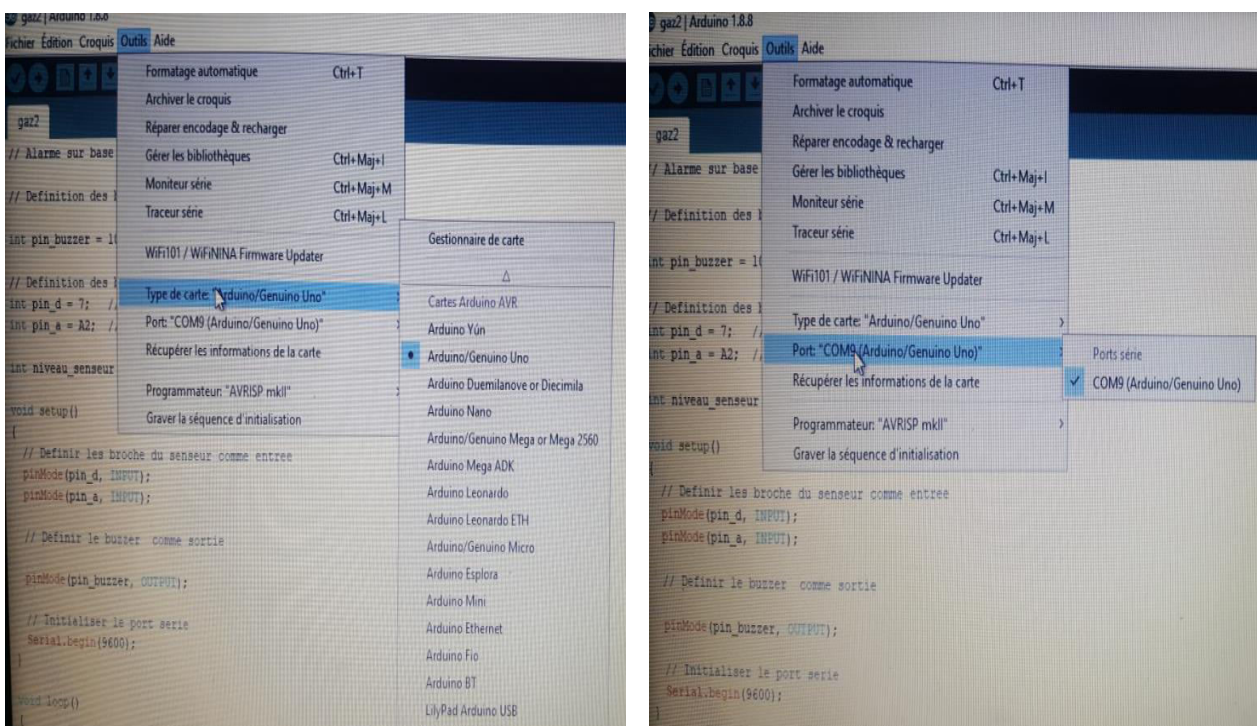


Figure II.22 : Paramétrage de la carte

II.9.2.2.5.Les étapes de téléchargement du programme

Une simple manipulation enchaînée doit être suivie afin d'injecter un code vers la carte Arduino via le port USB.

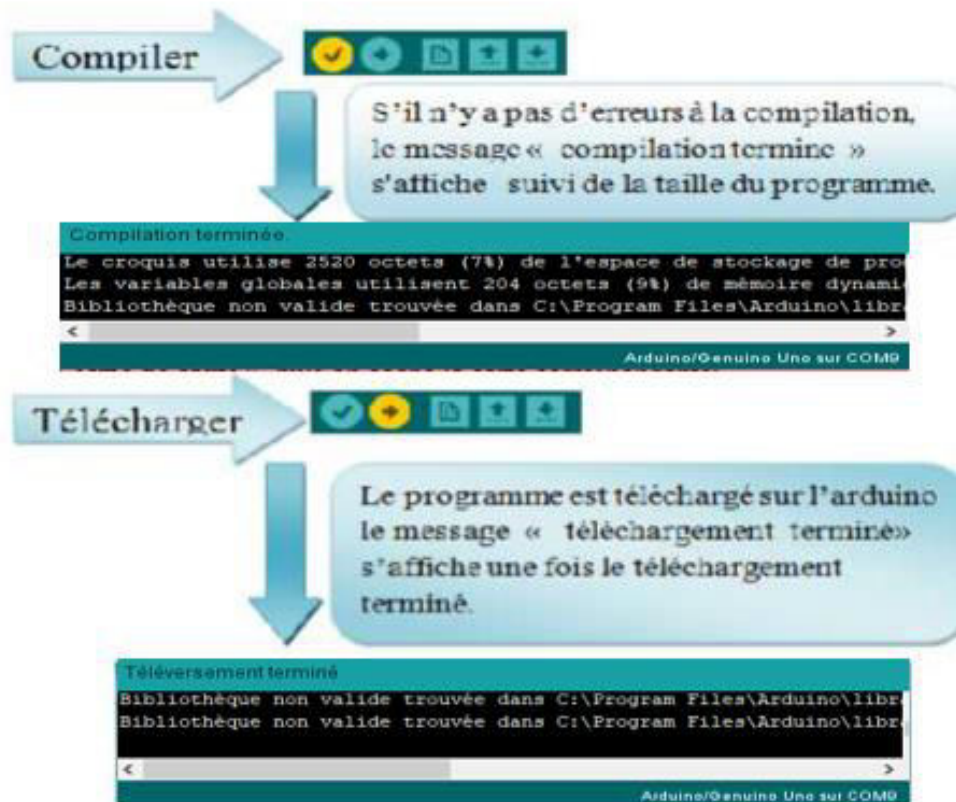


Figure II.23 : Les étapes de téléchargement du code

II.10.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la maison intelligente, ces différentes fonctions, les réseaux utilisés dans la domotique, le marché, le prix,...etc. Comme on a défini les différentes cartes électroniques utilisées pour réaliser le smart home, et on a détaillé la carte Arduino que nous allons utiliser dans notre projet. Dans le troisième chapitre nous présentons notre propre solution domotique pour implanter une maison intelligente.

Chapitre 03

Conception d'une solution domotique

- Présentation du projet
- Les outils et environnements de travail
- Matériel utilisé
- Site et application utilisée

III.1. Introduction

La réalisation des smart homes est accomplie grâce à un ensemble de modules et composants. Dans notre système on a utilisé plusieurs solutions logicielles et matérielles disponibles pour réaliser notre propre conception. Avant de présenter notre solution, on va analyser et étudier tout d'abord l'architecture et le fonctionnement de notre système.

Nous commencerons ce chapitre par une présentation générale sur notre projet, sa problématique, ses objectifs, et les différentes étapes de la réalisation pratique, la conception de notre système, l'architecture proposée et on détaillera en détails les outils et les environnements de travail tels que les matériels, les logiciels, et les plates-formes utilisés.

III.2. Présentation du projet

III.2.1. Problématiques

Parmi les problèmes rencontrés selon certaines statistiques confirmés et que nous souhaiterions aborder dans ce mémoire on a trouvé :

- ❖ L'augmentation du nombre du décès à cause du gaz carbonique en Algérie :

Le bilan de la protection civile révèle des chiffres importants et alarmants concernant le nombre de morts et de blessés causés par l'inhalation de dioxyde de carbone.

La protection civile a déclaré dans une déclaration samedi 26 janvier 2019 que depuis le début du mois, 46 personnes ont été tuées et 444 autres sauvées de la mort.

- ❖ L'augmentation des incendies chaque année.
- ❖ L'Algérie gaspille l'équivalent de trois milliards de dollars par an d'énergie çàd 10 à 15% de l'énergie qu'elle consomme. [77]
- ❖ La plupart des maisons en Algérie ne sont pas sécurisées.
- ❖ La plupart des maisons en Algérie n'ont toujours pas les exigences minimales pour une vie décente.
- ❖ Les maisons intelligentes nécessitent des investissements financiers importants.

III.2.2. Objectifs du projet

Notre projet a pour but de créer un système intelligent de type Smart-Home grâce à des modules et des capteurs moins coûteux, plus efficaces et faciles à utiliser, et ce dans le but :

1. D'assurer la sûreté des maisons.
2. D'optimiser l'utilisation de l'énergie.
3. D'assurer le confort.

III.2.3. Les différentes étapes de la réalisation pratique :

Notre réalisation pratique a été faite en quatre étapes :

- I. La première partie est la conception de tout le système domotique, c'est la partie la plus importante, on est passé par plusieurs étapes :
 - A. Chercher des architectures, des modules et capteurs constituant un système domotique et qui vont avec les objectifs fixés et les moyens disponibles.
 - B. Présenter et définir les différents composants utilisés pour réaliser notre système domotique.
- II. La deuxième partie est la réalisation virtuelle (Simulation) du système par le logiciel 'Proteus 8 Professional', et la programmation avec l'IDE.
- III. 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.
- IV. 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 orientée objet de notre application (programmation par bloc).

III.2.4. Architecture proposée

Pour trouver des solutions à ces problèmes, on propose une architecture d'un système qui réalise les objectifs souhaités. La figure suivante représente l'architecture générale de notre système.

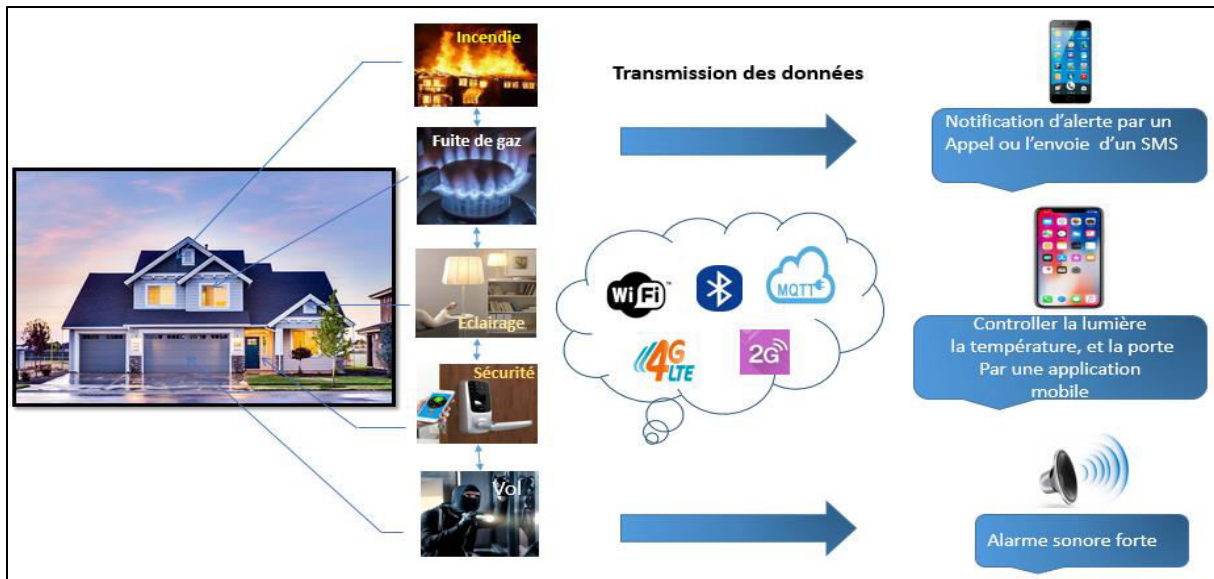


Figure III.1: Architecture du système

Cette architecture offre la sûreté de et la sécurité de la maison et assure le confort et l'optimisation d'énergie selon un système intelligent.

En cas de dangers, comme les fuites du gaz, les incendies ou le vol. Notre système garantit une sécurité optimale dans la maison par une sonnerie forte et l'envoi d'une notification d'alerte au propriétaire par un appel ou SMS.

Pour assurer le confort et l'économie d'énergie, notre système permet de contrôler la lumière et la climatisation de la maison par une application mobile.

III.2.5. Conception du système

Le système conçu se compose de trois parties principales :

- (1) L'application mobile comme serveur local installé dans le smartphone qui permet de contrôler la maison intelligente à distance.
- (2) Les dispositifs intelligents qui collectent les données dans notre cas on a va utiliser la carte Arduino UNO et les capteurs intégrés, tels que capteur du gaz MQ-2, les capteurs ultrason, les capteurs de température LM35...etc.
- (3) La connexion sans fil entre (1) et (2) peut être effectué à l'aide des technologies WiFi et Bluetooth.

Voici l'architecture qui explique la conception de notre solution :

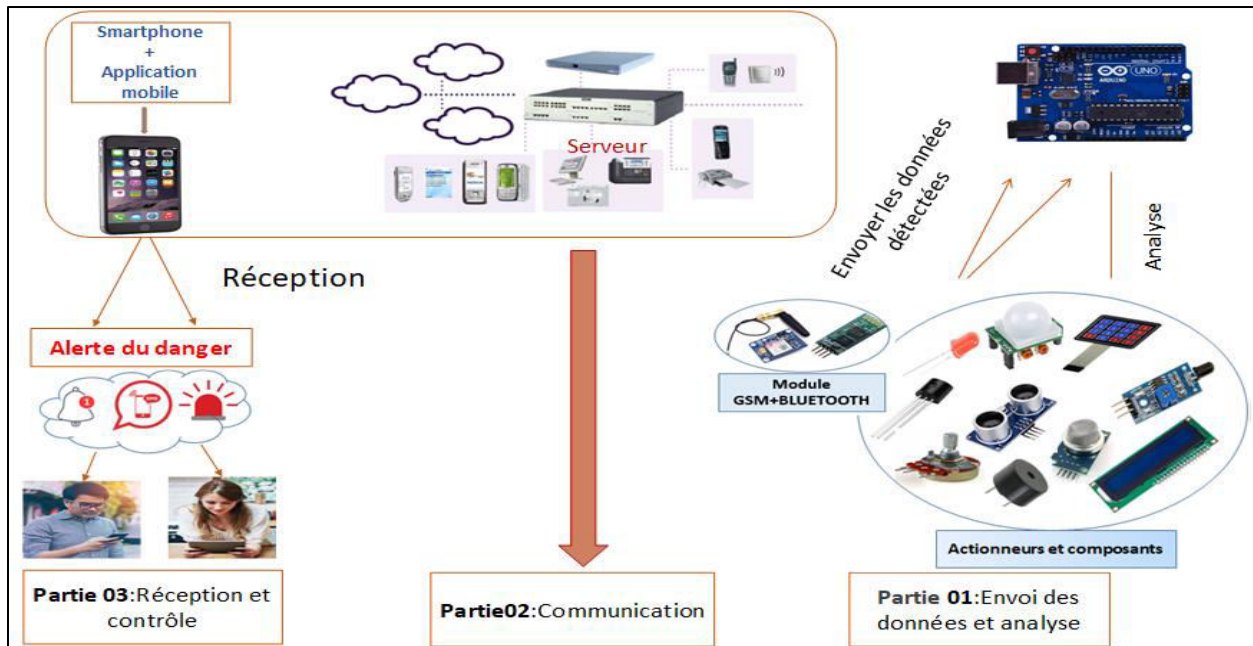


Figure III.2: Conception du système

Cette conception se compose de trois parties principales : la première partie représente la source de l'information (partie détection, traitement et l'envoi des données via un dispositif d'accès au réseau de communication), la deuxième partie représente les méthodes de communication pour l'accès et l'échange des données dans le M2M et la troisième partie représente la réception des informations collectées par l'utilisateur final afin de les traiter selon le besoin (traçabilité et alertes-partie réception et contrôle).

III.3. Les outils et environnements de travail

III.3.1. Matériel utilisé

Dans cette partie, nous allons détailler l'ensemble des outils matériels et logiciels ayant permis la mise en place du notre système de la maison intelligente. Nous parlerons des capteurs et des modules d'Arduino UNO, des langages de programmation, et l'application.

III.3.1.1. Liste des capteurs

❖ Le capteur Ultrason HC-SR04

Le capteur HC-SR04 utilise les ultrasons pour déterminer la distance d'un objet. Il offre une excellente plage de détection sans contact, avec des mesures de haute précision et stables. Son fonctionnement n'est pas influencé par la lumière du soleil ou des matériaux sombres, bien que des matériaux comme les vêtements puissent être difficiles à détecter.

Plage de mesure : 2 cm à 400 cm. [78]



Figure III.3: Capteur Ultrason HC-SR04

❖ **Capteur de mouvement PIR HC-SR501**

Un capteur infrarouge passif (PIR) est un capteur électronique qui utilise le rayonnement infrarouge pour détecter les variations de son champ de vision. Ils sont le plus souvent utilisés comme capteurs de mouvement. Ils sont également utilisés dans les systèmes d'alarme antivol à la pointe de la technologie pour déclencher un interrupteur lorsqu'un mouvement est détecté. [79]

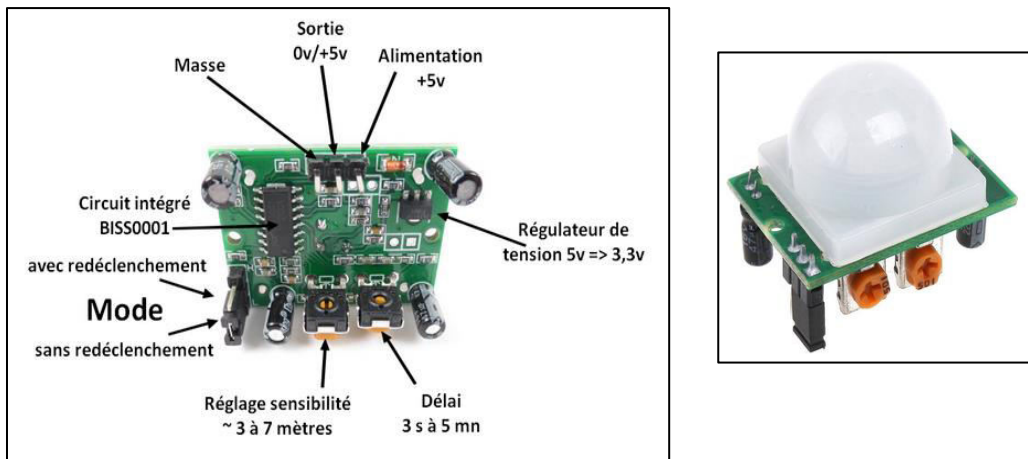


Figure III.4: Capteur de mouvement PIR HC-SR501

❖ **Capteur de gaz MQ2 :**

Capteur de gaz MQ2 est un utile pour la détection des fuites de gaz (dans la maison et l'industrie). Il peut détecter le H₂, le GPL, le CH₄, le CO, l'alcool, la fumée, le propane. Il est basé sur son temps de réponse rapide. [80]

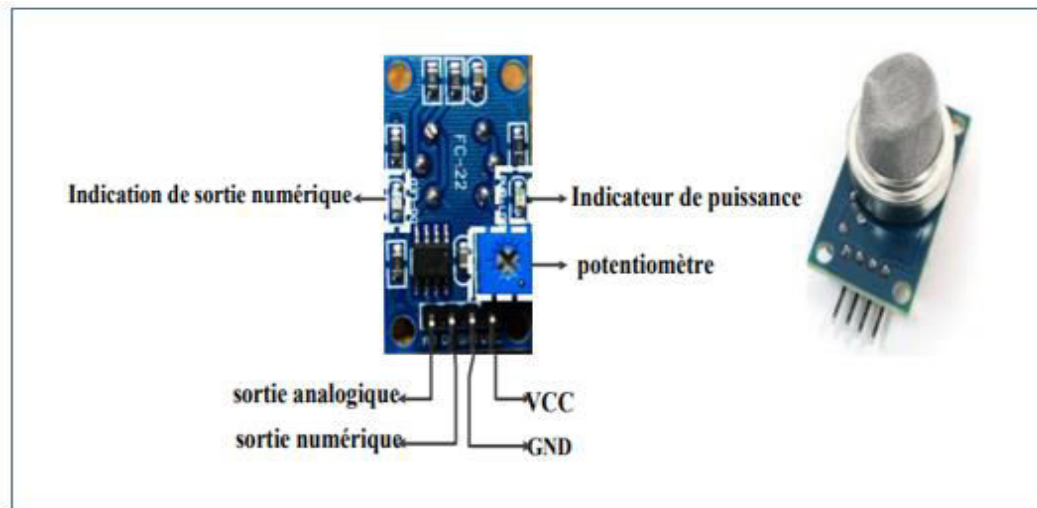


Figure III.5: Circuit typique d'un capteur de gaz

❖ **Capteur de flamme**

Un détecteur de flamme est conçu pour détecter la présence d'une flamme quel que soit sa source. Ces types de capteurs sont utilisés pour la détection d'incendie à courte distance et peuvent être utilisés pour surveiller des installations. Ce capteur détecte souvent plus rapidement et avec plus de précision qu'un détecteur de fumée ou de chaleur en raison des mécanismes qu'il utilise pour détecter la flamme. Il est sensible pour des longueurs d'onde infrarouge de la flamme entre 760 nm et 1100 nm. [81]

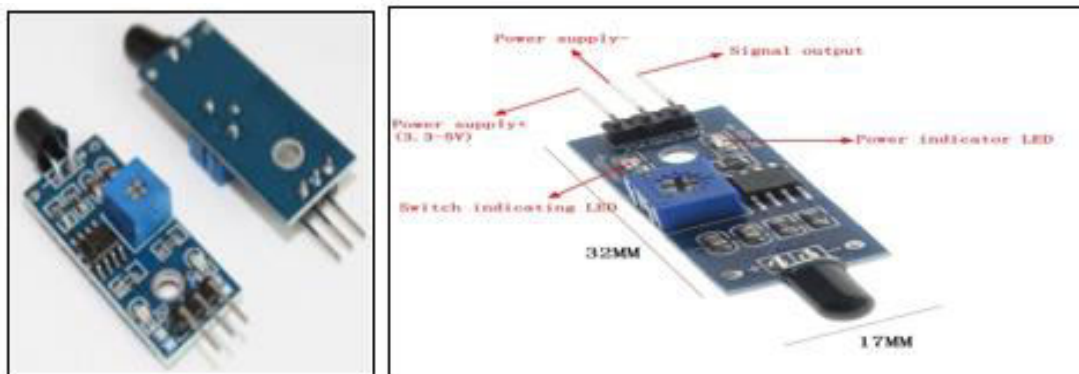


Figure III.6: Module Capteur IR Infrarouge Flamme Lumière.

