

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI OUZOU

FACULTE DU GENIE ELECTRIQUE ET D'INFOMATIQUE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE



## THESE DE FIN D'ETUDE

PRESENTE POUR OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER

Filière : Matériaux et Dispositifs Electroniques et  
Photovoltaïques

### THEME

Réalisation d'un module de distribution  
d'énergie à base d'une carte Arduino  
méga 2560

Réalisé par IABBADEN Zinedine et LAHLOU Farid

Soutenu publiquement

Le : 10/07/2017

Devant le jury :

Mr BENNAMANE Kamal

MC (A)

Président

Mr ZIRMI Rachid

MC(B)

Encadreur/rapporteur

Mr TAHANOUT Mohammed

MC(B)

Examinateur

Promotion 2016-2017

# REMERCIEMENT

*Toute notre reconnaissance et remerciement à Dieu, le tout puissant qui nous a donné la force, le courage et la volonté pour élaborer ce modeste travail.*

*C'est avec une profonde reconnaissance et considération particulière que nous remercions notre promoteur Monsieur ZIRMI. R pour la sollicitude avec laquelle il a suivi et guidé ce travail.*

*Il nous est agréable de pouvoir exprimer nos sentiments de reconnaissance à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*

*Enfin nos sincères remerciements et notre profonde gratitude s'adressent également aux membres du jury qui nous feront l'honneur de juger notre projet.*

*Merci*

## SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

### **Chapitre I : Condition de vie dans une maison intelligente**

Introduction .....	3
I. Condition de vie.....	3
I.1. Humidité .....	3
I.2. Température .....	3
I.2.1. Le confort thermique.....	4
I.2.2. Réguler la température dans chaque pièce.....	4
I.3. CO <sub>2</sub> .....	5
I.4. Lumière .....	6
II. Domotique .....	6
II.1. Le principe de la domotique .....	6
II.3. Les applications de la domotique .....	7
II.4. Les technologies domotiques.....	8
II.4.1. La technologie x10 .....	8
II.4.2. La technologie PLCBUS .....	8
II.4.3. La technologie InOne .....	9
II.4.4. Le système Chacon.....	9
II.4.5. La technologie 1-wire .....	10
III. Isolation.....	10
III.1. Vitrage .....	11
III.1.1 Double-vitrage dit standard.....	11
III.1.2. Double-vitrage à faible émission : .....	11
III.1.3 Double-vitrage à faible émission avec renforcement par gaz argon .....	11
III.1.4. Vitre chauffante.....	11
III.1.5. Vitrage anti-réflexion .....	12

III.2. Les critères de choix.....	12
III.2.1. Une isolation performante.....	12
III.2.2. Une isolation écologique.....	12
III.3. Les isolants.....	12
IV. Les panneaux solaires hybrides.....	13
IV.1. Fonctionnement.....	14
IV.2. Avantages et inconvénients.....	14
Conclusion.....	15

## **Chapitre II : Arduino et capteurs**

Introduction .....	17
I.1. Définition du module Arduino.....	17
I.2. Les gammes de la carte Arduino.....	18
I.3. La carte Arduino Mega 2560 .....	19
I.4. Caractéristique technique de la carte Arduino Mega 2560.....	20
I.4.1 Partie matérielle .....	20
I.4.1.1. Le Microcontrôleur ATMega2560.....	20
I.4.1.2. Les mémoires.....	21
I.4.1.3. Les sources de l'alimentation de la carte.....	21
I.4.1.5. Broches analogiques .....	23
I.5. Les Accessoires de la carte Arduino.....	23
I.5.1. Communication.....	23
I.5.1.1. Le module Arduino Bluetooth .....	23
I.5.1.2. Le module shield Arduino Wifi .....	24
I.5.1.3. Le Module XBee.....	24
I.5.2. Les drivers.....	25
I.5.2.1. Les afficheurs LCD.....	25
I.5.2.2. Le relais.....	25

II. Les capteurs .....	26
II.1. Capteur de température et d'humidité DHT11 .....	26
II. 2. Capteur de mouvement PIR.....	27
II.3. Capteur de GAZ MQ2 .....	28
II.4. Capteur de lumière.....	29
III. Partie programme .....	30
III.1. L'environnement de la programmation.....	32
III.2. Structure générale du programme (IDE Arduino).....	32
III.3. Injection du programme .....	32
III.4. Description du programme.....	32
III.5. Les étapes de téléchargement du programme .....	33
Conclusion.....	34

