

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA
BADJI MOKHTAR – ANNABA UNIVERSITY



جامعة باجي مختار – عنابة

Faculté : TECHNOLOGIE

Département : ELECTRONIQUE

Domaine : SCIENCES ET TECHNIQUES

Filière : Automatique

Spécialité : Automatique et systèmes

Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Thème:

CONCEPTION ET REALISATION D'UNE HABITATION INTELLIGENTE

Présenté par : – BENSEBAA AIMEN
– ROUIBAH LAMINE

Encadrant : *LAKEL RABEH* PROFESSEUR Université BADJI MOKHTAR-ANNABA

Jury de Soutenance :

ARBAOUI Fayçal	PROFESSEUR	Université BADJI MOKHTAR-ANNABA	Président
LAKEL Rabeh	PROFESSEUR	Université BADJI MOKHTAR-ANNABA	Encadrant
SAIDI Mouhamed Larbi	PROFESSEUR	Université BADJI MOKHTAR-ANNABA	Examineur

Année Universitaire : 2021/2022

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A ma famille

"Que dieu vous protège et vous préserve une longue vie heureuse"

A mes chers amis

"Merci d'avoir toujours été là pour moi"

A tous mes collègues

"Je vous souhaite plus de réussite"

A toute personne qui m'a accompagné durant tout mon cursus.

Remercîments

Tout d'abord, je dois remercier Allah, pour m'avoir donné toute la volonté, la force, la patience et le courage d'accomplir ce Modeste travail.

En deuxième lieu, j'adresse mes remerciements profondément à mon encadreur,
d'avoir accepté de me diriger, d'être toujours présent pour m'orienter dans mon travail de Master et de nous permettre d'approfondir le maximum à fin d'élaborer un travail qu'on est aujourd'hui fier de lui, et pour la confiance, les conseils,
l'encouragement tous le long de travail.

A tous les membres de jury pour leurs présences, et qui ont acceptés d'évaluer et d'examiner notre travail.

Table des matières

Problématique :	10
Chapitre 01 : la maison intelligente	11
I.1. Introduction.....	1
I.2.Présentation de la maison intelligente	1
I.2.1.Définition	1
I.2.2.Principe de fonctionnement.....	2
I.2.3.Les fonctions de la maison intelligente.....	2
I.2.3.1. Le confort :	3
I.2.3.2. Les économies d'énergie	4
I.2.3.3. Communication	4
I.2.3.4. La sécurité	5
I.2.4.La domotique par pièce	6
I.2.4.1.Dans la cuisine	6
I.2.4.2.Dans la salle de bain	6
I.2.4.3.Dans le jardin	7
I.3.Les réseaux et la communication domotique.....	7
I.3.1.Le réseau domestique	8
I.3.2.Le câblage domotique	8
I.3.2.1. La domotique par courant porteur ou CPL.....	9
I.3.2.2. La domotique wifi.....	9
I.3.3.Les protocoles de communication domotique.....	9
I.3.4.Les Logiciels de la Domotique :.....	9
I.4.Le marché de la maison intelligente	10
I.5.Le prix d'une installation domotique performante.....	10
I.6.Les avantages et les inconvénients	11
I.6.1.Les avantages.....	11

I.6.2.Les inconvénients	11
I.7.Solutions pour implanter une maison intelligente	12
I.7.1.L'open hardware	12
I.7.2.L'open source	12
I.7.3.Les composants d'une installation domotique	12
I.7.4.Solution à base de microcontrôleur (cartes électroniques)	13
I.7.4.1.Carte beagleBone :	13
I.7.4.2.La carte STM32 :	13
I.7.4.3.Carte Raspberry pi (La nanocarte) :	14
I.7.4.4.La carte Arduino :	14
I.8. Système Arduino.....	14
I.8.1.Arduino non pas Raspberry	14
I.8.2. Présentation générale d'Arduino	15
I.8.2.1.Définition	15
I.8.2.2. Les domaines d'utilisation	15
I.8.2.3.Les différentes cartes d'Arduino.....	15
I.9.Arduino UNO.....	16
I.9.1.Définition.....	16
I.9.2.La construction de la carte Arduino UNO.....	17
I.9.2.1.Partie matériel	17
I.9.2. 1.1.Principales caractéristiques	17
1). Le Microcontrôleur ATmega328	18
2). Les sources de l'alimentation de la carte	18
3). Les entrées et sorties de la carte.....	18
4). Les ports de communications	19
I.9.2.2.Partie logiciel	19
I.9.2.2.1. Définition de l'IDE :	19
I.9.2.2.2.Description de l'IDE :	20
I.9.2.2.3.Structure du programme :	21
I.9.2.2.4.Injection du programme	22
I.9.2.2.5.Les étapes de téléchargement du programme	22

I.10.La communication M2M	22
I.10.1. Définition	22
I.10.2. Historique	23
I.10.3.Les avantages de la communication M2M	23
I.10.3.2.Les types des réseaux sans fil	24
I.10.3.2.1. Les réseaux à courte portée	24
A) Le réseau personnel sans fil WPAN :	24
1) Le réseau Bluetooth.....	24
I.11.Conclusion :	25

Chapitre 02 : matériels et logiciels utilisés 1

Introduction	26
Matériels	26
II.2. Module wifi esp8266 :	27
II.3. Mémoire :	30
II.4. Entrées et sorties numériques :	30
II.5. Broches analogiques :	31
Autres broches :	31
a.Description :	31
b.Présentation :	31
c.Principe de commande :	32
d.L'architecture interne :	32
e.Inversion du sens de rotation du moteur :	33
II.5.2. Capteur de flamme :	33
b.Caractéristiques:	34
c.Principe De La Détection De Flamme :	34
Détection Multi-IR :	35
Détection UV :	36
Détection UV/IR :	36
Imagerie Thermique (Ir Ou Visible) :	36
II.5.3. Capteur humidité & température DHT21 :	36

b.Le protocole de communication :	37
II.5.4. Réveil du capteur :	38
II.5.5. Capteur de gaz MQ135 :	38
II.5.6. Capteur de mouvement PIR :	39
a.Description produit :	40
b.Caractéristique :	40
c.Principe du capteur :	40
II.5.7. Ecran LCD avec un I2C :	41
II.5.8. Buzzer :	42
Description :	42
Fonctionnalité :	42
II.6. Logiciels :	43
II.6.1. L'Arduino :	43
Présentation de logiciel Arduino :	43
Correspondance :	43
II.6.2. Afficheur LCD 16X2	44

CHAPITRE 03 Conception et réalisation du système 26

III.1. Introduction	45
III.2. Contexte du projet.....	45
III.3. Présentation du cahier des charges proposé	46
III.4. Les objectifs réalisés.....	46
III.5. Fabrication de la maison	47
III.5.1. Structure de la maison	47
III.5.2. Localisation des périphériques utilisés dans la maquette	48
III.5.3. Réalisation de la maison intelligente.....	49
III.6. Planification du projet.....	51
III.6.1. Structure générale du système	51
III.6.2. Schéma synoptique du système à réaliser	53
III.6.3. Schéma électrique du montage	53
III.7. Application Remote XY	54

III.8. Programmation et scénario	59
III.8.1 Bibliothèques utilisées	59
III.8.2 Gestion de la climatisation	59
III.8.3 Détection de mouvement	60
III.8.4 Contrôle à distance	61
III.8.5 Identification a l'entrée	62
III.8.6 Détection de flamme	63
III.8.7 Détection de gaz.....	63
Conclusion générale	64
Bibliographie	I

Liste des figures

Figure 1 Illustration du principe de la domotique	1
Figure 2 Circulation d'information en domotique	2
Figure 3 Schéma illustrant les fonctions de la maison intelligente	3
Figure 4 Illustration du confort dans la maison intelligente	3
Figure 5 Illustration de l'économie d'énergie dans la maison intelligente	4
Figure 6 La sécurité domotique	5
Figure 7 Cuisine connectée	6
Figure 8 Salle de bain connectée	6
Figure 9 La domotique dans le jardin	7
Figure 10 Exemple des réseaux domotique	7
Figure 11 Le réseau domestique	8
Figure 12 Estimation de la part des logements équipés d'appareils smart home en 2018	10
Figure 13 BeagleBone	13
Figure 14 Carte STM 32	14
Figure 15 Carte et logo Raspberry pi	14
Figure 16 Illustre les éléments de la carte Arduino	17
Figure 17 Microcontrôleur ATmega328	18
Figure 18 Interface IDE Arduino	20
Figure 19 Interface IDE Arduino	20
Figure 20 Les étapes de téléchargement du code	22
Figure 21 M2M machine à machine logos	23
Figure 22 Logo Bluetooth	24
Figure 23 Carte Arduino Méga 2560	26
Figure 24 Carte microcontrôleur ATmega2560	26
Figure 25 Module wifi esp8266	27
Figure 26 CBGA-pinout ATmega640/1280/2560	28
Figure 27 TQFP-pinout ATmega640/1280/2560	29
Figure 28 Servomoteur 9g	31
Figure 29 Déplacement angulaire allant de -45° à $+45^\circ$	32
Figure 30 Inversion du sens de rotation du moteur	33
Figure 31 Capteur de flamme	33
Figure 32 Schéma de principe d'un capteur pyroélectrique (technologie IR)	35
Figure 33 Schéma de principe d'un capteur UV	36
Figure 34 Capteur d'humidité DHT21/ application typique	37
Figure 35 Les bases pour communiquer avec un DHT21	37
Figure 36 Capteur de gaz MQ135	38
Figure 37 Capteur de mouvement	39
Figure 38 Ecran LCD avec un I2c en arrière	41
Figure 39 Buzzer passive	42
Figure 40 Présentation de l'interface initiale du logiciel	43
Figure 41 Système domotique	45
Figure 42 Structure de notre maison	47
Figure 43 Photos d'intérieur de maquette de maison	49
Figure 44 Photos d'extérieur de maquette de maison	49

Figure 45 Photos de maquette avec les shields	50
Figure 46 Photos d'extérieur de maquette de maison avec les Shields	50
Figure 47 Photos de maquette de maison	51
Figure 48 Structure générale du système	52
Figure 49 Schéma synoptique du système à réaliser	53
Figure 50 Le montage de circuit sur fritzing	53
Figure 51 fonctionnement de l'application RemoteXY	55
Figure 52 L'éditeur de l'application RemoteXY	56
Figure 53 L'onglet « configuration »	56
Figure 54 Paramètres de l'interface du module	57
Figure 55 Configuration réseau de l'application RemoteXY sur Smartphone	58
Figure 56 les différentes interfaces graphiques sur Smartphone	58
Figure 57 Les différentes bibliothèques utilisées	59
Figure 58 Affichages de la température	59
Figure 59 Gestion de la climatisation	60
Figure 60 Aucuns mouvements détectés	60
Figure 61 Mouvements détectés	60
Figure 62 Détecteur de mouvement	61
Figure 63 Panneaux de commande	61
Figure 64 Contrôle de l'éclairage à distance	62
Figure 65 Contrôle accès porte d'entrée	62
Figure 66 Pas de flamme détecté	63
Figure 67 Flammes détectées	63
Figure 68 Gaz détecté	63

Liste des tableaux

Tableau 1 Le prix des différents éléments pour une installation domotique	11
Tableau 2 Les composants d'une installation domotique	12
Tableau 3 Les différentes cartes d'Arduino	16
Tableau 4 Principales caractéristiques des cartes arduino UNO	17
Tableau 5 Fiche technique de l'Arduino Méga	30
Tableau 6 Brochure des afficheurs LCD	44
Tableau 7 Localisation des périphériques utilisés dans la maquette	48

Problématique :

Habiter est la fonction la plus importante pour l'être humain depuis la nuit des temps, étant donné que l'habitat est synonyme de paix et stabilité, cependant les modes et les aspects ont largement différé selon les époques et les lieux, et il est décevant de constater qu'au jour d'aujourd'hui l'homme a su dompter la majorité du monde qui l'entoure tout en négligeant l'élément le plus important pour lui qui est sa maison, générant ainsi un manque de sécurité, un gaspillage d'énergie ce qui provoque un manque de confort assez conséquent.

Depuis quelques années, les solutions de domotique se démocratisent de plus en plus. En effet, à une époque où il devient important de maîtriser sa consommation énergétique et où presque tout le monde dispose d'un smartphone, il est tentant de pouvoir commander ses équipements domestiques (éclairage, chauffage, alarme, etc.) et de consulter l'état de l'habitation (température, humidité, etc.) via un ordinateur ou un appareil mobile.

La technologie actuelle nous permet de remédier à cette négligence en intervenant dans les différents aspects de l'habitat pour migrer vers une maison intelligente afin d'optimiser la gestion des ressources et conférer aux habitants un mode de vie confortable.

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 projet.

Chapitre 01 : La maison intelligente

I.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 du confort et du luxe.

I.2. Présentation de la maison intelligente

I.2.1. Définition



Figure 1 Illustration du principe de la domotique

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 humaine¹.

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 »².

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.

I.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»³.

La figure II.2 illustre la circulation d'information en domotique.



Figure 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, etc³.

Sens 2 : Informations sur l'état des appareils³.

I.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...