❖ **Capteur de température LM35 :**

Le LM35 est un capteur de température dont la tension de sortie est linéairement proportionnelle à la température en degrés Celsius. Ce capteur à sortie linéaire et à faible impédance de sortie facilite le raccordement au circuit de lecture. Trois broches, + Vs, GND et Vout sont définies pour le capteur. Lorsqu'il est utilisé comme capteur de température de

base (2°C à 150°C), tout changement de température de 1°C sera converti en 10 mV ou la tension de sortie (V_{out}) = 0 mV + 10 mV / °C [82].



Figure III.7: Le capteur de température LM35

III.3.1.2. Liste des modules (Shields)

❖ Module Sim800L

La SIM800L est utilisé comme système de communication de données entre serveurs et clients. SIM800L est un module GSM pouvant accéder au GPRS pour l'envoi de données à Internet avec le système M2M.AT-Command utilisé sur la SIM800L est similaire à AT-Command pour d'autres modules GSM. Module SIM800L à petites dimensions donc il est plus approprié d'être appliqué pour concevoir des appareils portables. La SIM800L à une quadri-bandes 850/900/1800/1900 MHz avec de petites dimensions, à savoir la taille 15,8 x 17,8 x 2,4 mm et poids : 1,35 g. SIM800L a une faible consommation électrique avec une plage de tension d'alimentation de 3,4~ 4. [83]



Figure III.8: Module Sim800L

❖ Le module Bluetooth HC-06

HC-06 - 4 sorties : le module HC-06 permet d'établir une liaison Bluetooth. Ce module ne peut être qu'esclave, et intègre une "LED" indiquant la connectivité et l'appariement entre tous les appareils et le HC-6. [84]

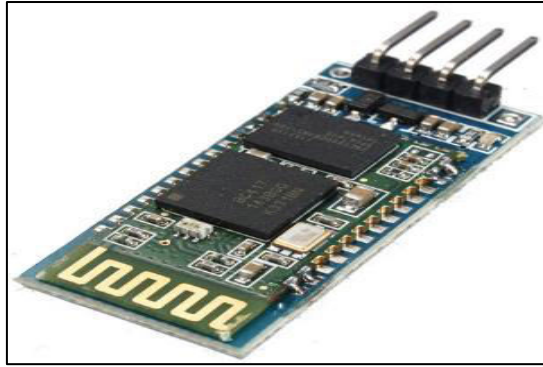


Figure III.9: Module Bluetooth HC-06

III.3.1.3. Les actionneurs

❖ Le servomoteur

Un servomoteur (vient du latin servus qui signifie « esclave ») est un moteur capable de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure. C'est donc un système asservi. [85]

- Le servomoteur a besoin de trois fils de connexion pour fonctionner :
 - Rouge : pour l'alimentation positive (4.5V à 6V en général)
 - Noir ou marron : pour la masse (0V)
 - Orange, jaune, blanc, ... : entrée du signal de commande



Figure III.10: Servomoteur 9g

❖ Clavier 4X4

Le clavier numérique est un appareil utilisé dans un caractère de saisie des chiffres et des lettres qui peuvent être utilisés comme entrée du mot de passe. Généralement, le clavier n'est qu'une matrice de contact (de boutons) qu'est composé de lignes et colonnes. Quand un utilisateur appuie sur une touche il met une colonne en contact avec une ligne. [86]



Figure III.11: Clavier 4X4

❖ **Ecran LCD 1602**

Les afficheurs à cristaux liquides, autrement appelés afficheurs LCD (Liquid Crystal Display), sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu (de 1 à 5 mA), et utilise la polarisation de la lumière, grâce à des filtres polarisants. [87]

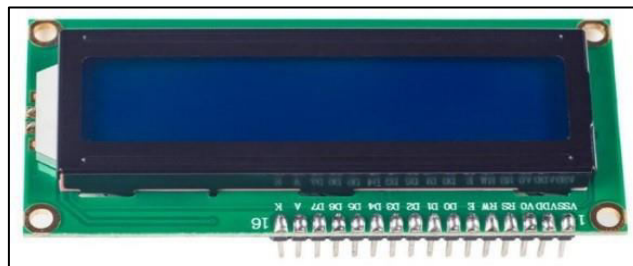


Figure III.12: Afficheur LCD 1602

❖ **Diode électroluminescente LED**

La diode électroluminescente LED (ou « DEL » en français) est une diode à jonction PN réalisée sur un matériau semi-conducteur, fortement dopé, à recombinaisons radiatives. La LED émet un rayonnement incohérent issu d'émissions spontanées de photons. [88]



Figure III.13: Exemple d'une LED

III.3.1.4. Autres composants

❖ Buzzer TMB-05

Le buzzer est un transducteur (convertit l'énergie électrique en énergie mécanique) qui est constitué essentiellement d'une lamelle réagissant à l'effet piézoélectrique.

Dans l'univers Arduino, le buzzer est principalement utilisé pour émettre un son. [89]



Figure III.14: Buzzer TMB-05

❖ Potentiomètre 10 K

Un potentiomètre est un composant électronique à trois bornes qui agit comme une résistance variable. Deux des bornes de bord sont connectées aux extrémités de l'élément résistif. Les potentiomètres rotatifs sont actionnés mécaniquement entre ces deux extrémités [90].



Figure III.15: Potentiomètre 10 K

❖ la résistance électrique

Les résistances sont des composants électriques dont la principale caractéristique est d'opposer une plus ou moins grande résistance. Elles sont disponibles avec différentes valeurs de résistance, mesurées en ohms (Ω) [91], pour notre projet on va a utilisé la résistance de 220 ohm et 10 K ohm.

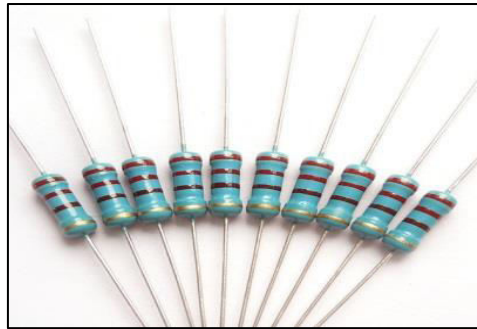


Figure III.16: Exemples des résistances 220 ohm

III.3.1.5. Comment la connecter

Les connexions entre les composants sont réalisées par des jumpers, sortes de petits câbles. Et avec une plaque d'essai (breadboard).

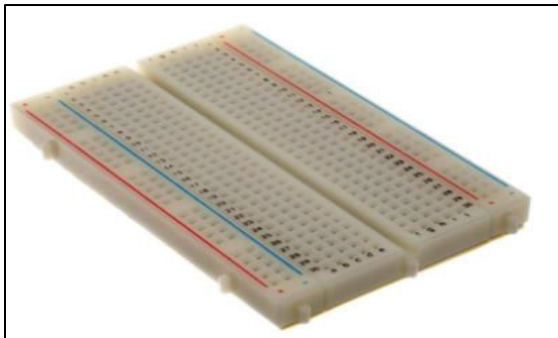


Figure III.17: Plaque d'essai

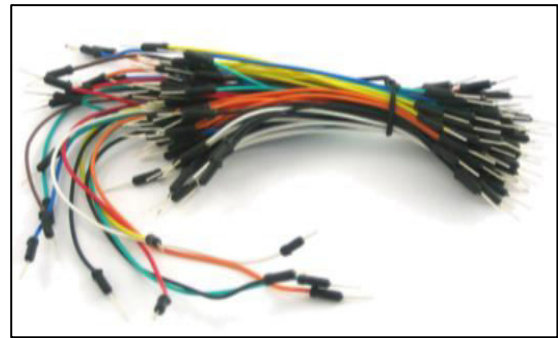


Figure III.18: Jumpers (les câbles)

Une platine d'expérimentation (appelée breadboard) permet de réaliser des prototypes de montages électroniques sans soudure et donc de pouvoir réutiliser les composants.

Si on branche deux éléments dans un groupe de cinq connecteurs, ils seront reliés entre eux. Il en est de même des alignements de connecteurs rouges (pour l'alimentation) et bleus (pour la terre). [92]

III.3.2. logiciel utilisé

III.3.2.1. Le logiciel Proteus 8 Professional (ISIS)

Proteus est une suite logicielle destinée à l'électronique. Développé par la société Labcenter Electronics. Deux logiciels principaux composent cette suite, ISIS et ARES.

Le logiciel ISIS de Proteus Professional est principalement connu pour éditer des schémas électriques. Par ailleurs, permet également de simuler ces schémas ce qui permet de détecter certaines erreurs dès l'étape de conception. [93]

III.3.2.2.L'environnement de travail de Proteus 8

Le lancement de Proteus 8 donne un environnement classique de type Windows, constitué d'une fenêtre principale, d'une bibliothèque et d'un ensemble de barres d'outils :

- **la fenêtre principale** comprend une Zone de travail destinée au développement des circuits à simuler et à tester.
- **Une Bibliothèque d'objets** affiche la liste des objets (circuits électriques, électroniques,...) utilisés dans l'application en cours.
- **Barre de menus:** Cette barre permet de gérer notre travail (ouverture, sauvegarde, impression, mode d'affichage, etc.).
 - 1- Barres d'outils de commande : Ces barres fournissent un accès équivalent aux commandes des menus. Elles peuvent être masquées par la commande "Barre d'outils" du menu "Affichage".
 - 2- Barre d'outils de sélection de mode : Cette barre permet de sélectionner un outil parmi les 3 modes d'édition disponibles.
 - 3- Barre d'outils d'orientation : Cette barre permet d'afficher et de contrôler la rotation et la réflexion d'un objet placé ou à placer. [93]

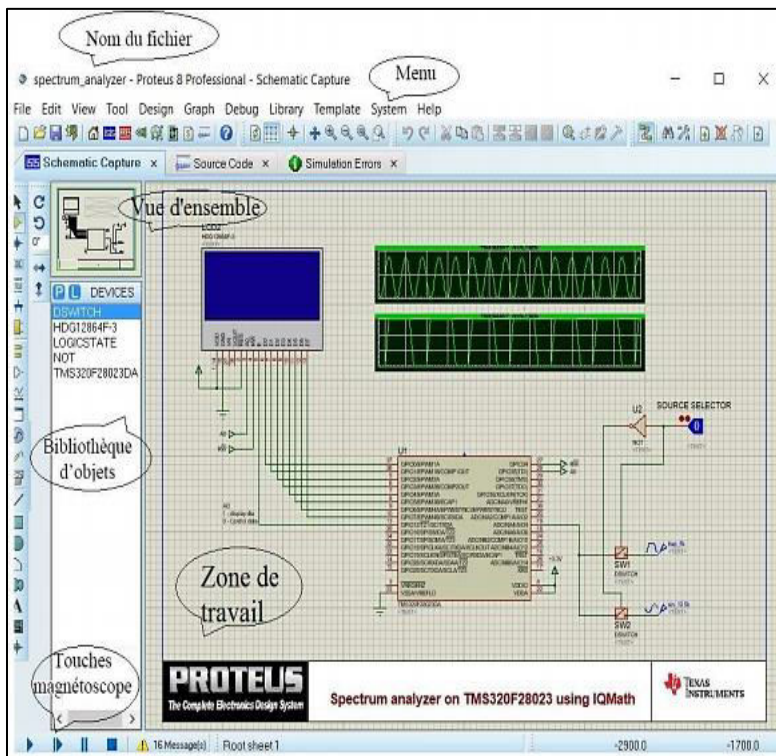


Figure III.19: La fenêtre principale du logiciel Proteus 8

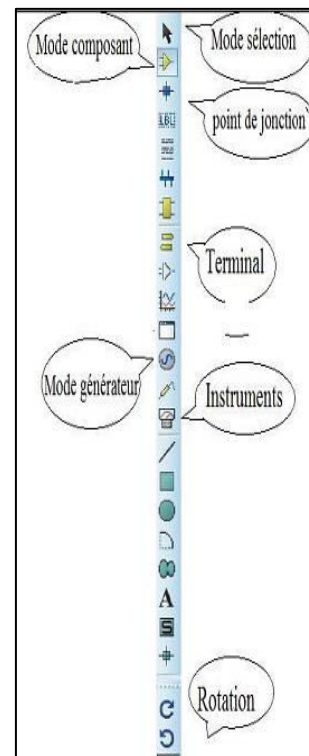


Figure III.20: La barre d'outils

III.3.2.3. Le logiciel IDE : Partie abordée dans le deuxième chapitre.

III.4. Outil de l'application utilisée

III.4.1. L'Application App Inventor

App Inventor est une application développée par Google fin de 2010 [94], Elle est actuellement entretenue par le Massachusetts Institute of Technology (MIT). [95]

Elle simplifie le développement des applications sous Android et le rend accessible même pour les novices. Elle utilise les blocks comme pour Scratch. [95]



Figure III.21: Logos de MIT App Inventor

III.4.2. Le Concept d'App Inventor

La programmation se réalise en ligne, à l'aide d'un navigateur quelconque, et sous l'environnement logiciel (Max, Linux ou Windows). [94]

III.4.3.L'interface de développement

Trois fenêtres sont proposées pendant le développement :

- Une pour la création de l'interface.
- Une pour la programmation elle-même.
- Et une pour l'émulateur, Ce dernier pourra avantageusement remplacer un terminal réel pour la vérification du programme. [94]



Figure III.22: La fenêtre de la création de l'interface

III.4.4. Notre propre application mobile

Nom : 'Smart Home for ga3'

Description : C'est une application mobile qui contrôle les différents appareils dans les maisons intelligentes à distance. Ainsi qu'elle assure la sécurité de différents dangers comme les fuites du gaz, les incendies, le vol, etc...Et aussi cette plateforme assure le confort à partir de contrôler l'éclairage, et l'acquisition de température.

Voici les différentes interfaces de l'application 'Smart-Home for ga3'



Figure III.23: La page de bienvenue

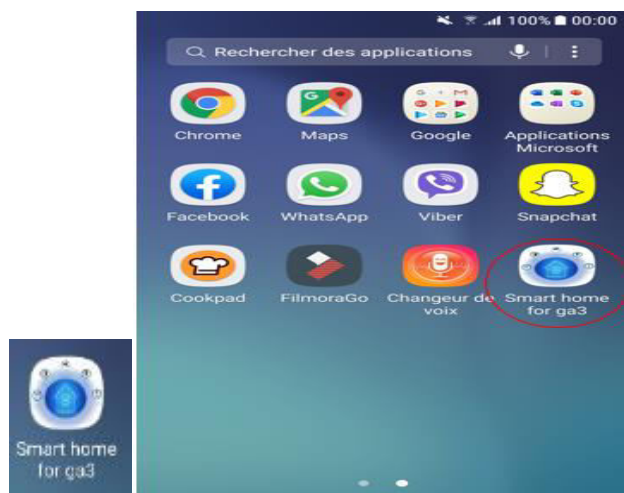


Figure III.24: Logo du 'Smart home for ga3'

2/ S'inscrire dans l'APPLICATION 'Smart home for ga3'

