

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etudes de MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie Electrique

Spécialité : **Electronique industrielle**

Présenté par

Bellal KHERK HOUR

Zaid ZERIOUL

Thème

Conception et réalisation d'un système Domotique à base Arduino

Mémoire soutenu publiquement le 29/06/2016 devant le jury composé de :

Mr H. ACHOUR

Président

Mr M. LAGHROUCHE

Encadreur

Mr H. HAMICHE

Examineur

Mr R. ZERMI

Examineur

Résumé

La domotique est l'ensemble des technologies (électronique + informatique + télécommunications) utilisées dans les habitations.

La domotique vise à assurer des fonctions de sécurité (comme les alarmes), de confort (comme les volets roulants), de gestion d'énergie (comme la programmation du chauffage) et de communication (comme les commandes à distance) que l'on peut retrouver dans la maison.

Il s'agit donc d'automatiser des tâches en les programmant ou les coordonnant entre elles.

La domotique se retrouve partout dans les habitations et rend de nombreux services, comme par exemple l'amélioration de la sécurité des personnes, la possibilité d'un plus grand confort, une gestion plus efficace de l'énergie, l'amélioration de la communication entre les personnes, suivre dans le temps l'évolution de sa forme physique.

La domotique permet de :

- Assurer la protection des personnes et des biens en domotique de sécurité.
- Veiller au confort de vie quotidien des personnes âgées, entre autres, en installant une domotique pour les personnes à mobilité réduite.
- Faciliter les économies d'énergie grâce à la réactivité maîtrisée d'une maison intelligente.

Les mots clés:

- Domotique.
- Smart home
- Maison intelligente
- Arduino
- Bluetooth
- Bâtiment communicant



Remerciements

*Nous remercions d'abord le bon Dieu qui nous a donné le courage,
la patience, la santé et la volonté d'arriver à la fin de ce travail.*

*Nos vifs remerciements à notre promoteur
Mr : M. LAGHROUCHE pour son aide, ses conseils, le suivi
et l'intérêt qui nous a apporté tout au long de ce travail.*

*Nous tenant aussi à remercier Mm : N.DJOUAHER
et Mr : M. NACHEF pour leurs précieux conseils*

*Nous voudrions également remercier vivement les membres de jury qui
ont aimablement accepté de juger notre travail et leurs critiques
fructueuses.*



Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail à mon père et mère et notre regrettée tante que
dieu l'accueille dans son vaste paradis*

*A mes frères Mohamed, ma belle sœur Ouassila , et Ahmed, Belaid,
Mustapha et mes sœurs Taous, Ghania et son époux et son fils Aylan, et
Nadjia et son époux et ces enfant Farah, Manel et Omar.*

*A tous mes amis Omar, Massi, Mohand, Brahim, Norddine, Samiha,
Djamila, Oualid, Karima, Kouceila et tous les amis qui m'ont aidé de
loin et de prés*

B.KHERKHOUR

Je dédie ce modeste travail à mon père et ma mère

*A mes frères Aziz, Rabah, ma sœur Leila et mes tantes Dalila
et Saliba, et Yamina et oncle Hend, mon cousin Lounis*

*A tous mes amis Omar, Massi, Samiha, Oualid, Karima, Kouceila,
Lounis, Maamar tous les amis qui m'ont aidé de loin et de prés.*

Z.ZERIOUL

A toute la promotion Master II professionnel (2015-2016)

Sommaire

Introduction générale :	1
-------------------------------	---

Chapitre I : Introduction à la domotique

I – 1 Introduction :	3
I - 2 Historique de la domotique :	3
I - 3 Définition et principe de fonctionnement :	4
a - Le système filaire :	5
a - 1 Les Courants Porteurs Ligne (CPL) :	5
b - Le système non filaire :	6
I - 4 Les fonctions de la domotique :	6
a - La fonction de sécurité :	7
b - La fonction de surveillance :	7
c - La fonction de gestion d'énergie :	7
d - La fonction de scénarisation :	8
e - La fonction de communication :	8
f - La fonction de confort :	8
I – 5 Le prix de l'installation de la domotique doit être en compte :	8
I - 6 Evolution des systèmes de vidéosurveillance :	9
I- 6-1 Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique :	9
I-6-2 Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique réseau:....	10
I- 7 Quels sont les avantages et inconvénients de la domotique :	10
I-8 Conclusion :	11

Chapitre II : Description générale du système

II – 1 Introduction :	12
II – 2 Structure du système et cahier des charges :	12
a - Capteurs :	12
b - Actionneurs :	13
c - Le module d'acquisition des données de la domotique :	13
II - 3 Description de la partie matérielle :	14
II – 3 – 1 la carte Arduino MEGA :	14
a - Présentation de la carte Arduino MEGA :	14

b - Les caractéristiques de l'ATmega 2560 :	15
c - Les différents composants de l'ATMEGA 2560 :	16
c - 1 Alimentation de carte Arduino MEGA :	16
c – 1 -1 Les broches d'alimentation sont les suivantes :	17
c - 2 Mémoire AT MEGA 2560 :	17
c – 3 Entrées et sorties numériques :	18
c – 4 Entrées analogiques :	18
c - 5 Protection du port USB contre la surcharge en intensité :	18
c - 6 Communications :	18
II - 3 - 2 Bluetooth :	19
a - Description :	19
b - Caractéristiques du module HC-06 :	20
II – 3 - 3 L'alimentation MB 102 :	21
a - La partie alimentation :	21
b - Les différentes sources d'alimentation :	21
II – 3 – 4 Capteur de température (LM 335) :	22
a - Description :	22
b - Caractéristiques :	22
II - 3 - 5 Photorésistance (LDR) :	23
a - Description :	23
b - Principe de fonctionnement :	24
II - 3 - 6 Capteur Ultrason HC-SR04 :	25
a - Description :	25
b - Caractéristiques:	25
c - Principe de fonctionnement :	26
II - 3 - 7 Capteur de gaz MQ-2 :	27
a - Description :	27
b – Caractéristiques :	27
II - 3 - 8 Electrovanne :	28
a - Description :	28
b - Electrovanne tout ou rien :	29
c - Principe de fonctionnement :	29
II - 3 - 9 Moteur à courant continu (MCC) :	30
a - Description :	30
b - Principe de fonctionnement :	31

II - 3 - 10 Circuit intégré L293E :	31
a - Description :	31
b - Système de refroidissement d'L293E :	32
II - 3 - 11 Relais :	33
a - Description :	33
b - Fonctionnement des relais :	34
II - 3 - 12 DVR ' Digital Video Recorder ' :	34
II - 3 - 13 Caméra de surveillance :	35
II - 4 Description de la partie logicielle :	35
II - 4 - 1 L'environnement Arduino :	35
II - 4 - 2 Fritzing :	37
II - 4 - 3 Android :	38
II - 4 - 4 APP INVENTOR :	39
II - 5 Conclusion :	40

Chapitre III : Réalisation pratique

III -1 Introduction :	41
III -2 Réalisation du système :	41
III -2 -1 Réalisation matérielle :	41
a - La carte Arduino :	42
b - Le Bluetooth :	42
c - Le capteur ultrason :	43
d - Le capteur de gaz avec le MQ 2 :	45
e - Le capteur de lumière (LDR) :	46
f - Le capteur de température :	48
g - Commande des lampes, prises et des électrovannes :	49
h - Commande de l'ouverture et de la fermeture des volets :	51
i - Caméra de surveillance :	53
III -2 -2 Réalisation logicielle :	54
a - L'application Eseenet :	54
b - Présentation de l'application APK crée sur APP INVENTOR :	56
III - 3 Circuit électrique :	58
III - 4 Le typon :	60

III - 5 Conclusion :62

Conclusion générale :63

Annexe

Bibliographie

Liste des figures :

Figure -1- : Circulation des informations dans la domotique	4
Figure -2- : Les fonctions de la domotique	6
Figure -3- : Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique	9
Figure -4- : Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique réseau	10
Figure -5- : Schéma bloc de notre système	13
Figure -6- : Description de la carte Arduino MEGA	14
Figure -7- : les composants de la carte Arduino MEGA 2560	16
Figure -8- : Module Bluetooth HC-06	20
Figure -9- : Partie alimentation	21
Figure -10- : Les différentes sources d'alimentation	21
Figure -11- : Schéma électrique de LM335	22
Figure -12- : Capteur de température (LM 335z)	23
Figure -13- : Photorésistance (LDR)	23
Figure -14- : Graphe de la résistance en fonction de la lumière	24
Figure -15- : Capteur Ultrason HC-SR04	25
Figure -16- : Principe de fonctionnement d'un capteur Ultrason	26
Figure -17- : Le capteur MQ-2	28
Figure -18- : L'électrovanne (TOR)	28
Figure -19- : Fonctionnement de l'électrovanne	29
Figure -20- : Moteur à courant continu	30
Figure -21- : les différents composants de MCC	31
Figure -22- : Le L293E	32
Figure -23- : Système de refroidissement	32
Figure -24- : Relais	33
Figure -25- : Symbole du relais	33
Figure -26- : Digital Video Recorder	34
Figure -27- : Caméra de surveillance	35
Figure -28- : L'interface de l'IDE de l'Arduino	36
Figure -29- : les boutons de l'IDE	37
Figure -30- : L'interface de fritzing	38
Figure -31- : Logo Android	38
Figure -32- : L'interface d'APP INVENTOR	40
Figure -33- : schéma global de notre système	41
Figure -34- : Schéma électrique de Communication par Bluetooth	43
Figure -35- : Schéma électrique de l'alarme	44

Figure -36- : Organigramme de gestion de l'alarme	44
Figure -37- : Schéma électrique de capteur de gaz	45
Figure -38- : Organigramme de la gestion du capteur de gaz MQ2	46
Figure -39- : Commande de LDR	47
Figure -40- : Organigramme de la gestion de la lumière externe de la maison	47
Figure -41- : branchement du LM335z avec la MEGA	48
Figure -42- : Organigramme d'affichage de température	49
Figure -43- : Carte relais à 8 canaux	49
Figure -44- : Commande des lampes et des prises et des électrovannes	50
Figure -45- : Organigramme de la gestion d'éclairage	51
Figure -46- : Commande de l'ouverture et de la fermeture des volets	52
Figure -47- : Organigramme de la gestion des volets	53
Figure -48- : Le branchement de caméra de surveillance	54
Figure -49- : L'application Eseenet	55
Figure -50- : Icône de l'application	56
Figure -51- : L'application domotique	56
Figure -52- : Page de commande	57
Figure -53- : Circuit électrique	59
Figure -54- : Circuit imprimé	61
Figure -55- : Organigramme générale de notre système.....	61

Introduction générale

Introduction générale :

Problématique :

La technologie a investi plusieurs domaines de la vie. En effet les habitations du futur répondent à une probable insatisfaction innée de l'homme qui croit augmenter son pouvoir sur les choses par la technique. On voit donc que sa maison « s'adapte » à lui et à ses besoins.

Au même titre que nous gérons notre budget, organisons notre temps et nos activités, la domotique nous offre la possibilité d'opter pour une maison qui s'adaptera à notre rythme de vie et à nos habitudes, eux- mêmes évolutifs au fil des années. Avec les nouvelles technologies domotiques, l'homme peut quitter son domicile pour le week-end et avant de fermer la porte, il appuie sur un seul bouton pour éteindre les éclairages oubliés, fermer les volets roulants, mettre en service l'alarme...

Ainsi, la domotique sert à la fois nos besoins, nos habitudes et notre envie de confort. Elle prend en compte des situations qui ont un sens dans notre vie quotidienne.

Alors pourquoi, dans nos sociétés, les gens ont-ils un si grand désir de ce genre d'habitations, sensées nous faciliter la vie ? Est-ce une simple question de bien-être, de gain de temps, de liberté, ou encore de pouvoir, comme nous l'avons déjà suggéré ? D'un autre côté, ne serait-ce pas un moyen d'avoir une surveillance accrue sur tout ? Ce sont autour de ces interrogations que notre travail s'articule.

En effet, la « maison du futur » répond à des besoins, elle facilite notre quotidien mais elle peut aussi créer des besoins. Plus nous faisons appel à la technologie, plus nous en sommes tributaires : elle nous rend de plus en plus dépendants d'elle en nous donnant l'illusion de nous rendre plus libres car il devient difficile de s'en passer.

Le but de cette réalisation est d'avoir le contrôle sur les différents éléments de la maison et d'offrir le confort, la sécurité et l'économie d'énergie pour le propriétaire. La différence est dans les moyens de communication exploités. Il existe plusieurs modes de transmission :

- Onde radio : Bluetooth, Zigbee, etc.
- Infrarouge : RC5 Philips, SIRCS Sony, etc.
- Les liaisons filaires (Ethernet, BUS, etc.).

Dans ce travail on a opté pour l'utilisation de la communication Onde radio « Bluetooth » pour contrôler les lampes, les prises, les électrovannes, les volets, le capteur de gaz, l'alarme, la température et la caméra de surveillance.

Cette thèse est structurée en trois chapitres dont l'agencement reflète la démarche utilisée et les étapes de conception.

Le premier chapitre est consacré à la "présentation du cadre générale de la domotique".

En accord avec les objectifs de la thèse, le deuxième chapitre est consacré à la description des différents logiciels et matériels utilisés dans notre réalisation.

Le troisième chapitre est réservé exclusivement à la description de la réalisation pratique.

Chapitre I :

Introduction à

la domotique

I – 1 Introduction :

La domotique est un terme générique regroupant toutes les techniques permettant d'automatiser la gestion d'une maison. Ces techniques font massivement appel à l'informatique et aux objets connectés afin de faciliter la vie de l'utilisateur. Cet ensemble de techniques peut servir à plusieurs choses : automatiser certaines tâches pour faciliter la vie de l'utilisateur, augmenter la sécurité de l'habitat, ou encore réduire la consommation énergétique du logement. L'objectif de ce chapitre est de faire un rappel historique bref de la domotique afin de clarifier les concepts clés de notre thématique.

I - 2 Historique de la domotique :**- Les années 80 : la domotique, signe extérieur de richesse.**

Soutenue par une exigence accrue des ménages en termes de confort, la domotique fait véritablement son apparition dans les années 80. Les avancées dans les domaines de l'électronique (miniaturisation des composants), de l'informatique (arrivée des premiers ordinateurs dans les foyers) et de la communication (numérisation des réseaux, minitel) sont à l'origine de cette nouvelle technologie [1].

- Les années 1990 : la domotique, en progrès constant.

La maison en 1990 est automatisée : la télécommunication commence à se développer. Les réseaux informatiques deviennent sans fil grâce au wifi. Certaines actions sont planifiées (ouverture des volets à une heure donnée, allumage des lumières quand on passe à proximité ou quand le soleil se couche...), les télécommandes remplacent les interrupteurs, et les alarmes s'associent à la télésurveillance [1].

- Les années 2000 à ce moment : la domotique est devenue grande !

Le secteur de la domotique ne cesse de croître depuis 2000. La maison est désormais pilotable à distance ! Avec le développement d'Internet, les automatismes sont programmés et commandés via un appareil mobile (smartphone, tablette, ordinateur). La maison est obéissante et les solutions « sur-mesure » permettent de proposer un écosystème de produits parfaitement adaptés aux besoins du client. En d'autres termes, la domotique se démocratise, aidée par les professionnels du bâtiment (architectes, artisans, thermiciens, etc.) qui sont de plus en plus nombreux à se former pour offrir conseils et compétences à leur clientèle [1].

I - 3 Définition et principe de fonctionnement :

La domotique, du latin «domus» signifiant maison, est l'ensemble des techniques de l'électronique, de l'informatique et des télécommunications permettant d'automatiser des bâtiments individuels ou collectifs.

Le principe de la domotique consiste à faire communiquer ensemble et entre eux les équipements électriques d'un bâtiment. Nous parlons alors de bâtiment intelligent ou de bâtiment communicant.

La domotique permet de superviser, de programmer les fonctions du bâtiment afin de répondre à vos 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.

L'installation domotique peut être pilotée localement ou à distance depuis votre Smartphone, un écran tactile ou encore un ordinateur.

(Voir la figure-1-).

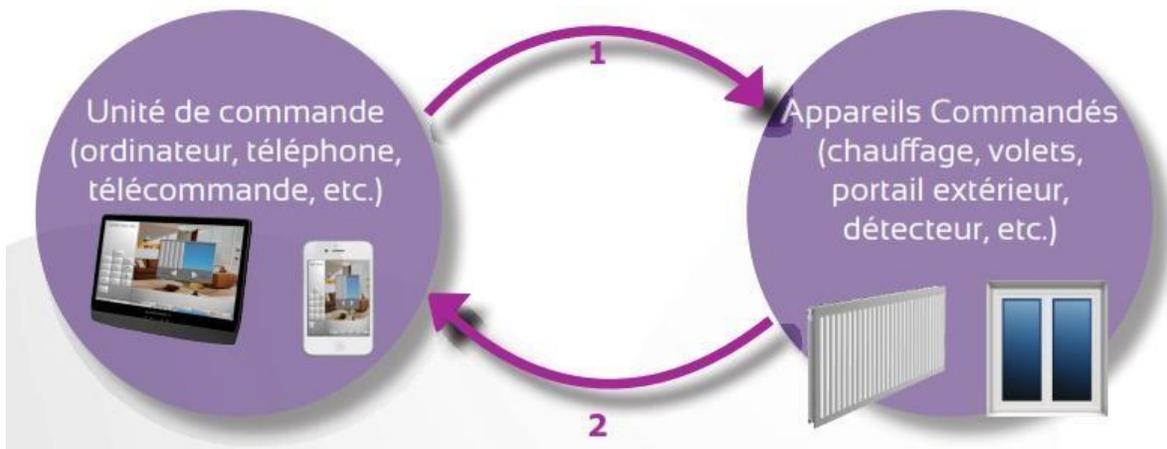


Figure -1- : Circulation des informations dans la domotique [4]

La liaison 1 représente le circuit de commande, transmission des informations pour la réalisation d'une tâche à partir du tableau électrique, le WiFi, Bluetooth, ... etc.

La liaison 2 représente l'information sur l'état des appareils

IL existe deux grandes familles de systèmes domotiques : filaire ou non filaire. Les deux sont compatibles, mais ne conviennent pas à toutes les constructions ni à toutes les utilisations.

a - Le système filaire :

Le système filaire est installé dans la maison au moment de sa construction. Il peut utiliser le câblage électrique (courant porteur en ligne), téléphonique ou informatique. Dans ce dernier cas, les câbles sont tirés en parallèle du réseau électrique, de manière à relier tous les équipements (volets roulants, éclairage, etc.) et les commandes (interrupteurs, écrans tactiles) à un tableau de communication, placé le plus souvent à côté du tableau électrique.

a - 1 Les Courants Porteurs Ligne (CPL) :

C'est la possibilité de faire passer de l'information numérique (voix, donnée, image) sur le réseau électrique ordinaire.

Nous distinguons généralement trois types de courant porteur :

- Courant porteur domestique :

Cette technologie est conçue pour piloter l'éclairage, le chauffage, les automatismes, les prises de courant et la sécurité.

- Courant porteur informatique :

Ce type de courant porteur en ligne autorise le transport des données informatiques, permettant ainsi de constituer un véritable réseau local reliant ordinateur, accès Internet, serveur multimédia, écran tactile.

- Courant porteur audiovisuel :

Cette technologie permet de distribuer l'image et le son dans la maison.

b- Le système non filaire

Dans le cas d'une rénovation, où le réseau filaire est plus coûteux à mettre en place, nous opterons pour un système sans fil. Les équipements sont alors actionnés par ondes radio, par le biais de télécommandes, de tablettes tactiles, ou plus simplement d'un smartphone ou d'un ordinateur.

I-4 Les fonctions de la domotique :

Les fonctions suivantes peuvent être réalisées grâce aux technologies intégrées dans la domotique (voir figure -2-) :

- Sécurité.
- Surveillance.
- Gestion de l'énergie.
- Scénarisation des actions.
- Communication.
- Confort.



Figure -2- : Les fonctions de la domotique

a- La fonction de sécurité :

Contrairement à un système d'alarme traditionnel, une centrale domotique agit sur toute l'installation électrique de l'habitation [13].