## **Chapitre III: Conception et réalisation**

Introduction .....	36
Les différentes étapes de la réalisation.....	36
I. Etude du système .....	36
I.1. Détecteur de gaz dangereux .....	36
I.2. Température .....	37
I.3. Humidité .....	39
I.4. Détection de présence .....	39
I.5. Lumière .....	40
II. Programme ARDUINO .....	41
III. Simulation avec PROTEUS .....	41
IV. Réalisation et conception .....	47
Conclusion.....	49

### **Bibliographie**



## Liste des figures

Figure 1:Exemple d'un montage de panneaux PV/T .....	14
Figure 2: Description de la carte Arduino MEGA 2560 .....	19
Figure 3: Microcontrôleur ATmega2560.....	21
Figure 4: Module bluetooth pour Arduino .....	24
Figure 5: Module wifi pour Arduino.....	24
Figure 6: Module XBee pour Arduino .....	24
Figure 7: Afficheurs LCD .....	25
Figure 8: relais.....	25
Figure 9: Fonctionnement d un capteur.....	26
Figure 10: les deux version du capteur DHT11 .....	27
Figure 11: Capteur de mouvement PIR.....	28
Figure 12:Capteur de Gaz MQ2 .....	28
Figure 13: Photorésistance et symbole.....	29
Figure 14: Courbe lumière VS résistance.....	30
Figure 15 :L'interface du logiciel Arduino.....	31
Figure 16:les boutons du logiciel de programmation.....	31
Figure 17: Logigramme de fonctionnement du détecteur de gaz nocif.....	37
Figure 18: Logigramme de fonctionnement de la température. ....	38
Figure 19: logigramme d'humidité. ....	39
Figure 20:Logigramme de fonctionnement de la lumière.....	40
Figure 21: Interface utilisateur ISIS .....	42
Figure 22: Organisation de Barre d'outils de sélection des Modes ISIS .....	43
Figure 23: Montage sur Isis Proteus.....	46
Figure 24: Image de notre réalisation.....	48

## Liste des tableaux

Tableau 1: Température idéale pour chaque pièce.....	5
Tableau 2: Niveau de CO <sub>2</sub> tolérer .....	5
Tableau 3: Lumière préférable pour chaque pièce de la maison.....	6
Tableau 4: Constitution de la carte Arduino Mega 2560 .....	20

# **Introduction**

# Introduction

---

Vivre dans une maison confortable n'est plus un luxe dans notre ère, mais un besoin de tout un chacun, et l'être humain devient de plus en plus exigeant dans son confort. Beaucoup de technologies sont alors orientées vers ce domaine et des avancées sont réalisées dans le monde et des pays ont vu leurs croissances économiques progresser grâce à ce domaine.

D'un autre côté, assurer un confort nécessite une consommation d'énergie de plus en plus croissante d'où l'orientation vers l'utilisation de ressources naturelles et renouvelables. C'est ainsi que l'énergie photovoltaïque trouve de plus en plus d'utilisation pour assurer l'alimentation de maison nouvelle génération.

Dans le cadre de notre travail, les aspects liés à la technologie de la domotique et des économies d'énergie vont être étudiés. En effet, il s'agit de mettre en œuvre un système domotique utilisant une carte Arduino méga., de divers capteurs de mouvement, gaz, température et d'humidité, qui sont tous systématiquement synchronisés entre eux pour faire fonctionner le système dans les meilleures conditions, par exemple le capteur de mouvement est une pièce maîtresse avec laquelle dépend la lumière et qui est allumée qu'en cas de détection de présence dans la pièce.

Le travail développé ici, consiste d'une part à offrir un confort optimal à l'intérieur de la maison, ainsi que la sécurité, tout en essayant de minimiser le plus possible d'énergie électrique, et en utilisant des ressources naturelles renouvelables, nous allons commencer par des généralités sur la domotique et les conditions de vie adéquates pour un être humain à l'intérieur de la maison, et les différents isolants pour minimiser les échanges avec le milieu externe. Ensuite dans le deuxième chapitre nous allons parler de la carte Arduino méga, des différents capteurs utilisés dans le projet, leurs caractéristiques ainsi que quelques exemples d'utilisation.