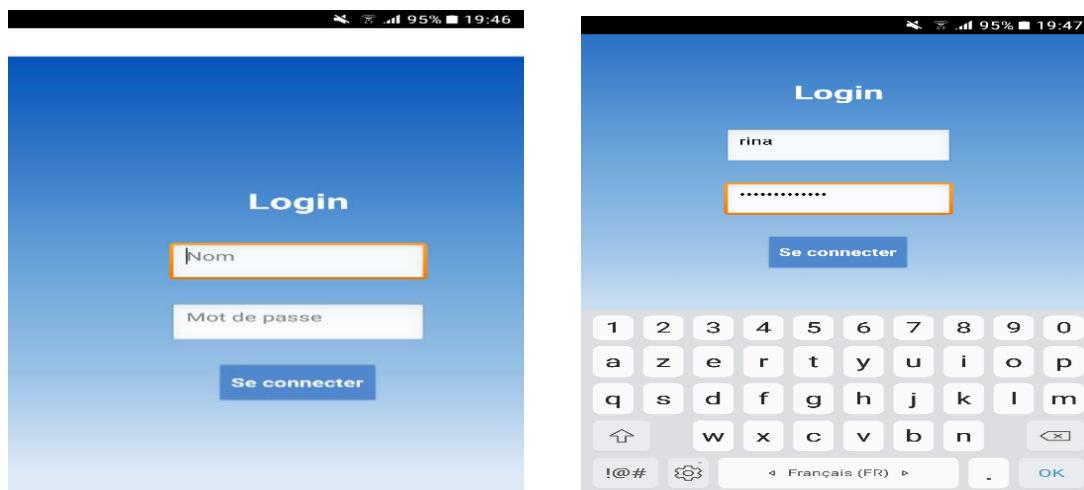


Figure III.25: L'inscription dans l'application

3/ Le menu

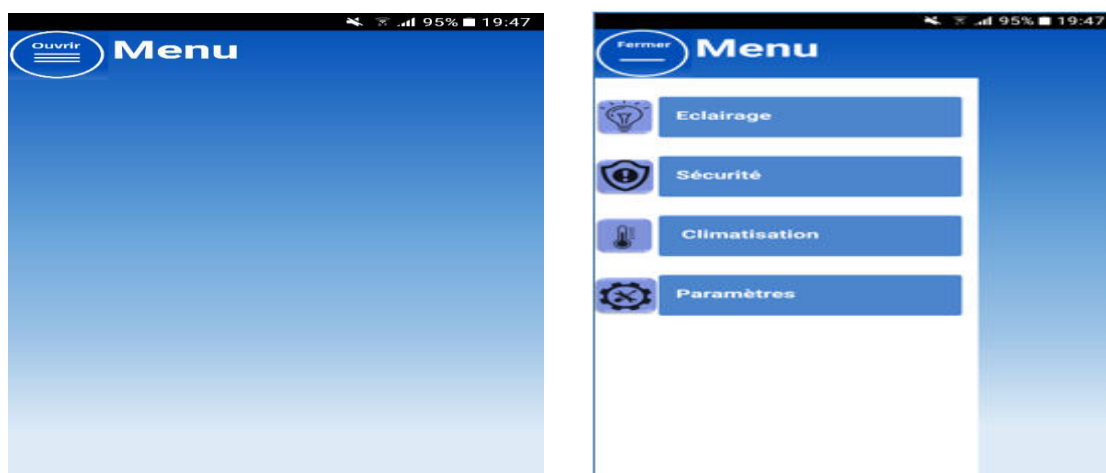


Figure III.26: Le menu



Figure III.27: L'éclairage

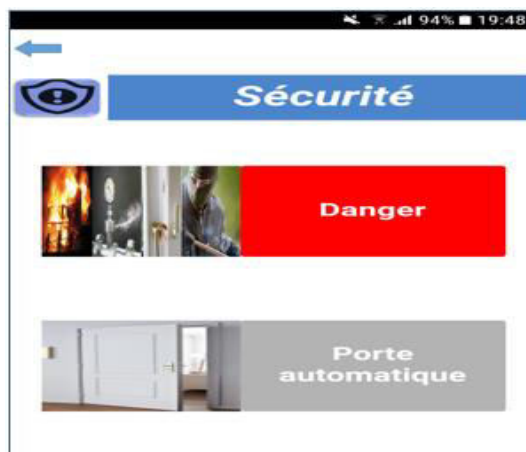


Figure III.28: La sécurité

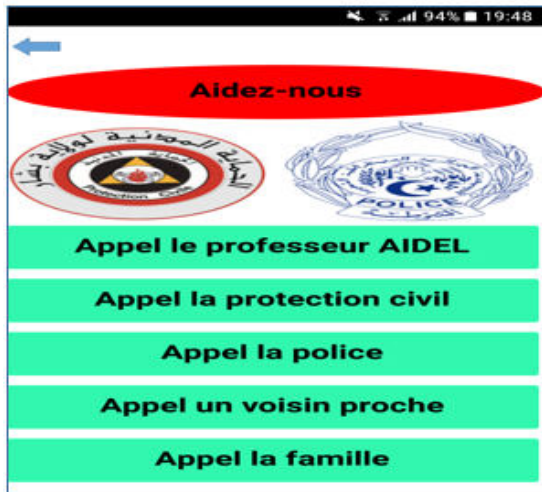


Figure III.29: Les cas des dangers



Figure III.30: La porte automatique



Figure III.31: La climatisation

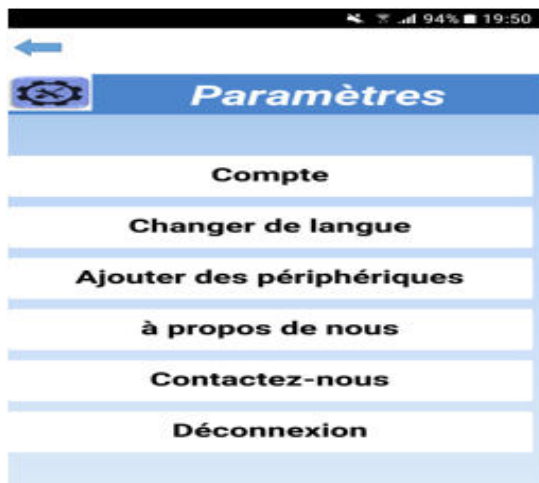


Figure III.32: Paramètres

4/ Les interfaces de 'Paramètres'

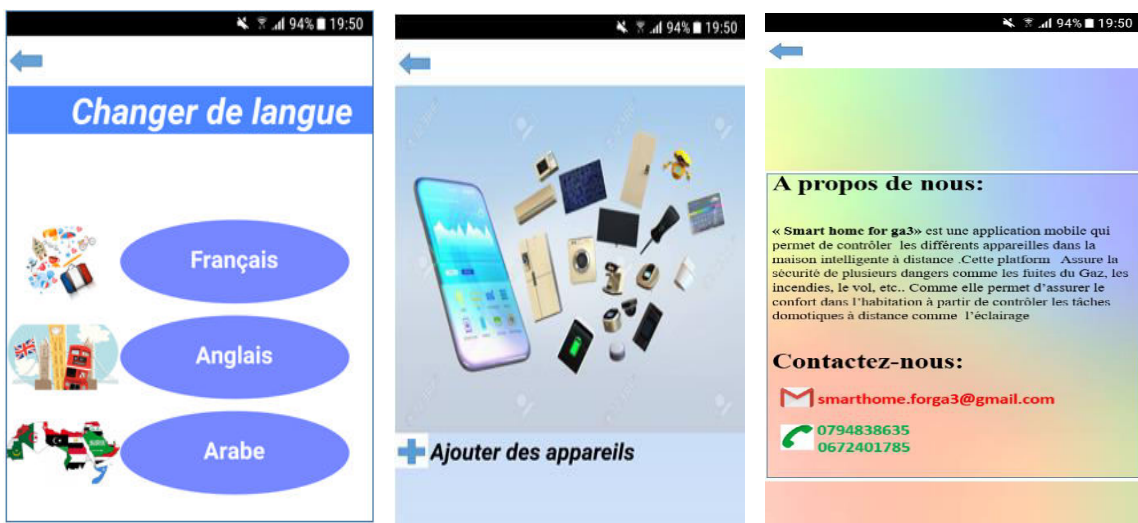


Figure III.33: Les interfaces de paramètres

III.6. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre solution domotique ainsi que les problèmes d'accidents liés aux gaz, incendie, et du manque de sécurité dans les maisons, ce qui était une motivation pour nous de penser et développer quelque chose d'utile et d'intelligent qui permettrait de réduire ces problèmes.

Nous avons donc mis en place une petite maison intelligente, équipée de différents équipements. Et pour réussir ce projet, nous avons franchi quatre étapes importantes, la conception de tout le système domotique (Architectures, Modules, Composantes...), la réalisation virtuelle (Proteus 8, IDE), la réalisation pratique, et la création d'une application androïde. Dans ce chapitre nous nous sommes concentrées sur la première étape, c-à-d la conception du système, l'architecture proposée, aussi on a défini tous les composants et modules utilisés dans notre système domotique. Pour le logiciel et l'application utilisés, nous avons donné une définition avec une interface d'environnement, comme on va définir notre propre application avec ces différentes interfaces.

Concernant les autres étapes qui restent, on va les détailler dans le chapitre suivant.

Chapitre 04

Réalisation et implémentation

- Test et réalisation
- Implémentation des tâches
- Réalisation de la maquette domotique

IV.1.Introduction

Après avoir présenté la conception de notre travail dans le chapitre précédent, on va se consacrer à la partie réalisation et test. Au début, on fait la simulation virtuelle, et par la suite, on présente en détail les étapes de la réalisation pratique du système.

Nous avons décidé, afin de simplifier notre conception, de diviser l’installation en plusieurs tâches d’application qui concernent la sécurité, la sûreté, et le confort. Toutes ces tâches peuvent être contrôlées avec une application mobile. Enfin nous allons implanter notre conception dans une maison comme maquette de notre solution

IV.2.Test et réalisation

Avant de réaliser le montage réel, il est nécessaire de tester le montage avec une simulation virtuelle. Dans notre projet on utilise le logiciel Proteus 8.

Remarque on va utiliser Arduino UNO dans toutes les tâches d’application.

IV.2.1. la sécurité :

1. La réalisation de la tâche 1 : capter la distance, (Alarme de sécurité)

➤ **Matériels utilisés**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
LED	Rouge	1
Capteur de distance Ultrason	HC-SR04	1
Buzzer	12V	1
Résistance	220m	1

Tableau IV.1: Matériels utilisés pour le système d’alarme et capteur de la distance

➤ **Câblage des matérielles**

Ultrason HC-SR04 avec Arduino UNO	Buzzer avec Arduino UNO	LED avec Arduino UNO
PIN Trig –PIN 9 PIN Echo– PIN 10 VCC– (+5V) GND–GND	(+) Buzzer–PIN 13 (-) Buzzer – GND	(+) LED –PIN 6 (-) LED –GND

Tableau IV.2: Le branchement des circuits (HC-SR0, Buzzer, LED)

➤ Algorithme proposé

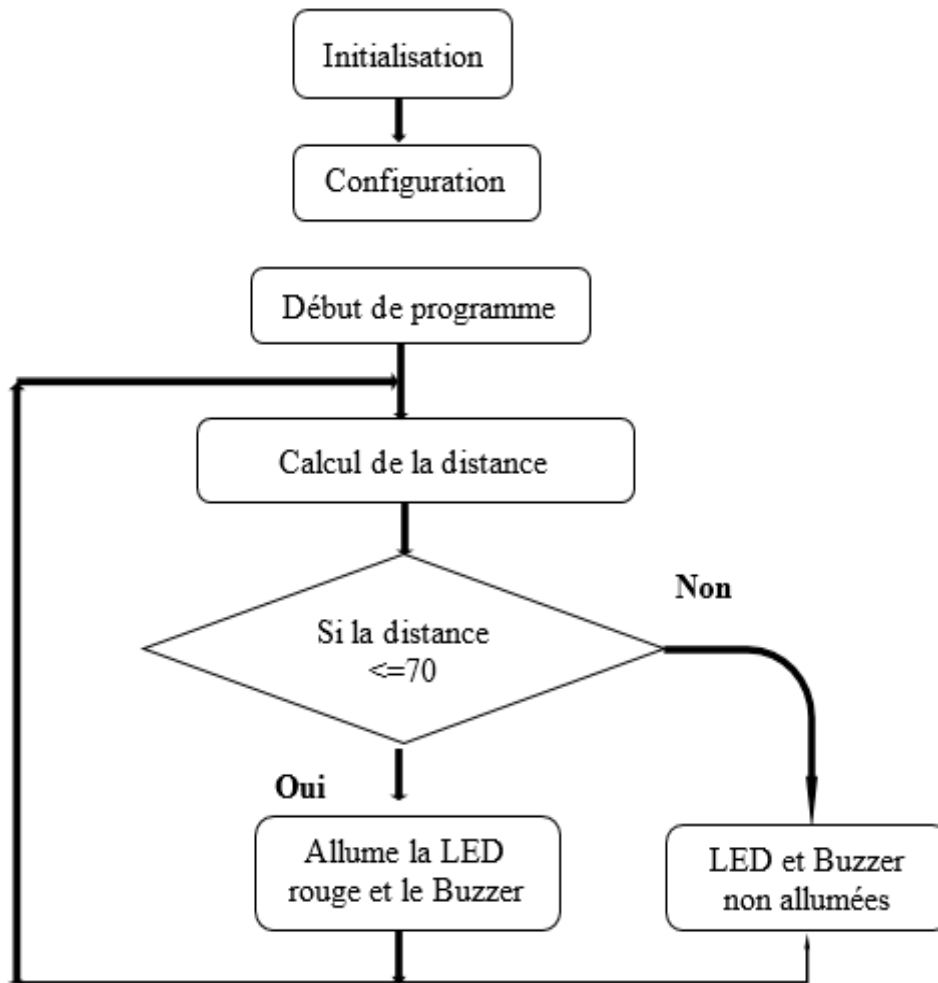


Figure IV.1: Organigramme de la captation de la distance

1.1 Simulation virtuelle :

- Pour tester la distance sur Proteus 8, nous avons utilisé POT-HG avec une résistance de 10 K, et ce test varie entre deux points (front montant et front descendant).
- Nous avons également utilisé (Virtual terminal) pour afficher la distance quand il est loin ou proche

- Si la distance est proche

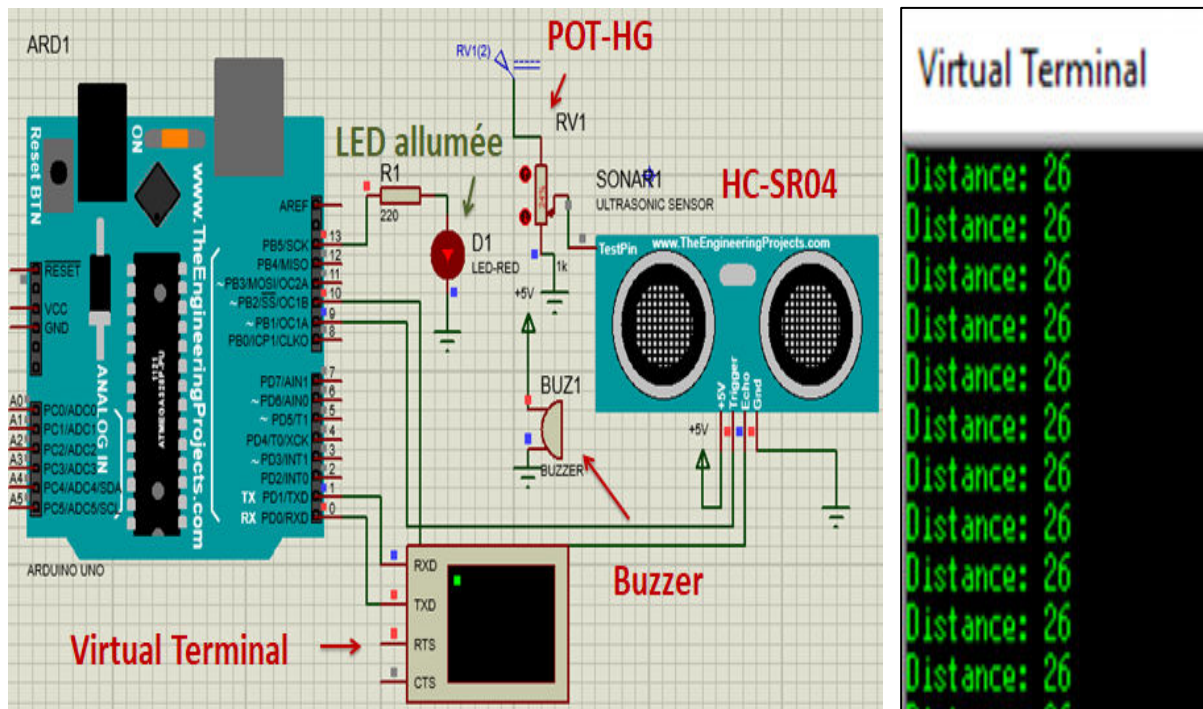


Figure IV.2: Schéma de capteur HC-SR04 et l’affichage de la distance proche sur Proteus 8

- Si la distance est lointaine

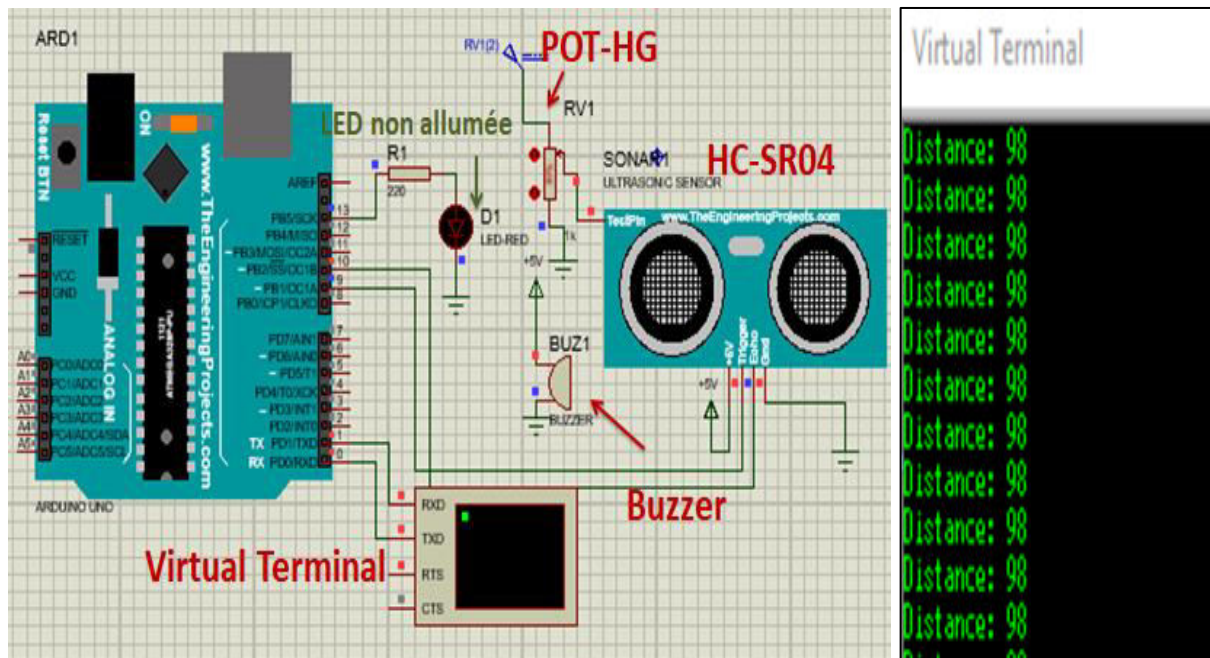


Figure IV.3: Schéma de capteur HC-SR04 L’affichage de la distance lointaine sur Proteus 8

1.2 Résultats pratiques :

➤ Distance lointaine

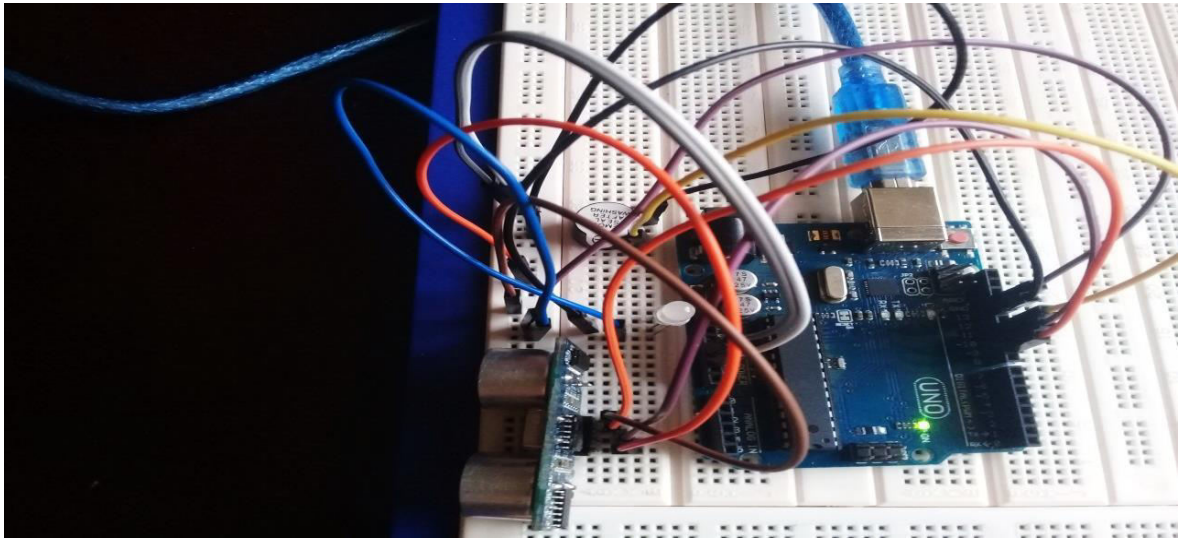


Figure IV.4: Le montage du capteur ultrason en cas de distance lointaine

➤ Distance proche :