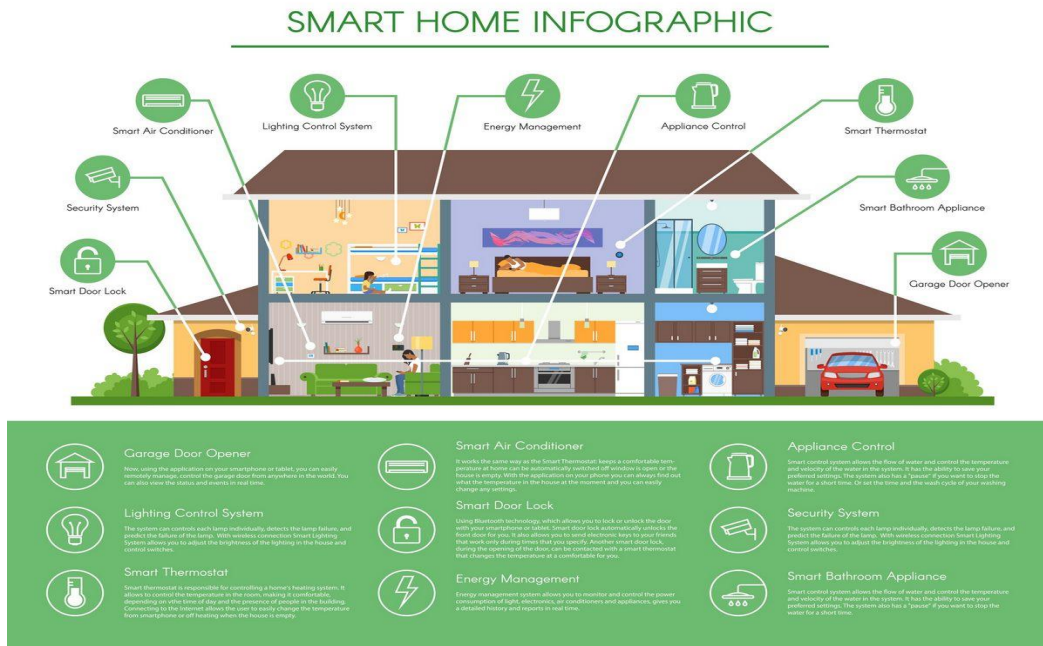


Figure 3 Schéma illustrant les fonctions de la maison intelligente

1.2.3.1. Le confort :

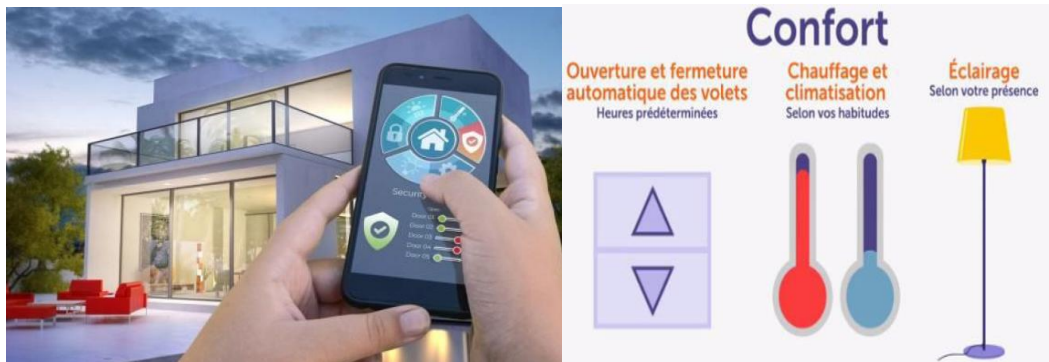


Figure 4 Illustration du confort dans la maison intelligente

Bien sûr, le fait d'automatiser sa maison a un véritable apport sur le confort qu'on y trouve. Plus besoin de se prendre une averse pour ouvrir le portail en rentrant à la maison, plus besoin de prendre froid en ouvrant les volets le matin, et fini les retours de week-end dans une maison toute froide.

Aujourd'hui, une maison intelligente est capable de savoir quand vous rentrez à la maison (grâce à votre smartphone par exemple), et donc d'ouvrir le portail avant même que vous n'arriviez. Les volets peuvent s'ouvrir et se fermer au rythme du soleil, et peuvent même aller jusqu'à s'adapter à la saison et la température pour laisser entrer la lumière et la chaleur du soleil l'hiver, ou au contraire conserver le frais l'été en fermant les volets des fenêtres

Chapitre 01 : La maison intelligente

exposées au soleil. De la même façon, votre maison sait quand vous êtes présent, et peut ainsi adapter elle-même votre chauffage pour que la maison soit toujours à la température idéale pour vous. Il est même possible de diffuser automatiquement votre Play List musicale préférée à votre réveil, ou quand vous rentrez à la maison. Pendant ce temps, un robot peut passer l'aspirateur dans la maison à votre place, et le système d'arrosage automatique arrosera votre jardin, tout en tenant compte des prévisions météo des prochains jours, histoire de ne pas arroser inutilement⁴.

I.2.3.2. Les économies d'énergie



Figure 5 Illustration de l'économie d'énergie dans la maison intelligente

En gérant les volets selon la saison, ainsi que le chauffage, le système domotique vous permet d'économiser de l'énergie, et donc de l'argent, même si au départ on ne recherchait que le confort en plus. La consommation d'énergie peut être suivie très finement, qu'il s'agisse de votre consommation d'électricité, d'eau, ou même de gaz.

Vous partez de la maison ? Le simple fait d'activer l'alarme en partant va passer le chauffage en mode éco, et éteindre toutes les lampes et les appareils restés en veille, réduisant ainsi votre consommation d'énergie en votre absence. Et ceci sans aucune action de votre part. C'est cela la maison intelligente !⁵

I.2.3.3. Communication

Un système domotique permet la communication non seulement à l'intérieur de la maison, mais aussi à l'extérieur. La technologie Internet interviendra de plus en plus pour la commande à distance par La certains utilisateurs. Vous ne devez même pas être à la maison pour commander vos appareils. Un simple coup de fil ou un sms vous permettra par exemple

Chapitre 01 : La maison intelligente

de régler le chauffage à distance, d'activer une simulation de présence ou de lancer le lave-vaisselle ou le lave-linge. Pratique, non?⁶

I.2.3.4. La sécurité



Figure 6 La sécurité domotique

Les automatismes que nous avons vus plus haut peuvent tout à fait contribuer à la sécurité de vos biens, en réalisant ce qu'on appelle une simulation de présence : même en votre absence, les volets continuent de s'ouvrir, de la musique peut être diffusée dans la maison, et des lumières allumées aléatoirement. Ainsi, de l'extérieur, il devient très difficile de savoir si la maison est inoccupée, ce qui dissuade de nombreux cambrioleurs.

Une détection de fuite d'eau peut couper automatiquement l'arrivée d'eau afin d'éviter de gros dégâts. Mais la sécurité, c'est également la sécurité des personnes : en cas de détection d'incendie, par exemple, il est tout à fait possible d'ouvrir automatiquement les volets, déverrouiller les portes, et éclairer le chemin de la sortie pour faciliter l'évacuation. Exemple d'une mise en scène d'un « simple » détecteur de fumée, couplé à un système domotique.

Dans le cas de personnes dépendantes, telles que des seniors ou des personnes à mobilité réduite, il est également possible par exemple de prévenir⁷.

I.2.4.La domotique par pièce

I.2.4.1.Dans la cuisine



Figure 7 Cuisine connectée

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 Smartphone⁸.

I.2.4.2.Dans la salle de bain



Figure 8 Salle de bain connectée

La domotique dans la salle de bain permet -Trouver des moyens d'optimiser l'usage de l'eau et de faciliter son recyclage.

Chapitre 01 : La maison intelligente

Apporter des informations et des données pendant les moments de détente passés au bain ou les tâches répétitives (démaquillage, etc.)⁸.

I.2.4.3. Dans le jardin

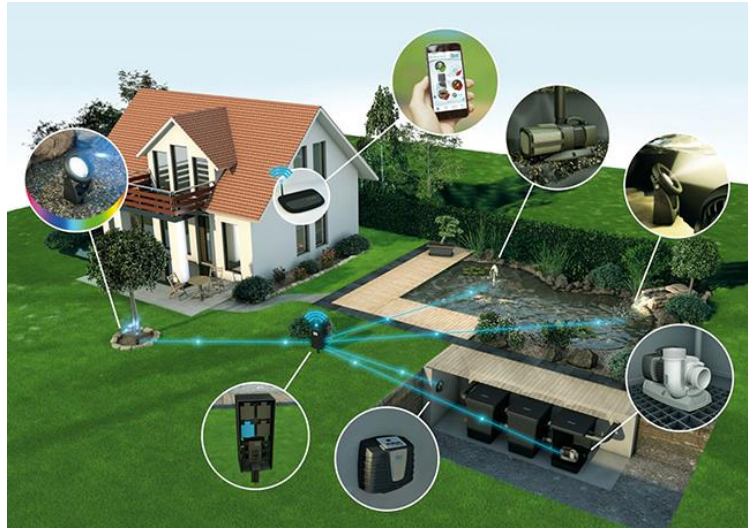


Figure 9 La domotique dans le jardin

La domotique dans le jardin permet de :

- Programmer un arrosage automatique
- Tondre le gazon
- Maîtriser 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'énergies⁸.

I.3. Les réseaux et la communication domotique



Figure 10 Exemple des réseaux domotique

Chapitre 01 : La maison intelligente

La communication dans la Smart House est le mariage de l'informatique, des télécom et de l'électronique⁹. La communication se fait par réseaux dans un échange bidirectionnel d'informations⁸.

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

I.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-fil¹⁰.

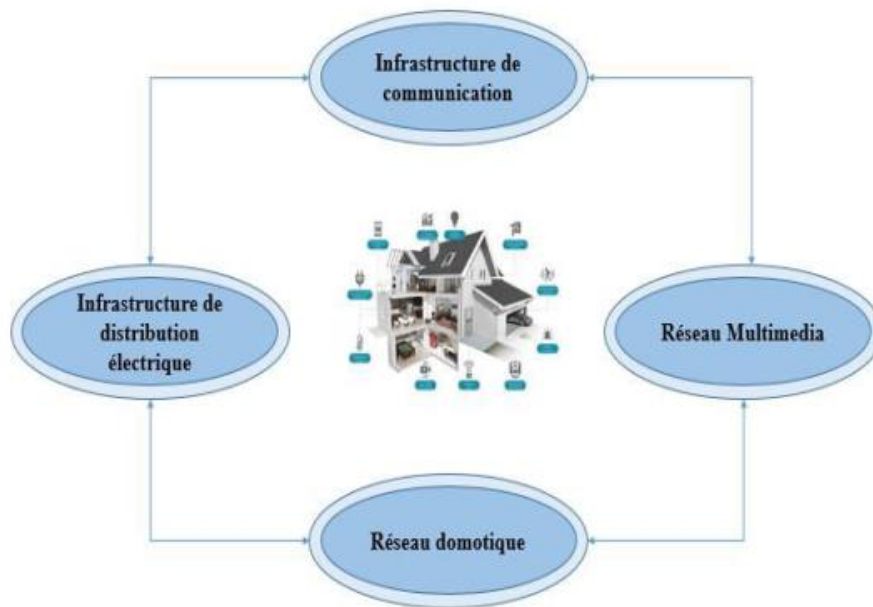


Figure 11 Le réseau domestique

I.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 Bus⁰⁸.

I.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 domotiques⁰⁸.

I.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)⁰⁸.

I.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 domotique⁰⁸.

- 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 Définition 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.

I.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

Chapitre 01 : La maison intelligente

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.

I.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.



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

I.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.

Éléments 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 1 Le prix des différents éléments pour une installation domotique

I.6.Les avantages et les inconvénients

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

I.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.

I.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.

I.7.Solutions pour implanter une maison intelligente

I.7.1.L'open hardware

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

I.7.2.L'open source

La notion de logiciel libre a été inventée par la Free Software Foundation (FSF) fondée par Richard Stallmann en 1982¹¹. Développés selon les principes des « ressources libres » (open source).

I.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 2 Les composants d'une installation domotique

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

Il y a plusieurs cartes électroniques utilisées dans la domotique

I.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 eMMC¹².



Figure 13 BeagleBone

I.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-M¹³.

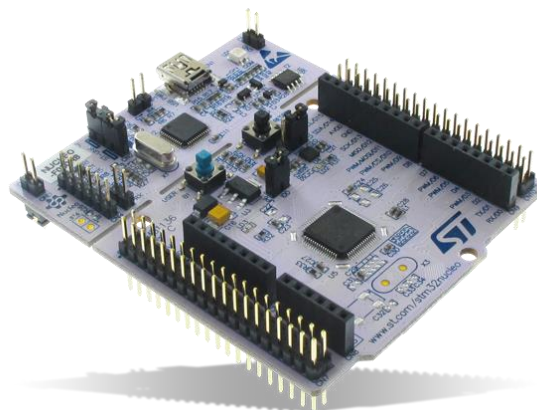


Figure 14 Carte STM 32

I.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 moniteur¹⁴.

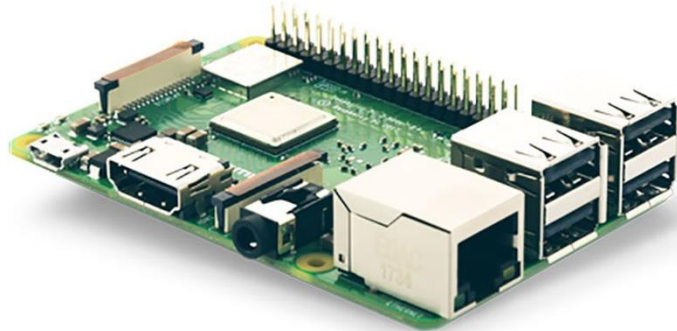


Figure 15 Carte et logo Raspberry pi

I.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 ++¹⁵.

I.8. Système Arduino

I.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 citer¹⁶ :

Chapitre 01 : La maison intelligente

- 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 m

I.8.2. Présentation générale d'Arduino

I.8.2.1. Définition

Arduino a été initié par un groupe d'enseignants et d'étudiants d'une école de design italienne en 2004 – 2005¹⁷.

I.8.2.2. Les domaines d'utilisation

Le système Arduino permet de réaliser un grand nombre de choses ¹⁸:

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

I.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 base¹⁹.






<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 3 Les différentes cartes d'Arduino

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

I.9.Arduino UNO

I.9.1.Définition

La carte Arduino UNO est une plate-forme autonome de programmation polyvalente²⁰. C'est la première version stable de carte Arduino. Elle possède toutes les fonctionnalités d'un microcontrôleur classique²¹ 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 approprié²⁰.

"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 Arduino²².

I.9.2. La construction de la carte Arduino UNO

I.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 circuits²³.

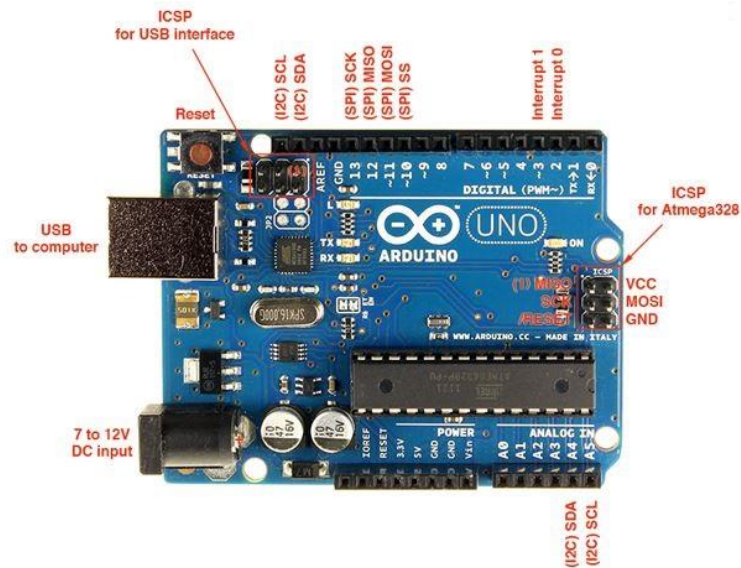


Figure 16 Illustre les éléments de la carte Arduino

I.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 4 Principales caractéristiques des cartes arduino UNO

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'électronique²⁴.