Elle dissuade les intrus en simulant une présence par l'allumage aléatoire des éclairages, de la radio ou l'ouverture des volets durant la journée,...

Les accès à un logement ou à un commerce sont contrôlés et enregistrés et, si une intrusion est détectée, la centrale prend les mesures qui s'imposent :

- Sirène.
- Allumage de tous les éclairages de la maison.

b- La fonction de surveillance :

Différents capteurs détectent les anomalies :

- Inondation
- Incendie
- Fuite de gaz ...

La centrale intervient instantanément pour couper les alimentations, remonter les stores, couvrir la piscine, appeler les numéros d'urgence ou faire retentir la sirène si l'occupant est présent [13].

c- La fonction de gestion d'énergie :

La programmation des seuils de température est l'une des principales sources d'économie. La programmation peut être journalière ou hebdomadaire. Des sondes de température renseignent la centrale sur les valeurs de température dans chaque pièce [13].

Elle tient compte de la présence d'un occupant et s'adapte automatiquement à son emploi du temps :

- Extinction des éclairages inutiles
- Réglage de l'intensité lumineuse en fonction de l'activité....

Un simple appel téléphonique suffit pour augmenter la température de chauffage en prévision de l'arrivée des occupants.

d- La fonction de scénarisation :

Au moment de quitter un habitat ou un commerce, la mise en fonction de l'alarme déclenche une série de contrôles et d'actions, (centralisation des commandes) :

- Etendre de toutes les lumières
- Coupure de l'arrivée de gaz,
- Vérification de la fermeture de toutes les fenêtres.
- Allumage de la lumière extérieure durant quelques minutes s'il fait nuit, ...

e- La fonction de communication :

Aujourd'hui, une centrale domotique sait communiquer

- Par téléphone
- Par ordinateur (Internet)

f- La fonction de confort :

Ouvrir le portail sans descendre de voiture, allumer automatiquement la lumière en ayant les bras chargés de paquets, arroser automatiquement le jardin, ouvrir ou fermer les volets ou les stores, programmer une ambiance sonore dans la maison, disposer de la télévision dans plusieurs pièces, déclencher la préparation du café avant le réveil, adapter la température aux conditions extérieures, ... Autant de fonctionnalités qui peuvent devenir indispensables.

Un émetteur radio, une télécommande infrarouge et un téléphone : différents dispositifs de commande peuvent agir sur le même appareil et un même détecteur peut engendrer des actions différentes (exemple : commander un éclairage à partir d'une télécommande tout en conservant les fonctions de l'interrupteur mural).

I-5-Le prix de l'installation de la domotique doit être en compte :

- l'achat et l'installation de la centrale domotique.
- l'achat et l'installation des éléments pilotés par le système, ceux-ci devant être compatibles entre eux.
- l'installation du système qui relie les différents éléments : Bus de commande, sur courant porteur ou sans fil.
- la configuration du service qui peut être faite par l'utilisateur ou par un domoticien, en fonction de la complexité du système.

Dans notre projet on va ajouter une caméra de surveillance à l'aide d'un DVR

I-6 Evolution des systèmes de vidéosurveillance :

Les systèmes de vidéosurveillance existent depuis environ 60 ans. Intégralement analogiques à leurs débuts, ils ont évolué progressivement vers la technologie numérique. Les systèmes actuels utilisent les caméras réseau et les serveurs informatiques pour l'enregistrement vidéo sur un système entièrement numérique.

I-6-1 Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique :

Un système de vidéosurveillance analogique utilisant un enregistreur numérique DVR (Digital Video Recorder) est un système analogique permettant l'enregistrement numérique des images. Avec un enregistreur numérique, l'enregistrement vidéo ne se fait plus sur bandes magnétiques mais sur des disques durs ou les séquences sont numérisées et compressées de manière à emmagasiner chaque jour un maximum d'images. Les premiers enregistreurs numériques disposaient d'un espace disque limité. La durée des enregistrements était donc assez restreinte, à moins de réduire la fréquence d'images. Grâce aux progrès récents dans ce domaine, l'espace disque ne pose plus réellement problème [6] (voir figure -3-).

Les enregistreurs numériques présentent les avantages suivants :

- Pas besoin de changer de cassette.
- Qualité constante de l'image.

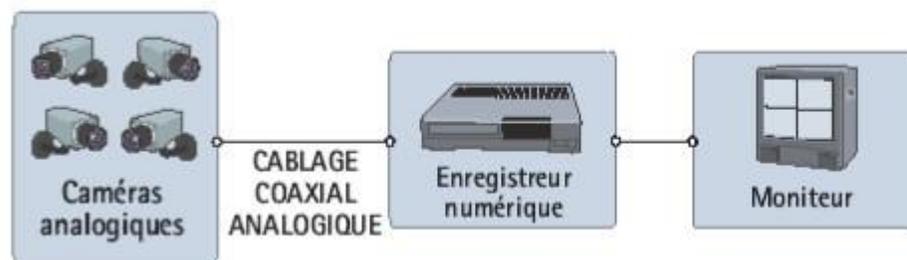


Figure -3- : Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique

I-6-2 Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique réseau :

Un système de vidéosurveillance analogique passant par un enregistreur numérique (DVR) réseau est un système en partie numérique comprenant un enregistreur numérique réseau connecté via un port Ethernet (RJ 45). La vidéo étant numérisée et compressée sur l'enregistreur numérique, les images peuvent être transportées sur un réseau informatique à des fins de surveillance sur PC distant. Certains systèmes permettent à la fois la visualisation des séquences en direct et des séquences enregistrées, d'autres se limitent aux images enregistrées. Sur certains systèmes, la surveillance vidéo requiert en outre un client Windows spécifique. Tandis que d'autres nécessitent un simple navigateur web standard, plus flexible pour une visualisation à distance [6] (voir figure -4-).

Les enregistreurs numériques réseaux présentent les avantages suivants :

- visualisation vidéo à distance sur PC, tablette etc. ...
- contrôle du système à distance.

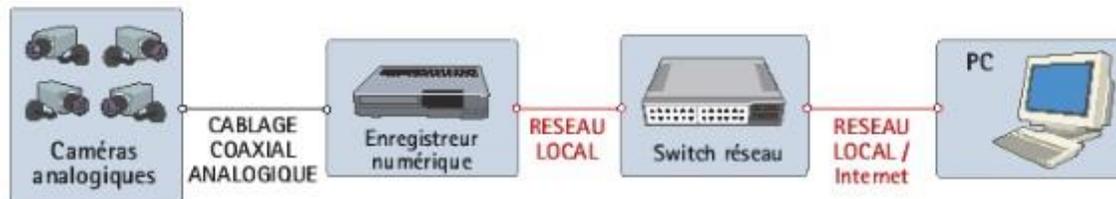


Figure -4- : Systèmes de vidéosurveillance analogique avec enregistreurs numérique réseau

I - 7 Quels sont les avantages et inconvénients de la domotique ?

La domotique est une solution très appréciée pour automatiser notre habitat. De plus, elle va nous faciliter notre vie quotidienne, que ce soit au niveau de la sécurité ou des tâches ménagères. Néanmoins la domotique possède des avantages et des inconvénients [2, 2]

Les avantages de la domotique :

- Le confort ménager : en centralisant les accès et la gestion des dispositifs domestiques.
- La maîtrise de l'énergie : en appropriant sa consommation ou son dispositif de chauffage.
- L'économie de temps : en paramétrant les tâches répétitives et courantes qui requièrent un paramétrage manuel.
- La sécurité : en développant un dispositif anti-intrusion.

Les inconvénients de la domotique :

La domotique n'aurait pas des inconvénients si notre logement est ravitaillé en électricité (un système de stockage d'électricité ou des panneaux solaires photovoltaïque). Pour la mise en place d'un système domotique, une autre formalité est à remplir : il faut que notre habitat soit équipé de la technologie ou de la connexion Wifi ainsi que d'un accès internet si vous souhaitez commander à distance vos appareils.

I- 8 Conclusion :

Les définitions des concepts mises aux claires dans ce chapitre, nous ont permis de comprendre le fonctionnement théorique de la domotique d'une façon très générale. Certains principaux éléments composants la réalisation méritent d'être étudiés de façon plus particulière afin d'acquérir une meilleure maîtrise du fonctionnement de la domotique. C'est l'objectif du chapitre suivant.

Chapitre II :

Description générale du système

II – 1 Introduction :

L'objectif de ce chapitre est de mettre l'accent sur la description des différentes parties utilisées dans le projet. A savoir :

- La carte Arduino,
- Le Bluetooth,
- L'ultrason HC-SRO4.
- Le capteur de Gaz MQ2
- Le capteur de température et d'autres éléments.
- L'environnement Arduino, Fritzing, APP INVENTOR seront aussi mis en perspectives.

II – 2 Structure du système et le cahier des charges

Ce projet a pour but de proposer dans un premier temps un service de sécurité pour les maisons. Par la suite il pourra s'étendre à un contrôle global des différents éléments d'une maison (Télévision, stores électriques, lumière, etc...).

Nous nous limitons pour cette année à la réalisation d'un serveur domotique offrant des services de sécurité.

Une webcam tournera chez le client. En cas de détection d'intrusion (de mouvement ici), une alerte sera générée et traitée afin d'informer le client.

Le client, ainsi alerté, pourra se connecter sur notre site afin de voir en temps réel ce qui se déroule chez lui. Il peut également à tout moment se connecter et observer ce qui se déroule chez lui.

Le système conçu comporte un bloc principal constitué d'une carte à microcontrôleur du type Arduino relié à un système de communication de type Bluetooth et il est commandé par une application Android. Cette carte est connectée à un ensemble de périphériques constitués de capteurs et d'actionneurs, comme le montre la figure -5- : notre système est composé de

a - Capteurs :

- Capteur ultrason : pour réaliser un système d'alarmes.
- Capteur de gaz : pour surveiller les fuites de gaz.
- Capteur de température : donne des informations sur la température ambiante.
- Capteur de lumière : allumer automatiquement la lumière externe.

b - Actionneurs :

- Electrovanes : ouverture et fermeture des sources de gaz et d'eau.
- Carte relais : pour allumer et éteindre des lampes, activer et désactiver des prises et des électrovannes.
- Moteur DC : ouverture et la fermeture de volets.

c - Le module d'acquisition des données de la domotique :

C'est la partie *hardware* du système à base de la carte Arduino MEGA 2560, qui prend en charge la réception et l'envoi les différentes informations entre les périphériques : c'est lui qui gère et maintien le fonctionnement du circuit et tous les capteurs où les actionneurs y sont connectés.

La figure -5- représente le schéma bloc de la réalisation :

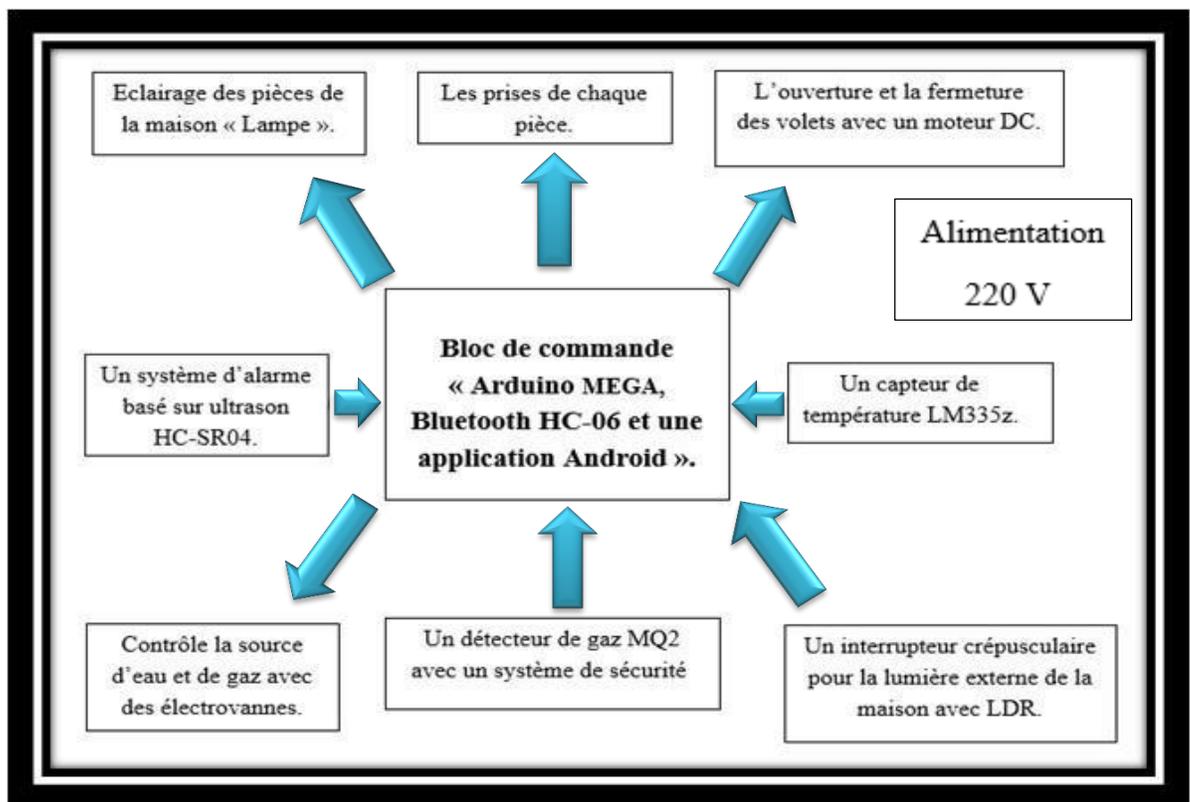


Figure -5- : Schéma bloc de notre système

II - 3 Description de la partie matérielle :**II – 3 – 1 la carte Arduino MEGA :****a - Présentation de la carte Arduino MEGA :**

Le système de contrôle est réalisé grâce à une carte Arduino, nous avons choisi cette carte pour son nombre de pins et la facilité du développement des programmes. Le modèle choisi c'est le 2560 MEGA R3 car il présente plusieurs performances par rapport aux autres cartes.

La carte Arduino MEGA2560 est une carte basée sur un ATMEGA2560, la figure -6- présente la carte Arduino MEGA 2560.

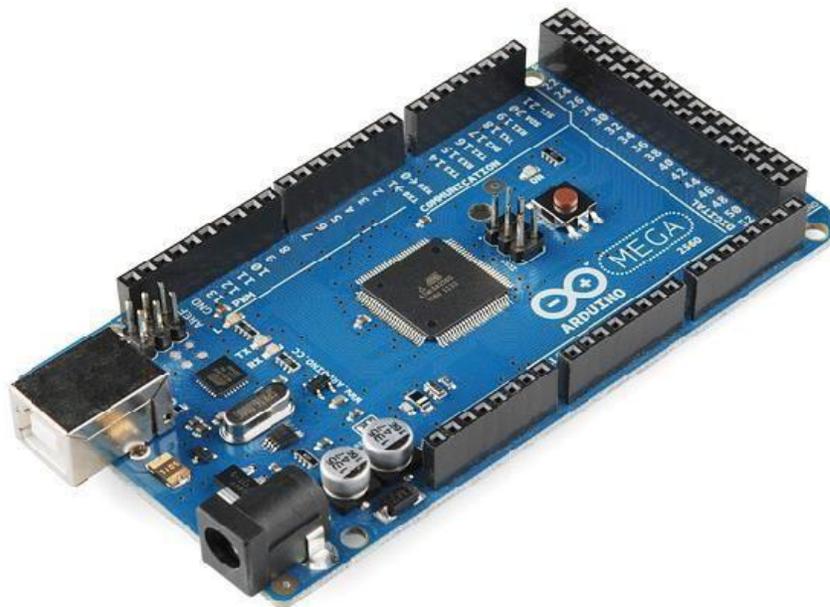


Figure -6- : Description de la carte Arduino MEGA [3]

Cette carte dispose:

- de 54 broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM (largeur d'impulsion modulée)).
- de 16 entrées analogiques (qui peuvent également être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
- de 4 UARTS (port série matériel).
- d'un quartz 16Mhz.
- d'une connexion USB.

- d'un connecteur d'alimentation jack.
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit").
- et d'un bouton de réinitialisation (Reset).

L'intérêt principal des cartes Arduino est leur facilité de mise en œuvre. Arduino fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source. Le chargement du programme dans la mémoire du microcontrôleur se fait de façon très simple par port USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties courants : gestion des E/S TOR, gestion des convertisseurs ADC, génération de signaux PWM, exploitation de bus I2C ...etc.

La carte Arduino MEGA 2560 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 MEGA 2560 est compatible avec les circuits imprimés prévus pour les cartes Arduino UNO, DUEMILANOVE ou DIECIMILA.

b - Les caractéristiques de l'ATmega 2560 :

-Microcontrôleur.	ATMEGA 2560
-Tension de fonctionnement.	5V
-Tension d'alimentation (limites).	6-20V
-Tension d'alimentation (recommandée).	7-12V
-Broches E/S numériques.	54(dont 14 disposent d'une sortie PWM)
-Broches d'entrées analogiques.	16 utilisables en broches E/S numériques
-Intensité max disponible pour la sortie 3.3V.	50 mA
-Intensité max disponible pour la sortie 5V.	500 mA
-Intensité max disponible par broche E/S (5V).	40 mA
-Mémoire programme flash.	256 KB
-Mémoire SRAM (mémoire volatile).	8 KB
-Mémoire EEPROM (mémoire non volatile).	4 KB
-Vitesse d'horloge.	16 MHZ

c - Les différents composants de l'ATMEGA 2560 :

La figure -7- présente les différents composants de la carte Arduino MEGA 2560

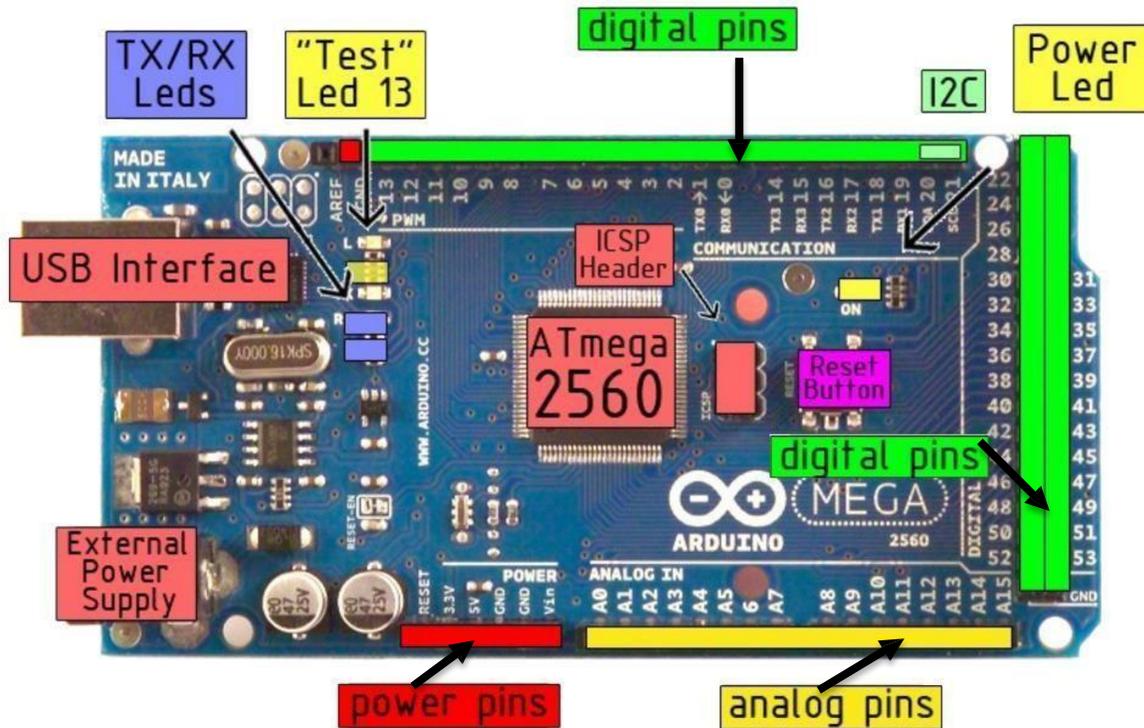


Figure -7- : les composants de la carte Arduino MEGA 2560

c - 1 Alimentation de carte Arduino MEGA :

La carte Arduino MEGA 2560 peut être alimentée soit via la connexion USB (qui fournit 5V jusqu'à 500mA) ou à l'aide d'une alimentation externe. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement par la carte.