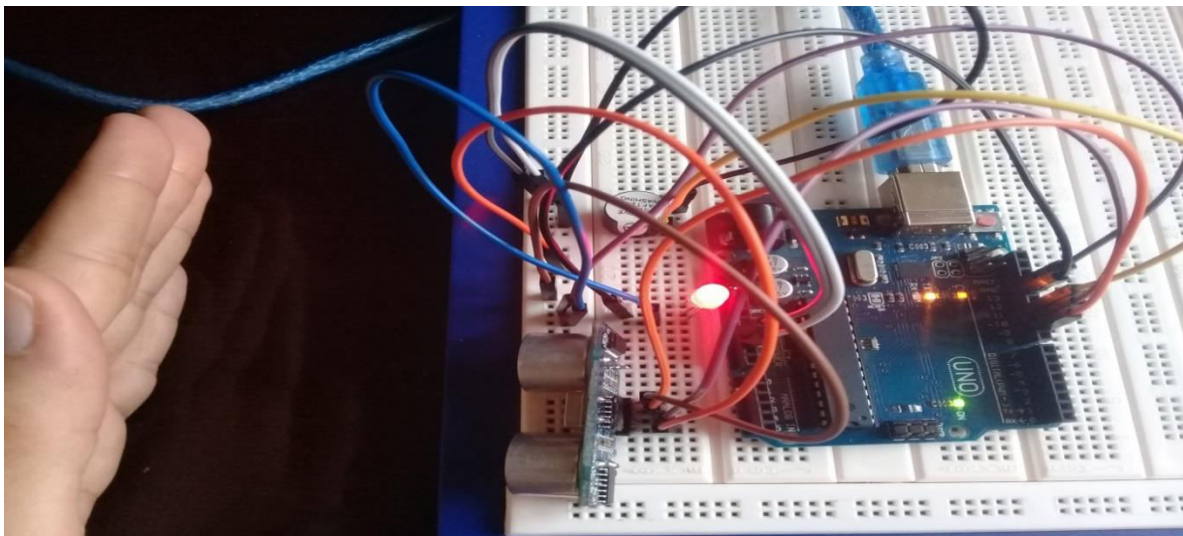


Figure IV.5: Le montage du capteur Ultrason en cas de distance proche

1.3 Commentaires :

- Le capteur HC-SR04 capture la distance. Si la distance est éloignée, la LED ne clignote pas et le Buzzer ne sonne pas. Cela signifie qu'il n'y a pas d'alarme.
- Sinon, la distance est proche. La LED s'allume et le Buzzer émet un son indique qu'il y a une alarme
- Le logiciel IDE peut également afficher la distance capturée par le capteur Ultrason HC-SR04 sur le moniteur série (COM5).

Exemple :

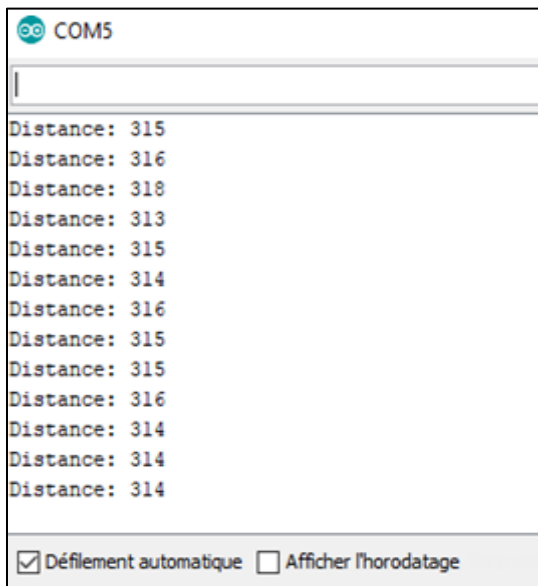


Figure IV.6: Cas d'une distance lointaine

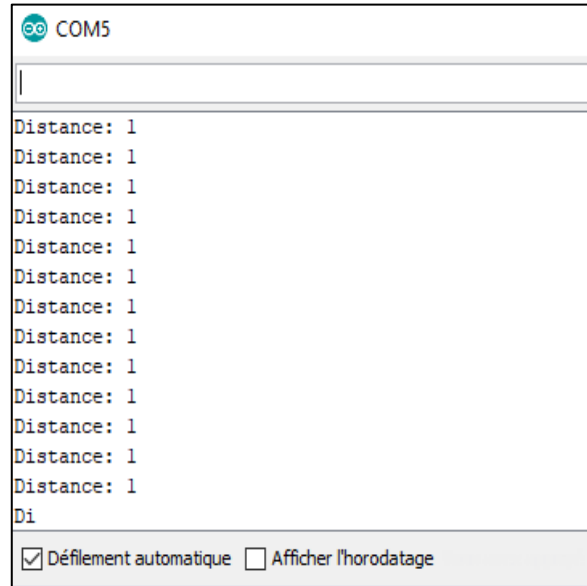


Figure IV.7: Cas d'une distance proche

2. Test avec le détecteur de présence infrarouge PIR HC-SR501

➤ **Matériels utilisés**

Les mêmes matériels utilisés dans la tâche 1, à par le capteur HC-SR04 nous l'avons remplacé par le capteur PIR HC-SR501.

➤ **Le câblage du matériel sur Proteus 8 :**

Capteur PIR HC-SR501 avec Arduino UNO	Terminal Virtual avec Arduino UNO	LED avec Arduino
PIN centrale - PIN 13 VCC – (+5V) GND – GND	RX Terminal virtual-TX	(+) LED –PIN 2 Arduino
	Logic toggle avec Arduino	(-) LED –GND
	Pin test - Pin logic toggle	

Tableau IV.3: Le branchement des matériels

➤ **Algorithme proposé :**

C'est le même principe que l'algorithme du capteur ultrason: s'il y a un mouvement, le Buzzer s'allume et le PIR détecte un mouvement, sinon le Buzzer ne s'allume pas et "mouvement non détecté" par le PIR. La petite différence du capteur PIR n'est pas contrôlée par les distances.

2.1 Les résultats de simulation :

➤ Cas 1 : pas de mouvement

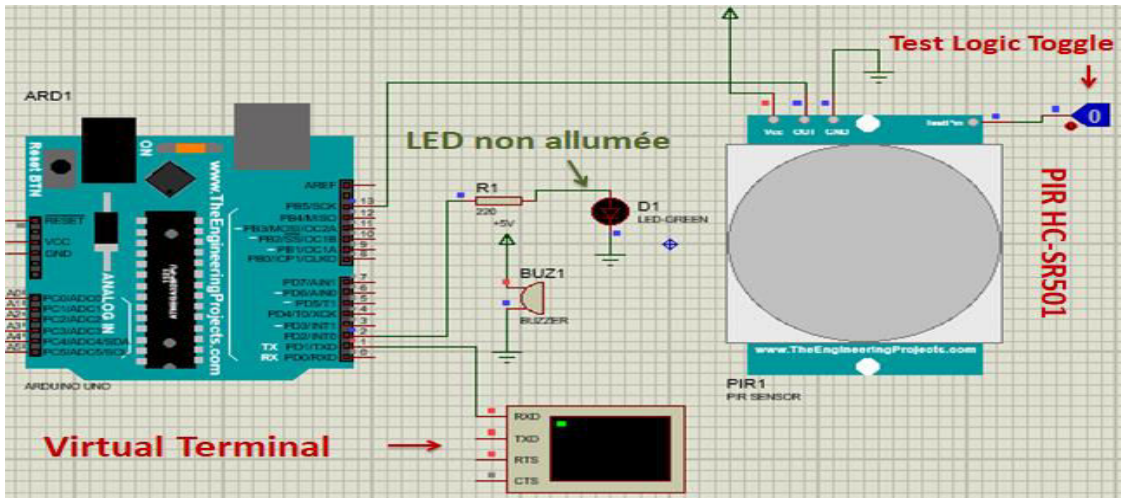


Figure IV.8: Le détecteur PIR en absence de mouvement

➤ L'affichage du Virtual terminal

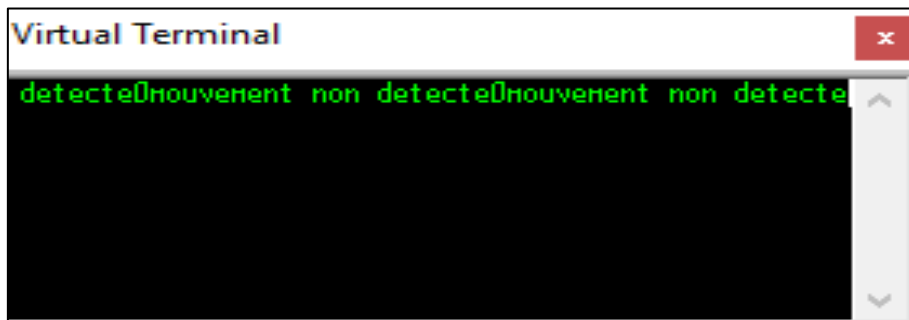


Figure IV.9: L'affichage du virtual terminal "mouvement non détecté"

➤ Cas 2 : Présence de mouvement

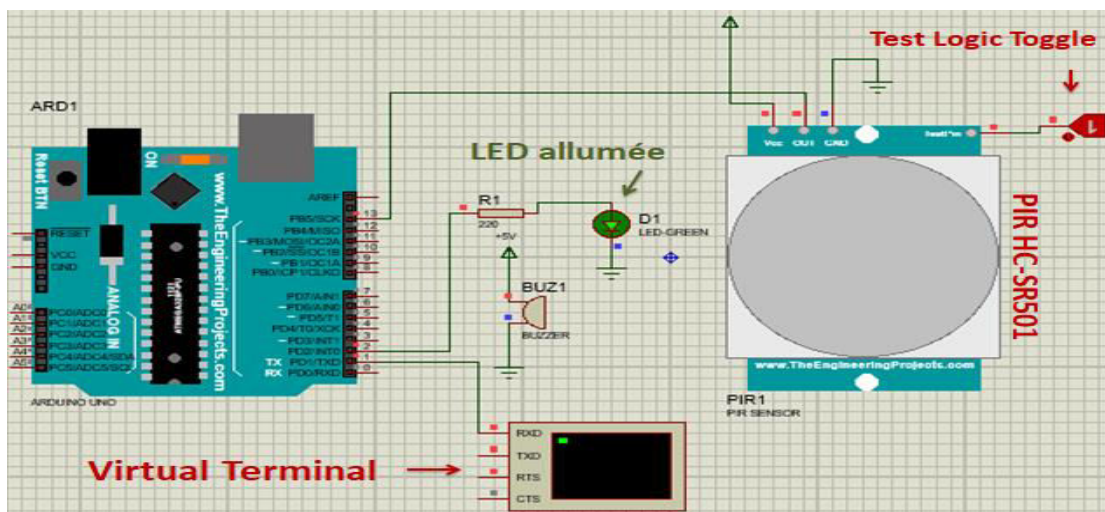


Figure IV.10: Le détecteur PIR en présence de mouvement

➤ L'affichage de virtual terminal :

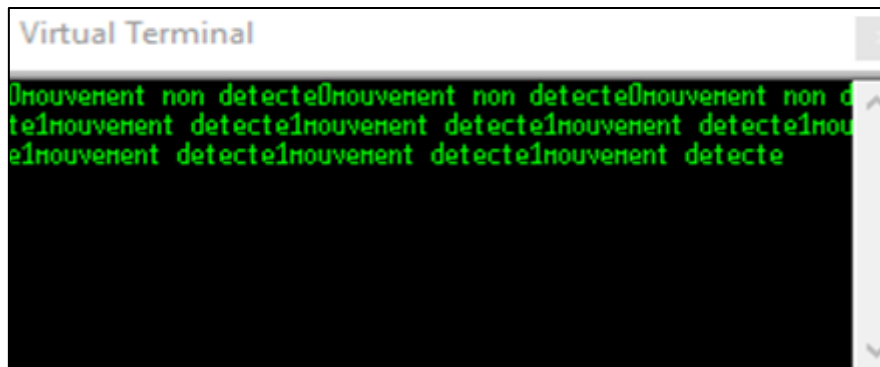


Figure IV.11: L'affichage de virtual terminal "mouvement détecté"

2.2 Commentaires :

- Lorsque LOGICTOGGLE a la valeur 0, le PIR ne détecte pas de mouvement, la LED ne s'allume pas et le terminal virtual affiche le résultat "Mouvement non détecté".
- si LOGICTOGGLE a la valeur 1, le PIR détecte un mouvement, la LED s'allume et le terminal virtual affiche "mouvement non détecté"

3. La réalisation de la tâche 2 : Porte automatique

➤ Matériels utilisés

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Servomoteur	Micro servo 9g	1
Ecran LCD	16*2	1
Clavier	4*4 (pratique) 3*4 (proteus)	1
Potentiomètre		1

Tableau IV.4: Matériels utilisés pour la porte automatique

➤ Câblage des matériels

Servomoteur avec Arduino UNO	LCD avec Arduino UNO	Clavier avec Arduino UNO	Potentiomètre avec UNO
Brown wire-GND Red wire-5V Orange wire-PIN 8	VSS-GND VDD-5V RS-A0 RW-GND E-A1 D4-A2 D5-A3 D6-A4 D7-A5 A-5V K-GND	Row1-pin2 Row2-pin3 Row3-pin4 Row4-pin5 Col1-pin6 Col2-pin7 Col3-pin8 Col4-pin9	(+) potentiomètre – (+5V) (-) potentiomètre – GND Pin central –Pin (V0) LCD

Tableau IV.5: Le câblage des matériels de la porte automatique

➤ Algorithme proposé

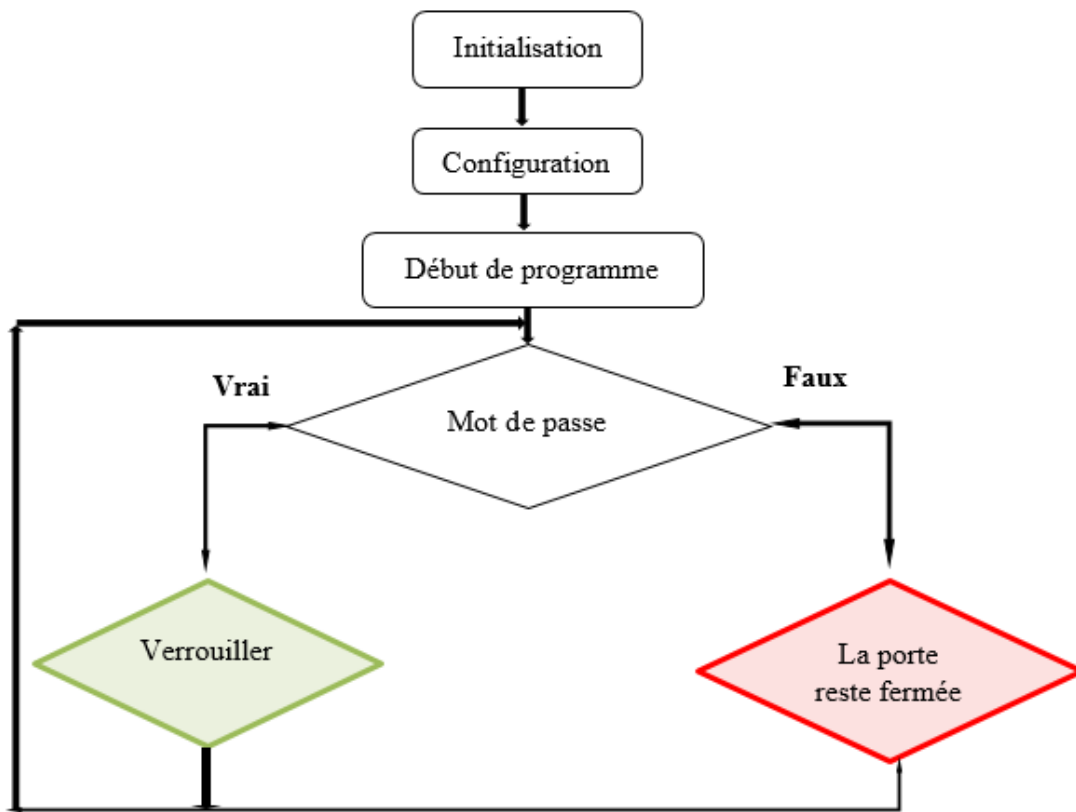


Figure IV.12: Organigramme de la porte automatique

3.1 Simulation :

Voici le schéma du montage virtuel et l'écran de bienvenue

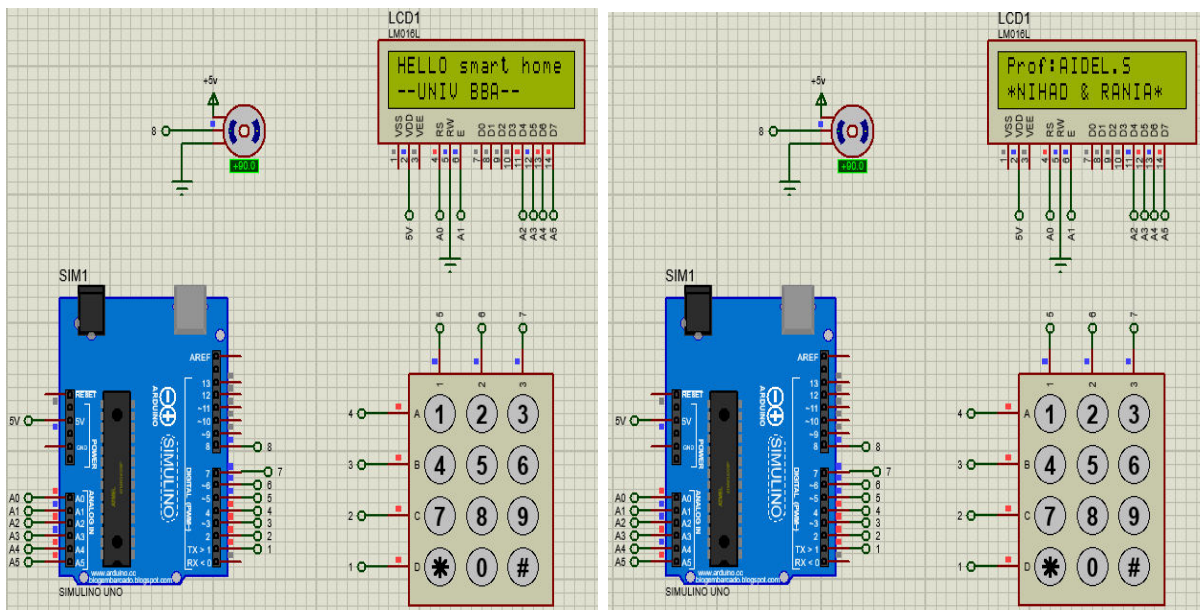


Figure IV.13: Le schéma du montage et l'écran de bienvenue

3.2 Résultats par simulation :

Voici les résultats de la simulation sur Proteus :