Le troisième et dernier chapitre est divisé en programmation, simulation et réalisation, où nous avons commencé par programmer avec le logiciel Arduino avant de le simuler sur « Isis Proteus », qui nous facilitent la tâche avant de passer à la partie réalisation, avec les différents capteurs.

# *Chapitre I*

## *Conditions de vie dans une maison intelligente*

## Introduction

Ces dernières années, la technologie et l'électronique ont connu une évolution ascendante. En effet, le confort et la sécurité des individus sont devenus primordiaux dans le quotidien. Dans le but d'essayer d'offrir du confort et du bien-être aux individus, nous nous intéresserons dans ce chapitre à la domotique et aux méthodes et matériaux permettant la minimisation de la consommation d'énergie.

## I. Condition de vie

Pour avoir un espace de vie agréable il faut respecter quelques paramètres essentiels:

### I.1. Humidité

L'humidité constitue le pourcentage de la quantité de vapeur de l'eau dans l'air. Elle joue un rôle très important dans la qualité de l'air d'une habitation. Un intérieur trop sec (au-dessous de 30%) est dangereux pour la santé et peut causer des irritations et des difficultés respiratoires. À l'inverse de cela, un intérieur très humide (au-dessus de 70%) est synonyme d'un milieu propice à la moisissure et peut être la cause de nombreux problèmes respiratoires tels que l'asthme.

En général, le taux de l'humidité dans une habitation se situant entre 30% et 70% est considéré comme "raisonnable" et entre 50% et 55% comme "idéal"[1].

### I.2. Température

La température de l'intérieur est un facteur qui joue un rôle important dans le confort et la santé des occupants. La température idéale pour un être humain est celle qu'il ne ressent pas. Nous pouvons appliquer dans chaque pièce de la maison une température en fonction des saisons. Les agences de l'environnement et de la maîtrise d'énergie préconisent de maîtriser une température de 19°. L'ADEME (L'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) la justifie par le fait que c'est une température confortable et qui permet de réduire la consommation d'énergie et pour chaque degré de moins c'est 7% d'énergie consommé en moins.

La température ressentie est différente de la température réelle qui est déterminée par des facteurs tels que le taux d'humidité, les courants d'air, le rayonnement de chaleur et de

froidueur venant des surfaces et surtout par des facteurs individuels comme l'habillement, l'âge, la fatigue, etc [1].

### **I.2.1. Le confort thermique**

Le confort thermique est l'état d'équilibre des échanges thermiques d'un individu et de son environnement. Il est influencé par divers facteurs (état de santé, vêtements, activité, température de l'air, taux d'humidité, courants d'air).

Il faut aussi tenir compte de la température ressentie. En effet, certaines personnes ne peuvent pas s'empêcher d'avoir froid même dans une pièce où la température est de 21 °C. Il suffit que l'isolation de la pièce soit défectueuse et que les murs soient froids pour qu'elles aient froid. 19 °C ne suffit pas dans une salle de bain. Pour arriver à cette moyenne, il convient donc de moduler la température des chambres, qui n'ont pas besoin d'être chauffées autant.

On peut cependant avoir froid dans une pièce chauffée à plus de 20 °C. En fonction de sa santé, de son habillement, de son activité, de la circulation de l'air et de l'humidité, nous pouvons rapidement frissonner, ou si les murs sont froids, que le logement est mal isolé, la sensation de froid est bien supérieure à la température dégagée par les radiateurs. Une bonne raison pour bien isoler [1].

### **I.2.2. Réguler la température dans chaque pièce**

De nombreux outils de régulation existent pour moduler la température : thermostats d'ambiance reliés à une sonde extérieure pour adapter la température aux aléas climatiques, programmeurs, robinets thermostatiques...

Cependant, les besoins et les sensations de chacun étant différentes, il peut être intéressant de moduler ces préconisations individuellement.

Ainsi, une personne frileuse pourra avoir intérêt à utiliser une couverture chauffante plutôt que de surchauffer toute la pièce, d'autant qu'on dort mal dans une pièce chaude. De même, une serviette chaude dans une salle de bain (chauffée grâce à un sèche-serviette) peut fournir un confort supérieur à un degré de température en plus, qui serait, de surcroît, plus coûteux à obtenir.