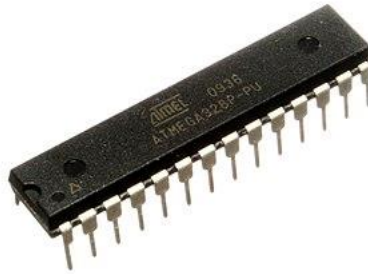


Figure 17 Microcontrôleur ATmega328

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 pin²⁵.

- 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 processeur²⁵.

- 3V 3 : Une alimentation de 3,3 volts est générée par le régulateur. La consommation de courant maximal est de 50 Ma²⁵.

- 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 interne²⁶.

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]

I.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++²⁷.

I.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.

I.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 bas²⁸,

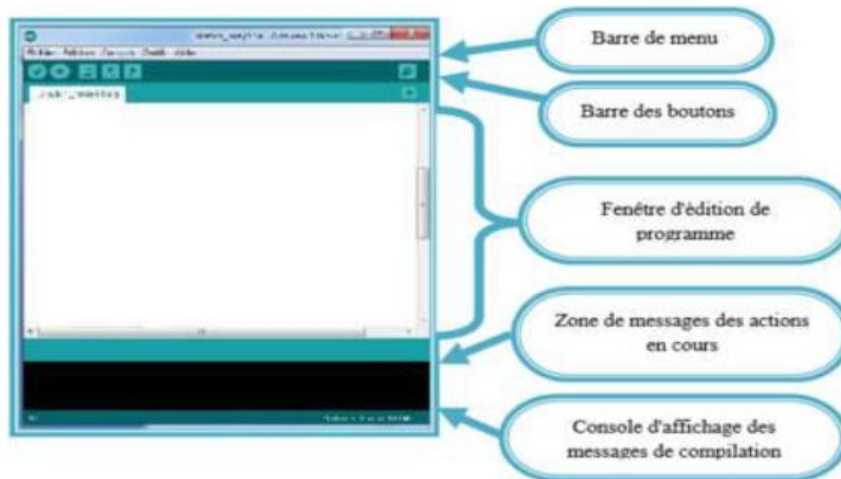


Figure 18 Interface IDE Arduino

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'ordinateur²⁹.

2 .Barre des boutons :

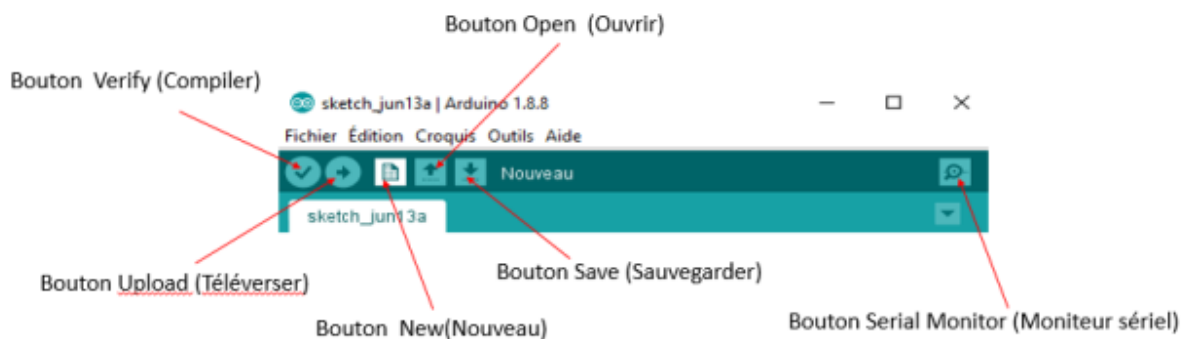


Figure 19 Interface IDE Arduino

Chapitre 01 : La maison intelligente

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 autres²⁹.

3- 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.

I.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.

I.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).

I.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.

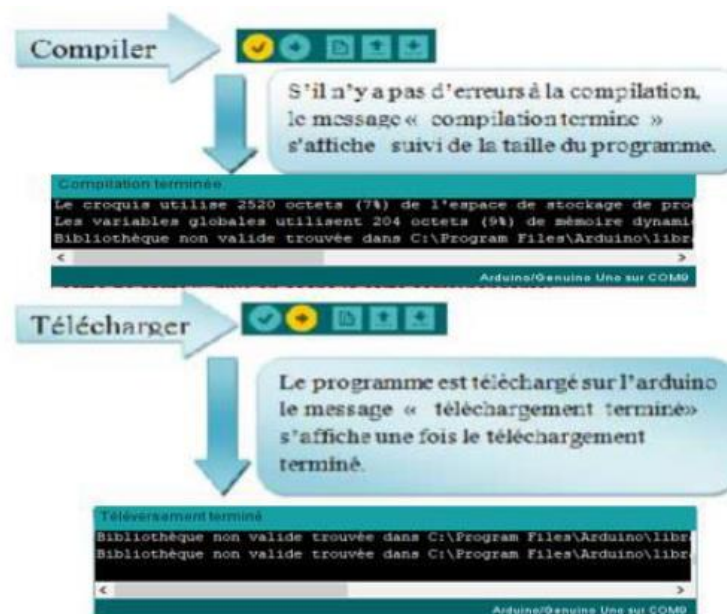


Figure 20 Les étapes de téléchargement du code

I.10. La communication M2M

I.10.1. 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-Machine³⁰.

• 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 informations³¹ entre des équipements matériels et des serveurs informatiques (ordinateurs, capteurs intelligents, actionneurs et appareils mobiles)³², 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 entreprise³³.



Figure 21 M2M machine à machine logos

I.10.2. 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 clients³⁴.

- 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 machine³⁵.

I.10.3. 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.

Chapitre 01 : La maison intelligente

- 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 planète³¹.

I.10.3.2. Les types des réseaux sans fil

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

I.10.3.2.1. 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, RFID³⁶.

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/s³⁷.



Figure 22 Logo Bluetooth

Chapitre 01 : La maison intelligente

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, etc³⁸.

I.11.Conclusion :

Comme on la vue les fonctionnalités de la maison intelligente diffère on peut y'introduire plusieurs fonction que ce soit dans la sécurité, le confort ou bien la gestion de la maison pour cela il suffit de laisser libre cour a sa créativité et avoir les bon composant pour bien équipé sa maison.

Chapitre 02 :

Matériels et logiciels

utilisés

Introduction :

Comment faire des montages électroniques, simplement, en utilisant un langage de programmation? La réponse, c'est le projet.

Arduino qui l'apporte, celui-ci a été conçu pour être accessible à tous par sa simplicité. Mais il peut également être d'usage professionnel, tant les possibilités d'application sont nombreuses.

Ces cartes polyvalentes sont donc parfaites pour nous, débutants, qui ne demandent qu'apprendre et progresser. Grâce à cette carte Ces fonctions sont réalisées par des capteurs, des actionneurs, des automates et plus généralement par des équipements électriques et/ou électroniques. Elle permet de contrôler son logement en local ou à distance depuis un ordinateur, un téléphone, une tablette tactile ou une télévision.

Matériels

II.1. Carte Arduino Méga :



Figure 23 Carte Arduino Méga 2560



Figure 24 Carte microcontrôleur ATmega2560

Arduino désigne un écosystème libre comprenant des cartes (Arduino Uno, Arduino Leonardo, Arduino Méga, Arduino Nano...), des logiciels (notamment l'IDE Arduino), ou encore des bibliothèques. Ces systèmes d'électronique programmable permettent de construire des projets facilement, et d'aborder tant l'approche électronique de l'approche logicielle. La carte Arduino Méga 2560 est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560. Elle

Chapitre 02 : Matériels et logiciels utilisés

contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur; Pour pouvoir l'utiliser et se lancer, il suffit simplement de la connecter à un ordinateur à l'aide d'un câble USB (ou de l'alimenter avec un adaptateur secteur ou une pile, mais ceci n'est pas indispensable, l'alimentation étant fournie par le port USB). La carte Arduino Méga 2560 est compatible avec les circuits imprimés prévus pour les cartes Arduino Uno, Duemilanove ou Diecimila.

N.B : le Datasheet de la carte Arduino Méga se trouve dans l'annexe³⁹

II.2. Module wifi esp8266 :



Figure 25 Module wifi esp8266

-Le module Wi-Fi ESP8266 est un SOC autonome avec une pile de protocoles TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) intégrée qui peut donner à n'importe quel microcontrôleur l'accès à votre réseau Wi-Fi. Il est capable d'héberger une application ou de décharger toutes les fonctions de réseau Wi-Fi d'un autre processeur d'application.

-Chaque module ESP8266 est préprogrammé avec un micro-logiciel de jeu de commandes AT, ce qui signifie que vous pouvez simplement le connecter à votre appareil Arduino et obtenir autant de capacité Wi-Fi qu'un bouclier Wi-Fi, ce module est une carte extrêmement rentable avec une communauté énorme et toujours croissante.

- Wi-Fi Direct (P2P), AP souple
- Pile de protocoles TCP / IP intégrée
- Transmission des paquets en moins de 2ms

a. Fonctionnalités :

- Wi-Fi Direct (P2P), AP souple
- Pile de protocoles TCP / IP intégrée
- Il comprend un commutateur TR intégré, un balun, un LNA, un amplificateur de puissance et un réseau adapté
- Equipé de PLL, régulateurs, DCXO et unités de gestion de l'alimentation intégrés
- Un processeur 32 bits intégré à faible consommation d'énergie pourrait être utilisé comme processeur d'application
- SDIO 1.1 / 2.0, SPI, UART
- STBC, 1×1 MIMO, 2×1 MIMO
- Agrégation A-MPDU & A-MSDU & intervalle de garde de 0,4 ms
- Réveillez-vous et transmettez les paquets en moins de 2ms
- Consommation en veille $<1,0$ mW (DTIM3)⁴⁰

b. La carte microcontrôleur ATmega2560 :

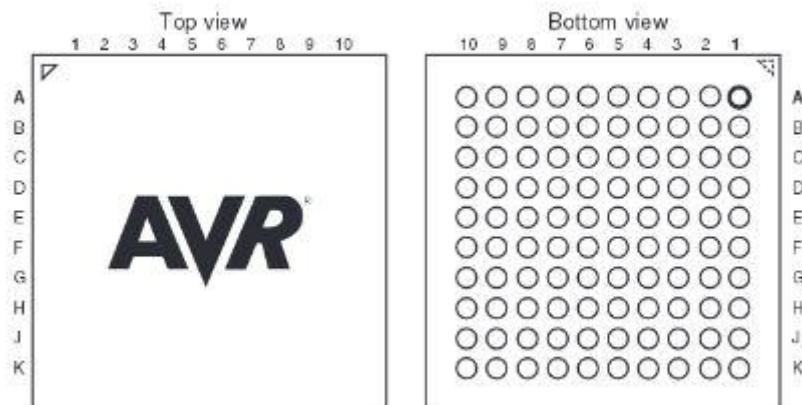


Figure 26 CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

Chapitre 02 : Matériels et logiciels utilisés

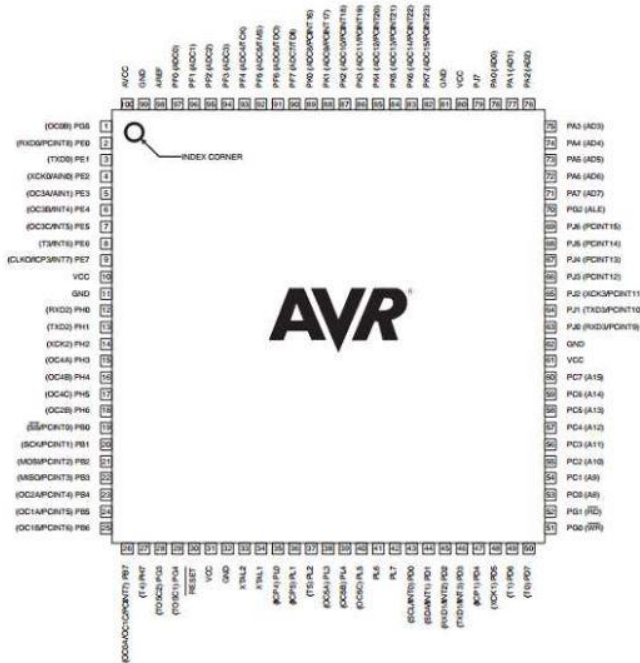


Figure 27 TQFP-pinoutATmega640/1280/2560

Le ATmega640 / 1280/1281 / 2560/2561 est un CMOS à faible puissance microcontrôleur bits basée sur l'AVR amélioré l'architecture RISC. En exécutant des instructions puissantes dans un seul cycle d'horloge, le ATmega640 / 1280/1281 / 2560/2561 atteint des débits approchant

1 MIPS par MHz permettant au concepteur du système pour optimiser la consommation d'énergie par rapport à la vitesse de traitement.⁴¹

Synthèses caractéristiques :

Microcontrôleur	ATmega2560
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation (recommandée)	7-12V
Tension d'alimentation (limites)	6-20V
Broches E/S numériques	54 (dont 14 disposent d'une sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	16 (utilisables en broches E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S (5V)	40 mA (ATTENTION : 200mA cumulé pour l'ensemble des broches E/S)
Intensité maxi disponible pour la sortie 3.3V	50 Ma
Intensité maxi disponible pour la sortie 5V	Fonction de l'alimentation utilisée - 500 mA max si port USB utilisé seul
Mémoire Programme Flash	256 KB dont 8 KB sont utilisés par le bootloader
Mémoire SRAM (mémoire volatile)	8 KB
Mémoire EEPROM (mémoire non volatile)	4 KB
Vitesse d'horloge	16 MHz

Tableau 5 Fiche technique de l'Arduino Méga

II.3. Mémoire :

L'ATmega 2560 à 256Ko de mémoire FLASH pour stocker le programme (dont 8Ko également utilisés par le bootloader). L'ATmega 2560 a également 8 ko de mémoire SRAM (volatile) et 4Ko d'EEPROM (non volatile - mémoire qui peut être lue à l'aide de la librairie EEPROM).

Pour info : Le bootloader est un programme préprogrammé une fois pour toute dans l'ATméga et qui permet la communication entre l'ATmega et le logiciel Arduino via le port USB, notamment lors de chaque programmation de la carte.⁴²

II.4. Entrées et sorties numériques :

Chacune des 54 broches numériques de la carte Méga peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique, en utilisant les instructions pinMode (), digitalWrite () et digitalRead () du langage Arduino. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de "rappel au plus" (pull-up) (déconnectée par défaut) de 20-50 KOhms. Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction digitalWrite (broche, HIGH).

II.5. Broches analogiques :

La carte Mega2560 dispose de 16 entrées analogiques, chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (c.à.d. sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction `analogRead ()` du langage Arduino. Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche AREF et l'instruction `analogReference ()` du langage Arduino.