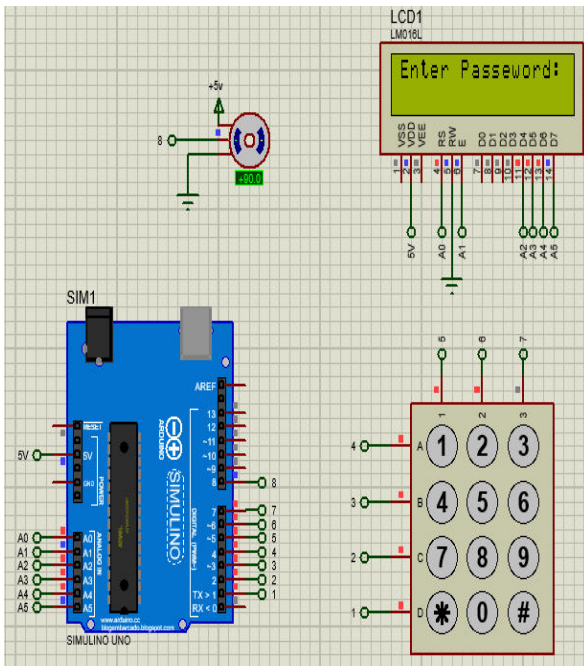


Figure IV.14: Demande d'entrer le password

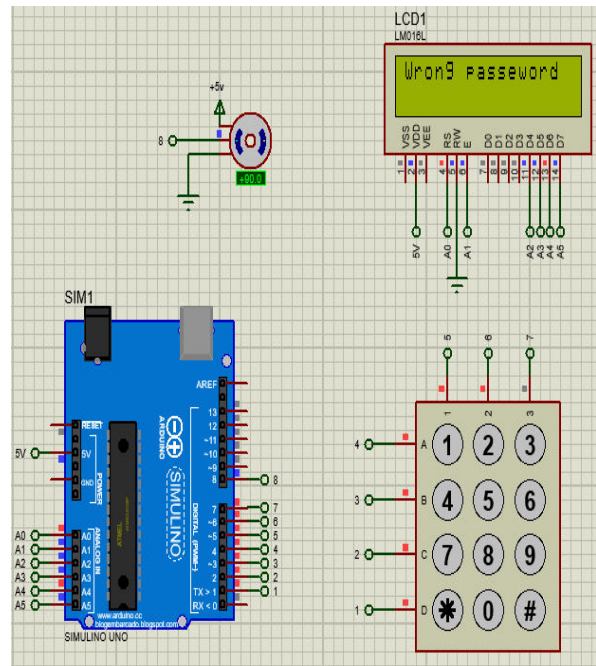


Figure IV.15: Le password est incorrect

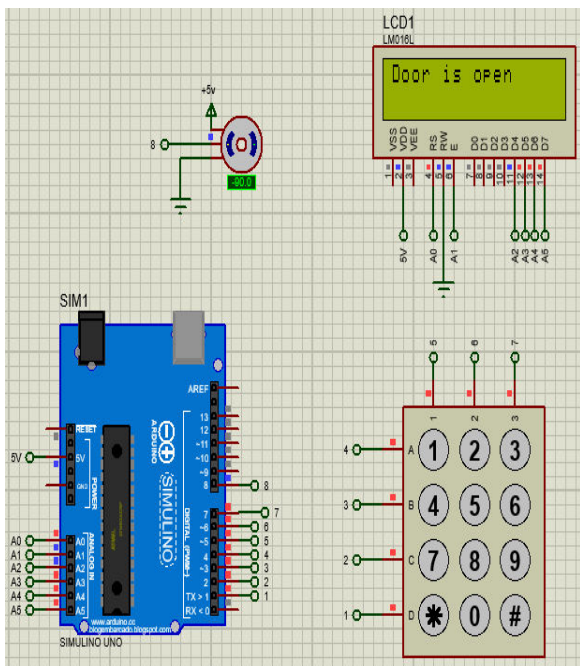


Figure IV.16: La porte s'ouvre

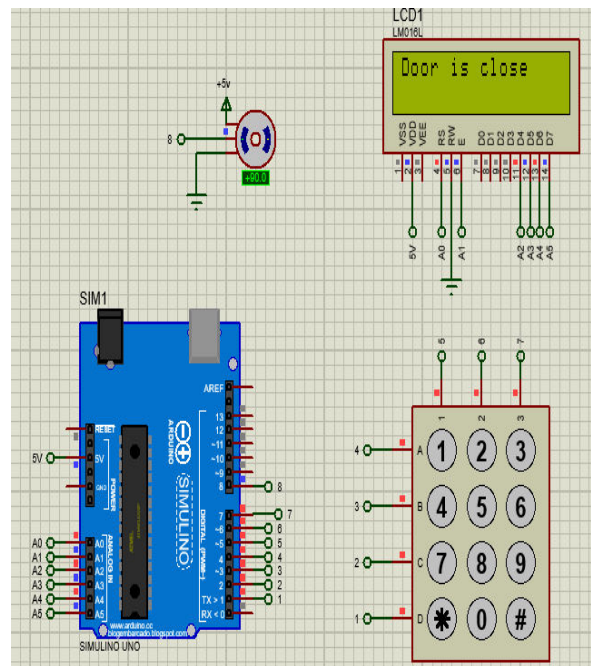


Figure IV.17: La porte se ferme

3.3 Réalisation pratique :

Voici le montage pratique de la porte automatique

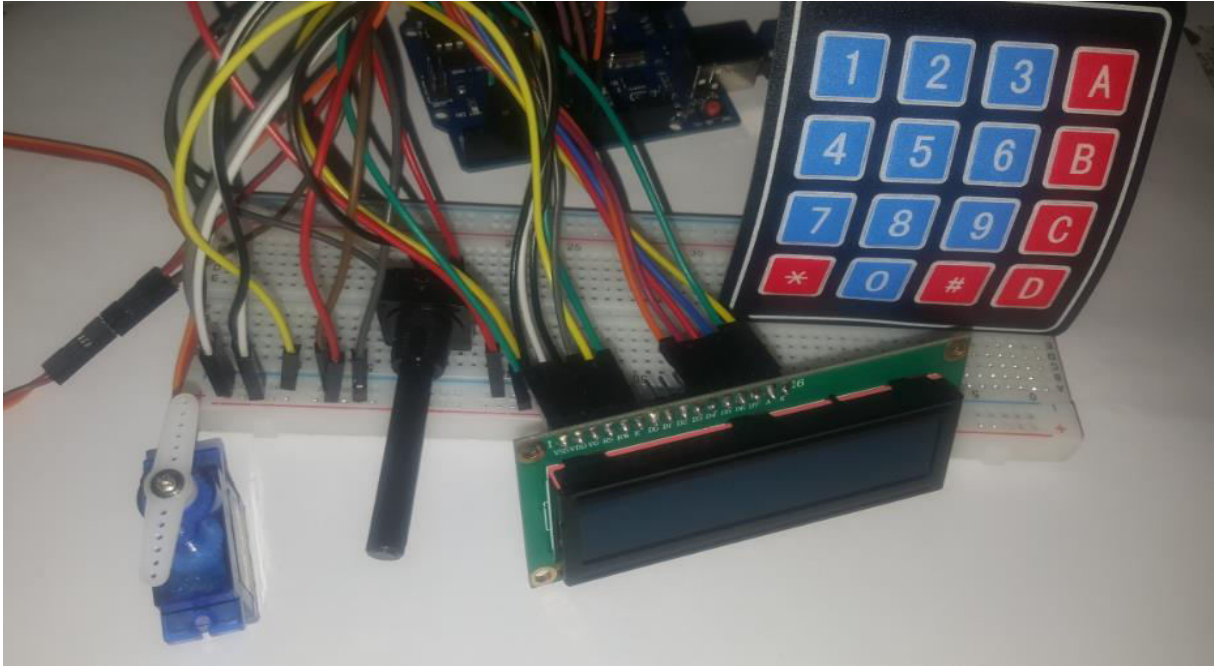


Figure IV.18: Le montage pratique de la porte automatique

3.4 Résultats de la réalisation pratique

On a choisi que l'écran de bienvenue affiche les deux messages suivants :

« Hello smart home, UNIV BBA » puis «Prof: AIDEL,S,*NIHAD & RANIA*»

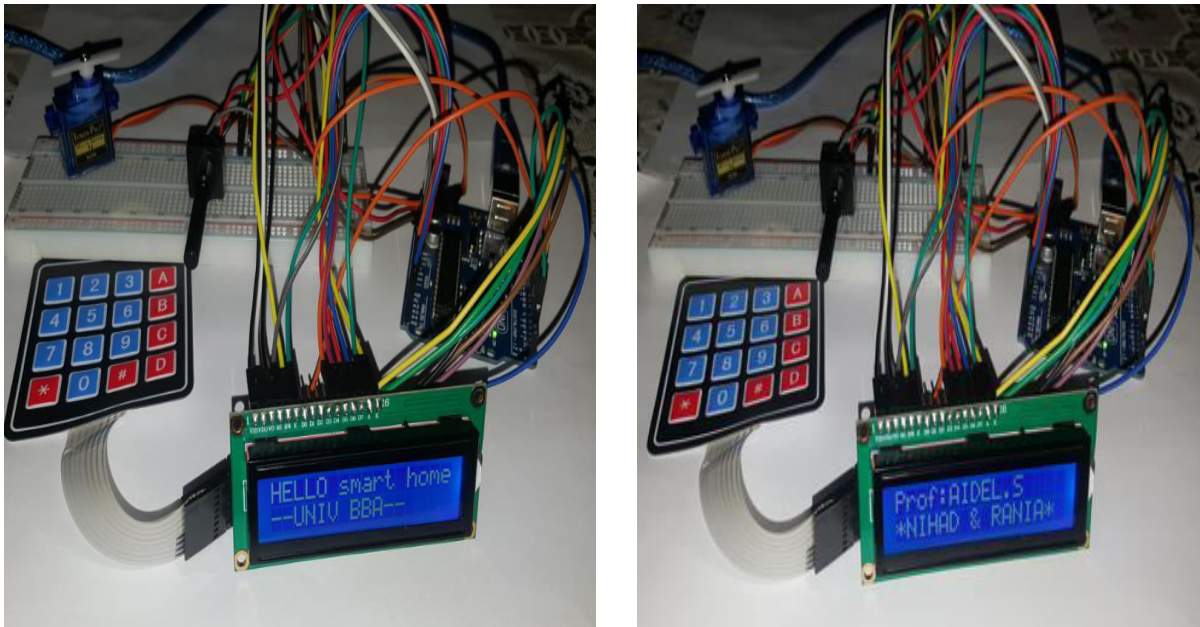


Figure IV.19: L'écran de bienvenue

Après l'écran de bienvenue, un autre écran qui demande le mot de passe. Si le mot de passe d'entrée est incorrect, l'écran affiche « Wrong password » et la porte reste fermée.

Et voici les figures de cette réalisation :

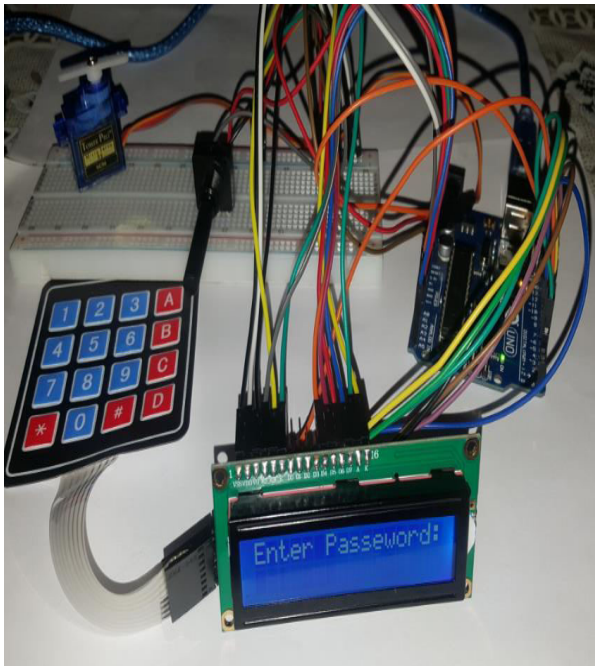


Figure IV.20: Demande du password



Figure IV.21: Le password incorrect

Quand on entre le mot de passe correct qu'est 'ABC123', le servomoteur tourne alors la porte s'ouvre .Et l'écran affiche « Door is open ».

Et pour fermer la porte on clique sur '#'.



Figure IV.22: Le cas où la porte s'ouvre



Figure IV.23: Le cas où la porte se ferme

4. La réalisation de la tâche 3 : la détection de la fuite du Gaz

➤ Matériels utilisés

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
Capteur du Gaz	MQ-2	1
LEDs	Rouge et Vert	2
Buzzer	12 V	1
Résistances	220 Ohm	2
Source du Gaz	H2, GPL, CH4, CO	

Tableau IV.6: Matériels utilisés pour le système de la détection du Gaz

➤ Câblage des matériels

MQ-2 avec Arduino UNO	Buzzer avec Arduino UNO	LEDs avec Arduino UNO
VCC-5V GND-GND DO-PIN 5 AD-A2	+Buzzer-PIN 8 -Buzzer -GND	+LED rouge-PIN 10 -LED rouge-Résistance +LED verte-PIN 11 -LED verte-Résistance

Tableau IV.7: Le branchement des matériels (MQ-2, Buzzer, LED)

➤ Algorithme proposé

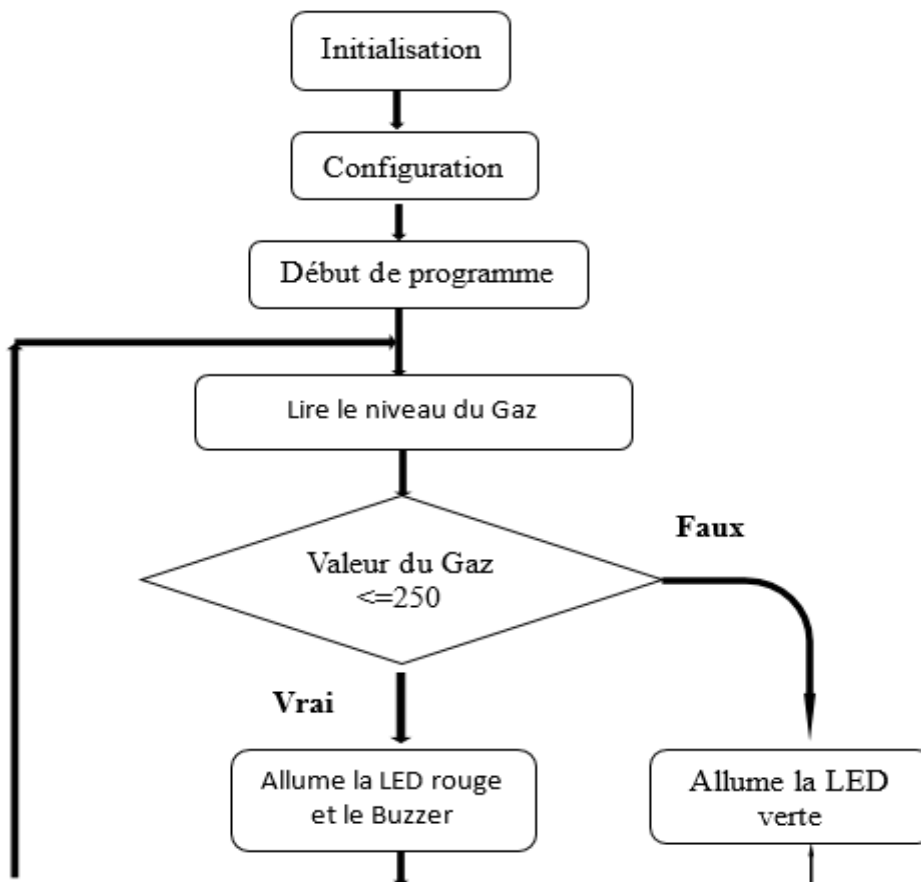


Figure IV.24: Organigramme de la détection de gaz

4.1 Simulation virtuelle

L'ajout du gaz en simulation Proteus met avec le pick devices « LOGICTOGGLE »
 Quand on met « LOGICTOGGLE » à la valeur '0' c'est-à-dire il n'y a pas du gaz, et quand on le met à la valeur '1' c'est-à-dire, il y a du gaz.

4.2 Résultats de la simulation virtuelle

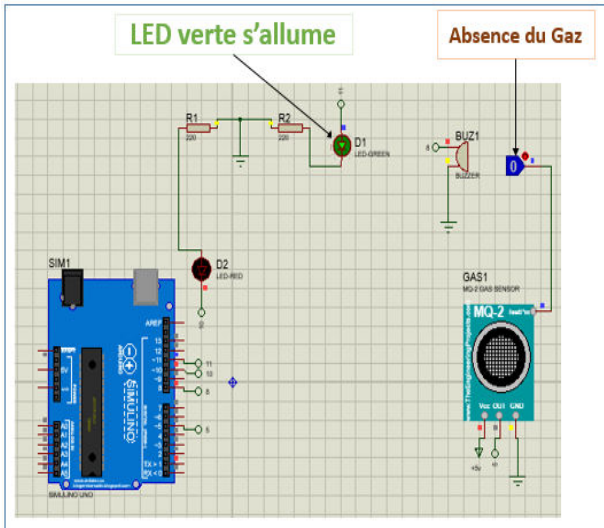


Figure IV.25: Le cas d'absence du Gaz

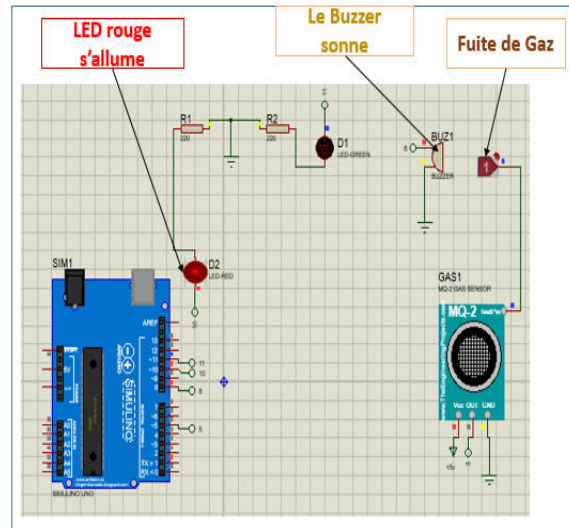


Figure IV.26: Le cas des fuites du Gaz

4.3 La réalisation pratique

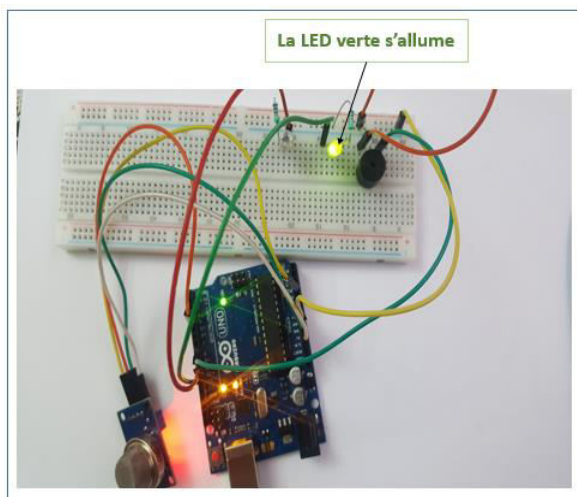


Figure IV.27: Le cas de sécurité

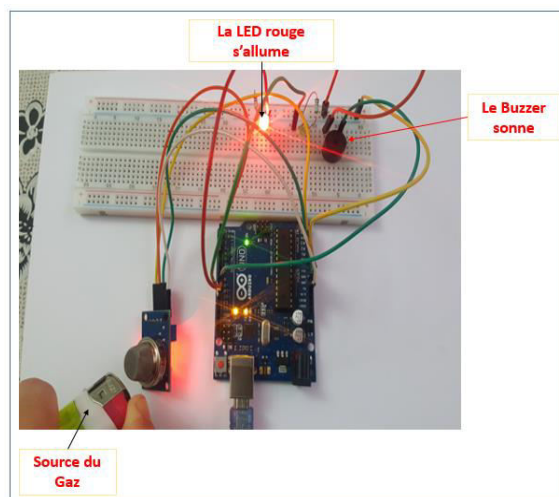


Figure IV.28: Le cas de la fuite du Gaz

4.4 Commentaires :

1. Notre système de la détection du Gaz permet de détecter les Gaz carboniques (H2, le GPL, le CH4, le CO, l'alcool, la fumée, etc.,...).
2. Dans le cas normal où il n'y a pas des fuites, notre système permet d'allumer la LED verte comme indicateur de sécurité.