Alimentation externe (Non-USB) peut être un adaptateur secteur (pouvant fournir typiquement de 3V à 12V sous 500mA) ou des piles. Les fils en provenance d'un bloc de piles ou d'accus peuvent être insérés dans les connecteurs des broches de la carte appelées GND (masse ou 0V) et Vin (tension positive en entrée) du connecteur d'alimentation [7].

La carte peut fonctionner avec une alimentation externe de 7 à 12 volts. Cependant, Si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche de 5V pourrait fournir moins de 5V et la carte pourrait être

instable. Si on utilise plus de 12V, le régulateur de tension de la carte pourrait chauffer et endommager la carte.

c – 1 -1 Les broches d'alimentation sont les suivantes :

Vin : La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5 V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). Vous pouvez alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si l'alimentation est fournie par jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.

5V : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé un régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation VIN via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.

3V3 : Une alimentation de 3,3 V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATMEGA de la carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V). L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50 mA.

GND : Broche de masse (ou 0V)

c - 2 Mémoire AT MEGA 2560 :

L'ATMEGA 2560 à 256 Ko de mémoire flash pour le stockage le programme (dont 8 Ko également utilisés par le boot loader). L'ATmega 2560 a également 8 Ko de mémoire SRAM (volatile) et 4 Ko d'EEPROM (non volatile – mémoire qui peut être lue à l'aide de la librairie EEPROM) [7].

c – 3 Entrées et sorties numériques :

Chacune des 54 broches numériques de la carte MEGA 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 40 mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de "rappel au plus" (pull-up) (déconnecté par défaut) de 20-50 KOhm. Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction `digitalWrite (broche, HIGH)`.

c – 4 Entrées analogiques :

La carte MEGA 2560 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.

c - 5 Protection du port USB contre la surcharge en intensité :

La carte Arduino MEGA 2560 intègre un poly-fusible réinitialisable qui protège les ports USB de votre ordinateur contre les surcharges en intensité (le port USB est généralement limité à 500mA en intensité). Bien que la plupart des ordinateurs aient leur propre protection interne, le fusible de la carte fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500 mA sont appliqué au port USB, le fusible de la carte coupera automatiquement la connexion jusqu'à ce que le court-circuit ou la surcharge soit stoppé [7].

c - 6 Communications :

La carte Arduino MEGA 2560 dispose de toute une série de facilités pour communiquer avec un ordinateur, une autre carte Arduino, ou avec d'autres microcontrôleurs. L'ATMEGA 2560 dispose de quatre UARTs (Universal Asynchronous Receiver Transmitter ou Emetteur-Récepteur Asynchrone Universel en français) pour communication série de niveau TTL (5V) et qui est disponible sur les broches 0 (RX) et 1 (TX). Un circuit intégré ATMEGA8U2 sur la carte assure la connexion entre cette communication série de l'un des ports série de l'ATMEGA 2560 vers le port USB de l'ordinateur qui

apparaît comme un port COM virtuel pour les logiciels de l'ordinateur. Le code utilisé pour programmer l'ATMEGA 8U2 utilise le driver standard USB/COM, et aucun autre driver externe n'est nécessaire. Cependant, sous Windows, un fichier .inf est requis.

Le logiciel Arduino inclut une fenêtre terminal série (ou moniteur série) sur l'ordinateur et qui permet d'envoyer des textes simples depuis et vers la carte Arduino. Les LED RX et TX sur la carte clignote lorsque les données sont transmises via le circuit intégré ATMEGA Utilise en convertisseur USB vers série et la connexion USB vers l'ordinateur (mais pas pour les communications série sur les broches 0 et 1)

Une librairie Software Serial permet également la communication série sur n'importe quelle broche numérique de la carte ATMEGA 2560.

II - 3 - 2 Bluetooth :

a - Description :

Le Bluetooth est un protocole de communication sans fil. Il a vu le jour à la fin des années 1990 et n'a vraiment percé que dans les années 2000.

À l'origine, la société Ericsson cherchait à développer un moyen d'utiliser une voie série sans passer par un fil. Petit à petit, ses utilisations se sont étendues pour atteindre ce que l'on connaît aujourd'hui, un moyen de connecter sans fil de nombreux appareils, allant d'une Arduino et sa voie série à un ordinateur, ou pour utiliser un casque audio ou encore une manette de jeu sur une console de salon.

Il utilise la même gamme de fréquences avec le WI-FI : 2.4 GHz (tout comme les téléphones portables et le Zigbee par exemple). C'est une communication bidirectionnelle, deux modules peuvent communiquer ensemble en même temps. Le comportement utilisé est « maître/esclave ». Un esclave pourra parler avec un seul maître, mais un maître pourra dialoguer avec plusieurs esclaves.

Pour son utilisation, elle se passe en plusieurs étapes :

1. Le maître se met en mode « reconnaissable ».
2. L'esclave trouve le maître et demande à s'y connecter.
3. Le maître accepte la connexion.
4. Les périphériques sont alors associés.
5. La communication peut commencer.

Le module HC06, un de la variété des Bluetooth qui existent, est un module "esclave" qui permet d'établir une liaison Bluetooth entre un smartphone et un Arduino équipé de ce module HC06. Ce qui convient parfaitement à notre volonté de communiquer entre le Bluetooth implémenté dans la carte Arduino et le smartphone.

La figure -8- présente le Bluetooth HC-06



Figure -8- : Module Bluetooth HC-06

b - Caractéristiques du module HC06 :

Matériel de Shell	métal dur durable
Dimensions	3,57 x 1,52 cm
Tension d'entrée	3.6V à 6V (jamais plus de 7V)
Courant absorbé	30mA
Distance effective	20M (dans la zone ouverte)
Interface	VCC, GND, RXD TXD
Longueur d'onde	2.4 GHz à 2.8 GHz, ISM Band
Sensibilité de réception	-85dBm
Température	-40 à +105 °C
Les vitesses de transmission possibles (en bauds)	9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800, 921600, 1382400.

II – 3 - 3 L'alimentation MB 102 :**a - La partie alimentation :**

L'alimentation est composée de 3 parties [8] (voir la figure -9-) :

- Une partie centrale avec des sorties 5V, 3.3V et la masse.
- Une partie sur les côtes permettant de sélectionner la tension en sortie sur les lignes correspondantes.
- Une partie ON/OFF avec un gros bouton.

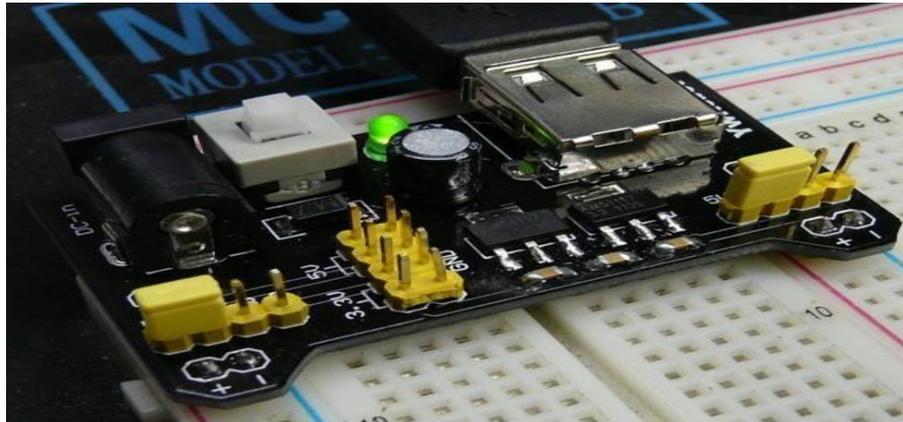


Figure -9- : Partie alimentation

b - Les différentes sources d'alimentation :

On remarquera que cette alimentation peut utiliser une des deux sources de tension :

- Le port USB.
- La prise jack (standard).

La figure -10- présente les deux sources d'alimentation

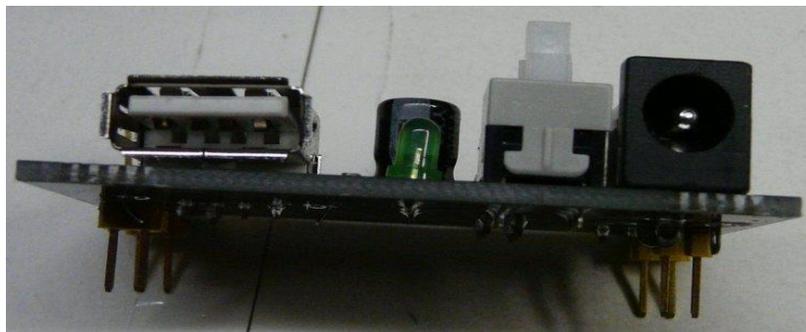


Figure -10- : Les différentes sources d'alimentation

II – 3 – 4 Capteur de température (LM 335) :**a - Description :**

LM335 est un capteur de température précis est facilement calibré. Il fonctionne comme une diode zener dont la tension de claquage est directement proportionnelle à la température absolue avec un facteur proportionnel de $+10\text{mV}/^\circ\text{K}$. Avec une impédance dynamique inférieure à 1Ω [5].

Il peut fonctionner de -40°C à 100°C sous un courant constant pouvant varier de $400\mu\text{A}$ à 5mA . La tension à ces bornes est de $2,98\text{V}$ à 25°C , le montage le plus utilisé pour ce composant est donnée par la figure-11-.

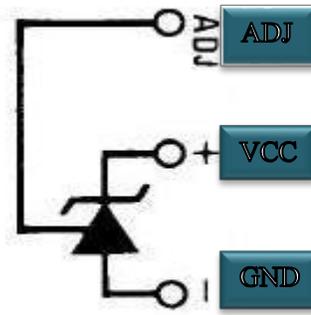


Figure -11- : Schéma électrique de LM335

b - Caractéristiques :

Température max	100°C
Température min	-40°C
Gamme de précision de détection	0°C à 1°C
Type de sortie	tension.
Nombre de bronche	3 pins
Tension d'alimentation min	5V
Tension d'alimentation max	40V.

La figure -12- présente le capteur de température LM 335

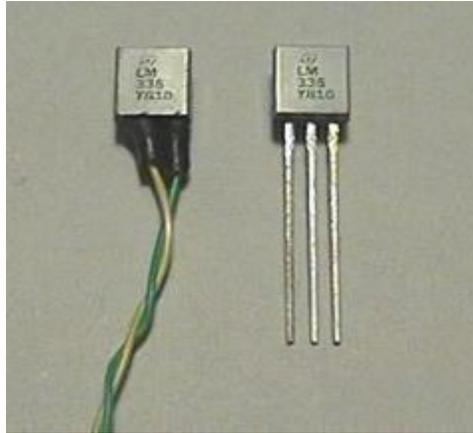


Figure -12- : Capteur de température (LM 335z)

II – 3 - 5 Photorésistance (LDR) :

a - Description :

Une photorésistance est un composant électronique dont la résistivité varie en fonction de la quantité de lumière incidente. (Light Dependent Resistor (LDR)) ou cellule photoconductrice voir la figure -13-

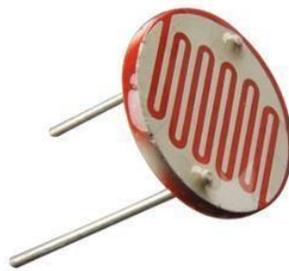


Figure -13- : Photorésistance (LDR)

b - Principe de fonctionnement :

Une photorésistance est un composant dont la résistivité dépend de la luminosité ambiante. On va donc s'en servir pour détecter les fortes variations de la luminosité. On note l'illumination en « lux », voici la figure -14- qui montre l'évolution en lux en fonction de la résistance [6] :

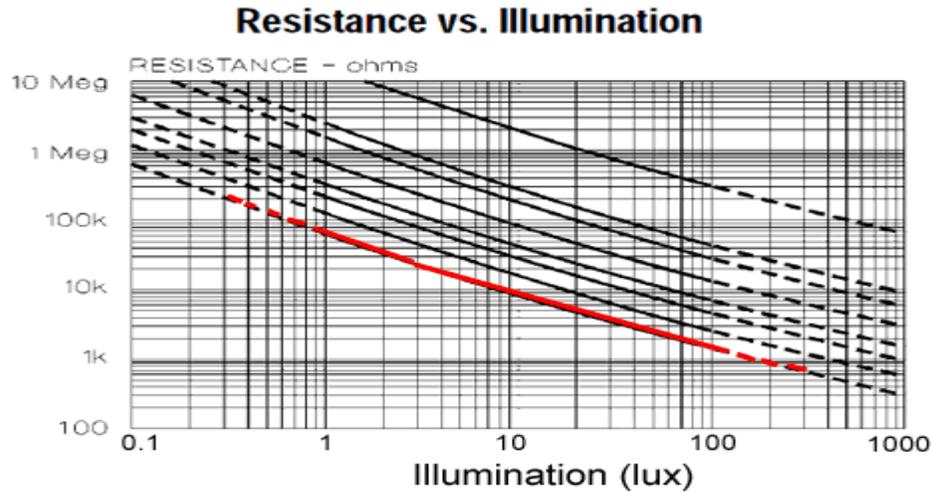


Figure -14- : Graphe de la résistance en fonction de la lumière.

Il faut noter aussi que ces capteurs ne sont pas sensibles de la même manière à toutes les longueurs d'onde (et donc aux couleurs). Les lumières bleues seront par exemple moins efficaces que des lumières jaunes / vertes.

La photorésistance change de résistivité en fonction de la quantité de lumière qu'elle reçoit. Dans notre cas la résistivité diminue lorsque l'intensité de lumière augmente et vice versa.

Voici quelques exemples d'utilisation de ce capteur :

- Contrôle de la lumière.
- Robot suiveur de lumière.
- Station météo.

II – 3 - 6 Capteur Ultrason HC-SR04 :**a - Description :**

Le HC-SR04 est un module ultrason permettant l'évaluation d'une distance de 2cm à 400cm. La mesure est réalisée "sans contact" et dispose d'une précision de 3mm dans les conditions optimales. Le module inclus un émetteur et un récepteur ultrason ainsi qu'un système de contrôle. Le fonctionnement de ce module s'apparente à celui d'un sonar de sous-marin et sa mise en œuvre est relativement simple [8].

b - Caractéristiques:

Alimentation	5v
Gamme de distance	2 cm à 4 m
Résolution	0.3 cm
Angle de mesure	< 15°
VCC	à connecter au 5V délivré par l'Arduino
GND	à mettre à la masse
Eccho	à mettre sur un pin digital de l'Arduino qui sera définit en entrée
Trigger	à mettre sur un pin digital de l'Arduino que sera définit en sortie
Nombre de broche	4 broches
Consommation	15 mA. (C'est OK, l'Arduino peut fournir 40mA par pin)

La figure -15- présente le Capteur Ultrason HC-SR04



Figure -15- : Capteur Ultrason HC-SR04

c - Principe de fonctionnement :

Pour déclencher une mesure, il faut présenter une impulsion "HIGH" (5 V) d'au moins $10\ \mu\text{s}$ sur l'entrée "Trig".

Le capteur émet alors une série de 8 impulsions ultrasoniques à 40 kHz, puis il attend le signal réfléchi.

Lorsque celui-ci est détecté, il envoie un signal "HIGH" sur la sortie "Echo", dont la durée est proportionnelle à la distance mesurée [7,11].

Voir la figure -16-

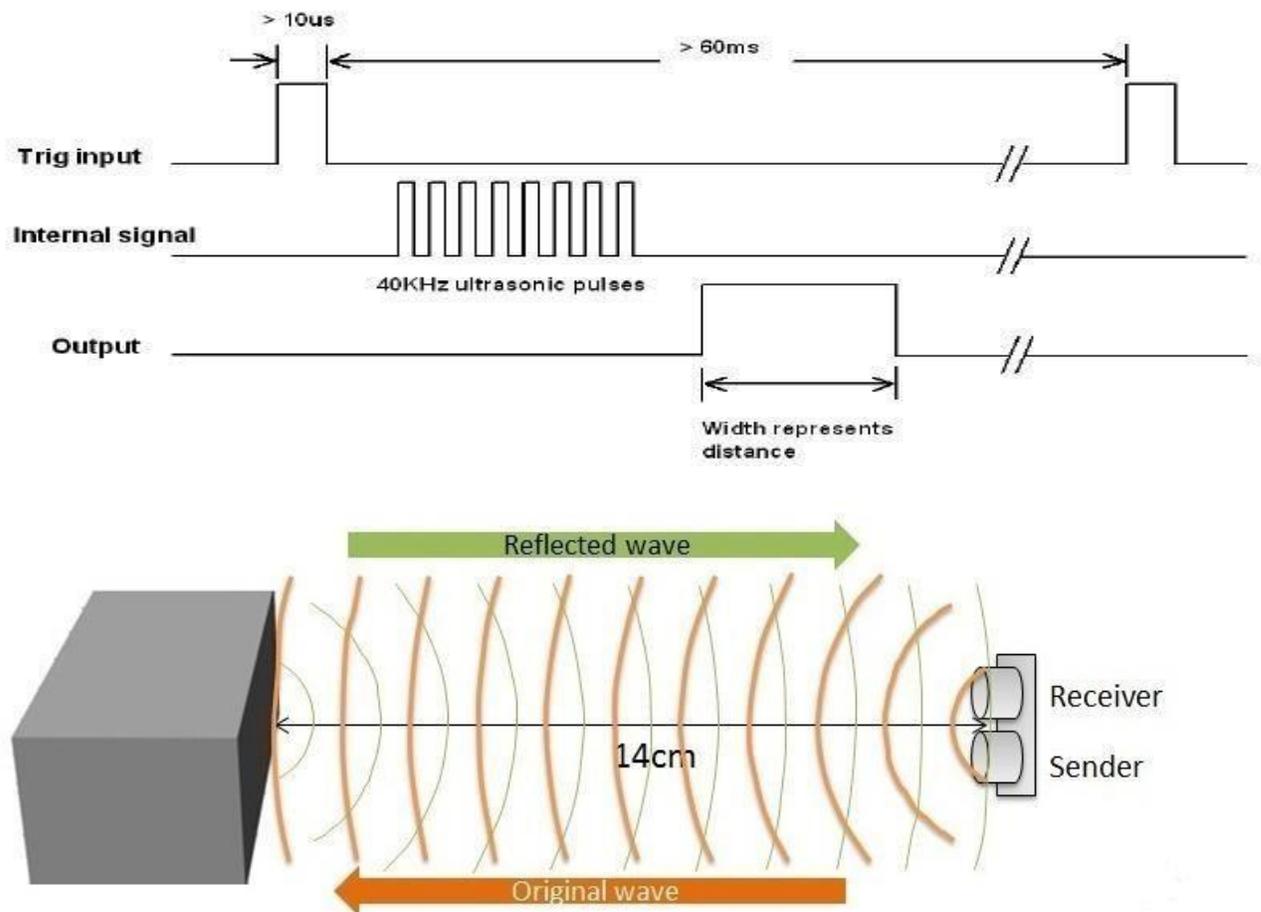


Figure -16- : Principe de fonctionnement d'un capteur Ultrason

II – 3 - 7 Capteur de gaz MQ-2 :**a - Description :**

Le capteur de gaz MQ2 C'est un semi-conducteur qui détecte la présence des fuites de gaz pour les équipements des marchés de grandes consommations et industriel à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Il a une grande sensibilité et un temps de réponse rapide. Sa sensibilité peut d'ailleurs être ajustée par potentiomètre [8, 9].