Note : les broches analogiques peuvent être utilisées en tant que broches numériques.

Autres broches :

Il y a deux autres broches disponibles sur la carte :

AREF : Tension de référence pour les entrées analogiques (si différent du 5V). Utilisée avec l'instruction `analogReference ()`.

Reset : Mettre cette broche au niveau BAS entraîne la réinitialisation (= le redémarrage) du microcontrôleur. Typiquement, cette broche est utilisée pour ajouter un bouton de réinitialisation sur le circuit qui bloque celui présent sur la carte.

2.5.1. Servomoteur :



Figure 28 Servomoteur 9g

a. Description :

Servomoteur miniature économique. Livré avec palonniers, visserie et connecteur JR.

- Alimentation: 4,8 à 6 Vcc
- Course: 2 x 60°
- Couple: 1,6 kg.cm à 4,8 Vcc
- Vitesse: 0,12 s/60°
- Dimensions: 24 x 13 x 29 mm

b. Présentation :

Chapitre 02 : Matériels et logiciels utilisés

Le moteur produit un déplacement angulaire qui s'étend de -45° à $+45^\circ$. Le servomoteur est utilisé en modélisme afin de produire les mouvements nécessaires aux déplacements des oranges de direction. Il est commandé par l'intermédiaire d'un récepteur radio. Cette particularité justifie les principes de commande dont nous allons parler ci-dessous. Nous allons nous intéresser au principe de commande puis au principe de production de déplacement angulaire.⁴³

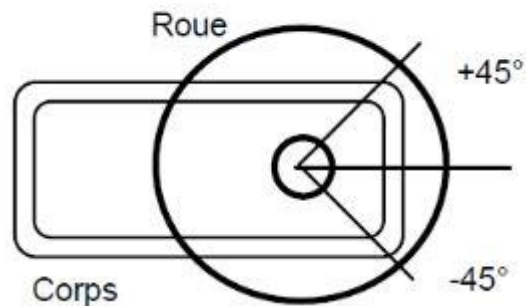


Figure 29 Déplacement angulaire allant de -45° à $+45^\circ$

Le corps contient un moteur à courant continu, un réducteur et une électronique de commande.

La roue possède une série de trous, elle permet la transmission du mouvement par une tringlerie.

c. Principe de commande :

Il s'agit de commander un déplacement angulaire allant de -45° à $+45^\circ$. Le moteur doit donc être capable de tourner dans les deux sens de rotation et de suivre les consignes de position avec la contrainte supplémentaire d'avoir un déplacement proportionnel à la commande. La capacité de suivre une consigne est obtenue par des techniques regroupées sous le terme d'asservissement.

Un des moyens possibles est d'utiliser une tension variant de $-9V$ à $+9V$ ce qui permet de déterminer le sens et l'angle de rotation. Cette technique est possible avec une commande filaire mais trop compliquée pour une transmission des informations par radio.

d. L'architecture interne :

Un servomoteur contient un moteur à courant continu, un réducteur à roues dentées à axes parallèles et une électronique de commande.

Chapitre 02 : Matériels et logiciels utilisés

L'alimentation et la commande se font par un câble de trois fils, un commun, un fil d'alimentation et un fil de commande. Les couleurs sont conventionnelles pour un constructeur.

e. Inversion du sens de rotation du moteur :

La tension d'alimentation étant unipolaire, il faut utiliser une disposition classique modélisée ci-contre. En fermant H1 et H3, on obtient un sens de rotation, la fermeture de H2 et de H4 donne l'autre sens. Les interrupteurs sont réalisés par des transistors.⁴⁴

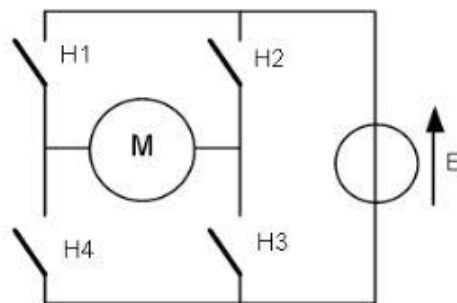


Figure 30 Inversion du sens de rotation du moteur

II.5.2. Capteur de flamme :

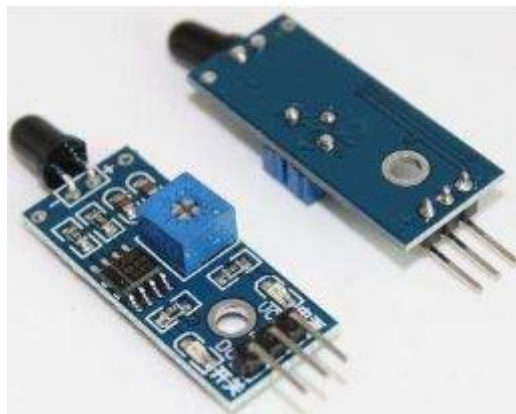


Figure 31 Capteur de flamme

a. Présentation du module :

- Nom du produit : Module Capteur IR Infrarouge Flamme Lumière 760nm-1100nm pour Arduino.
- Catégorie : Module de détection.

b. Caractéristiques:

Module capteur de détection de flamme Capteur le plus sensible pour des longueurs d'onde infrarouge de la flamme entre 760 nm et 1100 nm. Il a deux sorties:

AO: sortie analogique, signaux de tension de sortie sur la résistance thermique en temps réel,

DO: lorsque la température atteint à un certain seuil, signaux de seuil de sortie haute et basse est réglable par potentiomètre.

- Capteur de détection de 60 degrés Convient pour projet Arduino DIY
- Tension: DC 3 ~ 5.5V.
- Matériel: PCB
- Couleur: bleu + rouge + gris argent
- Dimension du produit: 3,5 x 1,5 x 1,2 cm
- Dimension de l'emballage: 80 x 41 x 15mm
- Poids: 5

c. Principe De La Détection De Flamme :

Le détecteur de flamme détecte toute élévation de température ou présence de produits issus d'une combustion.

Les flammes produisent des rayonnements caractérisés par une fréquence de scintillement plus ou moins intense dans des bandes spectrales spécifiques. Le principe du détecteur de flamme est de répondre aux rayonnements électromagnétiques émis par une flamme, en les distinguant des rayonnements interférents présents dans l'environnement d'utilisation. Les détecteurs de flamme optiques sont constitués de capteurs UV et/ou IR pour détecter ces rayonnements.

Il existe trois catégories d'appareils pour détecter une flamme :

- Les détecteurs dotés de capteurs Infra-Rouge (IR)
- Les détecteurs composés de capteurs Ultra-Violet (UV)
- Et les détecteurs combinant IR et UV (en général, ils sont constitués de deux capteurs IR et d'un capteur UV)

Les détecteurs IR se divisent eux-mêmes en deux familles, à fréquence unique ou multi-spectre. Le plus souvent les détecteurs multi-IR identifient le spectre du dioxyde de carbone pour les feux carbonés et/ou celui de l'eau pour les feux non carbonés.

La vidéosurveillance associée à un traitement d'image peut également servir à la détection de flamme. Il s'agit de l'imagerie thermique dans le domaine de l'IR ou du visible.⁴⁵

Détection Mono-IR :

Les détecteurs de flamme mono-IR sont sensibles à une bande de rayonnement située autour de 4,4 μm , caractéristique du spectre d'émission des feux d'hydrocarbures. Le rayonnement dans cette bande est issu de la relaxation du CO_2 produit pendant la combustion des feux carbonés.

Les détecteurs mono-IR mettent en œuvre un capteur pyroélectrique dont le principe est basé sur l'effet thermique des rayonnements. Un courant est généré par polarisation du cristal pyroélectrique exposé à une variation de température. Les scintillements de la flamme sont perçus par le cristal qui génère un signal traité par un filtre passe-bande basse fréquence.

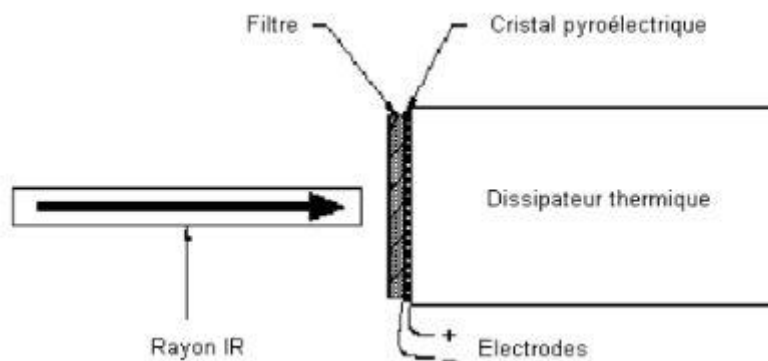


Figure 32 Schéma de principe d'un capteur pyroélectrique (technologie IR)

Détection Multi-IR :

Les détecteurs multi-IR sont constitués de deux, trois ou quatre capteurs (IR2, IR3, IR4), chacun sensible à une fréquence de rayonnement spécifique dans le domaine infrarouge. Le principe de fonctionnement des détecteurs multi-IR repose sur :

- Une analyse spectrale qui identifie la signature infrarouge des feux liée à la relaxation des molécules des substances émises : signature caractéristique du CO_2 , dans la bande 4.2-4.7 μm , et/ou signature caractéristique de H_2O , dans la bande 2.7-3.0 μm . Des bandes spectrales complémentaires (au-dessus ou en-dessous de ces bandes) sont également analysées pour distinguer le bruit de fond.

- Une analyse des scintillements dans les bandes spectrales caractéristiques. L'alarme feu n'est déclenchée que si tous les seuils des paramètres de l'analyse spectrale et de l'analyse des scintillements sont atteints.

Détection UV :

La détection UV se fait à l'aide d'un photomultiplicateur. Les photons arrivent sur une cathode et provoquent l'émission d'électrons dans un photo-tube contenant un gaz inerte (cf. figure 2) dans un champ électrique. Les électrons, propulsés vers l'anode, ionisent les molécules de gaz créant ainsi une réaction en chaîne. Le capteur génère alors une série d'impulsions de tension qui sont converties électroniquement en un signal d'alarme de sortie.

La plage de sensibilité du détecteur au rayonnement UV est généralement très étroite, de 185 à 265 nm, afin de garantir une bonne immunité contre le rayonnement solaire.

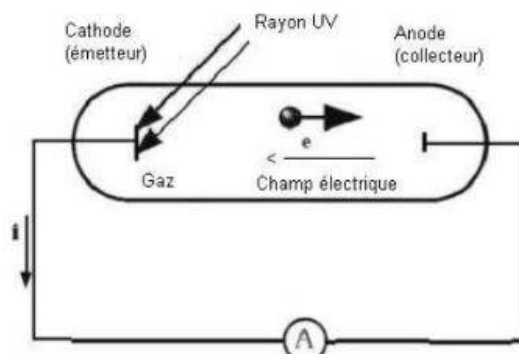


Figure 33 Schéma de principe d'un capteur UV

Détection UV/IR :

Les détecteurs UV/IR sont constitués d'un capteur UV associé à un ou deux capteurs IR.

Les circuits électroniques traitent les signaux issus des deux types de capteurs afin de confirmer le signal de feu de manière plus sûre.

Imagerie Thermique (Ir Ou Visible) :

Actuellement, c'est l'imagerie visible qui est principalement utilisée, elle s'appuie sur du traitement d'image issue de matrices CCD (Charge Coupled Device – capteur à transfert de charges) «classique».

L'imagerie IR, dans les bandes spectrales adéquates, reste encore peu utilisée notamment pour des raisons économiques.⁴⁶

II.5.3. Capteur humidité & température DHT21 :

Ne pas oublier le condensateur de 100nF entre VCC et GND (il n'est pas sur le schéma mais il est nécessaire).



Figure 34 Capteur d'humidité DHT21/ application typique

a. Caractéristiques :

- Alimentation +5V (3.5 - 5.5V)
- température : de 0 à 50°C, précision : +/- 2°C
- Humidité : de 20 à 96% RH, précision +/- 5% RH

b. Le protocole de communication :

Le DHT21 a la particularité d'utiliser une seule broche pour communiquer avec son maître. La communication se fait donc au moyen d'un protocole propriétaire demandant des timings bien précis.

Explication des bases pour communiquer avec un DHT21

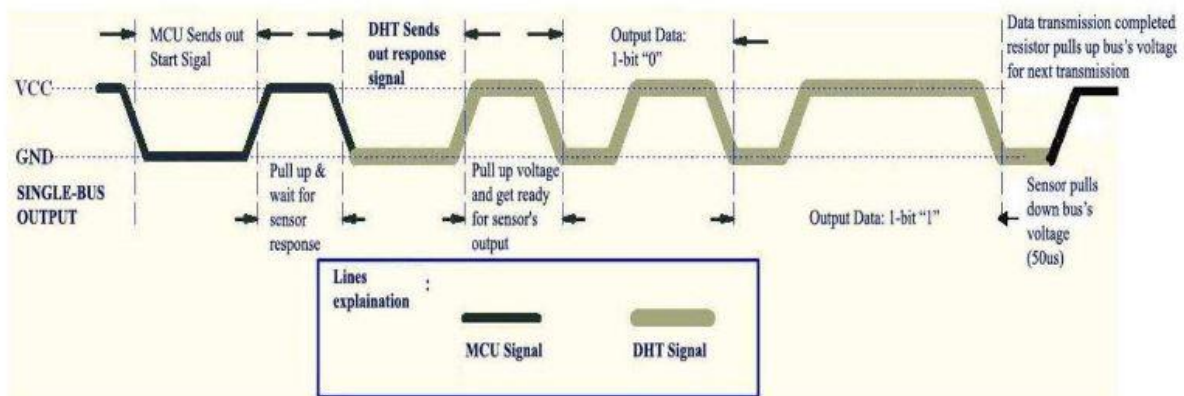


Figure 35 Les bases pour communiquer avec un DHT21

Une trame « type » se compose de trois grandes parties :

- Le maître réveille le capteur au moyen d'un signal de « Start ».
- Le capteur sort de son sommeil et envoie une réponse pour dire qu'il est vivant.
- Le capteur envoie 40 bits de données (5 octets) contenant la température, le taux d'humidité et une checksum.

Chapitre 02 : Matériels et logiciels utilisés

Ce qu'il faut noter c'est que le capteur a une sortie dite à « collecteur ouvert », cela signifie que le capteur ne sort pas des niveaux logiques 0v/5v mais utilise un transistor en sortie. Si le capteur veut envoyer un « 0 » il force le signal à 0v en rendant son transistor (entre DATA et GND) passant.

Si le capteur veut envoyer un « 1 » il laisse le signal tel-quel en rendant son transistor bloquant.