3. Et dans le cas des fuites du Gaz, notre système permet d'envoyer une alerte à l'habitant par une sonnerie forte et l'éclairage rouge dans toute la maison comme indicateur du danger.

5. la réalisation de la tâche 4 : La détection des incendies

Les mêmes matériels utilisés dans la tâche 3, à par le capteur du gaz MQ2 nous l'avons remplacé par un capteur de la flamme (IR Infrarouge Flamme), et on a utilisé qu'une LED rouge.

➤ **Le câblage du matériel :**

Capteur de la flamme avec Arduino UNO	Buzzer avec Arduino UNO	LEDs avec Arduino UNO
VCC-5V GND-GND DO-A0	+Buzzer-PIN 11 -Buzzer -GND	+LED rouge-PIN 13 -LED rouge-Résistance

Tableau IV.8: Le branchement des matériels (capteur de flamme, Buzzer, LED)

➤ **Algorithme proposé**

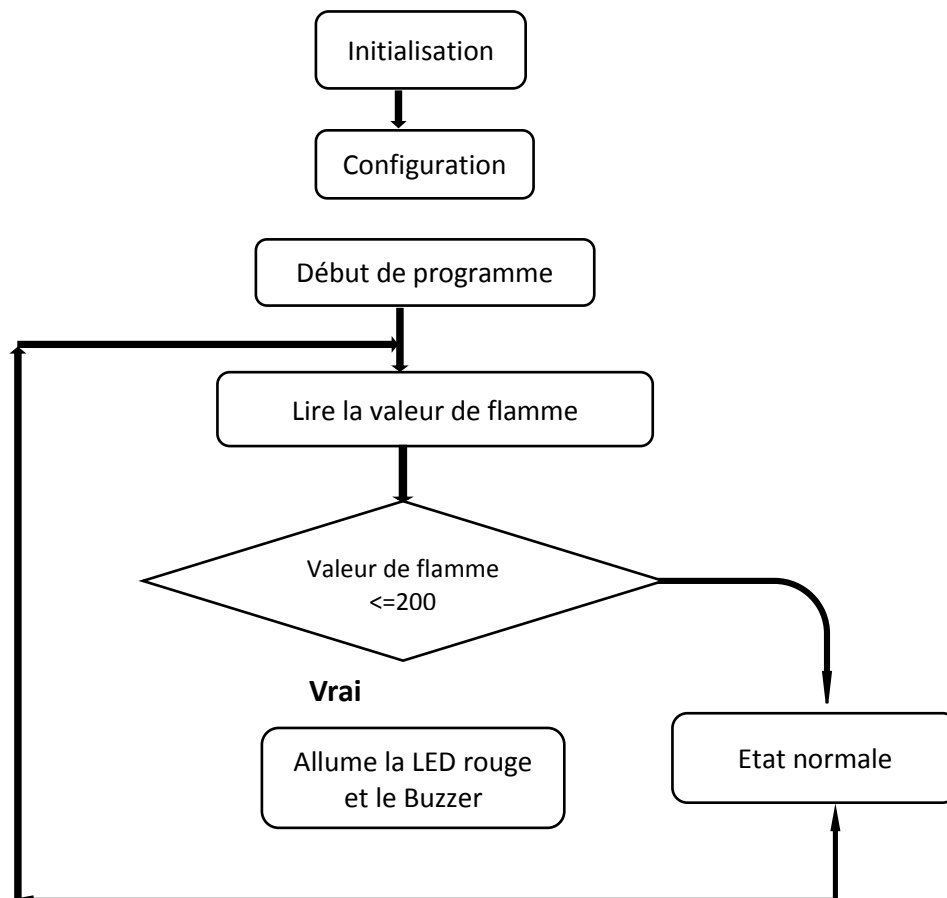


Figure IV.29: Organigramme de la détection de flamme

5.1 Résultats de la simulation virtuelle

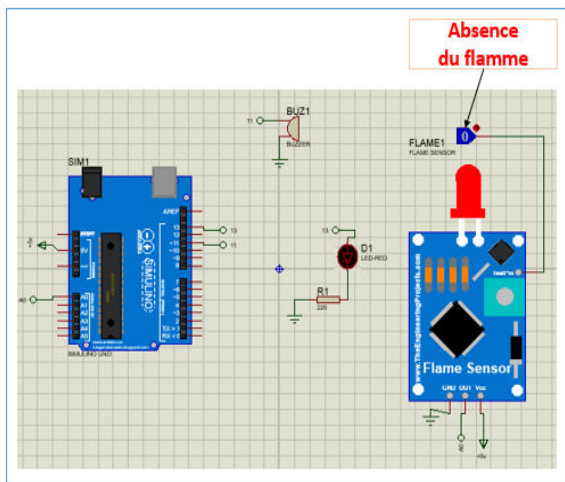


Figure IV.30: Le cas normal

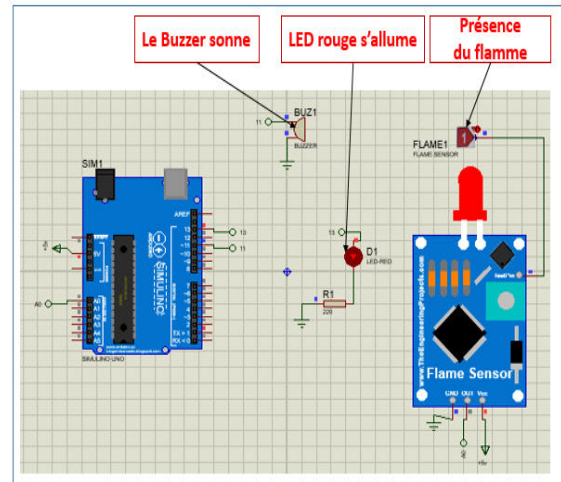


Figure IV.31: Le cas des incendies

5.3 La réalisation pratique



Figure IV.32: La conception du système en cas des incendies

5.4 Commentaires :

1. Notre système de la détection des incendies permet de protéger l'habitant de tous dangers de la flamme et du feu.
2. Dans le cas des incendies, ce système permet d'envoyer une alerte à l'habitant par un éclairage rouge et une sonnerie forte comme indicateur du danger.

6. La réalisation de la tâche 5 : la détection des incendies avec le module SIM800L

➤ Matériels utilisés

Les mêmes matériels que la tâche 4 plus un module GSM. (SIM800L) en pratique et (GSM900D) en Proteus.

➤ Câblage des matérielles

Capteur de la flamme avec Arduino UNO	SIM800L avec Arduino UNO	LEDs avec Arduino UNO	Buzzer avec Arduino UNO
VCC-3.3V GND-GND DO-11	VCC-5V GND-GND RX-TX TX-RX	+LED rouge-PIN 5 -LED rouge-GND +LED verte-PIN 11 -LED verte-GND	+Buzzer-PIN 12 -Buzzer -GND

Tableau IV.9: Le câblage des matériels de la détection des incendies avec SIM800L

➤ La fonction d'alarme du système

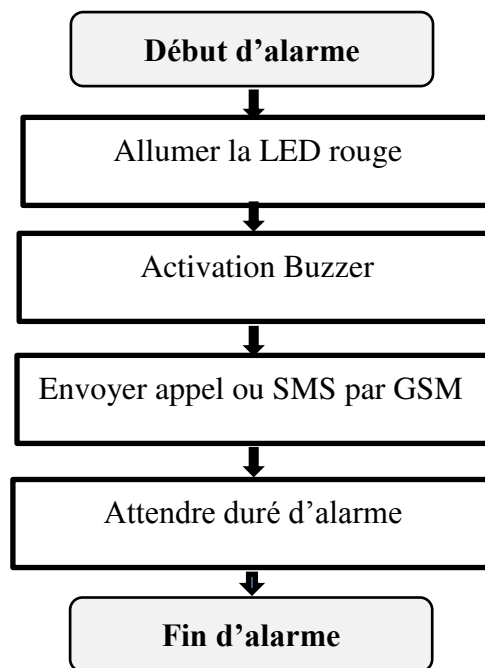


Figure IV.33: Organigramme de la fonction d'alarme

6.1 Simulation virtuelle

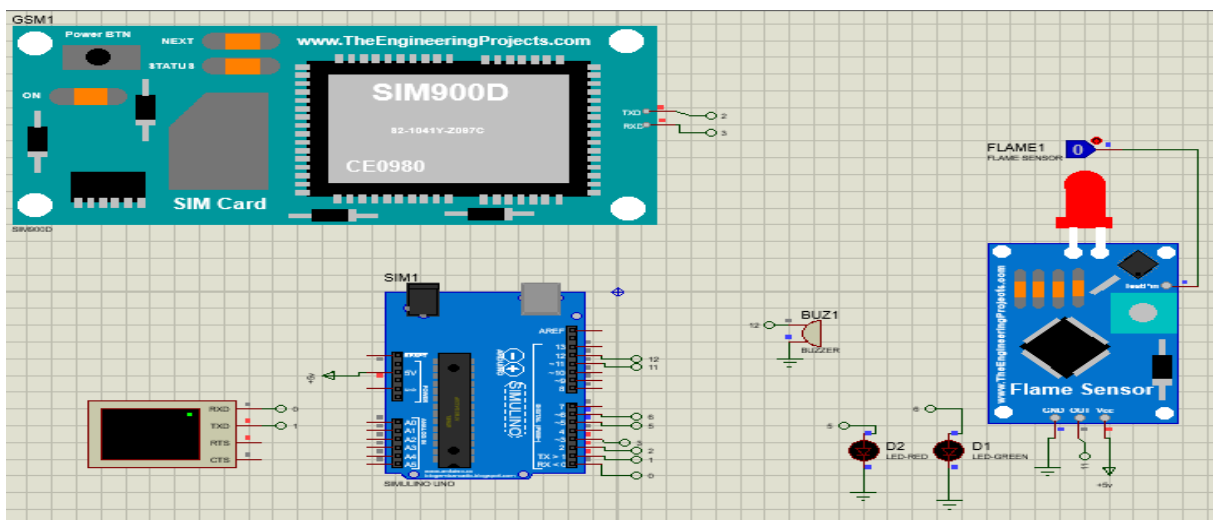


Figure IV.34: Montage virtuel de la détection des incendies avec le module GSM900D



Figure IV.35: Envoi d'un appel et SMS à l'habitant en cas d'incendie

6.2 La réalisation pratique

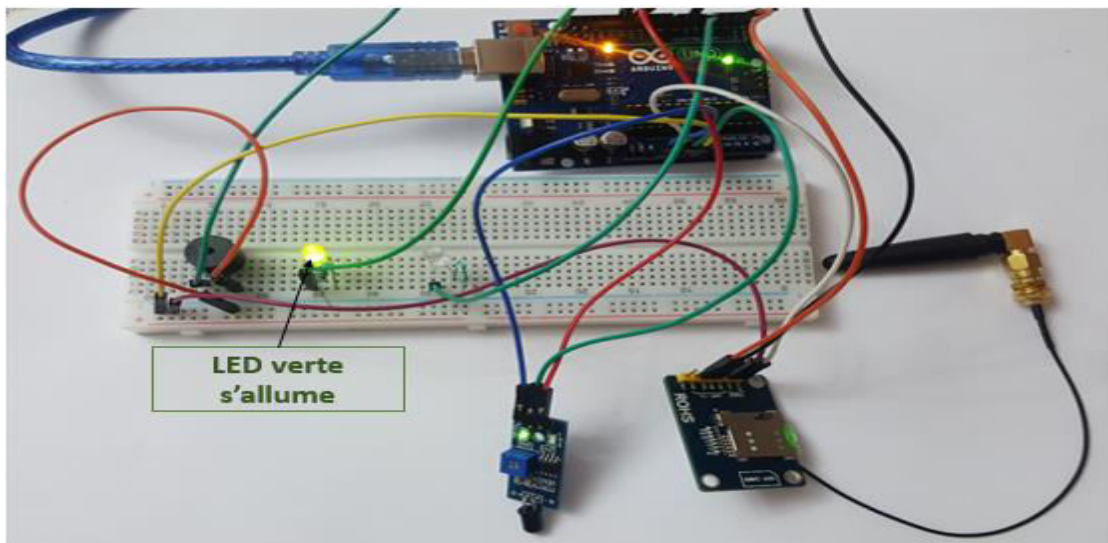


Figure IV.36: Le montage de la détection des incendies par le module SIM800L (cas normal)

6.3 Résultats de la réalisation pratique

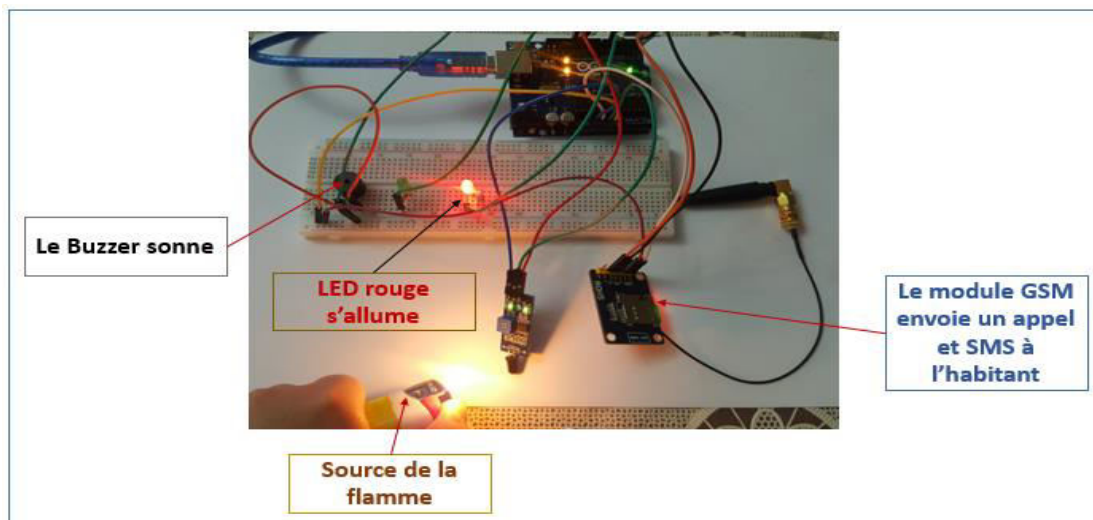


Figure IV.37: Le montage de la détection des incendies par le module SIM800L

Le logiciel IDE affiche l'appel et le message envoyé par le module SIM800L vers l'habitant sur le moniteur série (COM4). Comme représentée cette figure :

```

COM4 (Arduino/Genuino Uno)
AT+CMGS="0672401785"
Incendie dans la maison
[]
ATDxxxxxxxxxx;
AT+CMGF=1
AT+CMGS="0672401785"
Incendie dans la maison
[]
ATDxxxxxxxxxx;
AT+CMGF=1
AT+CMGS="0672401785"
Incendie dans la maison
[]
ATDxxxxxxxxxx;
AT+CMGF=1
    
```

Figure IV.38: Envoi d'un appel et SMS dans le cas des incendies

6.4 Problème de la réalisation pratique :

On a trouvé un problème dans le module SIM800L car il ne peut pas envoyer d'appel ou de SMS.

Pour régler ce problème il faut changer le condensateur du module vers une autre valeur supérieure à 1000 µF comme les figures dessous le montrent :



Figure IV.39: Le règlement du problème du module SIM800L

IV.2.2.Le confort

1. La Réalisation de la tâche 1 : l'éclairage

➤ **Matériel utilisé**

Matériels utilisés	Caractéristiques	Nombre
LED	RGB	3
Module Bluetooth	HC-06	1
Smartphone	Android	1
Résistances	220M	3

Tableau IV.10: Matériels utilisés pour le système d'éclairage

➤ Câblage du matériel :

Les LEDs avec la carte Arduino UNO	Module Bluetooth HC-06 avec l'Arduino UNO
(+) de la LED1 (salon) à Pin 13, (-) à GND (+) LED2 (Chambre1) à Pin 8, (-) à GND (+) LED3 (la cuisine) à Pin 9, (-) à GND sur la plaque d'essai	Pin RX Bluetooth - Pin 1 (TX) Arduino Pin TX Bluetooth - 0 (RX) Arduino (+5V) Bluetooth - 5V sur la plaque d'essai GND à la terre (-ve) sur la plaque d'essai

Tableau IV.11: Le branchement des matériels (LED, Module Bluetooth HC-06)

➤ Algorithme proposé

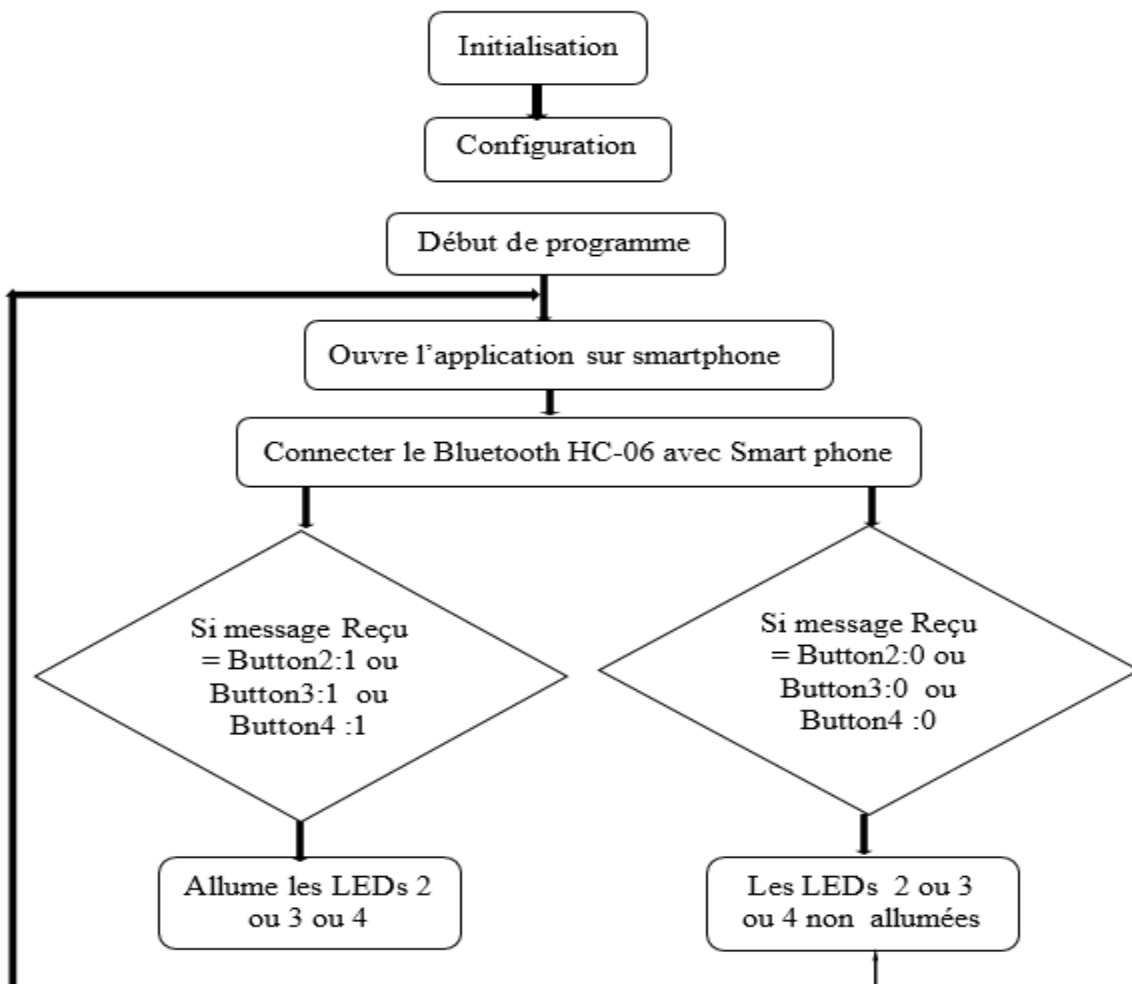


Figure IV.40: Organigramme de l'éclairage

1.1 Résultats pratique :

Pour Contrôler les LEDs, nous avons créé une application sur le site Web d'App Inventor. Cette application établit la connexion entre les LEDs et le smartphone via Bluetooth.