Le tableau 1 montre la température idéale pour chaque pièce de la maison :

PIECE	Température idéale
SEJOUR	<b>19°C</b>
CHAMBRE	<b>16°C</b>
Cuisine	<b>19°C</b>
SALLE DE BAIN	<b>22°C</b>
En absence prolongé	<b>12°~14°C</b>

*Tableau 1:Température idéale pour chaque pièce*

### I.3.Gaz de CO<sub>2</sub>

Le gaz carbonique, inodore et de goût neutre, est créé principalement par la respiration humaine et par différents types de pollutions et il se mesure généralement en « ppm » (partie par million) ou en pourcentage (1.000 ppm est égal à 0,1% de gaz carbonique dans l'air).

L'air frais ambiant en campagne contient 330 à 400 ppm de CO<sub>2</sub>. Dans les villes, la concentration en CO<sub>2</sub> est d'environ 700 ppm. L'air expiré par une personne contient entre 40.000 et 50.000 ppm de CO<sub>2</sub>. Et c'est à partir de 200'000 ppm que le gaz CO<sub>2</sub> est considéré comme mortel.

Valeur du CO <sub>2</sub> (ppm)	350	1000	4000	5000	50000	100000	200000
Qualité de l'aire	Air extérieur	Impression de l'air est viciée	Pièce mal aérée	Concentration maximale sur le lieu de travail	Concentration dans l'air expiré par l'homme	Extinction d'une bougie	Concentration mortelle pour l'homme

*Tableau 2:Niveau de CO<sub>2</sub> tolérer*

## I.4. Lumière

L'éclairage d'une pièce dépend de plusieurs paramètres tels que l'ambiance et la surface. L'unité de mesure de la lumière est le LUMENS (LM), ou plus exactement le LUX (LX) qui est l'unité qui mesure l'efficacité de l'éclairage. C'est à dire le flux de lumière reçu par un objet ou une surface (l'éclairement lumineux). Nous la calculons en divisant le nombre de lumens émis par nos sources de lumière sur la surface de la pièce en mètre carré.

Le tableau suivant montre les différentes intensités lumineuses pour chaque pièce de la maison, selon leurs besoins de lumière.

pièce	Intensité lumineuse
Chambre à coucher	25-50 lux
Salon, salle à manger, cuisine	100-150 lux
Bureau, bibliothèque, chambre d'enfant, salle de jeux lieu de travail	200-250 lux
Ambiance technique : espaces de forte activité (bureau, atelier) et de circulation	350-500 lux

Tableau 3: Lumière préférable pour chaque pièce de la maison

## II. Domotique

La domotique permet de superviser et d'automatiser les services de l'habitat comme l'éclairage, le chauffage, la sécurité mais aussi la consommation de l'habitat, les différents services de détente et de loisirs comme la diffusion sonore et vidéo. L'idée d'un bâtiment intelligent, associé au concept de Domotique remonte aux années 1980. Le développement des fonctions électroniques intégrées et la baisse des coûts qui lui a été associé, a ouvert de nouvelles perspectives d'automatismes des commandes et de surveillance : confort, sécurité, communication...[2]

### II.1. Le principe de la domotique

La domotique a pour principe de programmer et de contrôler à distance ou localement différents appareils électriques qui auront préalablement été intégrés dans un réseau. Ainsi, les équipements électriques peuvent communiquer entre eux (en respectant un langage appelé protocole) grâce à une émission d'informations entre les unités de commandes et les appareils, via des ondes radio, un système de câblage, un réseau électrique ou WI-FI.

Les informations ainsi envoyées circulent aussi bien dans le sens "unité de commande-appareils" (afin d'envoyer les informations nécessaires à la réalisation d'une tâche) que dans le sens "appareils-unité de commande" (afin de nous faire part des informations sur leurs états). Cette communication est possible grâce aux différents outils de pilotage dont disposent les utilisateurs.[3] Nous dénombrons :

- Les ordinateurs centraux ou de poches,
- Les téléphones portables ou Smartphones (commande à distance ou sur place),
- Les télécommandes (universelles ou non),
- Les écrans tactiles...

### **II.3. Les applications de la domotique**

Les applications du système domotique peuvent être constamment modifiées. Elles sont très diverses [2][3].

Le premier aspect de l'intégration du système domotique au sein d'un logement est celui du confort.

- La régulation de la température ambiante (le chauffage, la climatisation, la ventilation), par exemple, en ne programmant le fonctionnement du radiateur que durant une durée de temps précise.