D'où l'important de la résistance de tirage que l'on peut voir sur le schéma, pas de résistance = pas de signal⁴⁷

II.5.4. Réveil du capteur :

Le DHT21 est une grosse féniasse, il passe son temps à dormir. Si vous voulez qu'il vous envoie ses données il faut le secouer en lui envoyant un signal de Start.

Le signal de Start consiste en un état bas (0v) de 18 millisecondes et d'un état haut (5v) de 40 microsecondes. Jusque-là rien de bien compliqué !

Ensuite le DHT21 va répondre pour dire qu'il est bien réveillé. Pour ce faire il va placer le signal à l'état bas pendant 80 microsecondes puis à l'état haut pendant 80 autres microsecondes.

A ce moment précis le capteur est prêt, les mesures de la température et de l'humidité sont faites et le capteur va pouvoir commencer à envoyer les données.⁴⁸

II.5.5. Capteur de gaz MQ135 :



Figure 36 Capteur de gaz MQ135

- | | | | |
|--|------------|---|----------|
| Description | produit | : | |
| • Alimentation | électrique | : | 5 V |
| • Capteur de gaz (GPL) | simple | à | utiliser |
| • Peut être utilisé dans les équipements de détection de fuites de gaz | dans les | | |

Chapitre 02 : Matériels et logiciels utilisés

- | | | | |
|-----------------------|--------------|------------|---------------|
| applications | grand-public | et | industrielles |
| • Type | d'interface | : | analogique |
| • Haute sensibilité | au GPL, | isobutane, | propane |
| • Faible sensibilité | à l'alcool, | la | fumée |
| • Réponse | | | rapide |
| • Stable | | et | durable |
| • Circuit de pilotage | | | simple |

Le MQ-135 Capteur de Gaz GPL, Isobutane et de Propane est un semi-conducteur capteur de gaz qui détecte la présence du gaz GPL, Isobutane et de Propane à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm, une gamme appropriée de détection des fuites de gaz. La simple interface de tension analogique du capteur ne nécessite qu'une seule broche d'entrée analogique de votre microcontrôleur.

Le capteur de gaz GPL, Isobutane et de Propane MQ-135 détecte la concentration de gaz dans l'air et sorties le résultat comme une tension analogique. La concentration de détection gamme de 300 ppm à 10000 ppm est appropriée pour la détection des fuites. Le capteur peut fonctionner à des températures allant de -10 à 50 ° C et consomme moins de 150 mA à 5 V.

Connexions

Raccordement de 5 volts à travers le chauffage (H) broches conserve le capteur assez chaud pour fonctionner correctement. Raccordement de 5 volts, soit au broches A ou B provoque le capteur d'émettre une tension analogique sur les autres broches. Une charge ohmique entre les broches de sortie et la terre, définit la sensibilité du détecteur. La charge résistive doit être calibrée pour votre application particulière en utilisant les équations de la fiche technique, mais une bonne valeur de départ pour la résistance est de 20 k Ω .⁴⁹

II.5.6. Capteur de mouvement PIR :



Figure 37 Capteur de mouvement

a. Description produit :

Les applications d'un capteur PIR sont multiples:

- Détection de mouvement et activation d'une œuvre interactive.
- Détection de passage/intrusion.
- Commande d'une chaudière automatisée.
- Détecteur pour commande d'installation domotique.

Le capteur de mouvement PIR (Passive Infrared Sensor) est un capteur électronique qui mesure la lumière infrarouge (IR) rayonnant à partir d'objets dans son champ de vision. Ils sont très souvent utilisés dans les systèmes d'alarmes ou de détection de présence pour leur faible coût et leur efficacité.

b. Caractéristique :

- Dimensions: 32 x 24 x 27H mm
- Voltage: 5-12VDC
- Output: 3,3V TTL
- Detection Distance: 3-7m (approx, adjustable)
- Delay Time: 5-200s (adjustable).
- Trigger: L: non repeatable trigger - H: repeatable trigger.

c. Principe du capteur :

Le fonctionnement d'un capteur PIR n'est pas compliqué à comprendre. Il possède 3 pins : l'alimentation, la masse et le pin data qui va nous intéresser. Par défaut, celui-ci est à l'état bas.

Quand le capteur détectera un mouvement cette sortie passera à l'état haut pendant une durée comprise entre 5s et 2min réglable grâce à un des deux petits potentiomètres situés à l'arrière du capteur, l'autre permettant de régler la sensibilité de 3 à 7m.

Pour les détails techniques, ce capteur est basé sur un circuit-intégré BISS001, en regardant le datasheet on s'aperçoit que c'est un CI spécialisé pour cette application qu'il opère entre 3 et 5V et qu'il consomme très peu de courant, il est donc idéal pour une utilisation à piles.⁵⁰

II.5.7. Ecran LCD avec un I2C :



Figure 38 Ecran LCD avec un I2c en arrière

Ce 16 caractères par 2 lignes d'affichage a un contraste texte blanc très clair et très haut sur un fond bleu / rétro-éclairage. Il comprend également une série I2C / IIC carte adaptateur pré-soudé à l'arrière de l'écran LCD. Cela signifie qu'il peut être contrôlé avec seulement 2 I2C broches de données série (SDA et SCL) et nécessite donc beaucoup moins broches numériques IO lorsqu'il est commandé à partir d'un microcontrôleur. Au total, le module ne nécessite 4 fils dont la puissance 5V et GND. Le réglage du contraste est également fourni par la carte fille par l'intermédiaire d'un potentiomètre. Si vous prévoyez d'utiliser avec une carte Arduino.

Note : Ces modules sont actuellement fournis avec une adresse I2C par défaut soit 0x27 ou 0x3F. Pour déterminer quelle version vous avez vérifié l'adaptateur I2C tableau noir sur la face inférieure du module. S'il y a 3 jeux de patins étiquetés A0, A1, A2 et puis l'adresse par défaut sera 0x3F. S'il n'y a pas pads l'adresse par défaut sera 0x27.

Le module est équipé d'un potentiomètre de réglage de contraste sur la face inférieure de l'écran. Cela peut nécessiter de réglage pour l'écran pour afficher le texte correctement. Si la pression est appliquée à la carte fille I2C il est possible de se plier et de venir en contact avec le module LCD. S'il vous plaît assurer lorsque l'écran LCD est installé dans votre application qu'aucun objet externe n'applique une pression sur le dos du module.

Les pins de LCD (I2C) sont : GND, VCC (+5V), SDA et SCL⁵¹

II.5.8. Buzzer :

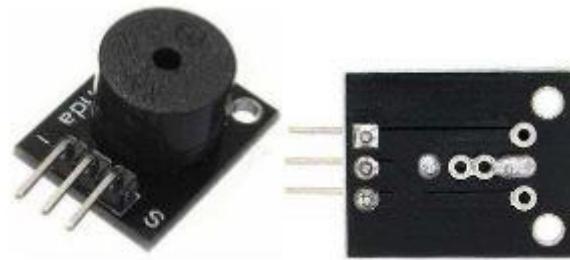


Figure 39 Buzzer passive

Description :

Type : Buzzer passive

Tension de travail: 3.5-5.5v

Courant de travail: < 25mA

Dimension PCB: 18.5mm x 15mm (L x P)

Fonction de Buzzer : buzz

Fonctionnalité :

Aucune source d'oscillation, besoin onde carrée (fréquence 2k-5k) à conduire. Le contrôle de la fréquence du son, vous pouvez faire une " Do Re Mi Fa Sol La SI " effet. Buzzer est une structure intégrée de transducteurs électroniques, alimentation en courant continu, largement utilisé dans les ordinateurs, les imprimantes, les photocopieurs, les alarmes, jouets électroniques, matériel électronique automobile et d'autres produits électroniques pour les appareils sonores. Buzzer passif module d'alarme utilisé pour l'Arduino

Le Buzzer interne active avec la source de choc, de sorte que sera appelé à une tension. Les sources internes passives sans chocs, donc si un signal continu ne peut pas faire tweet. Doit 2K ~ 5K avec place pour le conduire. Buzzer souvent coûteux passif, car il circuit oscillateur multiple. Avantages Buzzer passifs sont les suivants:

1. Bon marché,
2. contrôle de la fréquence sonore, vous pouvez faire un "plus que l'efficacité d'un cheveu mètre Suola Xi Fruit.
3. Dans certains cas particuliers, vous pouvez réutiliser un contrôle et un port LED Buzzer actif, Les Avantages sont les suivants: contrôle de processus, pratique.⁵²

II.6. Logiciels :

II.6.1. L'Arduino :

L'open-source Arduino Software (IDE), il est facile d'écrire du code et de le transférer à la carte. Il fonctionne sur Windows, Mac OS X et Linux. L'environnement est écrit en Java et basé sur le traitement et d'autres logiciels open-source.

Ce logiciel peut être utilisé avec toute carte Arduino.

Présentation de logiciel Arduino :

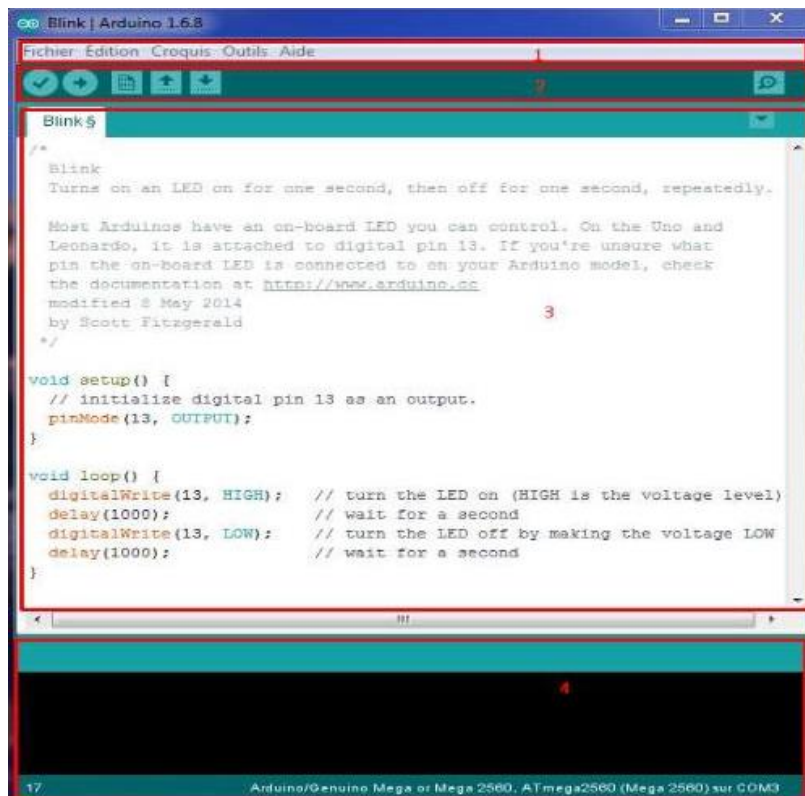


Figure 40 Présentation de l'interface initiale du logiciel

Correspondance :

- Le cadre numéro 1 : ce sont les options de configuration du logiciel
- Le cadre numéro 2 : il contient les boutons qui vont nous servir lorsque l'on va programmer nos cartes
- Le cadre numéro 3 : ce bloc va contenir le programme que nous allons créer
- Le cadre numéro 4 : celui-ci est important, car il va nous aider à corriger les fautes dans notre programme. C'est le débogueur.

II.6.2. Afficheur LCD 16X2

Les afficheurs à cristaux liquides sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils sont relativement bons marchés et s'utilisent avec beaucoup de facilité. L'afficheur LCD 2 lignes de 16 caractères est directement connecté aux broches du pic est alimenté par 5v, et comme le pic ne fait aucune interprétation des codes de commandes des afficheurs, il est compatible avec tous les modèles existants (de 1 à 4 lignes de 6 à 80 caractères).

Il existe deux interfaces normalisées : une version « parallèle » et une autre « série ». Dans notre étude l'afficheur communique avec le microcontrôleur via le PORTB en version parallèle où le transfert de données se fait en deux fois.

Le tableau représente le brochage des afficheurs LCD :

N° de pastille	Appellation	Fonction
1	Vss	Masse
2	Vdd	Alimentation de 5V
3	Vee	Tension a appliqué pour gérer le contraste
4	RS	Registre Selecte (mode instruction ou données)
5	R/W	Ecriture ou Lecture (Read/Write)
6	E	Enable (sélection de l'afficheur)
7-14	DB0-DB7	Data 0 à 7 (Données ou instructions)

Tableau 6 Brochage des afficheurs LCD

Dans notre application nous avons utilisé l'afficheur en écriture (RW=0), L'afficheur reçoit deux types de commande : soit des instructions permettant de gérer l'afficheur proprement dit (effacement de l'écran, affichage du curseur, clignotement du curseur... etc.), soit des données qui seront affichées à la position courante du curseur. La sélection du mode instruction est réalisée en mettant la broche RS à 0 (Registre Select) et en envoyant ensuite l'octet de commande sur le port de données (DB4 à DB7). Lorsque la broche RS est à 1 les valeurs envoyées sur les lignes DB4 à DB7 seront affichées sous forme de caractères ASCII à la position courante du curseur.

CHAPITRE 03 :
Conception et
réalisation du
systeme

III.1. Introduction

De nos jours, la plupart des gens ont un smartphone avec eux tout le temps, il est logique d'utiliser ces appareils pour contrôler les équipements de la maison en utilisant uniquement des boutons.

L'objectif de ce chapitre est de mettre notre projet dans son contexte général. Tout d'abord, nous commençons par faire une présentation succincte du sujet en détaillant son contexte et ses fonctionnalités. Ensuite, nous allons présenter le cahier des charges. Puis nous citerons les objectifs. Enfin nous allons représenter la maison intelligente que nous avons réalisée.

III.2. Contexte du projet

Depuis quelques années, les solutions de domotique se démocratisent de plus en plus. En effet, à une époque où il devient important de maîtriser sa consommation énergétique et où presque tout le monde dispose d'un smartphone, il est tentant de pouvoir commander ses équipements domestiques (éclairage, chauffage, alarme, etc.) et de consulter l'état de l'habitation (température, humidité, etc.) via un ordinateur ou un appareil mobile



Figure 41 Système domotique

C'est dans ce contexte que se déroule notre projet de fin d'études «Controler d'une maison intelligente par une smartphone» qui consiste à mettre en place un système domotique permettant de piloter, commander, programmer et superviser de façon simple et confortable à l'aide d'une **smartphone**, **ordinateur** et **module wifi** avec les différentes fonctions de domotique. Ces fonctions concernent principalement le confort (commande à distance d'appareils ou équipements...), la sécurité (accès sécurisé à l'habitat, détection d'incendie et

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

détection des fuites de gaz...), l'économie d'énergie (gestion du climatiseur/ventilateur, d'éclairage...)⁵³.