➤ Cas 1 : Sans connexion Bluetooth HC-06

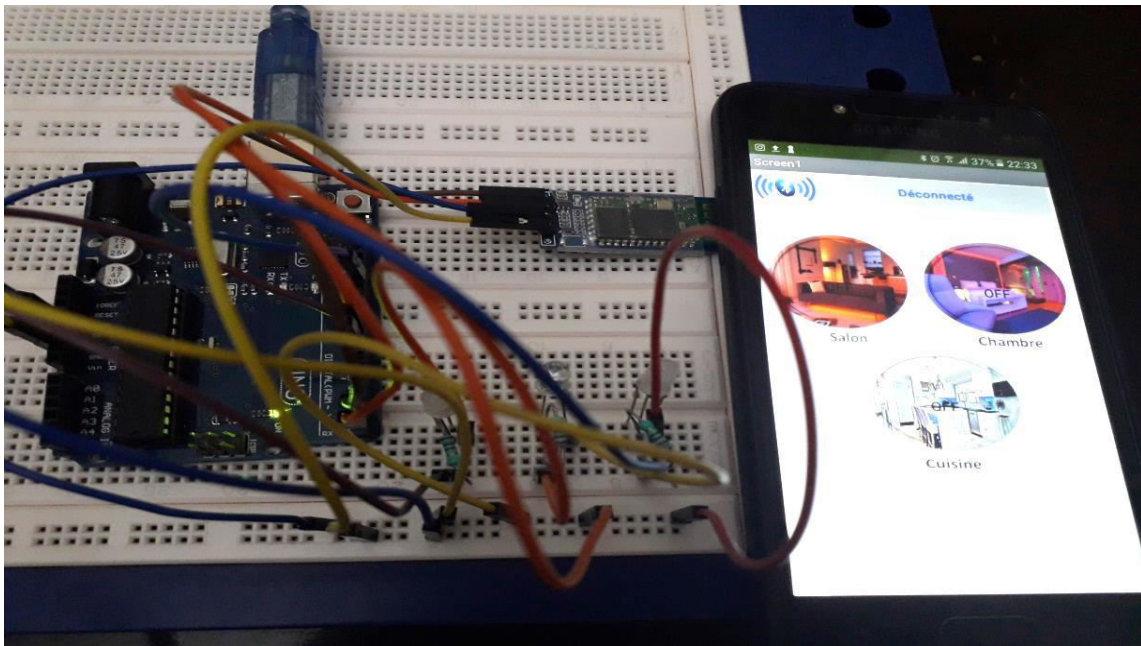


Figure IV.41: Avant l'éclairage des LEDs

1.2 Commentaire :

1. Les 3 LED's ne s'allument pas car le Bluetooth HC-06 est déconnecté

➤ Cas 2 : Avec connexion Bluetooth H06

Nous appuyons sur 'Déconnecté' pour choisir l'adresse Bluetooth, et suivi les étapes ci-dessous

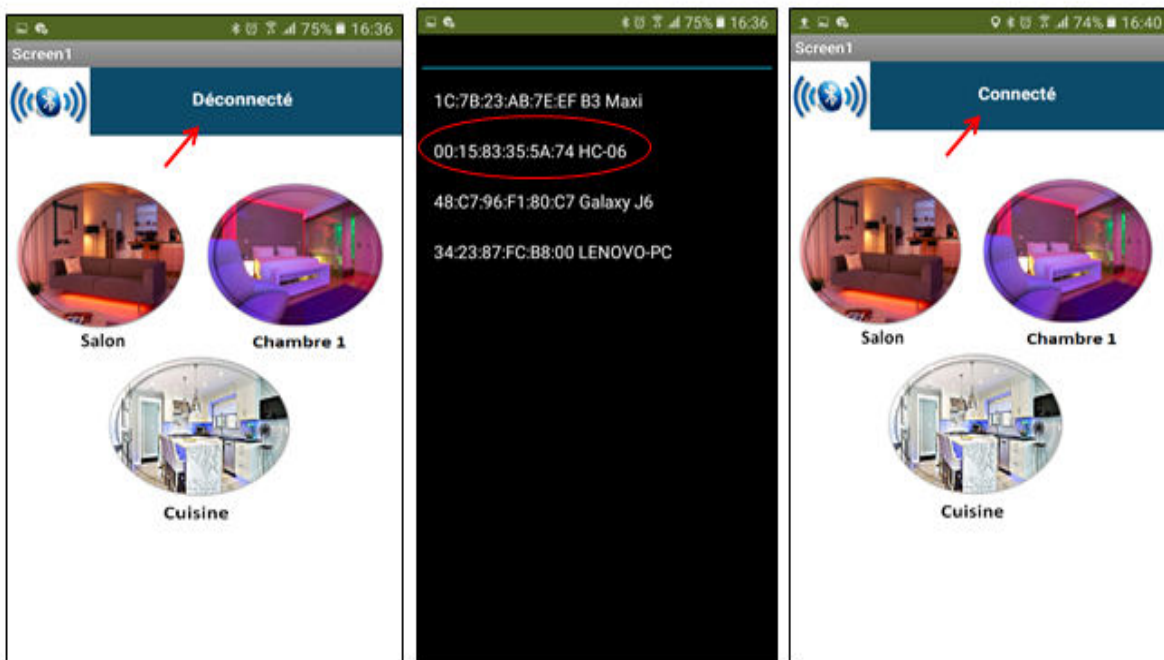


Figure IV.42: Les étapes de connexion avec Bluetooth

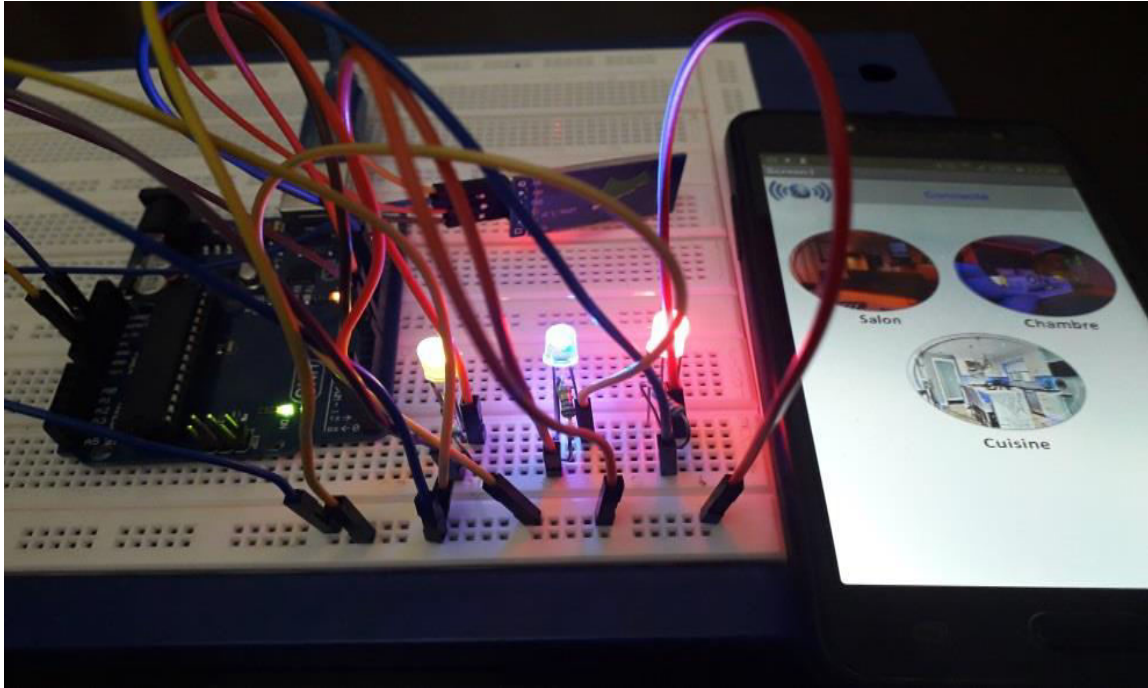


Figure IV.43: L'éclairage des LED

1.3 Commentaires :

1. Le Bluetooth était connecté et nous pouvions gérer les LEDs facilement.
2. Lorsque nous appuyons sur l'icône du salon, la LED 1 s'allume, et lorsque nous appuyons sur l'icône de la chambre1, la LED 2 s'allume, etc....

2. La Réalisation de la tâche 2 : l'acquisition de la température et contrôle de ventilateur

➤ Matériels utilisés

Matérielles utilisé	Caractéristiques	Nombre
Capteur de température	LM35	1
Ecran LCD	16*2	1
Un potentiomètre	10 K	1
Ventilateur	DC 12 V	1
Résistance	10K ohm	1

Tableau IV.12: Matériels utilisés pour le système de l'acquisition de la température

➤ Câblage du matériel

L'écran LCD avec Arduino UNO	Potentiomètre 10K avec Arduino UNO
Pin (VSS) LCD – GND Arduino	(+) potentiomètre – (+5V) Arduino
Pin (VDD) -5V Arduino	(-) potentiomètre – GND Arduino
Pin (V0) LCD - pin central potentiomètre	Pin centrale –Pin (V0) LCD
Pin (RS) LCD – PIN 12 Arduino	Capteur de température LM35 avec l'Arduino UNO
Pin (RW) LCD à la masse GND	Vcc à 5V (+ ve) Arduino
Pin (E) LCD –PIN 11 Arduino	GND à la terre (-ve) Arduino
Pin (D4) LCD –PIN 5 Arduino	Sortie à A0 (pin analogique 0) Arduino
Pin (D5) LCD –PIN 4 Arduino	Ventilateur DC avec Arduino UNO
Pin (D6) LCD – PIN 3 Arduino	(+) Ventilateur – Pin 7 Arduino
Pin (D7) LCD –PIN 2 Arduino	(-) Ventilateur - GND Arduino
Pin (A) LCD - 5V Arduino	
Pin (K) – GND Arduino	

Tableau IV.13: Le branchement des matériels (LCD, LM35, potentiomètre)

➤ Algorithme proposé

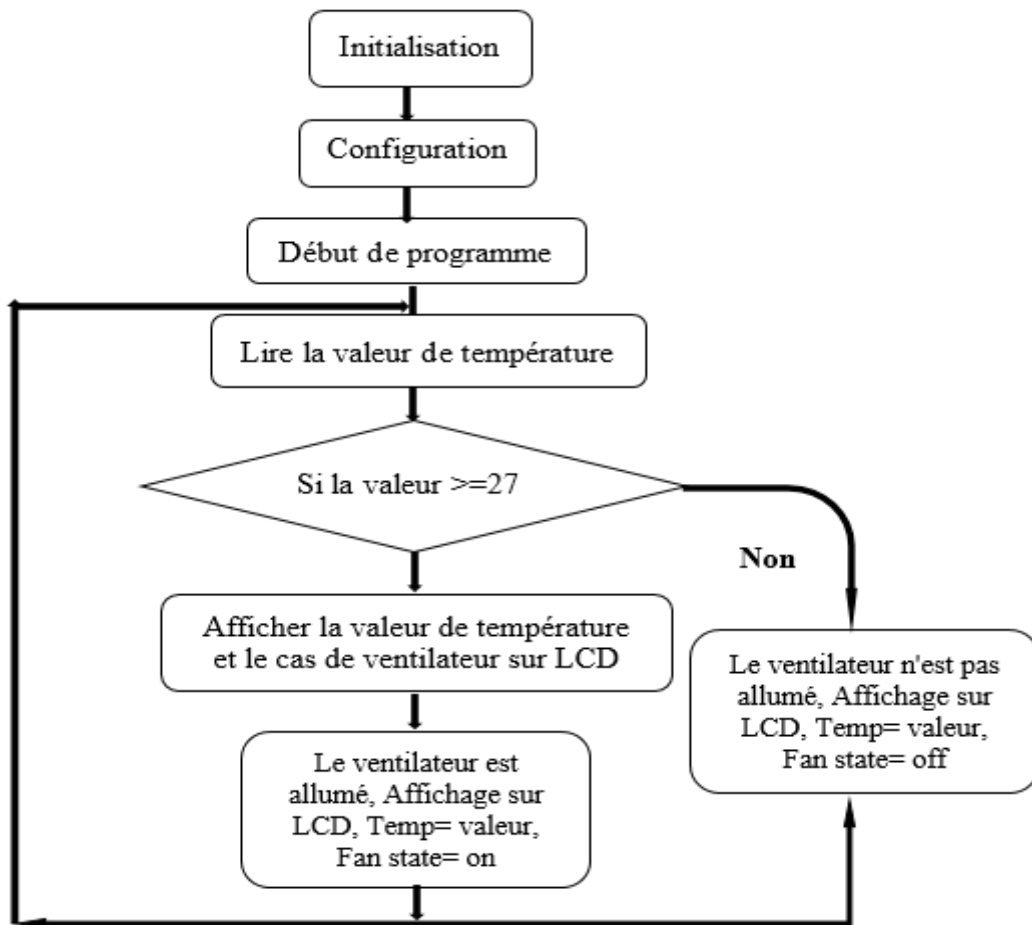


Figure IV.44: Organigramme de l'acquisition de la température et contrôle de ventilateur

2.1 Simulation virtuelle

- L'affichage de la température par écran LCD sur le logiciel Proteus 8

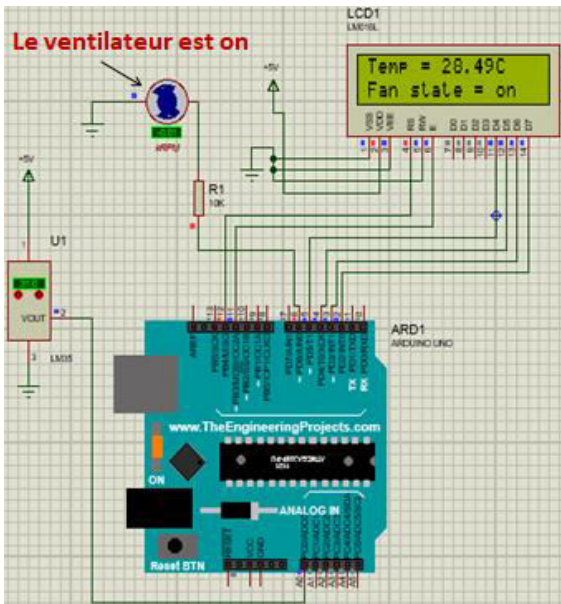


Figure IV.45: Si la température ≥ 27 C

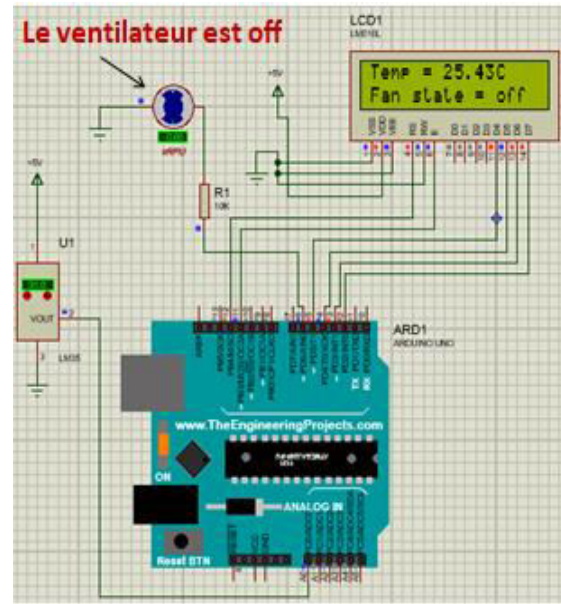


Figure IV.46: Si la température ≤ 27 C

2.2 Résultats pratique :

- Test 1 :

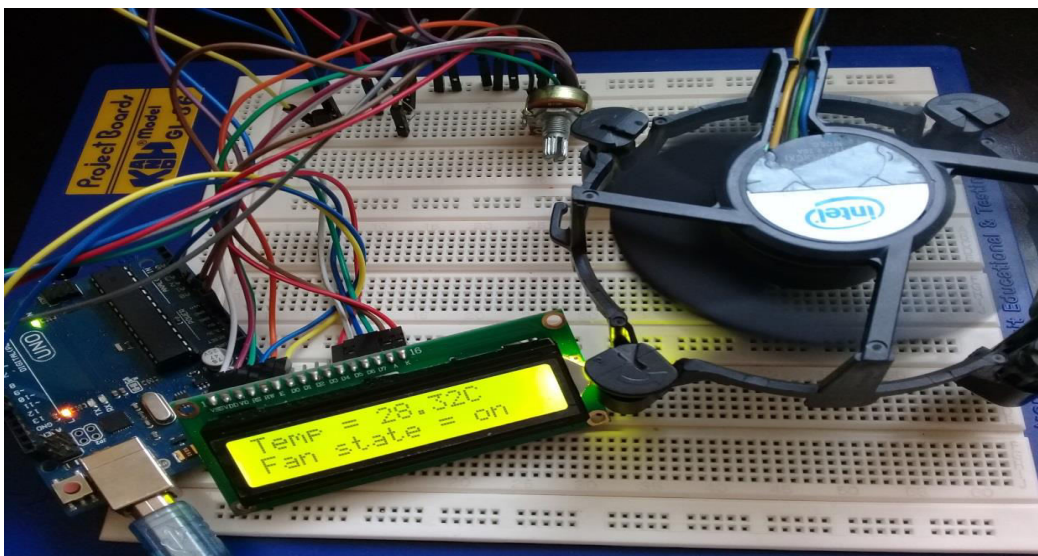


Figure IV.47: Lorsque la température est supérieure à 27 degrés

2.3 Commentaire :

1. Le capteur LM35 capter la température de lieu , et L'écran LCD affiche cette température par degrés C

2. Nous avons également utilisé un ventilateur DC 12v comme contrôleur de température . Nous avons programmé , lorsque la température est supérieure ou égale à 27 degrés, le ventilateur tourne et devient dans l'état "on"

➤ **Test 2 :**

S'il fait froid, la température sera changée

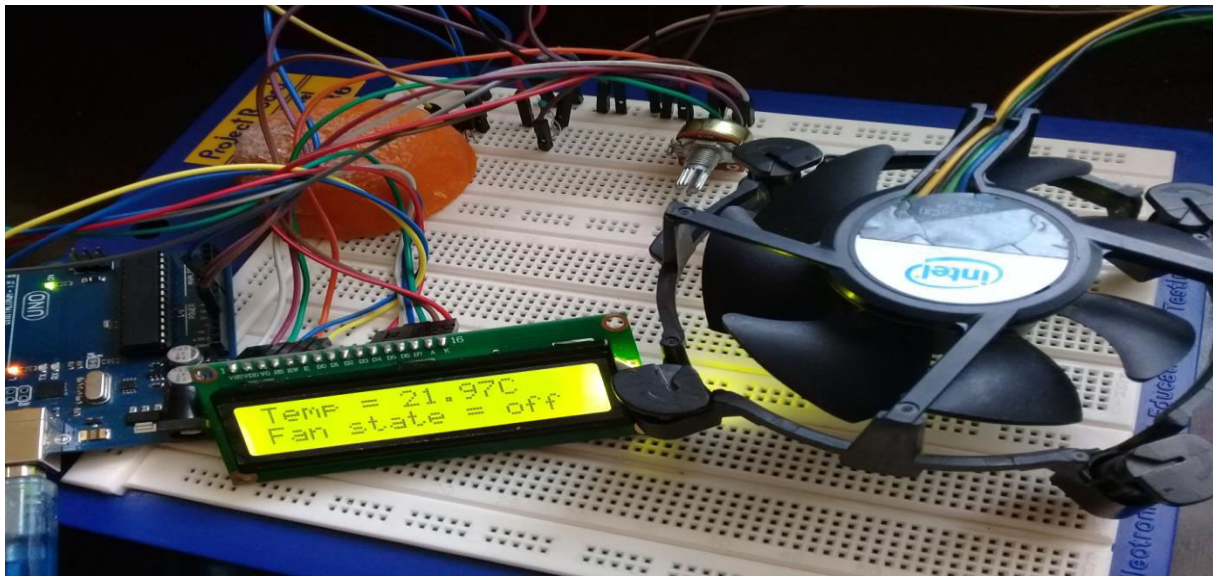


Figure IV.48: Le changement de température de 21.97 degré

➤ **Commentaire :**

Ici nous avons approché une orange froide au capteur LM35, la température a été modifiée de 28.32 à 21.97 degrés, Le ventilateur n'a pas tourné et est devenu dans l'état "off"

IV.3 Réalisation de la maquette domotique



Figure IV.49: La maquette avant l'implémentation des tâches



Figure IV.50 : Implémentation des tâches dans la maquette

IV.4 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 ce projet par la simulation virtuelle et la réalisation pratique de notre propre solution domotique. On a implanté toutes les tâches réalisées dans une maquette comme prototype d'un Smart Home. Ce système est contrôlé 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

Le travail réalisé dans ce mémoire s'articule autour d'une technologie moderne, très sensible, vaste et intéressante qui est (M2M) machine à machine, ainsi que les conceptions impliquées pour la mise en œuvre d'une solution M2M. Ce projet nous a permis de mieux comprendre les composants et les réseaux de communication concernés par cette technologie, et nous a aidé aussi à définir une autre technologie qui est équivalente aux M2M, c'est l'internet des objets (IoT), et les domaines d'application de ces deux grandes technologies. Parmi ces domaines d'application du M2M et l'IoT, la domotique ou la maison intelligente est l'un des plus importants.