Le capteur peut fonctionner à des températures allant de -10 à 50 ° C et consomme moins de 150 mA à 5 V.

b - Caractéristiques :

Alimentation	5v
Puissance	0.8W
Courant	0.16A
Tension de sortie	5V DC
Nombre de broche	4 broches (4 pins)
Dimensions	40x20mm
Type d'Interface	Analogique
Stabilité	Système stable à longue durée de vie.
Circuit de contrôle	Simple
Temps de réponse	Rapide et haute sensibilité

La figure -17- présente le capteur de gaz MQ-2

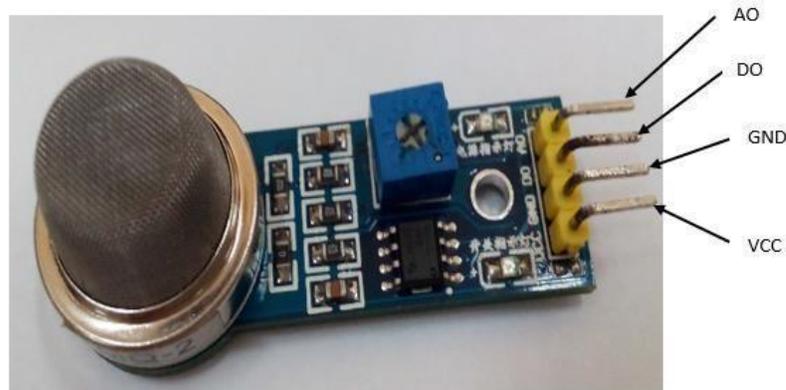


Figure -17- : Le capteur MQ-2

II – 3 - 8 Electrovanne :

a - Description :

Une électrovanne (électrovalve) est une vanne électriquement commandée, Grâce à cet organe il est possible d'agir sur le débit d'un fluide dans un circuit par un signal électrique.

Il existe deux types d'électrovannes : tout ou rien et proportionnelle.

Nous utiliserons l'électrovanne TOR

La figure -18- présente l'électrovanne



Figure -18- : L'électrovanne (TOR)

b - Electrovannes tout ou rien :

Les électrovannes dites tout ou rien ont deux états possibles :

- Normalement ouvertes
- Normalement fermées

L'état change suivant qu'elles soient alimentées électriquement ou non. Il existe deux sortes d'électrovannes tout ou rien :

- Les électrovannes dites normalement ouvertes, qui sont entièrement ouvertes en l'absence d'alimentation électrique (absence de tension) et qui se ferment lorsqu'elles sont alimentées électriquement.
- Les électrovannes dites normalement fermées, qui sont entièrement fermées en l'absence d'alimentation électrique et qui s'ouvrent lorsqu'elles sont alimentées.

c - Principe de fonctionnement :

Un courant électrique alimente une bobine qui crée un champ magnétique dans lequel se déplace le noyau, ce noyau pilote l'ouverture et la fermeture de l'entrée de l'électrovanne voir la figure -19-.

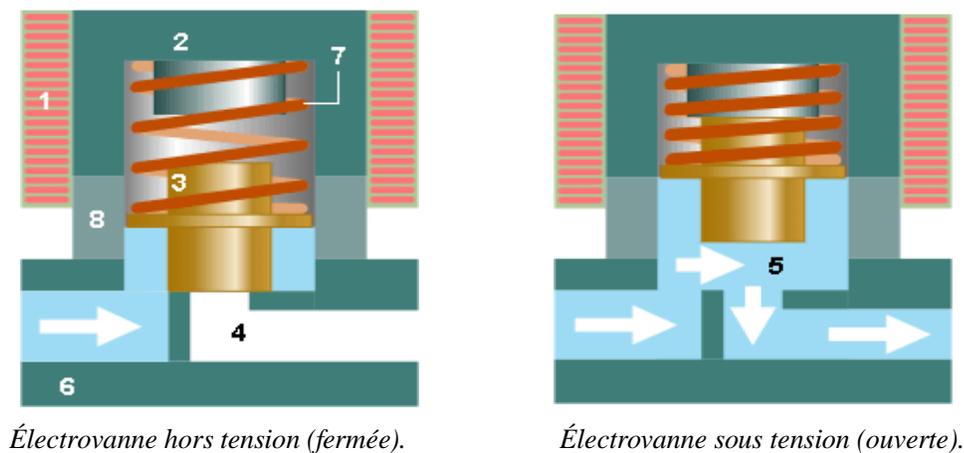


Figure -19- : Fonctionnement de l'électrovanne

Avec :

1	Bobinage.
2	Armature concentrant le champ magnétique.
3	Noyau mobile.
4	Clapet de fermeture.
5	Siège du clapet.
6	Corps de vanne.
7	Ressort.
8	Partie métallique non conductrice de champ magnétique.

II – 3 - 9 Moteur à courant continu (MCC) :

a - Description :

Le moteur à courant continu est une machine électrique. Il s'agit d'un convertisseur électromécanique permettant la conversion bidirectionnelle d'énergie entre installation électriques parcourue par un courant continu et un dispositif mécanique, selon la source d'énergie :

- En fonctionnement moteur, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique.
- En fonctionnement générateur, l'énergie mécanique est transformée en énergie électrique, (comme la dynamo) [10].

La figure -20- présente le moteur à courant continu



Figure -20- : Moteur à courant continu

b - Principe de fonctionnement :

Le moteur à courant continu se compose (voir la figure -21-):

- De l'inducteur ou du stator.
- De l'induit ou du rotor.
- Du collecteur et des balais.

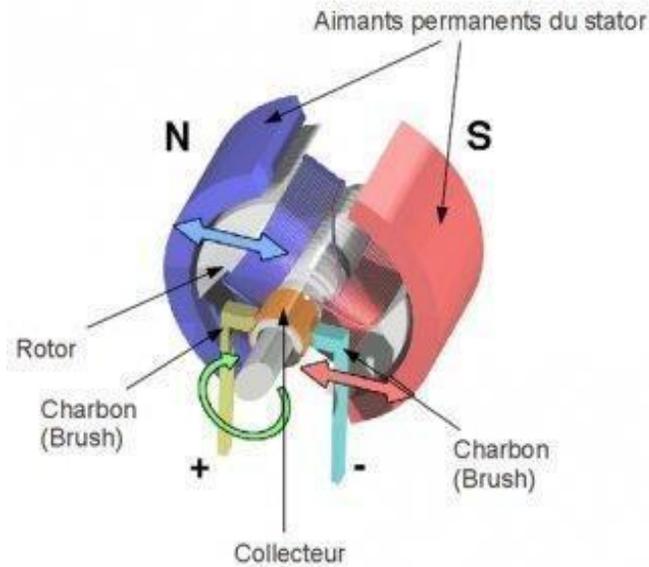


Figure -21- : les différents composants de MCC

Remarque : pour piloter un moteur DC il faut utiliser le circuit intégré pour la protection et la rotation dans les deux sens et parmi le L293E

II – 3 - 10 Circuit intégré L293E :**a - Description :**

Le L293E c'est un circuit intégré monolithique, à haut voltage, grand courant, «4 canal pilote », Cela veut dire que ce circuit intégré peut être utilisé pour des moteurs DC et alimentation jusqu'à 36 Volts et que le circuit peut fournir un maximum de 600mA par canal.

Le L293E est aussi connu pour être une sorte de Pont-H. Typiquement, un pont H est un circuit électrique qui permet d'appliquer une tension en sortie sur une charge dans une direction ou l'autre, Par exemple, un moteur, Cela signifie principalement que vous pouvez inverser la direction du courant et donc renverser le sens de rotation du moteur [12].

La figure -22- présente le circuit intégré L293E



Figure -22- : Le L293E

b - Système de refroidissement d'L293E :

Ce n'est pas un hasard s'il y a autant de pin GND regroupée au centre du L293E. C'est parce qu'elles sont utilisées pour évacuer la chaleur excédentaire via la large piste de cuivre sur laquelle les broches sont raccordées.

La figure -23- présente le système de refroidissement

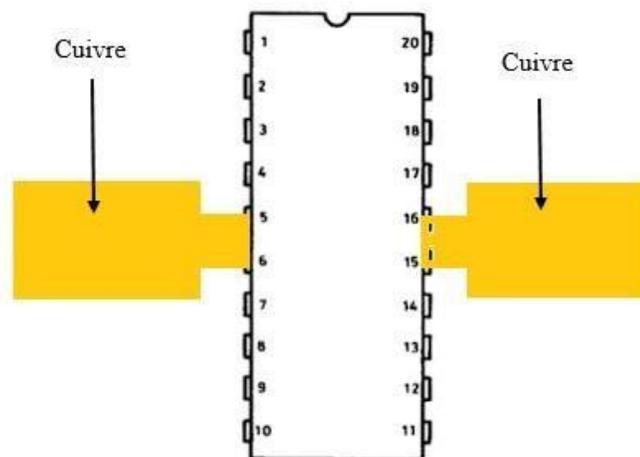


Figure -23- : Système de refroidissement

II – 3 - 11 Relais :

a - Description :

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture/fermeture d'un circuit électrique par un second circuit complètement isolé (isolation galvanique) et pouvant avoir des propriétés différentes.



Figure -24- : Relais

Un relais est composé principalement d'un électroaimant, qui lorsqu'il est alimenté, transmet une force à un système de commutation électrique : les contacts.

L'électroaimant peut être, suivant les spécifications et besoins, alimenté en TBT (Très Basse Tension) (moins de 12 V, 24 V, 48 V) continu ou alternatif ou en BT (Basse Tension) (230 V, 400 V).

Le système de commutation peut être composé d'un ou plusieurs interrupteurs, appelés contacts normalement ouverts (NO) ou normalement fermés (NF), d'un ou plusieurs inverseurs (contacts repos-travail RT). Ces commutateurs sont adaptés aux courants et à la gamme de tensions à transmettre à la partie puissance [11].

Dans les systèmes mettant en œuvre une certaine puissance, on appelle les relais des contacteurs. Divers systèmes mécaniques ou pneumatiques peuvent créer un retard à l'enclenchement ou au relâchement.

La figure -25- présente le symbole de relais

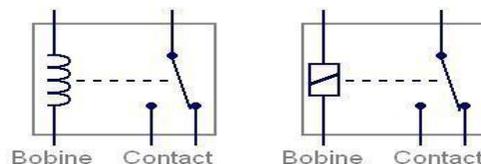


Figure -25- : Symbole du relais

b - Fonctionnement des relais :

Un relais peut être monostable ou bistable :

- Fonctionnement monostable :

Les contacts commutent quand la bobine est excitée et le retour à l'état initial se fait quand la bobine n'est plus excitée.

- Fonctionnement bistable :

On alimente la bobine pour que les contacts commutent : l'état ne change pas quand la bobine n'est plus excitée, un système mécanique bloque le retour. Pour revenir à l'état initial, on alimente à nouveau la bobine pour débloquer le mécanisme, dans certain cas en inversant la polarité de l'alimentation.

II – 3 - 12 DVR ' Digital Video Recorder '

Un DVR ' Digital Video Recorder ' est un enregistreur vidéo numérique qui est le cœur de notre système de vidéo surveillance. C'est sur ce magnétoscope que nos caméras sont branchées. La vidéo est enregistrée sur disque dur ce qui permet un accès rapide aux séquences enregistrées. Nos DVR sont équipés d'une prise réseau RJ45 Ethernet ce qui permet de les connecter à un réseau et à internet à travers un routeur et de façon autonome (pas besoin d'avoir un PC allumé). Compatible smartphone (iPhone, Android, BlackBerry) avec téléphone 3G.



Figure -26- : Digital Video Recorder

II – 3 – 13 Caméra de surveillance

C'est un matériel de vidéo qui enregistre et transmet des images et que l'on place dans divers endroits pour veiller au respect de la sécurité et de la sûreté du lieu (voir la figure -27-).



Figure -27- : Caméra de surveillance

II - 4 Description de la partie logicielle :

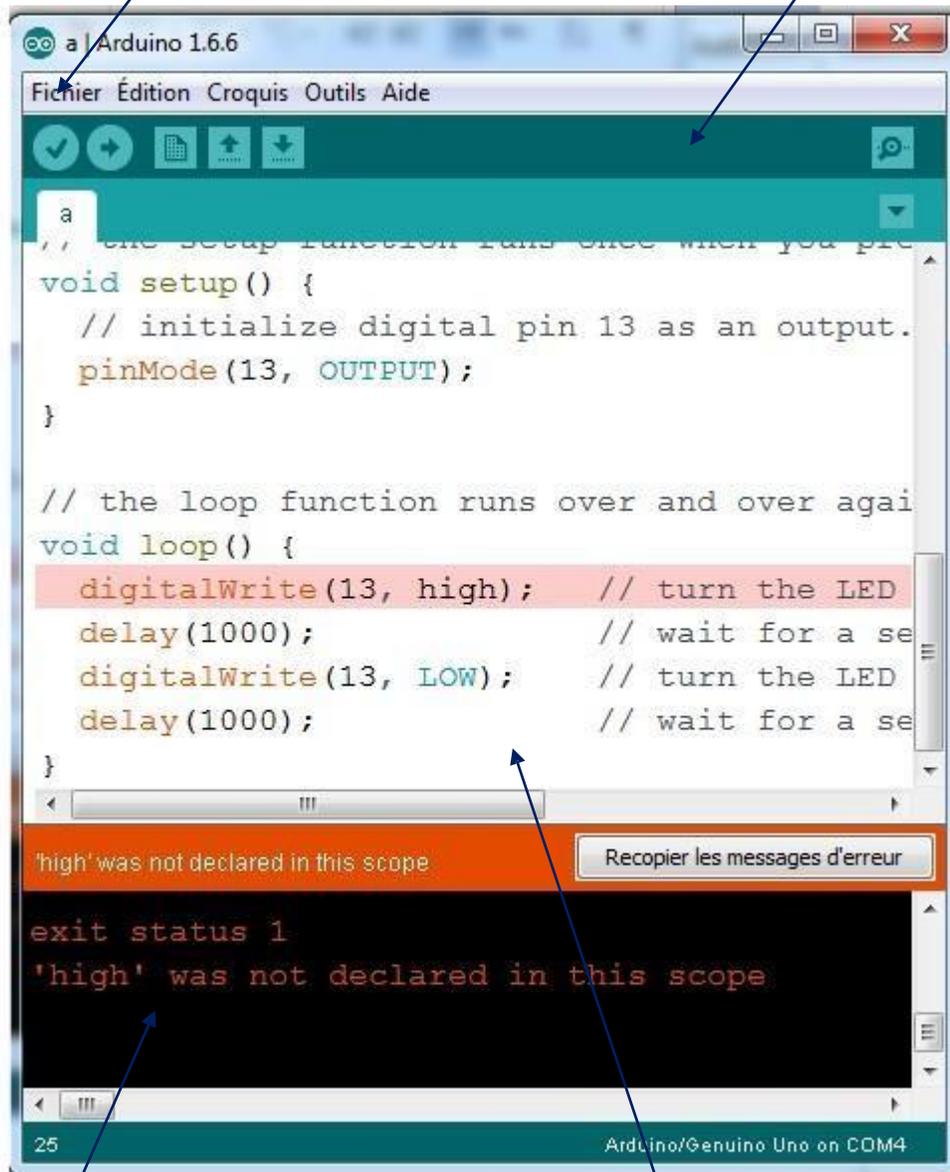
II – 4 - 1 L'environnement Arduino :

Un Integrated Development Environment (IDE), en français (environnement de développement (EDI) libre et gratuit est distribué sur le site d'Arduino (compatible avec Windows, Linux et mac), d'autres alternatives existent pour développer pour Arduino (extensions pour code blocks, visuel studio, Eclipse, ...etc.). Et la carte Arduino utilise le langage de programmation C/C++ parce qu'il est facile à utiliser et très efficace

L'interface de l'IDE Arduino est plutôt simple (voir la figure -28-), il offre une interface minimale et épurée pour développer un programme sur les cartes Arduino.

Les options de configuration du logiciel

les boutons qui facilitent l'utilisation de l'IDE



Nous indique les erreurs se trouvant dans le programme

contient le programme qui sera crée

Figure -28- : L'interface de l'IDE de l'Arduino [4]

La figure -29- présente les différents boutons de l'IDE :

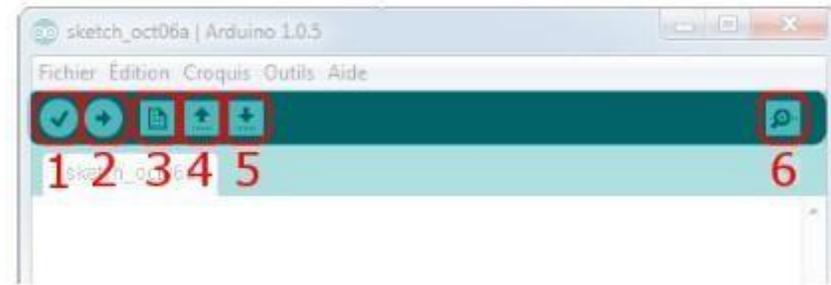


Figure -29- : les boutons de l'IDE [4]

	Tâche à exécuter
Bouton 1	Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme.
Bouton 2	Chargée le programme dans la carte Arduino
Bouton 3	Crée un nouveau fichier.
Bouton 4	Ouvrir un fichier.
Bouton 5	Enregistre le fichier.
Bouton 6	Ouvrir le moniteur série.

II – 4 - 2 Fritzing :

Fritzing est un logiciel open-source multiplateforme permettant de construire des schémas des circuits que nous utilisons avec Arduino. Plusieurs vues sont disponibles : platine d'essai, schémas électriques et circuit imprimé. Il permet aussi l'export en image pour figurer sur internet [1,5] (voir la figure -30-)

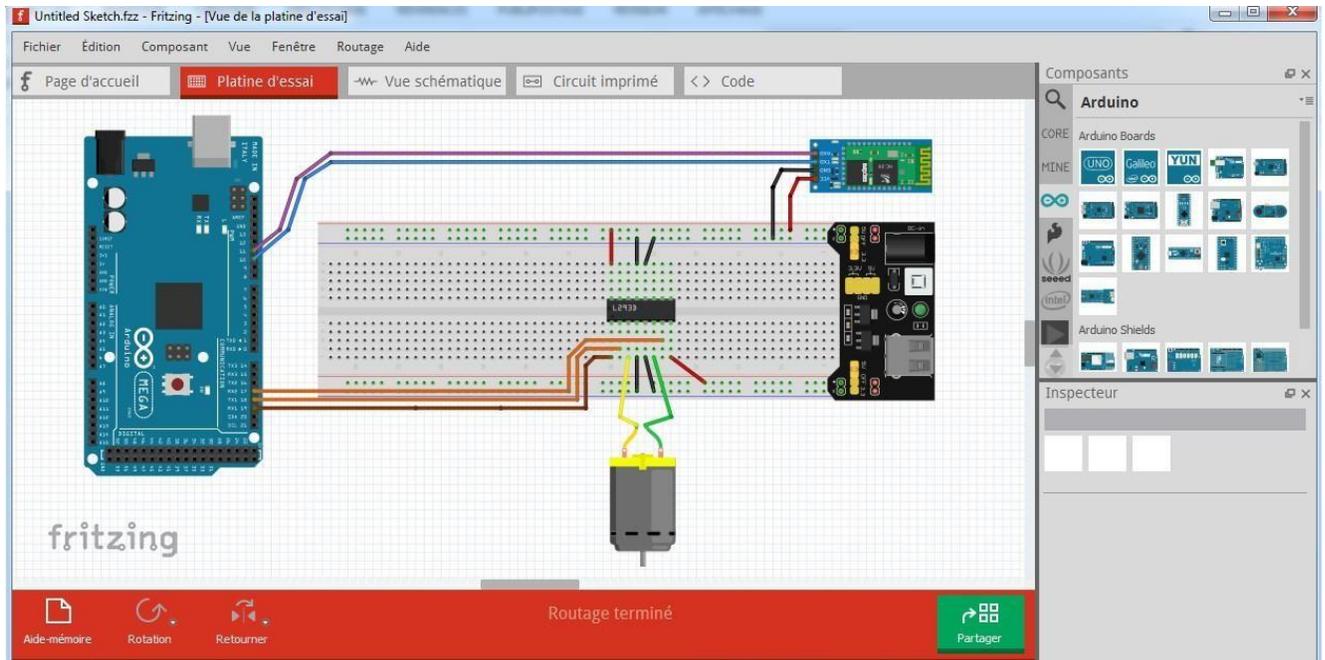


Figure -30- : L'interface de fritzing

II – 4 – 3 Android

Android c'est un système d'exploitation mobile basé sur le noyau Linux et développé actuellement par Google. Le système a d'abord été conçu pour les smartphones et tablettes tactiles, puis s'est diversifié dans les objets connectés et ordinateurs comme les télévisions (Android TV), les ordinateurs (Android-x86) et les smart Watch (Android Wear). Le système a été lancé en juin 2007 à la suite du rachat par Google en 2005 de la startup du même nom. A ce moment, Android est le système d'exploitation le plus utilisé dans le monde avec plus de 80 % de parts de marché dans les smartphones (voir la figure -31-)



Figure -31- : Logo Android

II – 4 - 4 APP INVENTOR :

APP INVENTOR est un IDE (Environnement de Développement Intégré) qui permet la création d'applications destinées à des systèmes équipés de plates-formes Android.