III.3. Présentation du cahier des charges proposé

Nous avons proposé notre cahier des charges du projet où les points suivants seront recouverts :

- Concevoir un prototype d'une maison qui montre les différentes parties du système.
- Établir les fonctions de la domotique suivantes :
 - Gestion d'éclairage.
 - Gestion de la climatisation et ventilation.
 - Gestion l'état de l'habitation (température, gaz).
 - Gestion des alarmes et des alertes : alerte de température, alerte de gaz, etc...
 - Gestion d'ouverture/fermeture de la porte d'entrée et au garage.
 - Détection d'incendie et des fuites de gaz.
- Le pilotage du système se fait par un smartphone, un ordinateur et module wifi.
- Développement d'une application Android pour le pilotage du système domotique.
- Créer un site web pour l'application de commande.

III.4. Les objectifs réalisés

Notre projet de fin d'études a pour objectifs de :

- Concevoir un prototype d'une maison et la réaliser sur terrain.
- Développer une application Android pour piloter, commander, et superviser les différents composants du système.
- Communiquer avec les organes de notre système domotique par une liaison sans fil wifi.
- Installer les différents composants à savoir les capteurs, relais et actionneurs.

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

- Créer le programme pour piloter les différents composants du système, ce programme devra être implanté dans la carte de traitement.
- Développer un site web pour l'application de commande.
- Le pilotage du système se fait par un smartphone, un ordinateur et module wifi.
- Les fonctions de la domotique proposée sont vérifiées

III.5. Fabrication de la maison

III.5.1. Structure de la maison

La première étape consiste à créer une maison. Pour cela, nous avons dessiné la structure principale, c'est-à-dire les murs extérieurs et le sol à l'aide des outils d'architecture. La maquette est de taille de 48cm sur 40cm constitue d'une chambre, une salle, une cuisine, un garage, salle de bains, un salon.



Figure 42 Structure de notre maison

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

Cette maquette, permettrait de présenter certaines fonctionnalités de la domotique à travers 4 Capteurs (Gaz, Température, Mouvement, flamme), Buzzers (Buzzer de gaz et flamme), 5 Servomoteur, ventilateurs, 6 LED. Ces scénarios seront automatisés via la carte « Arduino » exécutant des programmes informatiques.

III.5.2. Localisation des périphériques utilisés dans la maquette

Localisation	Périphériques
Le salon	<ul style="list-style-type: none">- LED- Servomoteur
La chambre	<ul style="list-style-type: none">- LED- Servomoteur
La cuisine	<ul style="list-style-type: none">- LED- Servomoteur- Capteur de gaz- Capteur de flamme- Capteur de température- Ventilateur
Façade	<ul style="list-style-type: none">- RFID- Capteur de mouvement PIR- LED- Afficheur
Salle de bain	<ul style="list-style-type: none">- LED
Couloir	<ul style="list-style-type: none">- Buzzer
Le garage	<ul style="list-style-type: none">- LED- Servomoteur
La porte principale	<ul style="list-style-type: none">- Servomoteur

Tableau 7 Localisation des périphériques utilisés dans la maquette

III.5.3. Réalisation de la maison intelligente



Figure 43 Photos d'intérieur de maquette de maison



Figure 44 Photos d'extérieur de maquette de maison

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système



Figure 45 Photos de maquette avec les shields

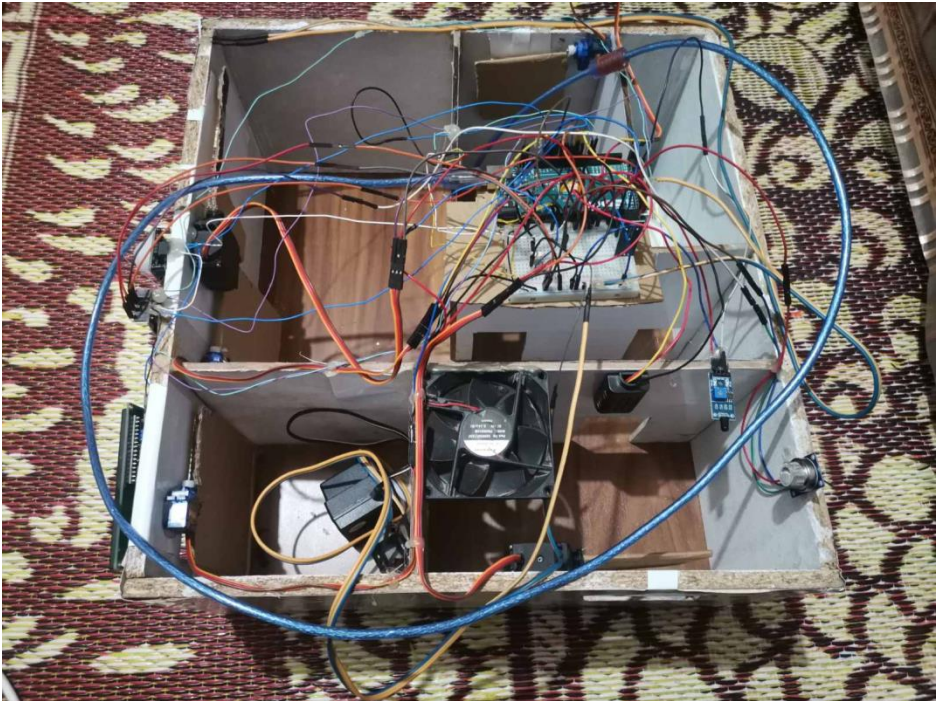


Figure 46 Photos d'extérieur de maquette de maison avec les Shields



Figure 47 Photos de maquette de maison

III.6. Planification du projet

III.6.1. Structure générale du système

Le système peut être contrôlé par une application Android . L'ordinateur est relié à la carte Arduino à travers un module wifi qui sert à transmettre les informations ou renvoyer les données ainsi qu'à connecter notre carte Arduino avec le cloud . Les données extérieures des capteurs sont envoyées à la carte Arduino. S'il faut effectuer une action, l'ordinateur envoie une instruction à la carte Arduino .

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

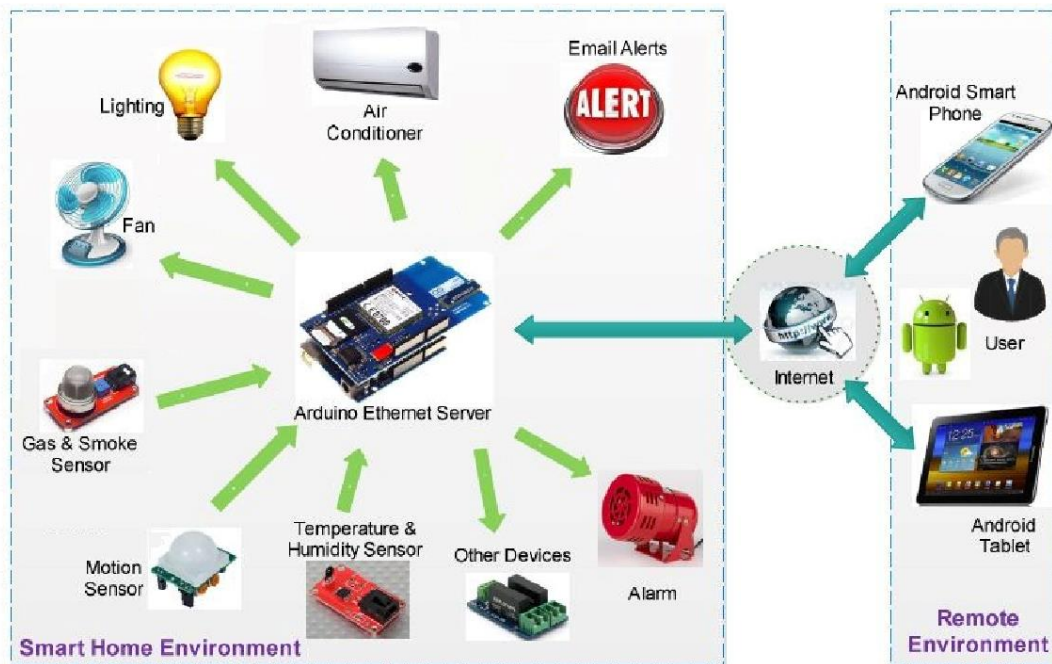


Figure 48 Structure générale du système

Le module wifi permettant la gestion du contrôle d'accès via un téléphone portable, l'utilisateur se connecte au cloud via un smartphone à la carte Arduino qui agit via un relais ou directement sur l'appareil électrique.

L'ordinateur peut être remplacé par une Tablette ou Smartphone. De plus, les données relevées par les capteurs peuvent être visibles sur l'afficheur, et sur le smartphone figurera les commandes permettant de contrôler le système domotique, il faudra ensuite implanter cette interface dans le programme principal.

III.6.2. Schéma synoptique du système à réaliser

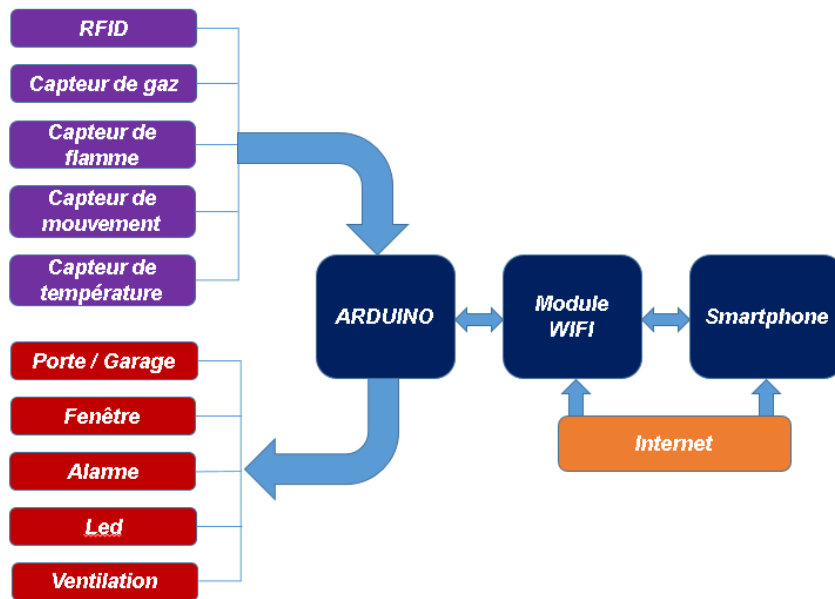


Figure 49 Schéma synoptique du système à réaliser

III.6.3. Schéma électrique du montage

Tout d'abord, nous avons dessiné le schéma électrique du système sur le logiciel Fritzing. Le logiciel Fritzing est un outil de création des projets et de circuits électroniques, il permet également l'édition de circuits imprimés, son objectif principal est de promouvoir l'échange de circuits électroniques libres et d'accompagner l'apprentissage de la conception de circuits.

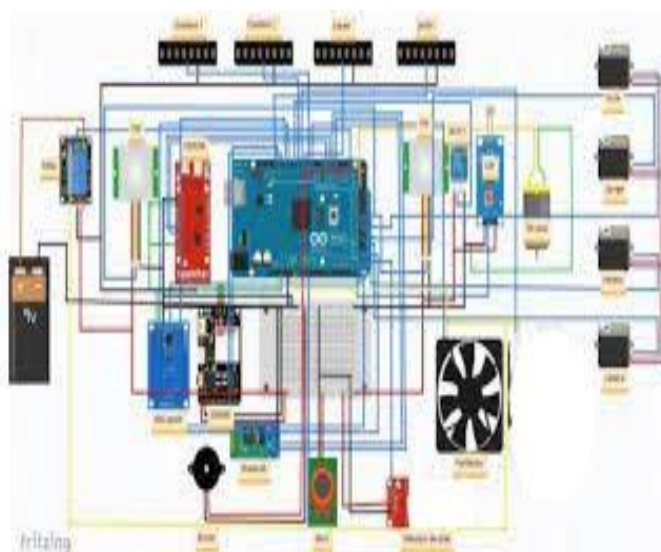


Figure 50 Le montage de circuit sur fritzing

III.7. Application Remote XY

RemoteXY est un moyen facile de créer et d'utiliser une interface utilisateur graphique mobile pour les cartes de contrôleur à contrôler via un smartphone ou une tablette. Le système comprend :

- Editeur d'interfaces graphiques mobiles pour cartes contrôleur, situées sur le site remotexy.com
- Application mobile RemoteXY qui permet de se connecter au contrôleur et de le contrôler

via une interface graphique.

Caractéristiques distinctives :

- La structure d'interface est stockée dans le contrôleur. Une fois connecté, il n'y a aucune interaction avec les serveurs pour télécharger l'interface. La structure d'interface est téléchargée sur l'application mobile depuis le contrôleur.
- Une application mobile peut gérer tous vos appareils. Le nombre d'appareils n'est pas limité.

Connexion entre le contrôleur et l'appareil mobile à l'aide de :

- Client Wifi et point d'accès;

Modules de communication pris en charge :

- WiFi ESP8266;

IDE pris en charge:

- Arduino IDE;

OS mobile pris en charge:

- Androïde

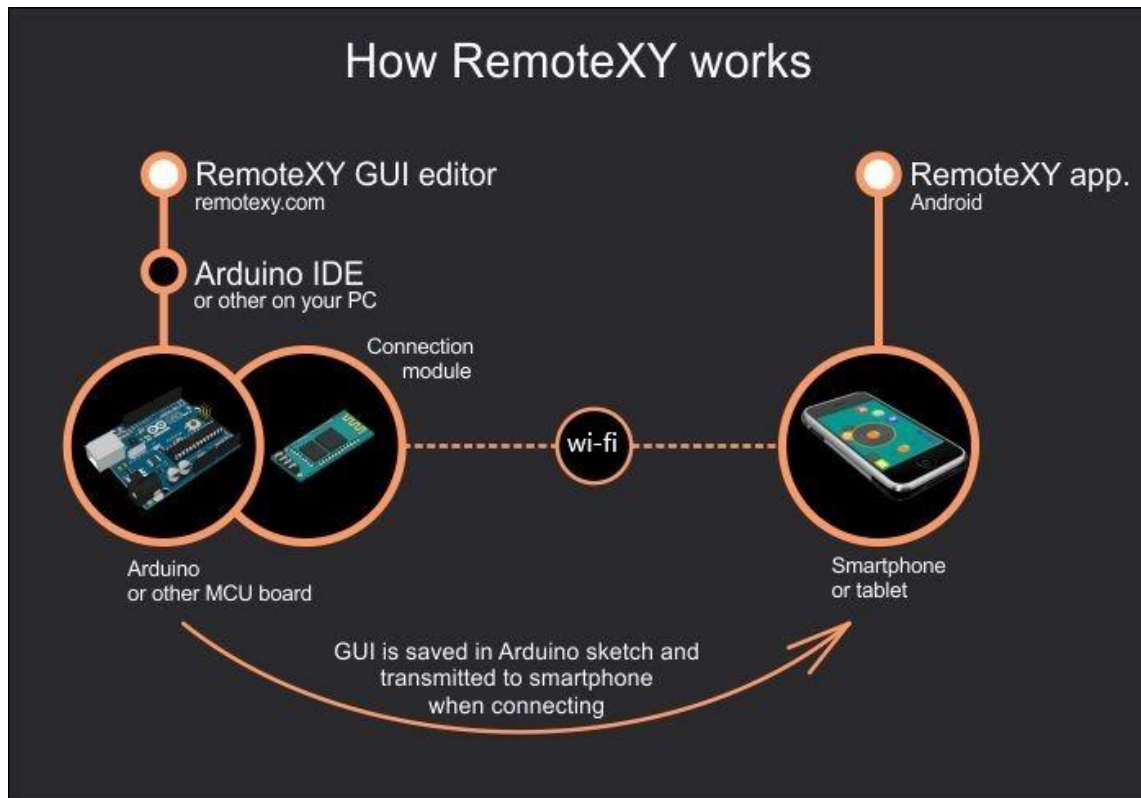


Figure 51 fonctionnement de l'application RemoteXY

À l'aide de RemoteXY, vous pouvez créer un système de contrôle à distance de votre appareil à microcontrôleur. Pour créer la télécommande au microcontrôleur (Arduino), vous devez connecter le module de communication. Le module ESP8266 permet d'utiliser RemoteXY avec un microcontrôleur pour le Wi-Fi.