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 (carte BeagleBone, STM32, Raspberry pi, Arduino).

Pour ce projet nous avons proposé une solution basée sur des technologies l'open hardware (Arduino UNO, capteurs, modules, etc.) et l'open software (IDE et Proteus). Nous avons réalisé donc un système domotique par l'implémentation du protocole Bluetooth et la technologie GSM, sous la plateforme Arduino/Android. Afin de contrôler le système par l'utilisateur à distance via un réseau Bluetooth ou Internet à travers le développement d'une application mobile multiplateforme.

A travers notre projet « Etude et application d'un système de communication M2M » nous avons appris à nous connaître nous-mêmes plus en profondeur. Nous avons pour la première fois réalisé quelque chose de concret, et de haute valeur.

Grâce à cette maquette, nous avons découvert le monde de l'intelligence technologique. Ceci nous a permis de participer ainsi à la conception et la réalisation un prototype d'une maison intelligente.

Bibliographies

- [1] *V. Galetić, I. Bojić, M. Kušek, G. Ježić, S. Dešić, D. Huljenić* , « *Basic principles of Machine-to-Machine communication and its impact on telecommunications industry* » , page 1, Zagreb, Croatia , Faculty of Electrical Engineering and Computing, University of Zagreb
- [2] *Carles Antón-Haro and Mischa Dohler*, « *Machine-to-machine (M2M) Communications Architecture, Performance and Applications* », page (1), Edition 2015
- [3] *Ludovic Carlier*, « *machine to machine au service des applications agri-environnementales*», page (3), 2012-2013
- [4] *Daniel Kaplan, Jean Mounet, Philippe Bernard, Laurent Kocher*, Syntec Informatique et Orange « *machine to machine : enjeux perspectives*», 2006
- [5] *Margaret Rousse*,
<https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/machine-to-machine-M2M>
- [6] *Arun Kumar* « *Machine to Machine* », 10 juin 2012
- [7] *Jaewoo Kim, Jaiyong Lee, Member, IEEE, Jaeho Kim, and Jaeseok Yun* « *M2M Service Platforms: Survey, Issues, and Enabling Technologies* », page (1), 2014
- [8] *Vojislav B. Mišić Jelena Mišić*, « *Machine to machine communications (architectures, technology, standards, and application* », Edition 2015
- [9] *Niraj Pandey*, « *Machine-to-Machine Communication (M2M)* », janvier 2016
- [10] *M. Ptiček, V. Čačković, M. Pavelić, M. Kušek and G. Ježić* « *Architecture and Functionality in M2M Standards* » University of Zagreb, Faculty of Electrical Engineering, May 2015
- [11] *Eui-Jik Kim and Sungkwan Youm*, « *Machine-to-machine platform architecture for horizontal service integration* » , *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2013
- [12] *Orange business services* « *la carte SIM M2M* », Mai 2015

- [13] *Steffen Hermann and Benjamin Fabian, « A Comparaison of Internet Protocol (IPv6) Security Guidelines », Institute of Information Systems, Berlin, Germany ,10 janvier 2014*
- [14] *William Stallings « Résumé IPV6: the new internet protocol »*
- [15] *David Boswarthick, Omar Elloumi, eT Olivier Hersent «M2M communications: a system approach », 2012*
- [16] *Jean-Marc Delporte «Étude sur le déploiement de l'IPv6 en Belgique, Bruxelles», pages1*
- [17] *Gemalto, « Security in M2M Communication — what is secure enough? », Munich Germany, janvier 2013.*
- [18] *Alain Dessureault, « les réseaux sans fil », cimeq adessureault@cimeq.qc.ca mai 2006*
- [19] *BAKKARI Mohammed, BENTAMA Adnan, RACHIDI Abdelhafid, Faculté des Sciences et Technique de Fès, Maroc, « Implémentation du Wireless Personal Area Network (WPAN) dans les PME marocaines : cas du protocole ZigBee », décembre 2014.*
- [20] *Jean-Pierre Hauet, « L'Internet des objets Deux technologies clés : les réseaux de communication et les protocoles », 23 December 2016.*
- [21] *Machine Research« M2M application characteristics and their implications for Spectrum », 13Mai 2014, page (27).*
- [22] *Jean-Philippe Muller, « Bluetooth, physique appliquée »*
- [23] *Bernard Cousin, « Zigbee IEEE 802.15.4 », (page 2, 5), 22 novembre 2011.*
- [24] *Jaime Faria, « Les technologies RFID », janvier-février 2015.*
- [25] *Aminou31, « Généralités sur le Z-Wave », News Domotiques by Domadoo.pdf, Avril 06, 2015.*
- [26] *Fabrice Lemainque, «Tout sur les réseaux sans fil », 2009.*
- [27] *Karunakar Pothuganti et Anusha Chitneni Department of Electrical Engineering, Samara « A comparative study of wireless Protocols: Bluetooth, UWB, ZigBee, and Wi-Fi», septembre 2014, University, Semera, Ethiopia. Department of Electronics and Communication Engineering, SICET, Hyderabad, India.*

- [28] *DI GALLO Frédéric*, « *WiFi Essential qu'il faut savoir...* », 2003
- [29] *Harri Holma and Antti Toskala*, « *WCDMA for UMTS- Radio Access for Third Generation Mobile Communications* », *Both of Nokia, Finland, 2000.*
- [30] *Erik Dahlman Stefan, Parkvall Johan Skold*, « *5G NR: The Next Generation Wireless Access Technology - 1st Edition* », 17th August 2018.
- [31] *Yannick Bouguen, Eric Hardouin, François-Xavier Wolff*, « *LTE et les réseaux 4G* », parution le 04/10/2012.
- [32] *Pierre Benhamou*, « *LoRa, NB-IoT, LTE-M, SigFox: comment s'y retrouver dans les offres de connectivité IoT dédiées* » ZDNet France, Vendredi 01 Mars 2019.
- [33] *Elias Aravantinos*, « *Why LTE-M should play a major role in M2M evolution* », 20 NOVEMBER, Lion.2014
- [34] *Jonathan Rodriguez*, « *Fundamentals of 5G Mobile Networks* », Wiley, 12 Juin 2015.
- [35] *Samia Bouzefrane*, « *Le réseau LoRaWAN* », 2015.
- [36] *Benjamin Aziz*, « *A Formal Model and Analysis of an IoT Protocol* », School of Computing, University of Portsmouth Portsmouth PO1 3HE United Kingdom, June 4, 2015.
- [37] *CUSSON Thomas, DECAZES Léonard, HARGUIL Soufiane*, *RAPPORT DEFINITIF «Solutions technologiques pour l'Internet des Objets* », *Internet des Objets*, p. 62.
- [38] *Guillaume Plouin, Nicolas Colomer*, « *Modèles d'architectures de l'Internet des Objets* », *OCTO Talks, Posté le 13/09/2011.*
- [39] *Benjamin Billet*, « *Système de gestion de flux pour l'Internet des objets intelligents* », *PhD thesis, l'université de Versailles Saint-Quentin-En-Yvelines, 2015, p. 234.*
- [40] *Gaetan R*, « *Quelle est la différence entre le M2M et l'IoT ?* », *Objetconnecte.com, le 4 février 2016.*
- [41] *Jeremy Cowan*, « *M2M now blackbook* », 2015.
- [42] *Oliver Wyman*, « *INTERNET DES OBJETS LES BUSINESS MODELS REMIS EN CAUSE 2015.*

- [43] *Min Chen, Jiafu Wan, Fang Li, « Machine-to-Machine Communications: Architectures, Standards and Applications », Transactions on Internet and Information Systems, février 2012.*
- [44] *Cyril Hlakkache Stephane Monteil, Mathieu Chaize, Etienne Zulauf , Nicolas Damour , Lionel Gonzalez , Alexandrine Pantz , « Livre blanc : Panorama du monde de l'Internet des objets », version 2 , 2017 .*
- [45] *Fayezeh Ghavimi, Hsiao-Hwa Chen, « M2M Communications in 3GPP LTE/LTE-A Networks: Architectures, Service Requirements, Challenges, and Applications », page 541.*
- [46] *«Machine To Machine (M2M) Définition, Services et Adressage », M2M_EFORT.pdf p.6 ,2012.*
- [47] *Driouche Abderrachid, Ahmed Roumane, Hadj Slimane Nihel Amel, « Étude des mécanismes de gestion de congestion dans la EUTRAN pour les applications M2M IoT (cas d'étude PRACH) », juin 2016.*
- [48] *Wood François, Mongarde Mohea « LA DOMOTIQUE La Domotique, une nouvelle vision de l'habitat », 2018.*
- [49] *Méziane Boudellal, «Smart home - Habitat connecté, installations domotiques et multimédia». Dunod, Août 2014.*
- [50] *Gaetan R, «La Smart Home est encore trop méconnue du grand public», Objetconnecte.com, France, 3 février 2016.*
- [51] *SIRLAN Technologies «Les automatismes du bâtiment, La domotique, Le maintien à domicile, livreblanc.pdf». France, décembre 2011.*
- [52] *Rédigé par des auteurs spécialisés, «Le guide de la domotique» calameo.com. ooreka*
- [53] *Giuseppe Aceto, Alessio Botta, Walter de Donato, Antonio Pescapè, «Cloud monitoring: A survey», Computer Networks, University of Napoli Federico II, Napoli, Italy, 2013.*
- [54] *automation sense, «Logiciel domotique». Le 11/10/2015.Disponible sur : <https://www.automation-sense.com/blog/domtique-objets-connectes/logiciel-domotique.htm>*
- [55] *Audrey, internet-et webmaster logiciel, article-open-source-, définition et histoire, 23 juillet 2008.*

- [56] Rédigé par des auteurs spécialisés Ooreka , « Capteur domotique : utilité, infos et prix - Ooreka ».Disponible sur : <https://domotique.ooreka.fr/comprendre/capteur-domotique>.
- [57] Cédric Locqueneux, « Domora : une box domotique multi protocole open source et open hardware», *Maison et Domotique*, publié le 22 décembre 2014.
- [58] Anand Nayyar ET vicram purl, « A Review of Beaglebone Smart Board's-A Linux/Android Powered Low Cost Development Platform Based on ARM Technology », *November 2015*.
- [59] nucleo Marc Laury, « À la découverte des cartes », 2017.
- [60] Simon Monk « *Programmez un Raspberry pi™ Initiation avec Python* », 2013
- [61] Leo Louis, « *WORKING PRINCIPLE OF ARDUINO AND USING IT AS A TOOL FOR STUDY AND RESEARCH* », juillet 2018.
- [62] Simon Monk, « *Mouvement, lumière et son avec ARDUINO et RASPBERRY PI* » 2016.
- [63] Guy SINNIG, « *Présentation Arduino Découverte de la carte Arduino* ».
- [64] Astalaseven, Eskimon et olyte, « *Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation* », 04/08/2012.
- [65] C. Fréou et A. Grimault www.Techmania.fr, « *découverte des cartes arduino* ».
- [66] Ouarda Bentouati, « *Cours d'initiation à Arduino*», ASTUPS - CampusFab, Université Paul Sabatier, Mai 2014.
- [67] John Nussey, « *Arduino pour les nuls* », 2017, Paris.
- [68] Brock Craft, « *Projets Arduino pour les nuls* », le 25 août 2016.
- [69] Dr.N.SATHISH KUMAR, B.VIJAYALAKSHMI, R. JENNIFER PRARTHANA, A .SHANKAR,« *IOT Based Smart Garbage alert system using Arduino UNO*», *Region 10 Conference (TENCON) — Proceedings of the International Conference, Novembre 2016*.
- [70] Younsi.A, « *la carte Arduino Uno* ».
- [71] *ATmega48PA/88PA/168PA/328P.pdf,p.448,2009*
- [72] Louis REYNIER, « *C'est quoi Arduino ? Kesaco Arduino.pdf*», p.6.

- [73] B. Cottenceau, « Carte ARDUINO UNO Microcontrôleur ATmega328 », 2016-2017, bertrand.cottenceau@univ-angers.fr, p.29
- [74] MicroSann, « La carte Arduino UNO », p.3
- [75] « Arduino, [arduino-open-source.pdf](#) », p.117, 2011-12-22.
- [76] Astalaseven, Eskimon et olyte, « Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation ». Licence Creative Commons BY-NC-SA 2.0, p.302,4/08/2012
- [77] Nabil Mansouri, « L'ALGÉRIE GASPILLE L'ÉQUIVALENT DE TROIS MILLIARDS DE DOLLARS PAR AN D'ÉNERGIE » (EXPERT) Publié le 9 Octobre, 2018 à 7 :16
- [78] Lucien Bachelard, « HC-SR04 Module de détection aux ultrasons » - Utilisation avec Picaxe la date 28 novembre 2015 - - lu.bachelard@bluewin.ch
- [79] Adith Jagadish Bolor, « Arduino by Example Design and build fantastic projects and devices using the Arduino platform », 2015.
- [80] Subhankar Chatteraj, « Smart Home Automation based on different sensors and Arduino as the master controller », Techno India University, Salt Lake Main Campus, EM /4 Salt Lake, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 5, Issue 10, October 2015 .
- [81] Ihsan A Taha; Hamzah M. Marhoon, « Implementation of controlled robot for fire detection and extinguish to closed areas based on Arduino » Article in TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering. April 2018.
- [82] Theophilus Wellem ET Bhudi Setiawan, « A Microcontroller- based Room Temperature Monitoring System », Department of Information Systems Satya Wacana Christian University Salatiga, Indonesia, septembre 2012.
- [83] Intan Sugiyanti, « Design of ATM Crime Monitoring System Based on MQTT Protocol Using SIM800L and Arduino Mega 2560 », Informatics and Computer Engineering Politeknik Negeri Jakarta Depok, Indonesia.
- [84] AMORES VERA DAVID MAXIMILIANO ; CORONEL URGILES ISRAEL ISAIAS, « DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE GAFA INTELIGENTE PARA ASISTENCIA EN SUPERFICIES PLANAS A PERSONAS NO VIDENTES CON GEOLOCALIZACIÓN Y MONITOREO EN TIEMPO REAL », UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICAS CARRERA DE INGENIERÍA EN NETWORKING Y TELECOMUNICACIONES, ING. JUAN MANUEL CHAW TUTIVEN, M.Sc GUAYAQUIL – ECUADOR

- [85] *F. Ferrero, «Moteurs et transistors MOS.pdf», Capteurs et objets connectés*
- [86] *Ferry Wahyu Wibowo ;Muhammad Habib, «A LOW-COST ENTRY DOOR USING DATABASE BASED ON RFID AND MICROCONTROLLER», Department of Informatics, Faculty of Computer Science, Universitas Amikom Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia , 17, SEPTEMBER 2017 .*
- [87] *N.NASRI, « Les Afficheurs LCD », Aout 14, 2010.*
- [88] *Pr. REBIAI-BENAHMED, « COMPOSANTS OPTOELECTRONIQUES », Saïda*
- [89] *Ashraf Anwar; Sultan Aljahdali, «A Smart Stick for Assisting Blind People», Faculty of Computers and Information Technology, Taif University, P.O. Box 888, 21974 Taif, SaudiArabia. (May.-June. 2017).*
- [90] *Tarek Elsebaei, « Linearity-Testing Mechanism for Mechanical Potentiometers », décembre 2018.*
- [91] *Becky Stewart, « À l'aventure avec ARDUINO Dès 10 ans », 2015, Saint-Germain.*
- [92] *Frédéric Genevey & Jean-Pierre Dulex, « Arduino à l'école pour l'apprentissage des bases de l'électronique et de la programmation sur Arduino », Édition septembre 2018.*
- [93] *M. TOURE Mohamed Lamine « Proteus professional (ISIS & ARES) ».*
- [94] *Fabien Jonquière, « App inventor Créez votre application Android », 2 avril 2014.*
- [95] *P. Pujades et N. Tourreau « Prise en main App Inventor : l'application lampe torche ». Tuto-AppInventor_Lampe-Torche, Ac. Toulouse, Août 2018.*

Annexe

M2M en Algérie

La société marocaine M2M vient de remporter un marché en Algérie. Et pas des moindres. Il s'agit de mettre en place une plateforme de paiement par carte au profit d'Algérie Poste. La société marocaine développera, pour le compte de la poste du voisin de l'Est, le système Symap, conçu autour de Magix TM, et mis au point par les ingénieurs marocains du groupe. Trois cartes à puce sont offertes aux sept millions de clients d'Algérie Poste, la carte de retrait Algérie Poste et celles de retrait et de paiement Classic et Gold

I.2.5.2. Quelques exemples de carte SIM M2M en Algérie :

Les opérateurs de téléphonie mobile en Algérie (Ooredoo, Mobilis, Djezzy) mettent à la disposition de leurs clients des cartes SIM pour assurer une connectivité permanente de vos machines grâce au réseau (2G/3G). La solution M2M de ces entreprises fonctionne partout en Algérie.

Ces cartes Sim sont utilisées dans plusieurs domaines, ex : La Télémétrie, la Géolocalisation.