Parmi ces systèmes, on trouve des téléphones ainsi que des tablettes.

Cet environnement de programmation permet une programmation graphique aisée, basée sur l'assemblage de blocs (langage Scratch). Des connaissances en programmation orientée objet sont toutefois nécessaires. Cependant, on pourra s'affranchir complètement de la connaissance des noms des propriétés et méthodes liées aux objets. En effet des blocs de propriétés, méthodes et évènements seront directement proposés dès la création d'un objet [3].

L'IDE est formé de deux composantes logicielles :

- un site web permettant de créer un projet : Création de la page graphique de la future application (dépôt des objets nécessaires à l'application sur une page de travail). Ce site Web à besoin d'un compte Google (Gmail) pour fonctionner.
- un programme réside sur l'ordinateur, qui permet la saisie du programme (association des blocs liés aux objets précédemment définis dans l'espace web). Ce programme permet également le téléchargement de l'application vers le média désiré (tablette, téléphone...)

A l'origine le projet APP INVENTOR a été créé par le Google Labs... puis abandonné. Aujourd'hui ce concept est repris par le **MIT** (**M**assachusetts **I**nstitute of **T**echnology) (voir la figure -32-)

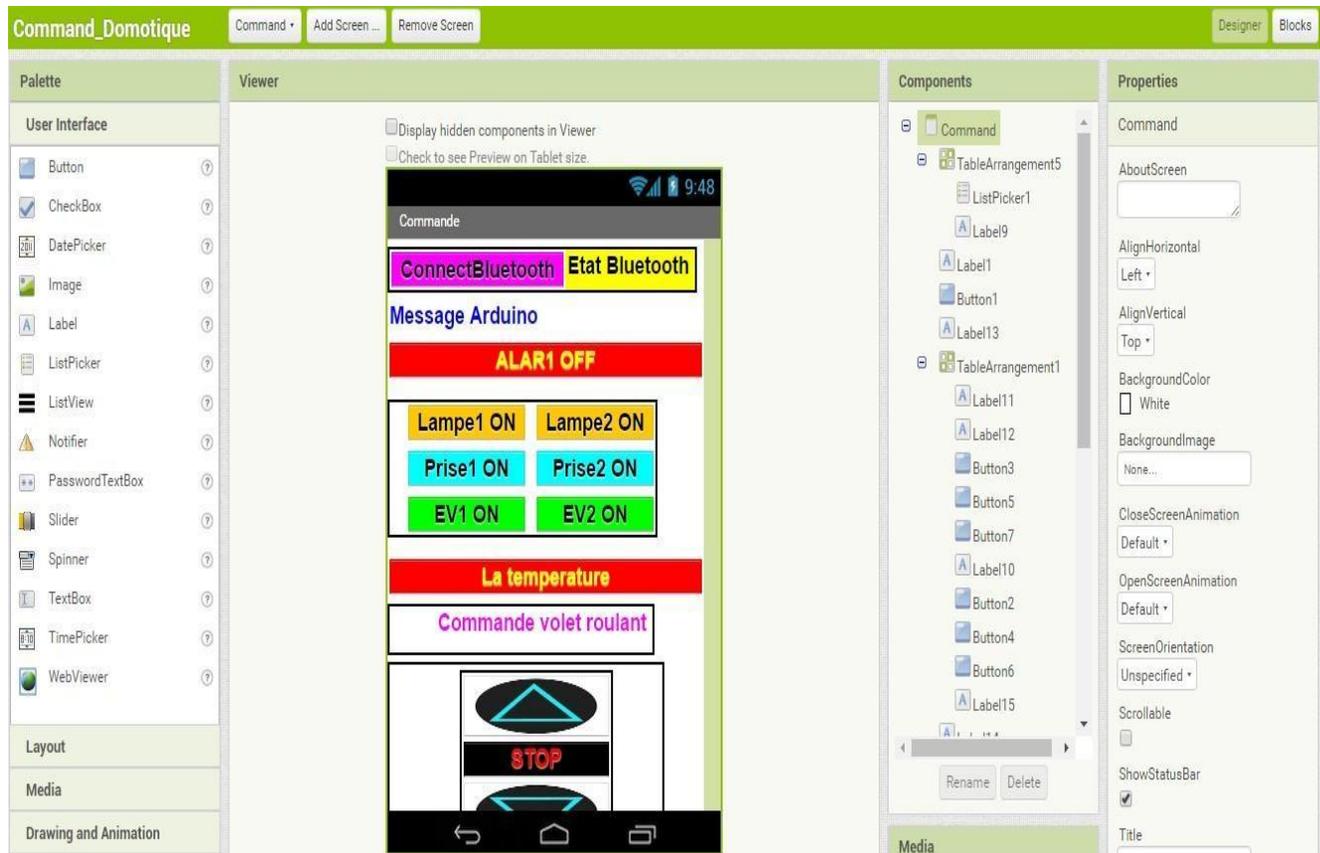


Figure -32- : L'interface d'APP INVENTOR

II – 5 Conclusion :

L'étude des différents logiciels, nous a permis de programmer les divers éléments à titre d'exemple, la carte Arduino pour la réalisation pratique de la domotique. Cette dernière constitue le centre de la présente recherche. Toutes les définitions mises aux claires dans ce chapitre constituent les éléments facilitateurs pour passer de la théorie à la pratique. Cette question de la pratique sera réalisée et rédigée dans le prochain chapitre.

Chapitre III :

Réalisation pratique

III -1 Introduction :

Après avoir présenté qu'est système domotique dans les chapitres précédents, la réalisation pratique et les tests du système font l'objet de ce chapitre. Le système est compose de deux parties matérielle et logicielle.

III -2 Réalisation du système

III -2 -1 Réalisation matérielle

La réalisation matérielle est faite en premier lieu, chaque partie est réalisée et testée séparément. Les montages sont d'abord construits sur des « *breadboard* » ou Lab d'essai.

Après les avoir expérimentés et adoptés séparément, nous les avons regroupés et réalisés sur un circuit imprimé qui se connecte parfaitement sur la carte Arduino MEGA. La figure-33- représente le schéma global de notre système

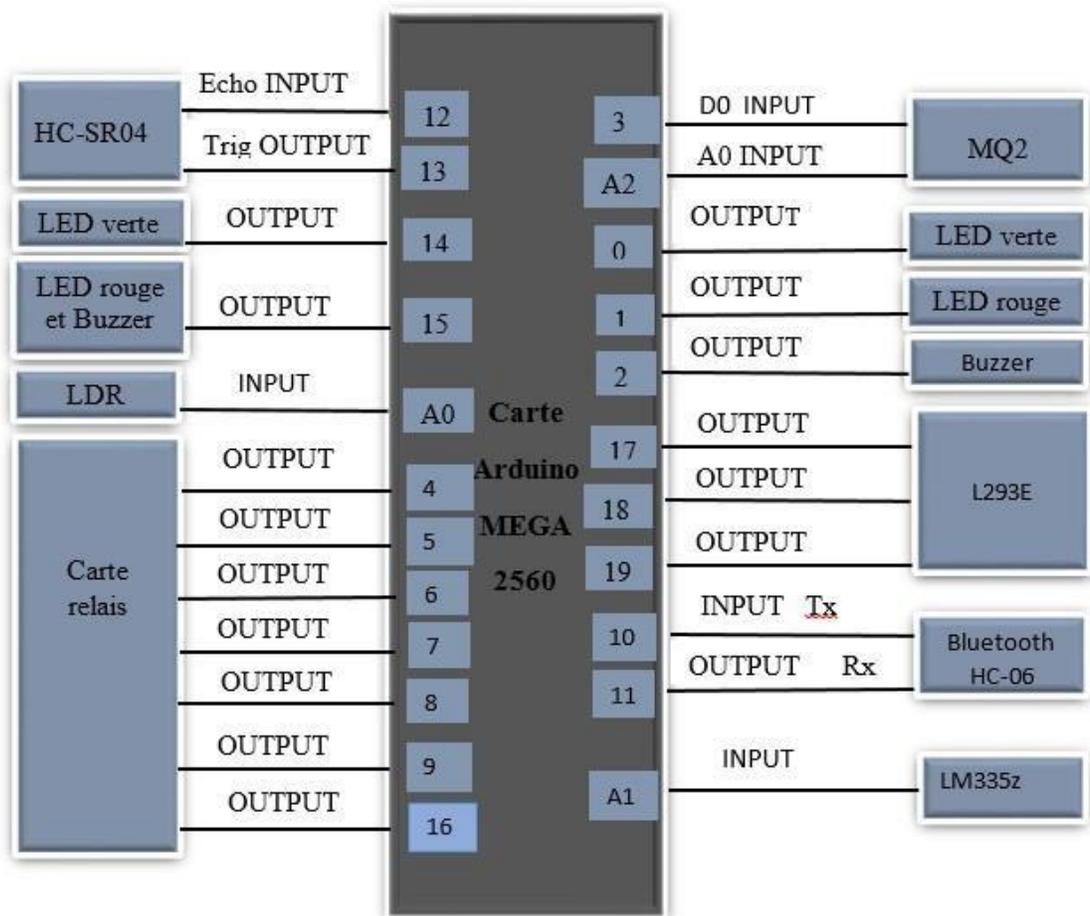


Figure -33- : schéma global de notre système

Le circuit électronique qui englobe le système domotique est divisé en (9) parties principales :

- La carte Arduino MEGA.
- Le Bluetooth.
- Le capteur ultrason.
- Le capteur de gaz
- Le capteur de lumière
- Le capteur de température
- Commande des lampes, prises et des électrovannes
- Commande d'un volet
- La caméra de surveillance

L'ensemble sera commandé par deux applications Android qui seront définies dans la suite.

a- La carte Arduino :

La carte est à base de microcontrôleur ATmega 2560 cadencé par un oscillateur externe de fréquence 16 Mhz.

- Les broches 10 et 11 attachées aux Bluetooth
- Les broches 12, 13, 14 et 15 sont réservées au capteur ultrason HC-SR04.
- Les broches 0, 1, 2, 3 et A2 sont réservées au capteur de gaz MQ-2.
- Les broches 16 et A0 réservée pour LDR.
- Les broches 4 et 5 sont réservées pour les lampes.
- Les broches 6 et 7 sont réservées pour les prises.
- Les broches 8 et 9 sont réservées pour les électrovannes.
- Les broches 17, 18 et 19 sont réservées pour le moteur.

b- Le Bluetooth :

C'est un standard de communication permettant l'échange bidirectionnel de données à courte distance, on utilisant des ondes radio UHF. Son objectif est de simplifier les connexions entre les appareils électroniques en supprimant les liaisons filaires.

Dans notre cas, on va connecter le Bluetooth à une carte Arduino MEGA 2560 pour permettre l'échange d'information entre ces derniers. Une application est installée sur un Smartphone pour contrôler notre système.

La figure -34- présente le branchement du Bluetooth avec la carte Méga :

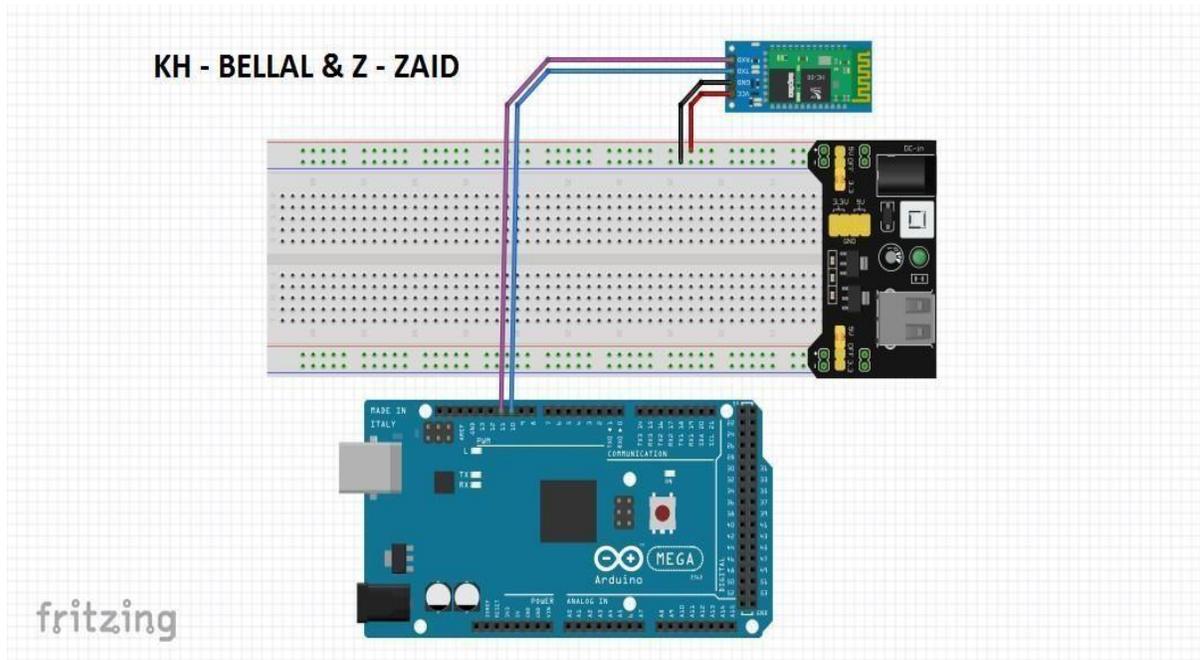


Figure -34- : Schéma électrique de Communication par Bluetooth

c – Le capteur ultrason :

On a défini auparavant le capteur ultrason comme étant utilisé pour calculer les distances qui le séparent des objets situés devant lui. Il servira dans notre application comme une alarme pour la porte d'entrée de notre domotique.

On place ce capteur à l'intérieur, fixé au cadre de la porte. Et dans notre programme le capteur est fixé à un seuil de distance à 90cm « taille de porte standard », s'il capte une valeur supérieure ou égale à la valeur fixée dans le cahier des charges, cela implique que la porte est fermée, La LED verte est alors allumée. Si par contre la valeur captée est inférieure à 90 cm, la porte est ouverte, la LED rouge s'allume dans ce cas et le buzzer s'active, c'est au propriétaire de le désactiver à partir de l'application Android installée sur son smartphone. Ceci lui permettra de savoir que son alarme est toujours fonctionnelle.

La figure -35- présente le branchement du capteur de distance avec la MEGA :

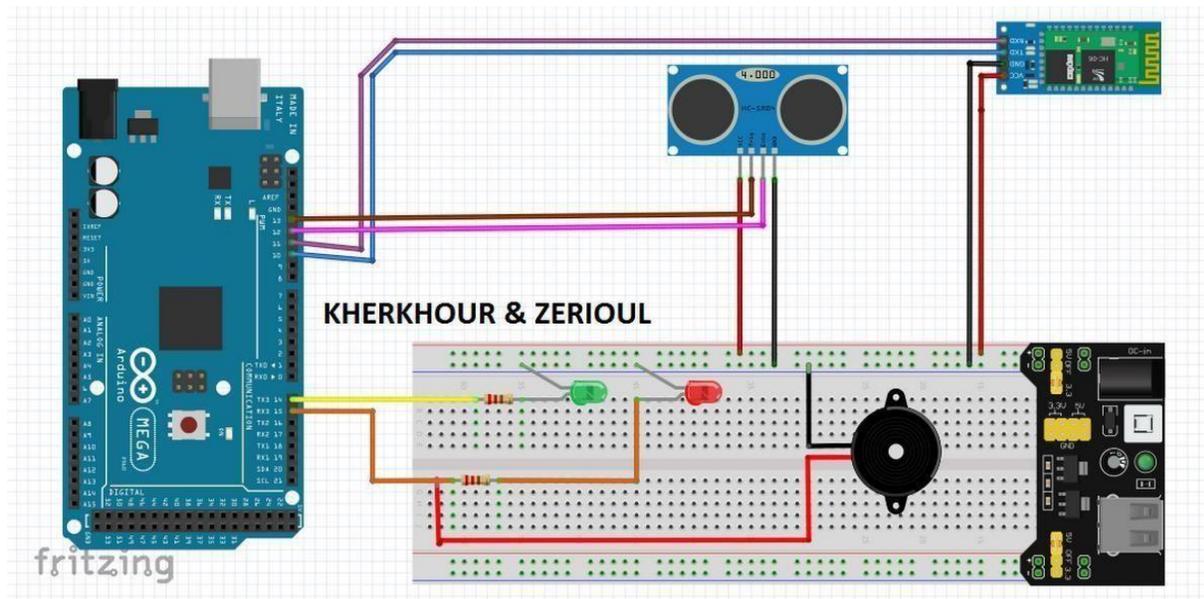


Figure -35- : Schéma électrique de l'alarme

Et son fonctionnement est expliqué par cet organigramme :

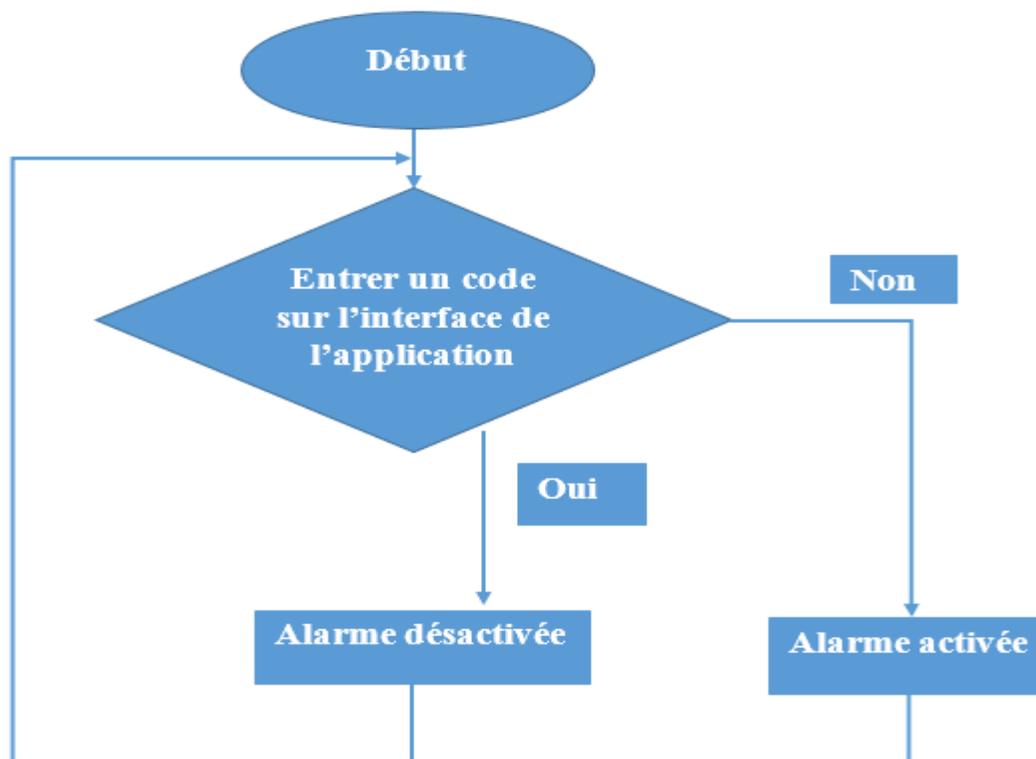


Figure -36- : Organigramme de gestion de l'alarme

d - Le capteur de gaz avec le MQ 2 :

Le MQ2 est un capteur de gaz et fumée .On va équiper notre domotique avec le MQ2, pour détecter la fuite de gaz et prendre, si tel est le cas, des mesures de sécurité pour éliminer les dangers qui peuvent survenir dans notre domotique.