RemoteXY permet de configurer le module pour fonctionner dans l'un des deux modes: point d'accès et client. Le client permet de connecter le module à un point d'accès Wi-Fi existant.

Le mode point d'accès de l'ESP8266 configure le module comme point d'accès et permet de connecter Arduino directement à ce point. Le point d'accès est disponible pour s'y connecter depuis le Smartphone dans un rayon de disponibilité du signal radio. Pour configurer ce mode dans les propriétés de configuration de l'éditeur, vous devez sélectionner le type de connexion "Point d'accès Wifi".

La puissance du module ESP8266 peut être fournie à partir de la carte DC-DC de la carte Arduino à 3,3 V

Arduino UNO + ESP8266 comme point d'accès WiFi.

Le système qu'on propose a été implémenté à l'aide de deux logiciels différents. Le microcontrôleur est programmé via l'arduino IDE. L'application mobile androïde a été conçue

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

à l'aide de RemoteXY. Pour l'application, on fait les tâches suivantes qui sont illustrées sur le site remotexy.com

Étape 1 : Créez un projet d'interface utilisateur graphique Entrer l'éditeur RemoteXY. Définissez un bouton dans le champ du Smartphone. Mettez en surbrillance ce bouton, puis sélectionnez la propriété "Snap to pin" à la valeur 13 (LED) dans le volet droit de l'onglet "Elément".

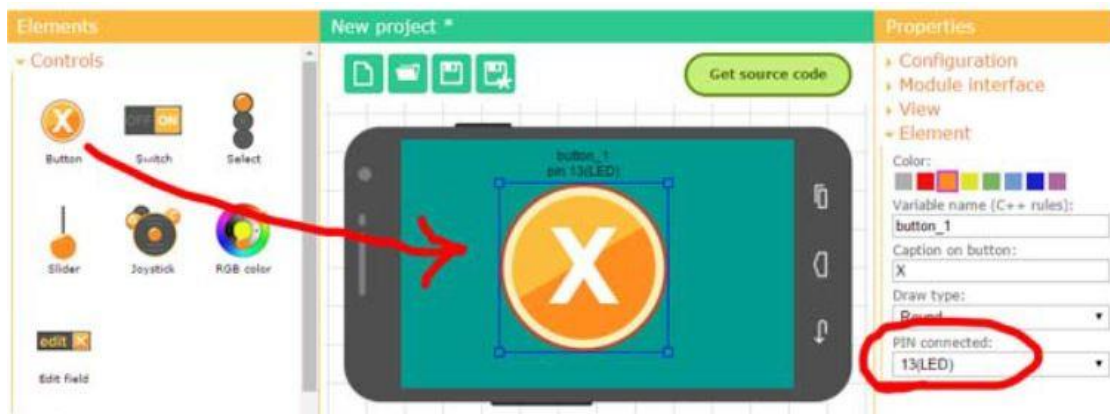


Figure 52 L'éditeur de l'application RemoteXY

Étape 2 : Configurer le projet

Dans le volet droit, sélectionnez les paramètres suivants sous l'onglet "Configuration".



Figure 53 L'onglet « configuration »

Dans le volet droit, définissez les paramètres suivants sous l'onglet "Interface du module".

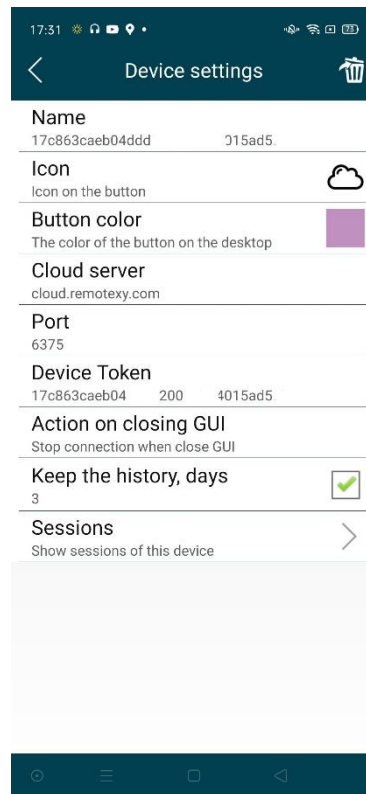


Figure 54 Paramètres de l'interface du module

Les paramètres indiquent que l'ESP8266 doit être connecté à l'Arduino via la série matérielle (broches 0 et 1) à une vitesse de 115200.

Les paramètres spécifient également le nom du futur point d'accès et le mot de passe du point d'accès.

Étape 3 : Obtenez le croquis de l'Arduino

- Appuyez sur le bouton "Obtenir le code source".
- Dans la page ouverte avec le code source du croquis, téléchargez-le sur votre ordinateur (le lien "Télécharger le code") et ouvrez-le dans l'IDE Arduino.
- Téléchargez également la bibliothèque RemoteXY (le lien "Télécharger la bibliothèque") à partir de cette page.
- La bibliothèque étant installée correctement, le code source de l'esquisse doit être compilé sans erreur.

Étape 4 : Connectez-vous à partir de l'application mobile.

Installation de l'application mobile RemoteXY sur le Smartphone.

Appuyez sur le nouveau bouton de connexion "+" dans le panneau supérieur de l'application.

Dans la fenêtre qui s'ouvre, sélectionnez la connexion "cloud server". Dans l'application Androïde, activez le Wifi et appuyez sur le bouton de mise à jour pour

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

obtenir la liste des points d'accès disponibles. Sélectionnez le point d'accès RemoteXY. Dans la fenêtre qui s'ouvre, saisissez le mot de passe du point d'accès "12345678", appuyez sur le bouton "Connecter".



Figure 55 Configuration réseau de l'application RemoteXY sur Smartphone

Après cette étape on obtient l'interface suivante sur le Smartphone.

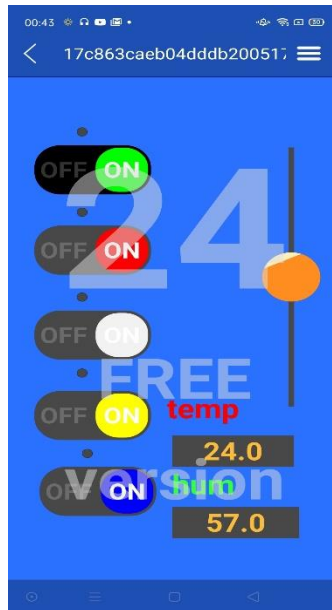
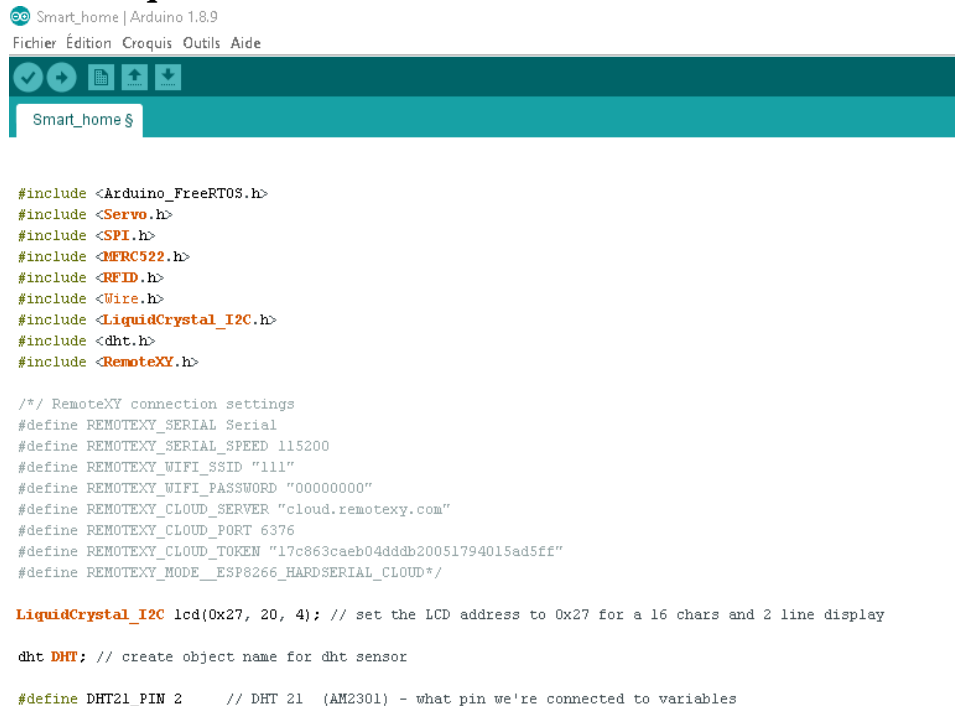


Figure 56 les différentes interfaces graphiques sur Smartphone

III.8. Programmation et scénario

III.8.1 Bibliothèques utilisées



```
Smart_home | Arduino 1.8.9
Fichier Édition Croquis Outils Aide

Smart_home $

#include <Arduino_FreeRTOS.h>
#include <Servo.h>
#include <SPI.h>
#include <MFRC922.h>
#include <RFID.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <dht.h>
#include <RemoteXY.h>

/* RemoteXY connection settings
#define REMOTEXY_SERIAL Serial
#define REMOTEXY_SERIAL_SPEED 115200
#define REMOTEXY_WIFI_SSID "111"
#define REMOTEXY_WIFI_PASSWORD "00000000"
#define REMOTEXY_CLOUD_SERVER "cloud.remotexy.com"
#define REMOTEXY_CLOUD_PORT 6376
#define REMOTEXY_CLOUD_TOKEN "17c863caeb04ddb20051794015ad5ff"
#define REMOTEXY_MODE_ESP8266_HARD_SERIAL_CLOUD*/

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display

dht DHT; // create object name for dht sensor

#define DHT21_PIN 2 // DHT 21 (AM2301) - what pin we're connected to variables
```

Figure 57 Les différentes bibliothèques utilisées

Au tout début en commence par introduire nos bibliothèques et ceux en fonction de nos composant (dht21, mq135, afficheur, RFID...etc.).

Les bibliothèques son en open-source et on peut les télécharger directement a travers l'IDE ou les importée en fichier ZIP.

III.8.2 Gestion de la climatisation

Notre système de climatisation et 100% autonome et ceux quand notre capteur (DHT21) indique que la température dépasse les 25° ca enclenche la ventilation pour la faire baisser

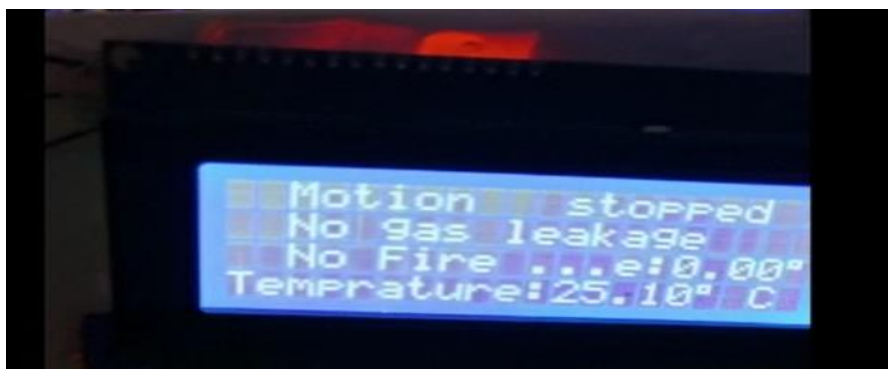


Figure 58 Affichages de la température

```
//////climatisation
void DHT_Task(void *pvParameters) {
    Serial.begin(9600);
    while (1) {
        int chk = DHT.read21(DHT21_PIN);
        hum = DHT.humidity;
        temp = DHT.temperature;

        if (temp >= temp_threshold)
        {
            digitalWrite(Fan_pin , HIGH);
            //tone(buzpin, 2200);
            vTaskDelay( 1000 / portTICK_PERIOD_MS );
        }
        else {
            digitalWrite(Fan_pin , LOW);
            //noTone(buzpin);
            vTaskDelay( 1000 / portTICK_PERIOD_MS );
        }
    }
}
```