- Le confort acoustique.
- La gestion des ambiances lumineuses.
- La programmation des appareils électrodomestiques et électroménagers.
- La gestion de l'ouverture et de la fermeture des volets (même en cas d'absence), de l'eau.
- L'économie d'énergie, comme par exemple: gestion du chauffage, des lampes, lave-linge, sèche-linge.
- Et la compensation des situations de dépendance ou de handicap.

Le second aspect est celui de la sécurité :

- La gestion des alarmes, des détecteurs de mouvement, des digicodes, des interphones....
- Le détecteur de gaz, de fumée, d'inondation...

Le troisième aspect est celui de la communication :

En somme, il est possible de programmer diverses applications selon nos besoins pour ainsi les gérer comme nous le souhaitons, même en cas d'absence.

## **II.4. Les technologies domotiques**

Les différentes technologies domotiques peuvent être regroupées sous plusieurs catégories en fonction de leur mode de communication :

### **II.4.1. La technologie x10**

La technologie x10 est une technologie CPL (Courants porteurs en ligne) créée dans les années 80. Elle est très utilisée aux Etats-Unis, mais les modules américains ne sont malheureusement pas compatibles avec le réseau 50HZ (Europe/ Afrique du Nord) à cause de la différence de tension secteur / fréquence. En plus de la communication CPL, il existe une partie RF (Radio Fréquence) qui permet grâce à un traducteur RF/X10 de piloter des équipements directement à partir d'une télécommande [2].

- Les inconvénients :

-Pas de retour d'état sur la plupart des modules (les modules les plus récents ont un retour d'état)

-Lenteur : Les ordres émis en x10 mettent parfois 1s avant d'être exécutés

-Fiabilité : Le manque de retour d'état ne permet pas de contrôler qu'un ordre a été correctement exécuté, et il arrive parfois que certains ordres ne soient pas pris en compte.

- Les avantages :

-Moins cher que les autres technologies et facile à installer.

### **II.4.2. La technologie PLCBUS**

La technologie PLCBUS est une technologie CPL développée dans la fin des années 90. Elle permet de combler de nombreuses lacunes du X10 tout en conservant le même principe. Actuellement, cette technologie est en constante évolution, avec de nombreux nouveaux modules développés chaque année [2].

- Les inconvénients :

-Les modules pour volets roulants ont une puissance insuffisante.

- Les avantages :

-Le retour d'état permet de connaître à tout moment l'activation des modules.

-Beaucoup plus fiable que le X10.

-Design futuriste des boutons "Crystal".

### **II.4.3. La technologie InOne**

De Legrand est une technologie propriétaire. Elle ne peut s'interfacer directement avec les autres technologies. La gamme InOne regroupe des modules CPL, RF et IR. À noter que tous les modules d'une même catégorie sont compatibles entre eux, mais il faut des modules "traducteurs" pour passer de la radio en CPL ou d'IR en CPL par exemple.

- Les inconvénients :

-Impossible d'interagir facilement avec les autres technologies

-Même si cette technologie est d'un excellent rapport qualité/prix, elle reste chère par rapport au x10 ou PLCBUS.

- Les avantages :

-Design très travaillé et Technologie Legrand reconnue pour sa qualité

### **II.4.4. Le système Chacon**

Le système Chacon est un ensemble domotique basé sur la RF. Tous les émetteurs du système Chacon peuvent contrôler les récepteurs. Par exemple, il est possible de contrôler un éclairage à partir d'un interrupteur sans fils, d'une télécommande, d'un détecteur de mouvement.

- Les inconvénients :

-Il est parfois nécessaire d'ajouter des relais pour agrandir la distance de transmission des différents modules

- Les avantages :

-Très facile à installer.

-Le prix des différents modules est d'un très bon rapport qualité / prix.

-Nombreux modules permettant de gérer la maison (lumière, prises...)

-Système évolutif permettant de compléter facilement le système domotique.

### **II.4.5. La technologie 1-wire**

La technologie 1-wire est une technologie filaire sous forme de bus (le bus 1-Wire). Cela signifie que l'ensemble des éléments composants le réseau domotique doivent être reliés entre eux. Ce bus est surtout intéressant pour le prix des capteurs qui peuvent être utilisés. Par exemple, pour les mesures de températures.