On place ce capteur à l'intérieur de la domotique. S'il n'y a pas de gaz « pas de fuite » Une LED verte est allumée. En cas de fuite la LED verte s'éteint et la LED rouge s'allume. Le buzzer s'active alors et l'électrovanne de gaz va se fermer automatiquement. Le propriétaire recevra un message sur son Smartphone « gaz à la maison ».

La figure -37- présente le branchement du détecteur de gaz avec la MEGA :

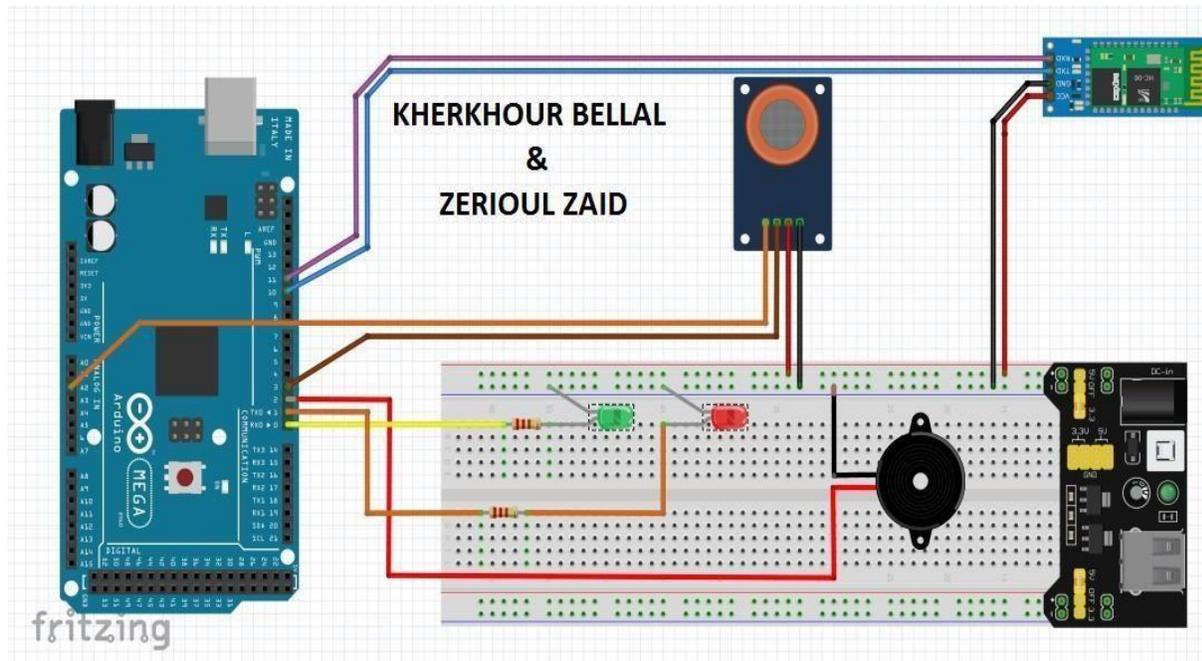


Figure -37- : Schéma électrique de capteur de gaz

Et son fonctionnement est expliqué par cet organigramme :

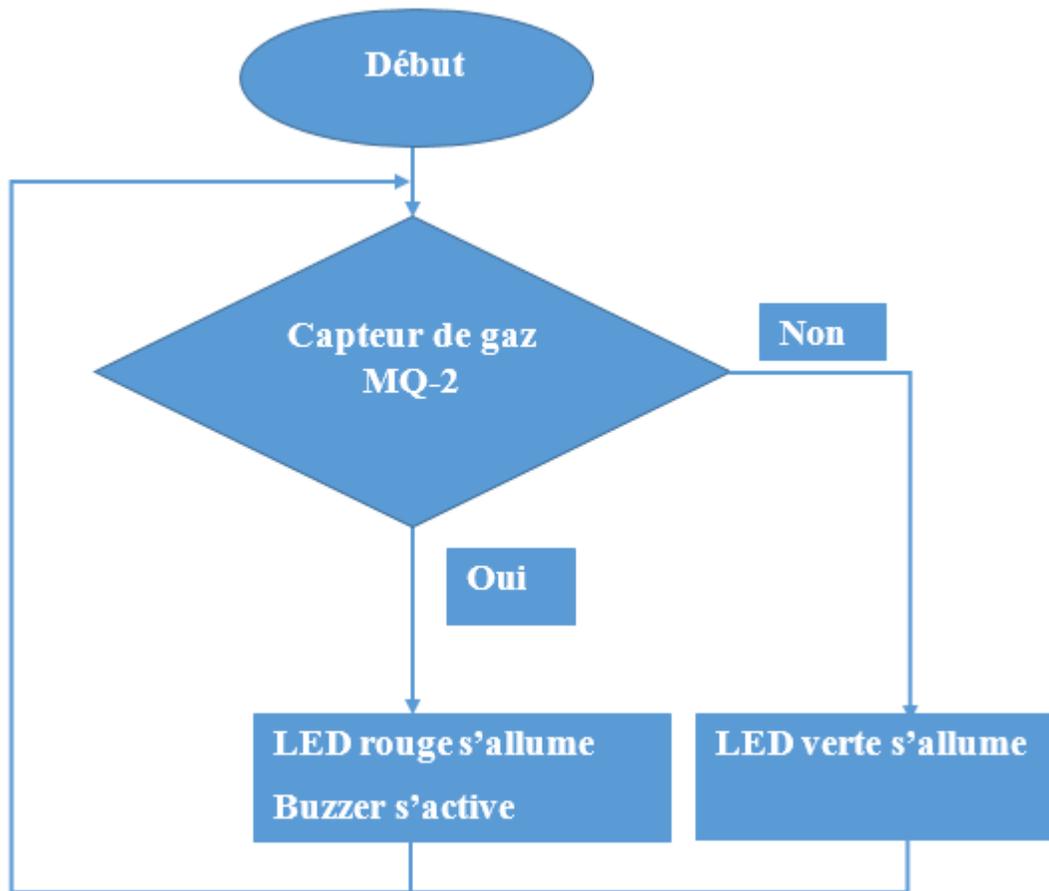


Figure -38- : Organigramme de la gestion du capteur de gaz MQ2

e – Le capteur de lumière (LDR) :

Éteindre ou allumer automatiquement la lumière externe de notre domotique grâce à une LDR et un relais contrôlant l'arrivée de courant à la lampe. Lorsque la lumière est forte, on envoi alors un signal de niveau haut au relais pour qu'il s'ouvre ou reste ouvert, et inversement, quand il fait sombre, un signal de niveau bas lui sera envoyé pour le basculer ; ce qui déclenchera l'allumage des lampes extérieures.

La figure -39- présente le branchement du LDR avec la MEGA :

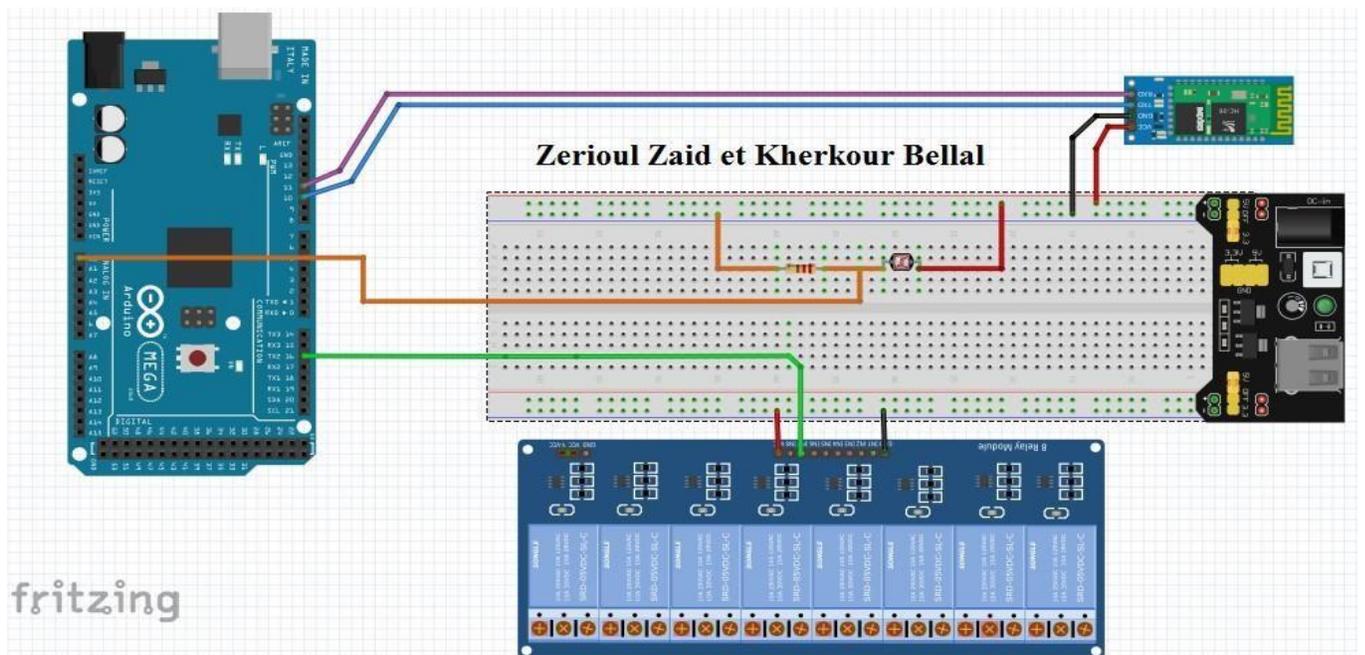


Figure -39- : Commande de LDR

Son fonctionnement est expliqué par cet organigramme :

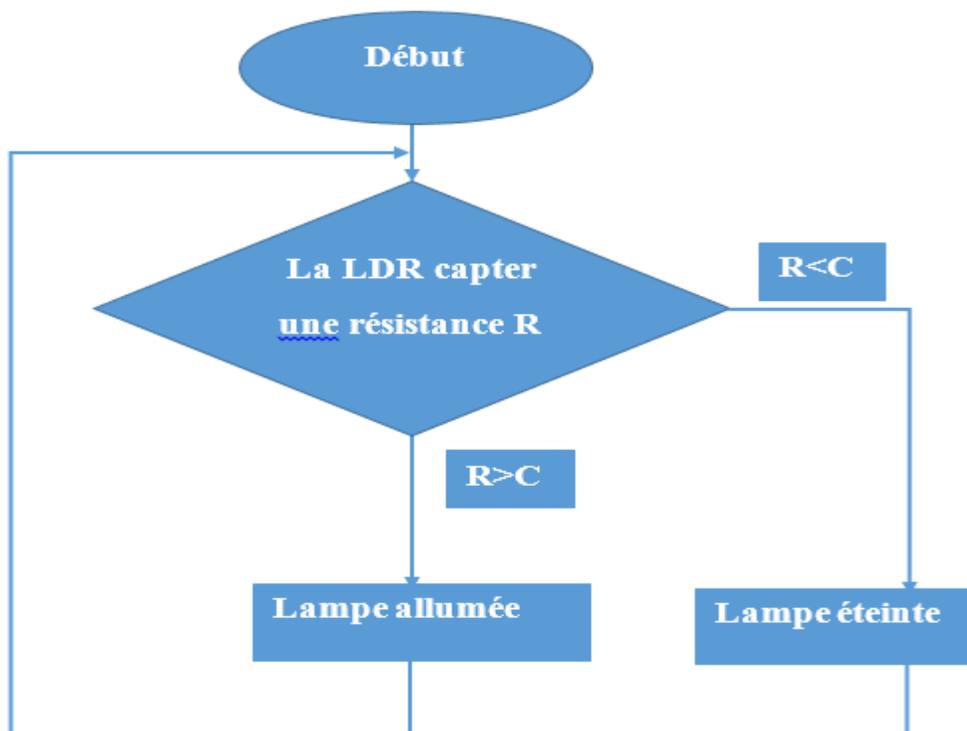


Figure -40- : Organigramme de la gestion de la lumière externe de la maison

f – Le capteur de température :

Le capteur de température LM335z a pour l'objectif de nous informer sur la température ambiante de notre domotique. L'acquisition de l'information se fait à travers un code envoyé de notre application sur le Smartphone à la carte Arduino, ainsi la température nous sera affichée en degrés Celsius.

La figure -41- présente le branchement du LM335z avec la MEGA:

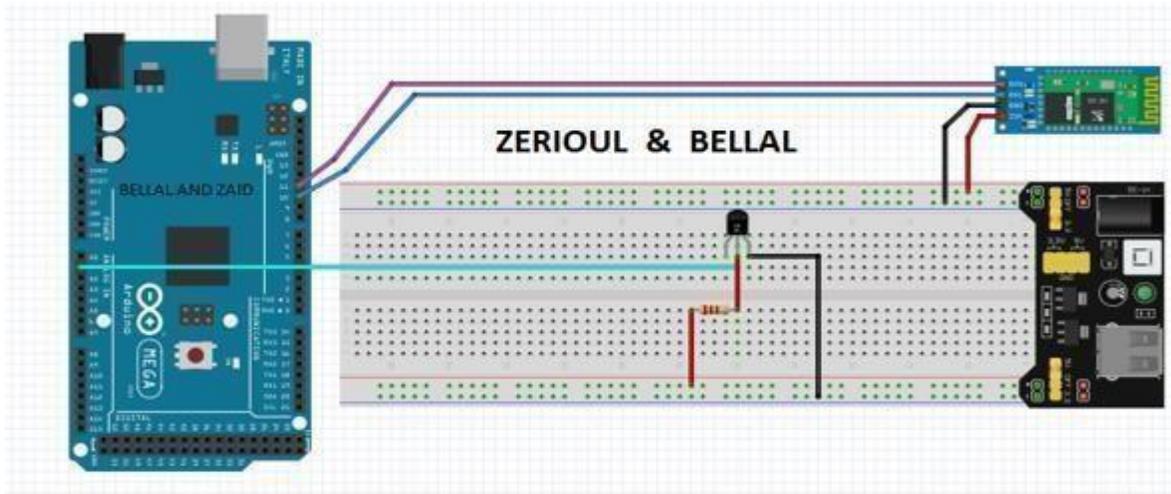


Figure -41- : branchement du LM335z avec la MEGA

Et son fonctionnement est expliqué par cet organigramme :

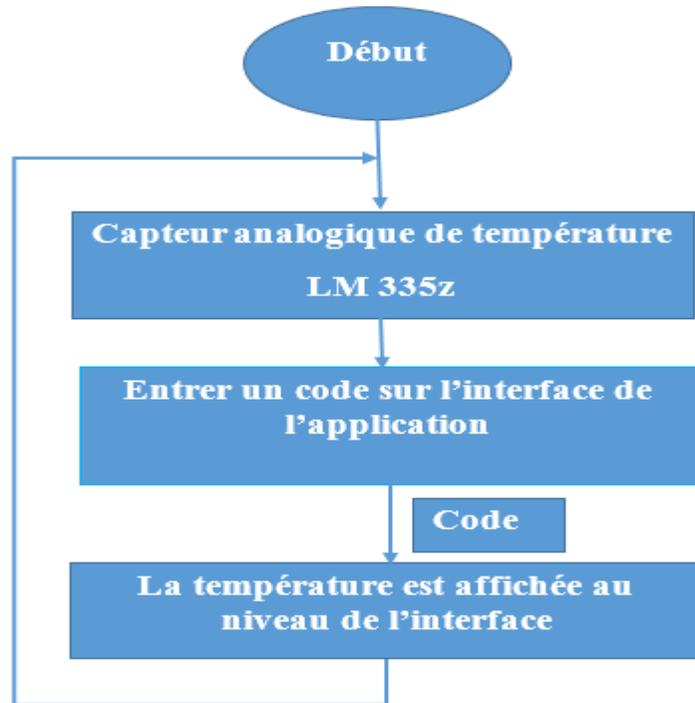


Figure -42- : Organigramme d'affichage de température

g – Commande des lampes, prises et des électrovannes :

Dans cette partie on utilise une carte relais pour pouvoir contrôler des hautes tensions « jusqu'à 250V~10A » avec une basse tension de 5 v, la bobine est pilotée à l'aide d'un transistor, ce qui permet de le commander avec quelques mA en provenance d'un microcontrôleur. Une diode de roue libre placée en parallèle pour protéger la bobine de courant inverse et pour allumer et éteindre des lampes et activer des prises et des électrovannes.

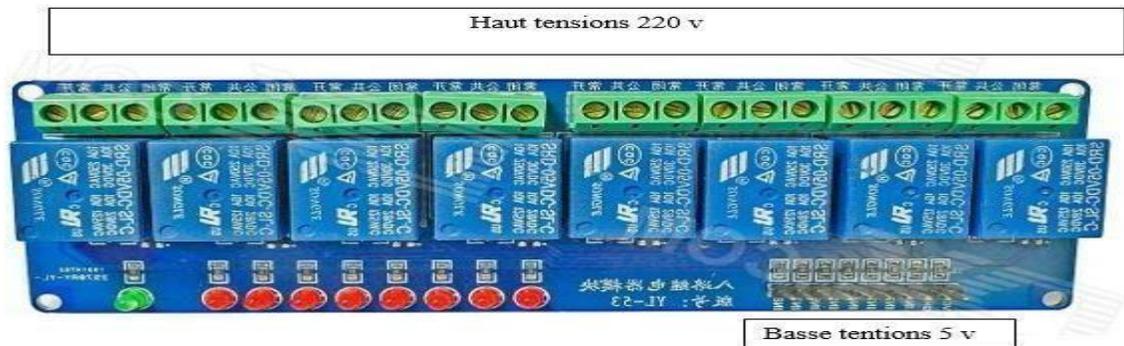


Figure -43- : Carte relais à 8 canaux

- Ce module de relais est actif bas de 5V.
- Contact de relais de sortie maximale est AC 250V 10A et 10A DC 30V.
- Largement utilisé pour tout contrôle MCU, le secteur industriel, contrôle de la maison intelligente.

Avec des codes envoyés à la carte Arduino par voie Bluetooth depuis le smartphone, on pourra allumer et éteindre deux lampes, activer et désactiver deux prises. De même pour les électrovannes de gaz et d'eaux.