Figure 59 Gestion de la climatisation

III.8.3 Détection de mouvement

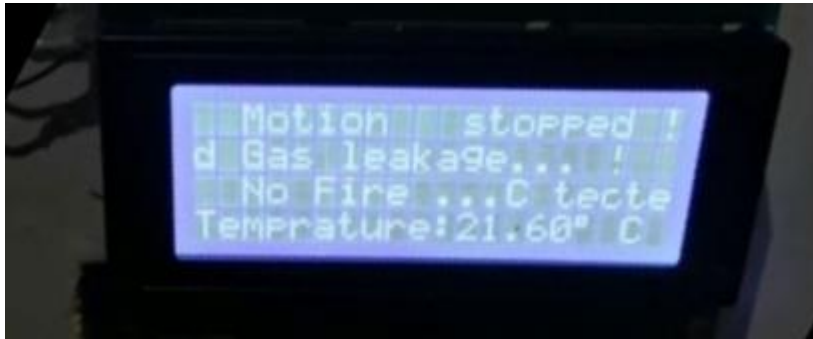


Figure 60 Aucuns mouvements détectés

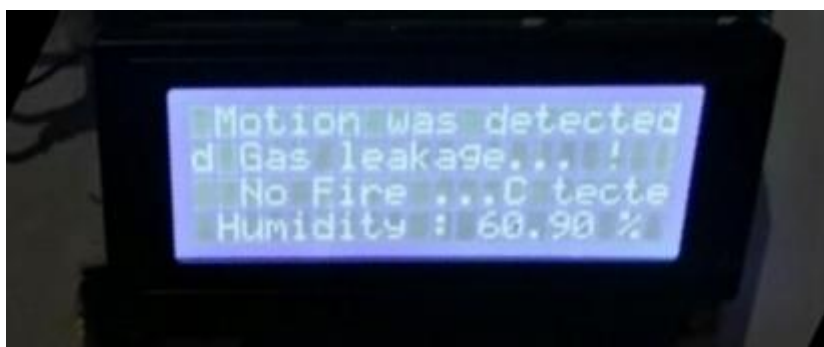


Figure 61 Mouvements détectés

CHAPITRE 03 : Conception et réalisation du système

```
Smart_home | Arduino 1.8.9
Fichier Édition Croquis Outils Aide

Smart_home $
/

void Mouvement_detectionTask(void *pvParameters) {
  while (1) {
    val = digitalRead(sensor);
    if (val == HIGH) {
      digitalWrite(led_motion, HIGH);
      vTaskDelay( 100 / portTICK_PERIOD_MS );
      if (state == LOW) {
        Serial.println("Motion was detected");
        //lcd.print("Motion was detected");
        vTaskDelay( 2000 / portTICK_PERIOD_MS );
        state = HIGH;
      }
    }
    else {
      digitalWrite(led_motion, LOW);
      //delay(200);
      vTaskDelay( 200 / portTICK_PERIOD_MS );

      if (state == HIGH) {
        Serial.println("Motion stopped!");
        vTaskDelay( 2000 / portTICK_PERIOD_MS );
        state = LOW;
      }
    }
  }
}
```

Figure 62 Détecteur de mouvement

III.8.4 Contrôle à distance

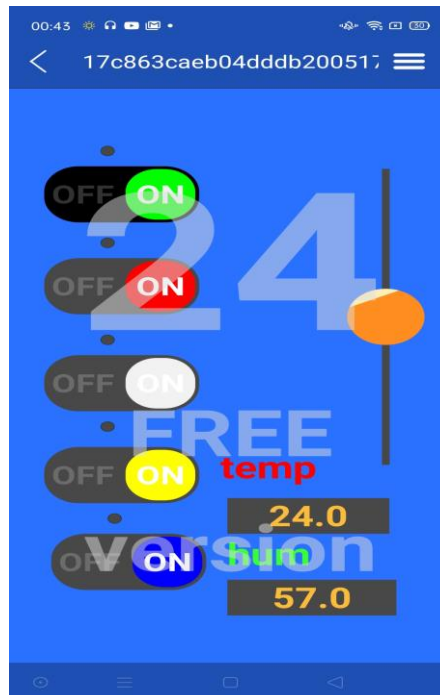


Figure 63 Panneaux de commande

```
// input variables
uint8_t switch_1; // =1 if switch ON and =0 if OFF
int8_t slider_1; // =0..100 slider position
uint8_t switch_2; // =1 if switch ON and =0 if OFF
uint8_t switch_3; // =1 if switch ON and =0 if OFF
uint8_t switch_4; // =1 if switch ON and =0 if OFF
uint8_t switch_5; // =1 if switch ON and =0 if OFF

// output variables
uint8_t led_1; // led state 0 .. 1
uint8_t led_2; // led state 0 .. 1
uint8_t led_3; // led state 0 .. 1
uint8_t led_4; // led state 0 .. 1
uint8_t led_5; // led state 0 .. 1

// other variable
uint8_t connect_flag; // =1 if wire connected, else =0
```

Figure 64 Contrôle de l'éclairage à distance

III.8.5 Identification a l'entrée

Contrôlé par le système d'identification RFID et accessible par une puce sous forme de porte clé ou d'une carte magnétique chaque une contient son propre code qu'on insère dans le programme pour lui autorisée l'accès.



```
Smart_home | Arduino 1.8.9
Fichier Édition Croquis Outils Aide

Smart_home $
void Task_RFID(void *pvParameters) {
  access_door.attach(6); //servo pin
  access_door.write(180); //servo start position
  // Look for new cards
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Starting the RFID Reader...");
  SPI.begin();
  rfid.init();
  vTaskDelay( 2000 / portTICK_PERIOD_MS );

  while (1) {

    if (rfid.isCard()) {
      if (rfid.readCardSerial()) {
        rfidCard = String(rfid.serNum[0]) + " " + String(rfid.serNum[1]) + " " + String(rfid.serNum[2]) + " " + String(rfid.serNum[3]);
        Serial.println(rfidCard);
        if (rfidCard == "199 224 116 82" || rfidCard == "99 101 211 18" || rfidCard == "155 79 232 33") {
          access_door.write(90);
          //vTaskDelay( 3000 / portTICK_PERIOD_MS );
          Serial.println("Access authorized");

          tone(buzzpin, 2200);
          vTaskDelay( 200 / portTICK_PERIOD_MS );
          noTone(buzzpin);
          vTaskDelay( 60 / portTICK_PERIOD_MS );
          tone(buzzpin, 2200);
          //delay(3000);
          vTaskDelay( 100 / portTICK_PERIOD_MS );
          //Lcd.print("Access authorized ");
        }
      }
    }
  }
}
```

Figure 65 Contrôle accès porte d'entrée

III.8.6 Détection de flamme

Le concept est simple une fois que notre capteur détecte une flamme il va nous l'indiquer sur l'afficheur et enclencher une alarme et allumer une Led .



Figure 66 Pas de flamme détecté

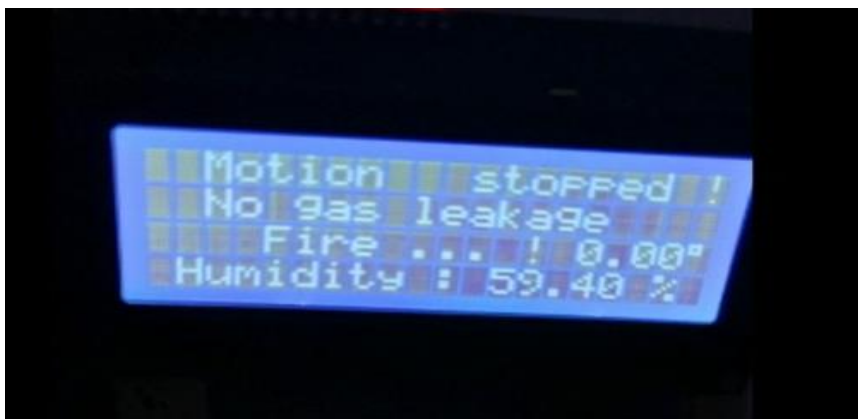


Figure 67 Flammes détectées

III.8.7 Détection de gaz

Une fois la présence de gaz détecté le système nous l'affiche avec une alarme et enclenche l'ouverture des fenêtres pour facilite la dissipation du gaz et amoindrir les risque d'explosion.

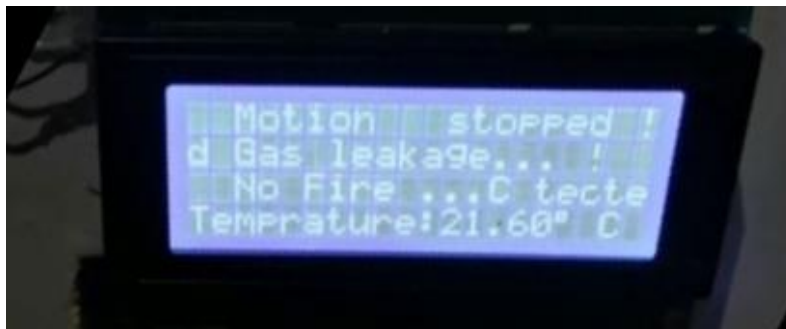


Figure 68 Gaz détecté

Conclusion générale

La domotique est un très vaste domaine qui ne cesse d'évoluer en fonction du développement technologique. Dans notre projet nous nous sommes basée essentiellement sur 3 point principaux qui est la sécurité, le confort personnel et la gestion économique de l'énergie qui sont 3 point que nous rencontrons dans la vie quotidienne, et nous avons relié tous ca à un outil très prisée qui n'est que notre smartphone.

Dite vous que dans une smart home tout peut être connecté de la porte d'entrée passant par les équipements de sécurité (gaz, incendie...etc) allant jusqu'à notre cafetière pour qu'a notre réveil on trouve notre café bien chaud qui nous attend .

Ce que nous avons réalisé dans notre projet n'est qu'une petite partie de ce que nous apporte une maison intelligente dans notre confort, parmi les fonctionnalités qu'on aurait voulu ajouté on a la maison rotative , il faudrait placé notre maison sur un plateau tournant et ajoute des capteurs de luminosité pour qu'elle se positionne en fonction du soleil , mais aussi plusieurs autres fonctionnalité telle que la détection thermique et l'identification par empreinte digital .

Tout cela est possible il faut juste donne libre cours à ces idée et avoir de la détermination et le matériel nécessaire pour les concrétisé.

Bibliographie

- ¹ Méziane Boudellal, «Smart home - Habitat connecté, installations domotiques et multimédia». Dunod, Août 2014.
- ² Gaetan R, «La Smart Home est encore trop méconnue du grand public», *Objetconnecte.com*, France, 3 février 2016
- ³ SIRLAN Technologies «Les automatismes du bâtiment, La domotique, Le maintien à domicile, *livreblanc.pdf*». France, décembre 2011.
- ⁴ <https://www.maison-et-domotique.com/47895-la-domotique-cest-quoi/>
- ⁵ <https://www.mk-energie.fr/nos-prestations/domotique/>
- ⁶ <https://prezi.com/p/rgpcwwem-m7i/energeasy-connect/>
- ⁷ <http://so-watt.ovh/domotique>
- ⁸ Rédigé par des auteurs spécialisés, «Le guide de la domotique» *calameo.com.ooreka*
- ⁹ Méziane Boudellal, «Smart home - Habitat connecté, installations domotiques et multimédia». Dunod, Août 2014.
- ¹⁰ Giuseppe Aceto, Alessio Botta, Walter de Donato, Antonio Pescapè, «Cloud monitoring: A survey», *Computer Networks*, University of Napoli Federico II, Napoli, Italy, 2013.
- ¹¹ Audrey, *internet-et webmaster logiciel*, article-open-source-, définition et histoire, 23 juillet 2008.
- ¹² 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.
- ¹³ nucleo Marc Laury, « À la découverte des cartes », 2017
- ¹⁴ Simon Monk « Programmez un Raspberry pi™ Initiation avec Python », 2013
- ¹⁵ Leo Louis, « WORKING PRINCIPLE OF ARDUINO AND USING IT AS A TOOL FOR STUDY AND RESEARCH », juillet 2018.
- ¹⁶ Simon Monk, « Mouvement, lumière et son avec ARDUINO et RASPBERRY PI » 2016.
- ¹⁷ Guy SINNIG, « Présentation Arduino Découverte de la carte Arduino ».
- ¹⁸ Astalaseven, Eskimon et olyte, « Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation », 04/08/2012.
- ¹⁹ C. Fréou et A. Grimault *www.Techmania.fr* , « découverte des cartes arduino ».
- ²⁰ Brock Craft, « Projets Arduino pour les nuls », le 25 août 2016.
- ²¹ Ouarda Bentouati, « Cours d'initiation à Arduino», ASTUPS - CampusFab, Université Paul Sabatier, Mai 2014.
- ²² 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.
- ²³ Younsi.A, « la carte Arduino Uno ».
- ²⁴ B. Cottenceau, « Carte ARDUINO UNO Microcontrôleur ATmega328», 2016-2017,*bertrand.cottenceau@univ-angers.fr*, p.29
- ²⁵ MicroSann, « La carte Arduino UNO », p.3

-
- ²⁶ John Nussey, « Arduino pour les nuls », 2017, Paris.
- ²⁷ Younsi.A, « la carte Arduino Uno ».
- ²⁸ «Arduino, arduino-open-source.pdf», p.117, 2011-12-22.
- ²⁹ 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
- ³⁰ 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
- ³¹ Carles Antón-Haro and Mischa Dohler, « Machine-to-machine (M2M) Communications Architecture, Performance and Applications », page (1), Edition 2015
- ³² Ludovic Carlier, « machine to machine au service des applications agrienvironnementales», page (3), 2012-2013
- ³³ Daniel Kaplan, Jean Mounet, Philippe Bernard, Laurent Kocher, Syntec Informatique et Orange « machine to machine : enjeux perspectives», 2006
- ³⁴ Margaret Rouse, <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/machine-to-machineM2M>
- ³⁵ Arun Kumar « Machine to Machine », 10 juin 2012
- ³⁶ 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
- ³⁷ Jean-Pierre Hauet, « L'Internet des objets Deux technologies clés : les réseaux de communication et les protocoles », 23 December 2016.
- ³⁸ Machine Research« M2M application characteristics and their implications for Spectrum », 13Mai 2014, page (27).
- ³⁹ <https://www.positron-libre.com/electronique/arduino/arduino.php>
- ⁴⁰ <https://www.dzduino.com/esp8266-esp-01-module-wifi-fr>
- ⁴¹ <https://www-lisic.univ-littoral.fr/~hebert/microcontroleur/atmel/>
- ⁴²http://www.monclubelec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.MaterielMega2560
- ⁴³ <http://www.electrosup.com/servomoteur.php>
- ⁴⁴http://www.gecif.net/articles/genie_electrique/ressources/RessourcesSI/Cours%20PDF/Electronique/Servomoteur.pdf
- ⁴⁵ <https://www.safetygas.com/detection-gaz/detecteurs-optiques-de-flamme>
- ⁴⁶ https://primarisk.ineris.fr/sites/default/files/GIL_detecteur_flamme_V1.pdf
- ⁴⁷ <https://tutoduino.fr/debuter/capteur-temperature/>

⁴⁸ <https://www.lachaiselongue.fr/reveil-capteur-de-mouvement-vert.html>

⁴⁹ <https://www.smart-cube.biz/produit/module-mq-6-capteur-de-gaz/>

⁵⁰ http://technomoussi.free.fr/IMG/pdf/TP-D1_Detecteur_de_mouvement.pdf

⁵¹ <https://www.gotronic.fr/pj2-sbc-lcd16x2-fr-1441.pdf>

⁵² https://www.sonelec-musique.com/electronique_theorie_buzzers.html

⁵³ **Elhammoumi. A, Slimani. M, "Conception et réalisation d'un prototype d'une maison domotique intelligente", Mémoire Master Académique, Université Hassan 1er Faculté des Sciences et Technique, Maroc, 2016.**