La figure -44- présente le branchement des lampes, prises et des électrovannes avec la MEGA :

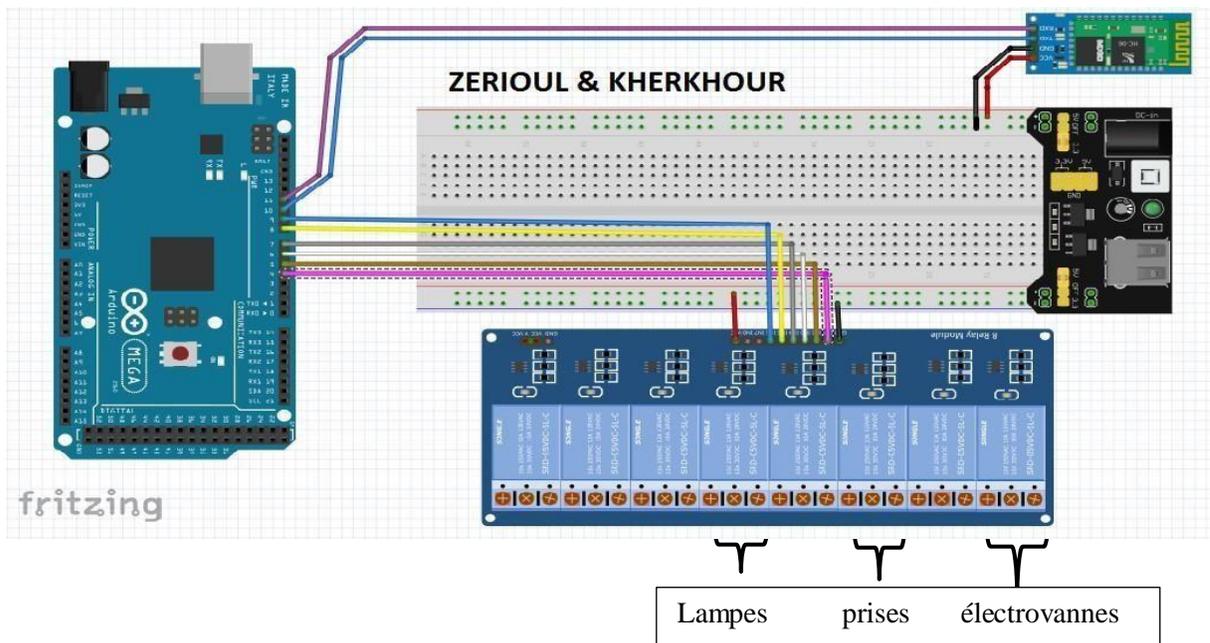


Figure -44- : Commande des lampes et des prises et des électrovannes

Et son fonctionnement est expliqué par cet organigramme :

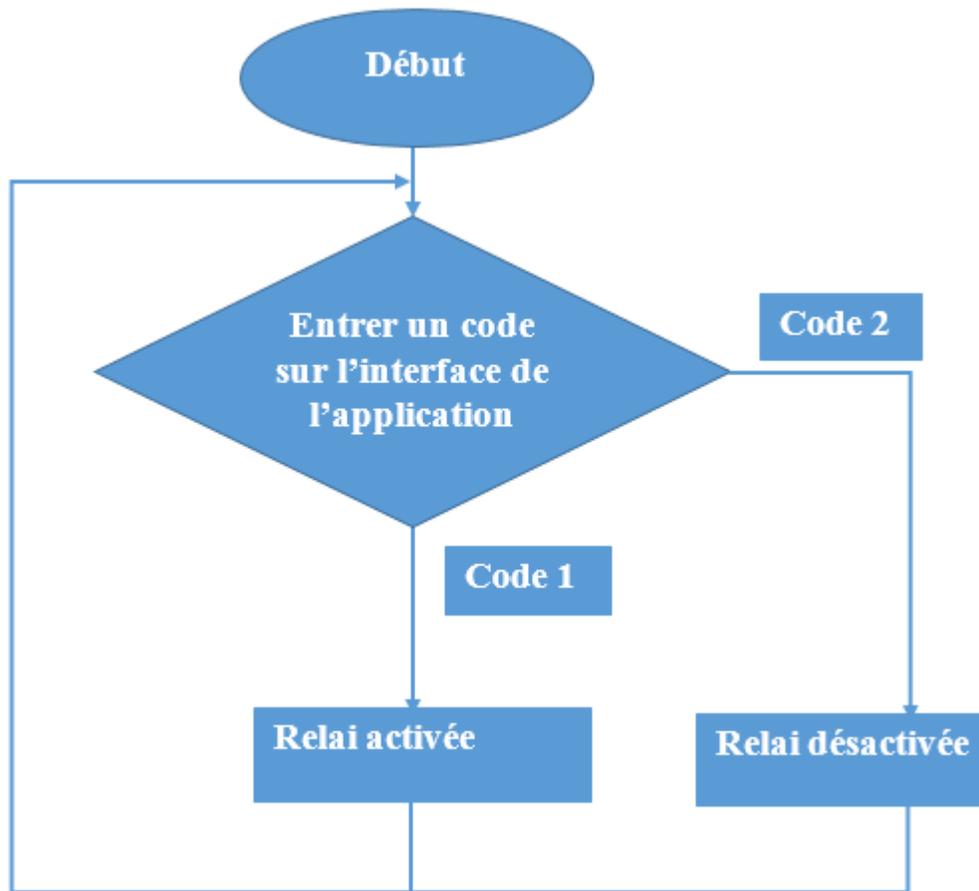


Figure -45- : Organigramme de la gestion d'éclairage

h – Commande de l'ouverture et de la fermeture des volets :

Grâce à un code envoyé depuis l'application installée sur le Smartphone, on peut aisément gérer l'ouverture et la fermeture des volets. Nous avons la possibilité de les fermer complètement grâce au bouton  , de les ouvrir complètement grâce au bouton  ou bien arrêter leurs course à un niveau souhaité grâce au bouton 

La figure -46- présente le branchement du moteur DC et le circuit intégré L293E avec la MEGA :

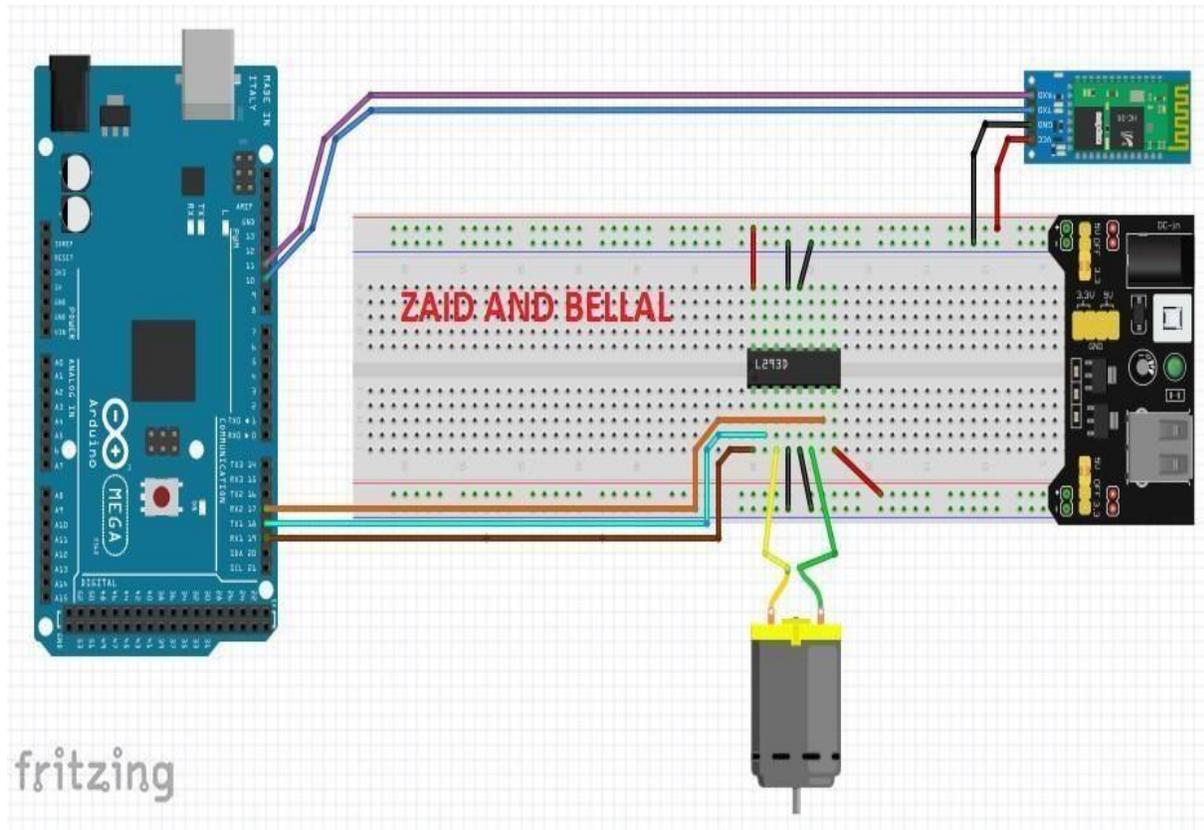


Figure -46- : Commande de l'ouverture et de la fermeture des volets

Et son fonctionnement est expliqué par cet organigramme :

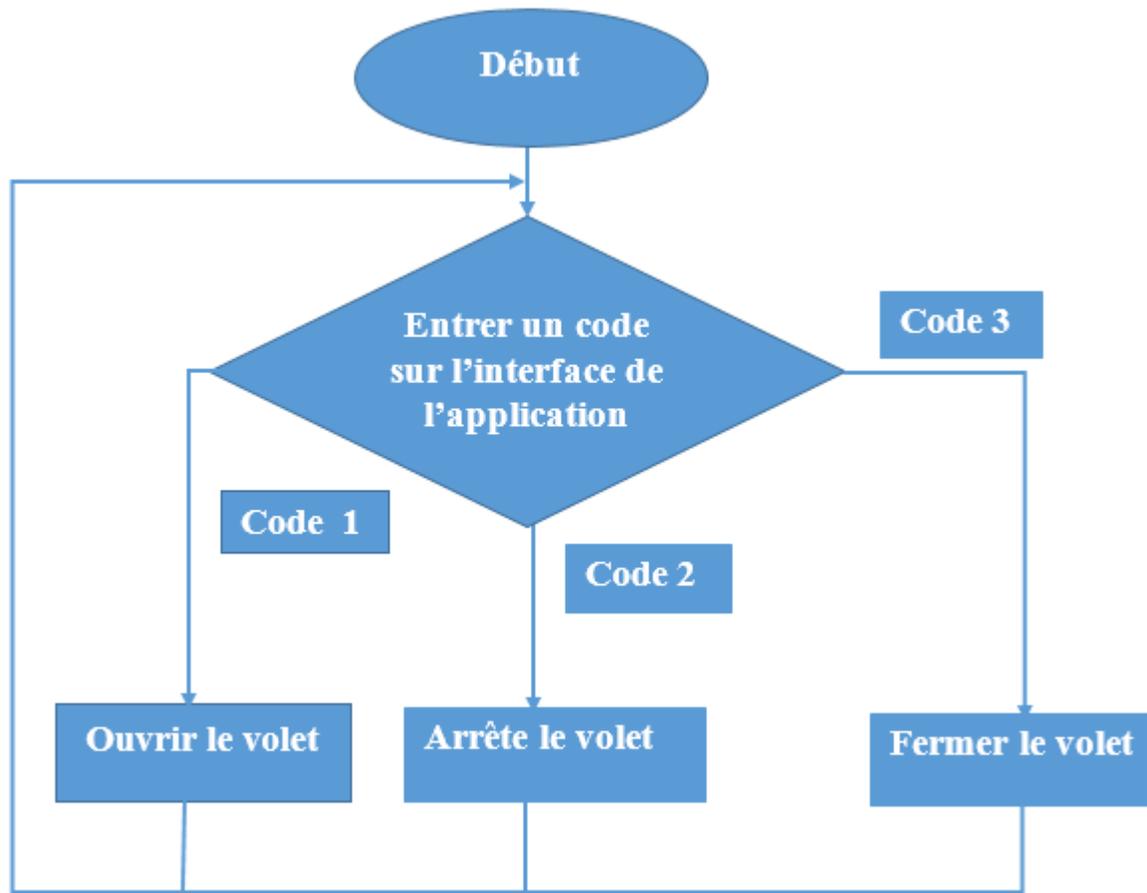


Figure -47- : Organigramme de la gestion des volets

i – Caméra de surveillance :

Pour accéder à notre caméra de surveillance à distance, il faut connecter notre DVR à un routeur ou un modem. L'utilisation d'un routeur nous permet de nous connecter à notre DVR à partir d'autres ordinateurs de l'extérieur du réseau local, soit par Internet ou bien à partir de notre appareil mobile (smartphone, tablette ...), le routeur doit, de ce fait être connecté à Internet.

Le branchement de notre caméra de surveillance installée devant la porte d'entrée est présenté par la figure -48- :

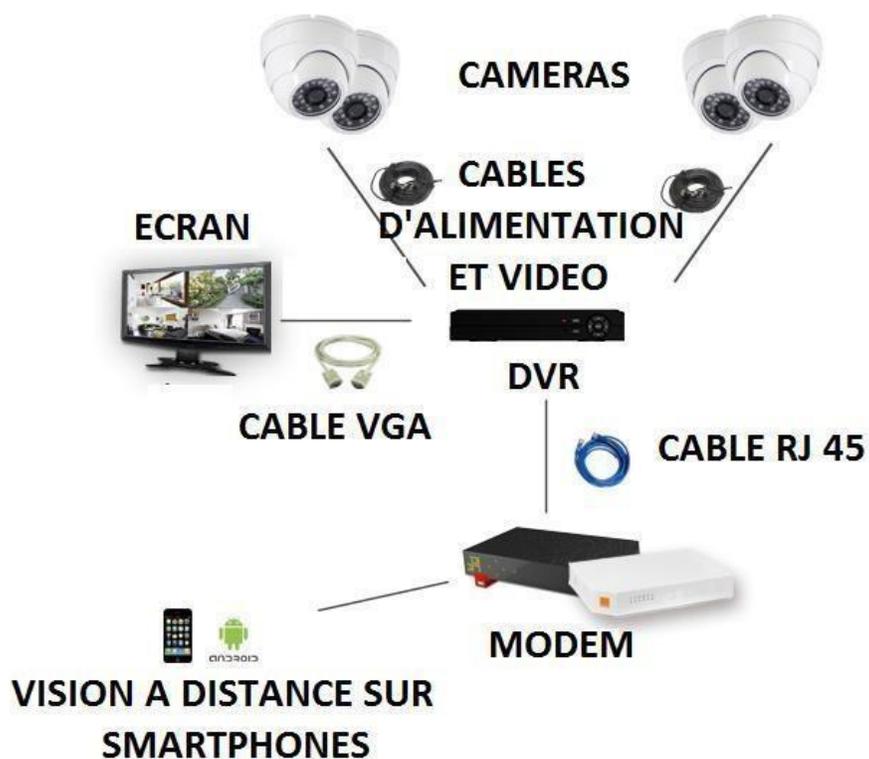


Figure -48- : Le branchement de caméra de surveillance

III -2 -2 Réalisation logicielle

a – L'application Eseenet

Pour accéder à distance à partir d'une application Android (Eseenet, EROCAM...) installée sur notre smartphone, nous pouvons nous servir soit de l'adressage IP ou bien d'un identifiant de la caméra (ID).

La figure -49- présentent l'application Eseenet installée sur le smartphone



Figure -49- : L'application Eseenet

b - Présentation de l'application APK crée sur APP INVENTOR :

L'application crée sur APP INVENTOR est nommée « domotique », on appuie une seule fois sur son icone pour l'afficher sur l'écran de notre smartphone représenté par la figure -50- pour accéder à la première page :



Figure -50- : Icône de l'application

La première page est représentée par la figure -51- :



Figure -51- : L'application domotique

Pour aller à la deuxième page « page de commande » on doit appuyer sur le bouton représenté par une flèche « Aller à la commande », dans laquelle on trouve les différentes commandes qui sont représentées par la figure -52- :

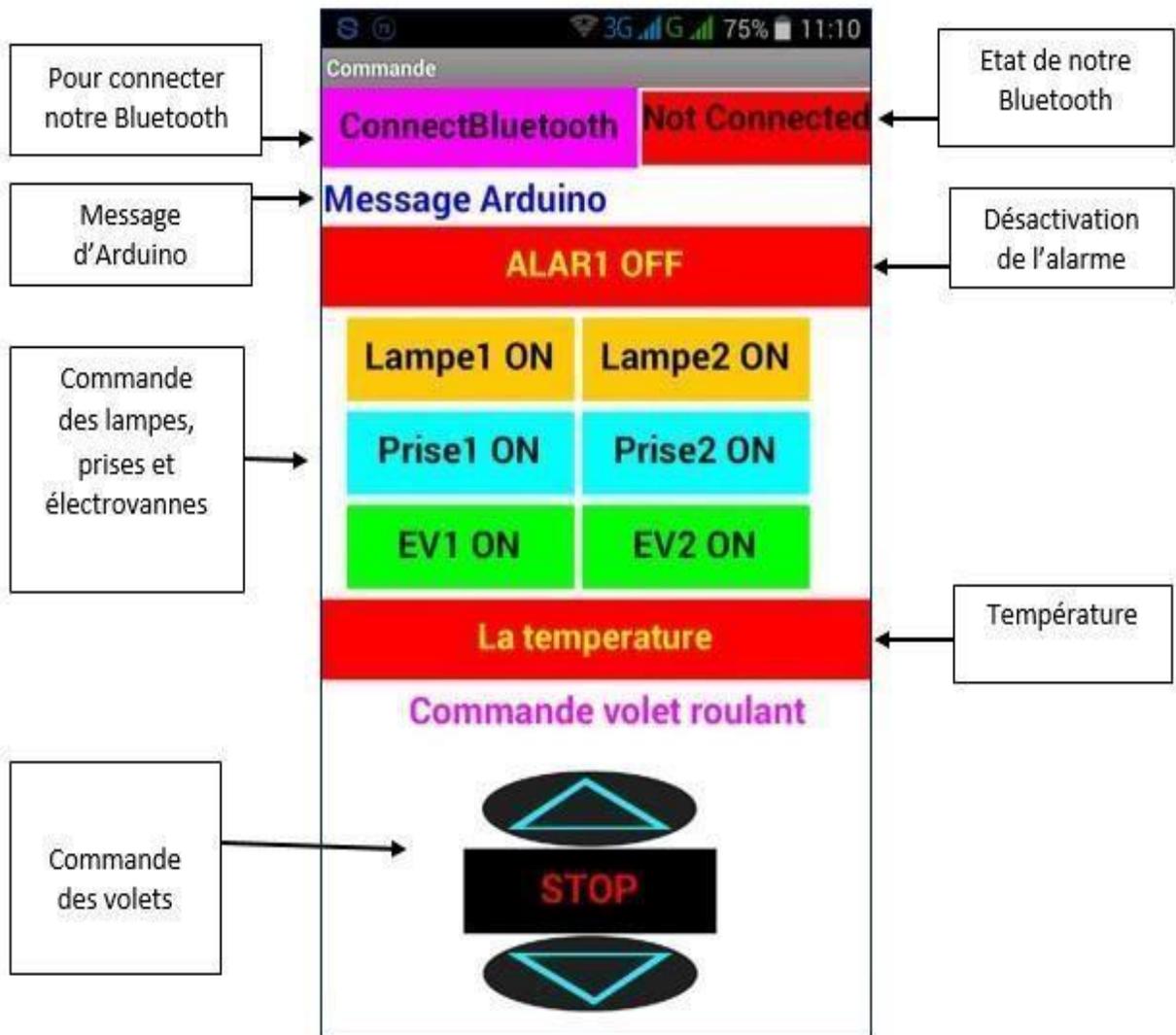


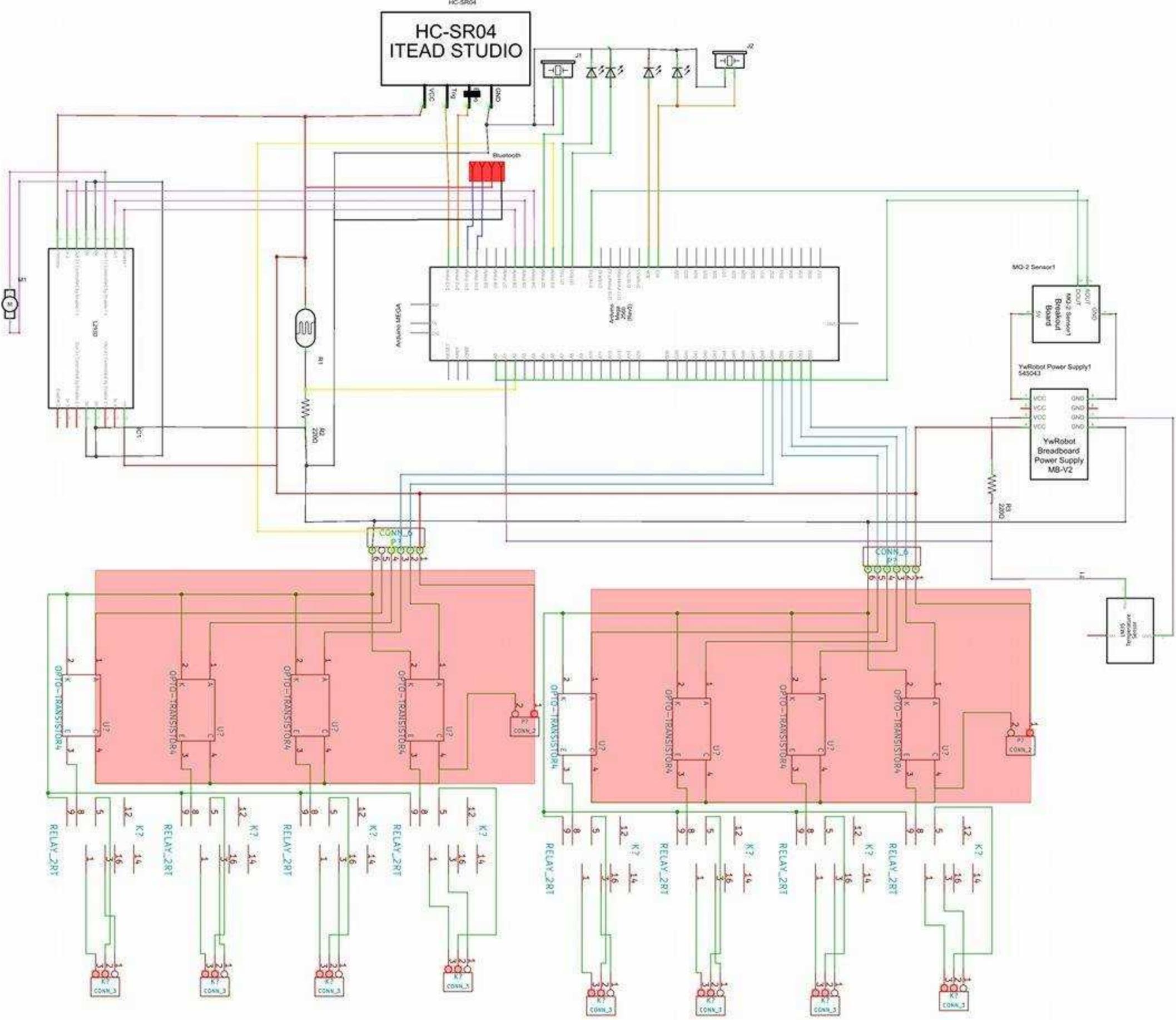
Figure -52- : Page de commande

III - 3 Circuit électrique:

Un circuit électrique est un ensemble simple ou complexe de conducteurs et de composants électriques ou électroniques parcourus par un courant électrique. Notre circuit électrique est composé de :

- Une carte ARDUINO MEGA.
- Une carte relais à 8 canaux.
- LDR.
- Bluetooth.
- LM335.
- Ultrason.
- Alimentation.
- Capteur de gaz MQ2.
- Des résistances.

La figure -53- représente le circuit électrique réalisé.

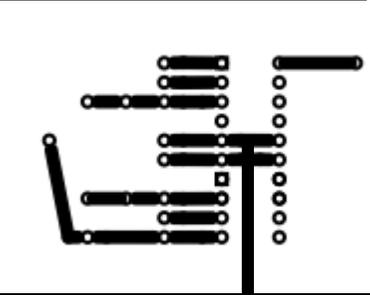
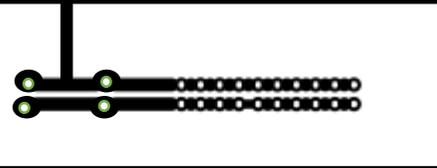
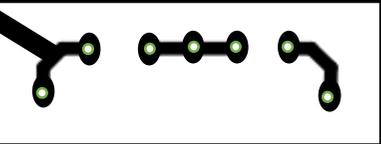
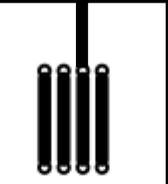
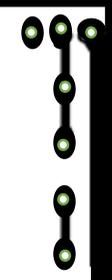
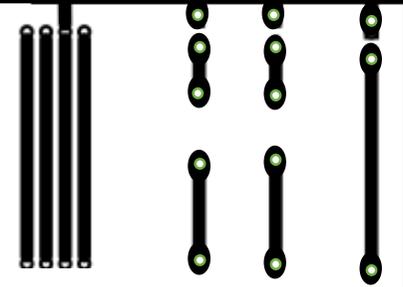
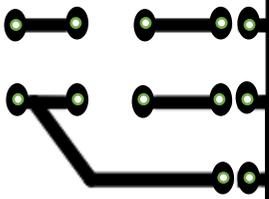
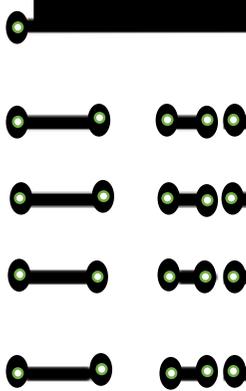


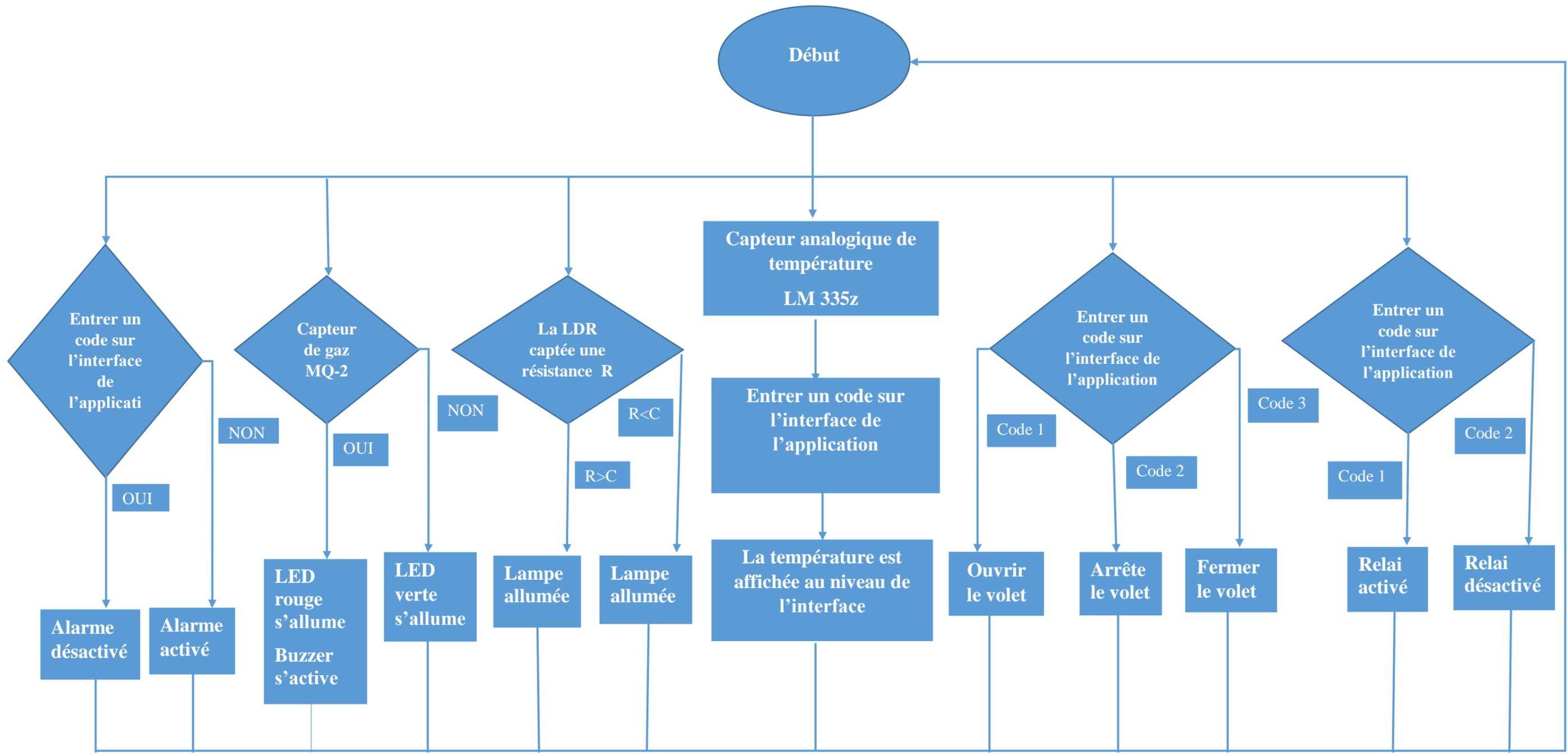
III - 4 Le typon :

Un typon désigne le masque transparent sur lequel sont imprimées les pistes, dans une encre opaque aux ultraviolets, permettant de réaliser un circuit imprimé par photogravure soustractive. Le typon sert lors de l'insolation de la plaque pré-sensibilisée.

La figure -54- symbolise le circuit imprimé réalisé.

KHERKHOOR BETLAL - SERIOL SAID





Début

Entrer un code sur l'interface de l'applicati

NON

OUI

Alarme désactivé

Alarme activé

Capteur de gaz MQ-2

OUI

NON

LED rouge s'allume
Buzzer s'active

LED verte s'allume

La LDR captée une résistance R

R > C

R < C

Lampe allumée

Lampe allumée

Capteur analogique de température LM 335z

Entrer un code sur l'interface de l'application

La température est affichée au niveau de l'interface

Entrer un code sur l'interface de l'application

Code 1

Code 2

Ouvrir le volet

Arrête le volet

Fermer le volet

Code 3

Entrer un code sur l'interface de l'application

Code 1

Code 2

Relai activé

Relai désactivé

III – 5 Conclusion :

Après la réalisation de la domotique, nous avons réussi à automatiser notre maison avec des capteurs, des relais, moteur, ...ets. A partir de bloc de commande, la maison intelligente réagit après la réception des commandes d'un côté. D'un autre côté, ses réactions sont automatiques.

Conclusion générale

Conclusion générale :

La « maison intelligente » est au service de nos besoins. La domotique améliore les conditions de vie et la quotidienneté des individus en société. Elle a besoin d'une haute habilité technologique pour la maîtriser dans l'objectif d'accompagner les usagers. La réalisation de la domotique dans ce présent travail nous a permis de savoir réellement son fonctionnement pratique et son utilité primordiale.

Notre travail a porté sur la réalisation d'un système domotique, nous a permis d'obtenir les résultats suivants : La réalisation possède le pouvoir de la maîtrise du contrôle à distance du courant électrique. Ce perfectionnement est au service de l'utilisateur. Les réactions automatiques rapides surtout dans les cas d'urgence améliorent les mesures de sécurité et évite les catastrophes.

De plus, actuellement la domotique accompagne la catégorie sociale âgée et celle qui est en situation de handicap. L'usage de ce type de réalisation réduit et évite les déplacements pour ces personnes en question.

L'élargissement de la commande à distance ainsi que l'utilisation d'un réseau wifi connecté à internet à la place de Bluetooth supprime la commande qui est, elle, limitée à une dizaine de mètres. Le net rend la commande illimitée (en distance).

La puissance et le perfectionnement de la carte raspberry devancent les capacités de la carte Arduino. Cela améliorera les moyens de fonctionnement et accompagnera au mieux les usagers. En effet, l'emploi des commandes émetteurs-récepteurs réduit le câblage entre les appareils domestique et le centre de commande.

Remarque : notre système consomme 23,25 watt par heure

Annexe

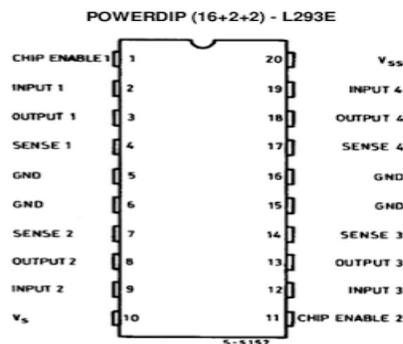
Annexe

Annexe

Les capteurs :

Un capteur domotique permet de convertir une grandeur physique (température, luminosité, humidité, débit, présence d'objet, etc.) en un signal analogique, radio ou électrique. Cette conversion de grandeur physique permet un traitement du signal électrique par des structures électroniques à des fins de mesures et/ou de commandes, et/ou d'alarmes.

Datasheet L293E :

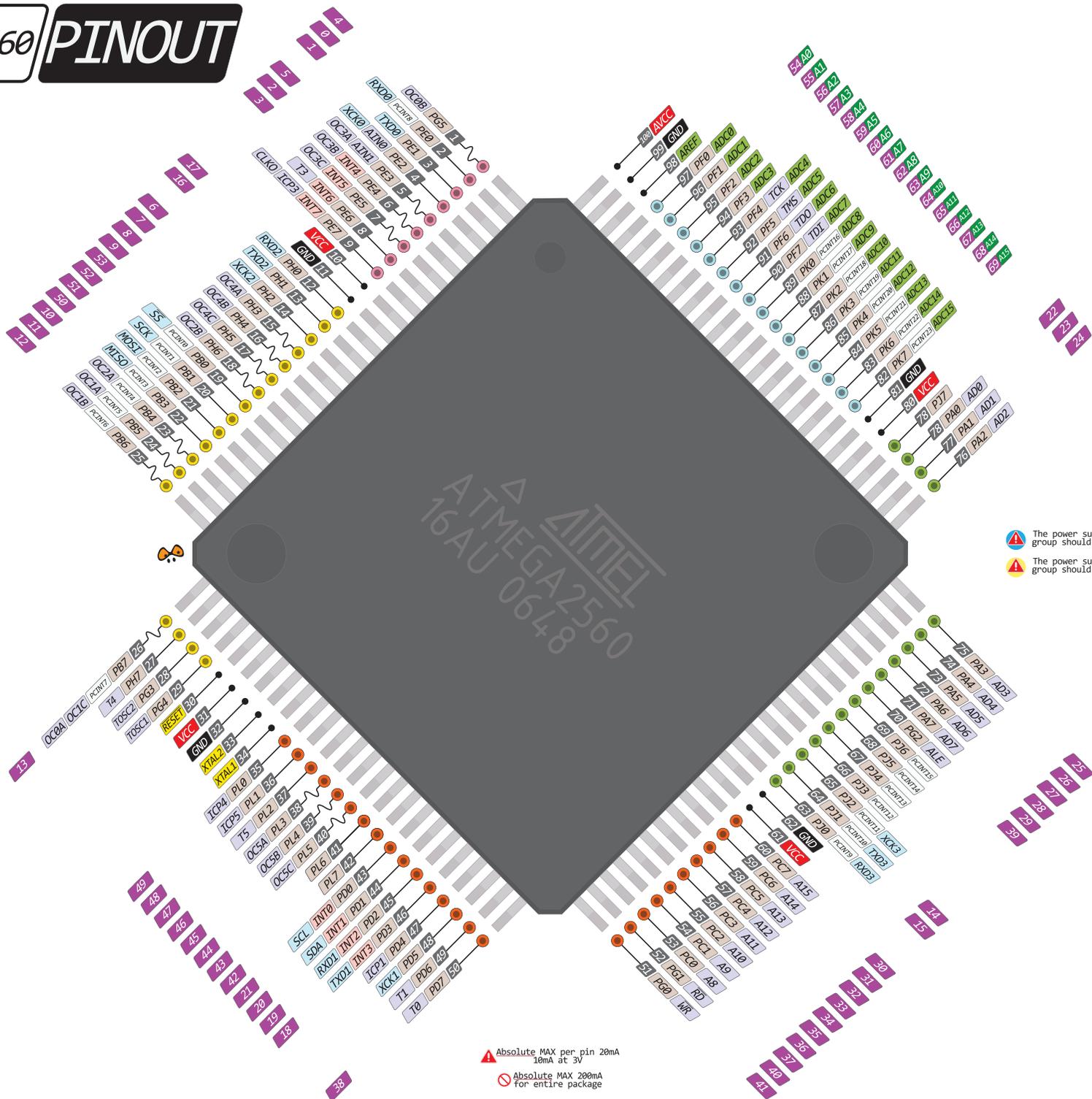


- **VSS** - Alimentation de la logique de commande (5V).
A raccorder à la borne +5V d'Arduino (donc sur le régulateur d'Arduino).
- **VS** - Alimentation de puissance des moteurs.
Par exemple, s'il s'agit d'une ancien véhicule téléguidé que vous avez canibalisé, il s'agira de la borne positive (+9.2v) de votre accumulateur.
- **GND** - Doit être raccorder à la masse (GND) de la source d'alimentation de puissance VS (donc le négatif de l'accumulateur) **et** à la masse de la source d'alimentation de VSS (donc GND Arduino).
Si vous n'avez qu'une source d'alimentation pour le tout, c'est forcément plus simple.
- **OUTPUT1, OUTPUT2** - Broches à raccorder à la charge (le moteur). C'est via ces broches de
- **INPUT1, INPUT2** - Broche de commande du Pont-H. Se raccorde a Arduino.
- **CHIP ENABLE1** - permet d'envoyer (ou pas) la tension sur les sorties du moteur via OUTPUT1 & OUTPUT2.
ENABLE1 commande l'activation du premier Pont-H.
Si ENABLE1 = GND, le pont-H est déconnecté et le moteur ne fonctionne pas.
Si ENABLE1 = VSS, le pont-H est connecté aux sorties et le moteur fonctionne dans un sens ou l'autre ou pas en fonction des tensions appliquée sur INPUT1 & INPUT2.

SENSE1 & SENSE2 - Permet de mesurer le courant dans le circuit de puissance (si utilisé, fera l'objet d'un article séparé).

A placer impérativement sur GND si la fonctionnalité n'est pas utilisée.

ATMEGA2560 PINOUT



⚠ The power sum for each pin's group should not exceed 200mA
 ⚠ The power sum for each pin's group should not exceed 100mA

- I/O
- Power
- GND
- Serial Pin
- Analog Pin
- Control
- INT
- Physical Pin
- Port Pin
- Pin function
- Interrupt Pin
- ~ PWM Pin
- Port Power ⚠
- Port Power ⚠

⚠ Absolute MAX per pin 20mA
 10mA at 3V
 ⚠ Absolute MAX 200mA
 for entire package

Bibliographie

Bibliographie

Bibliographie

- [1] Simon Monk, Fritzing for Inventors: Take Your Electronics Project from Prototype to Product by Simon Monk, McGraw-Hill Education TAB; 1 edition, 2015.
- [2] Boudellal, Méziane smart home [Texte imprimé] : habitat connecte, installations domotiques et multimédia.
- [3] Erik birtmann LE GRAND LIVRE D'ARDUINO- 2eme édition, Eyrolles, 2013.
- [4] Hippolyte Weisslinger (olyte),Landrault (Eskimon)Arduino : Premiers pas en informatique embarquée, le Blog d'Eskimon Édition du 19 juin 2014.
- [5] YACINE ABDSSALAM AMKASSOU, « THERMOMETRE ABASE DU ARDUINO », MINI PROJET à l'université Hassan 1^{er} Settat école nationale des sciences appliquées Khouribga, DR.N.ELBARBRI, 2013
- [6] BEN LOUNES Saïd, AHNOUCHE Djamel « Conception et réalisation d'un système de vidéo-surveillance à base de la carte ARDUINO UNO », MEMOIRE fin d'étude à L'UMMTO, BENNAMENE.K 2014
- [7] Dahmane BOURSLIA, Mouhamed SAYAD, « Etude et réalisation d'un suiveur de soleil à base d'une carte ARDUINO MEGA », MEMOIRE fin d'étude à L'UMMTO, LAGHROUCHE.M, 2015
- [8] T.Karvinen, K.Karvinen, V.Valtokari « Les capteurs pour Arduino et Raspberry Pi » DUNOD, 2014

Bibliographie

SITE INTERNET

- [1] www.blog.univers-domotique.com/2014/06/la-domotique-40-ans-devolution-pour-transformer-un-vieux-reve-en-realite
- [2] www.maison-et-domotique.com/10902-les-avantages-de-la-domotique-en-ete
- [3] www.Appinventor.mit.edu
- [4] www.sirlan.com/livreblanc.pdf
- [5] www.fritzing.org
- [6] www.manuel-esteban.com/arduino-capteur-de-luminosite
- [7] www.manuel-esteban.com/lire-un-capteur-ultrason-hc-sr04-avec-un-raspberry-pi
- [8] www.zartronic.fr/kit-PROTO-zartronic-v10-p-411.html
- [9] www.lextronic.fr/P37791-module-grove---capteur-de-gaz.html
- [10] www.eskimon.fr
- [11] www.locoduino.org
- [12] www.sg.rs-online.com/web/p/motor-driver-ics/8805298
- [13] www.knx-automation.com/domotique/les-fonctions-domotiques-de-la-maison-intelligente