- Les inconvénients :

-L'obligation de câbler tous les éléments entre eux

-Le délai pour interroger tout le bus lorsqu'il y a de nombreux modules

- Les avantages :

-Le prix très réduit des modules de base et il faut de nombreux schémas sur internet pour construire vos propres modules.

## **III. Isolation**

Un pont thermique correspond à la conduction de température (chaude ou froide) d'un matériau. Ce terme de pont thermique est principalement utilisé dans le secteur du bâtiment et de l'habitat, et plus particulièrement quand nous nous intéressons aux problématiques d'isolation. Pour bien comprendre le phénomène de conduction thermique, l'exemple repris régulièrement est celui de la tige métallique et de la flamme de bougie. Maintenez pendant quelque temps une tige de métal au-dessus d'une flamme, nul doute que vous vous brûliez les doigts très rapidement sans même toucher cette flamme en direct. Un pont thermique repose exactement sur le même principe. Qu'il soit question du chaud en plein cœur de l'été, ou de

froid au plus profond de l'hiver, la température extérieure va se transmettre à l'intérieur par conduction thermique des parois [4].

### **III.1. Vitrage**

Pour offrir à l'habitat une bonne isolation thermique, il est conseillé de sélectionner un double vitrage possédant un indicateur  $U_g$  (coefficient de performances de transmission thermique des verres d'une fenêtre) inférieur ou égale à 2. Il est donc recommandé de choisir une vitre avec un système d'isolation de type VIR (vitrage à isolation thermique renforcée). Sa fine couche d'argent déposée sur la paroi réduit les pertes de chaleur et sa capacité isolante est 3 fois supérieur à un double vitrage classique et 4 fois par rapport à vitrage un simple [5].

#### **III.1.1 Double-vitrage dit standard**

Réduit d'environ 40% les pertes de chaleur par rapport au vitrage simple. Il se compose de verres de 4mm avec un espace dans lequel s'intercale une lame d'air de 12 ou 16 mm (4/12/4 ou 4/16/4).

#### **III.1.2. Double-vitrage à faible émission :**

Réduit d'environ 35% les déperditions de chaleur par rapport au double vitrage standard. Il est composé de verre à couches.

#### **III.1.3 Double-vitrage à faible émission avec renforcement par gaz argon**

Réduit d'environ 10% supplémentaire en le comparant vitrage faiblement émissif, comme ci-dessus mais l'air est remplacé par du gaz argon.

#### **III.1.4. Vitre chauffante**

Spécialement conçu pour les zones froides. Ce vitrage est équipé d'une couche translucide qui renvoie de la chaleur par rayonnement, relié au secteur la température de la vitre intérieur atteint jusqu'à plus de 30 degrés. Bien que très onéreuses à l'achat, le prix comprend le vitrage et le chauffage.

### **III.1.5. Vitrage anti-réflexion**

Pour les baies vitrées de grande taille et orientées plein sud c'est le produit idéal. Le vitrage est traité pour atténuer les effets de la chaleur. Ce produit reste assez cher.

## **III.2. Les critères de choix**

### **III.2.1. Une isolation performante**

Une isolation de maison efficace passe par la mise en œuvre d'un système d'isolation performant et du respect des règles de pose afin d'assurer une continuité thermique de l'enveloppe du bâti et de limiter les ponts thermiques.

### **III.2.2. Une isolation écologique**

D'après des rumeurs tenaces, certains produits d'isolation ne seraient pas « naturels » et présenteraient des risques pour la santé et l'environnement. Il faut savoir qu'il n'existe pas d'isolant « bio » et que l'on ne trouve pas dans la nature d'isolant à l'état naturel : tout isolant est manufacturé et comporte donc des traitements et/ou additifs. Il faut être vigilants sur la validité des déclarations environnementales et sanitaires des fabricants.

## **III.3. Les isolants**

### **Isolants en laine minérale**

Les isolants en laine minérale sont les plus utilisés de tous les isolants. Que ce soit en laine de verre, en laine de roche ou en verre cellulaire. Ils sont très efficaces pour l'isolation thermique et acoustique à moindre prix.

### **Isolants en laines végétales**

Paille, laine de chanvre, ouate de cellulose, laine de bois...sont des isolants végétaux. Toutefois il faut savoir que des matières synthétiques sont ajoutées aux matières premières d'origine végétale pour fabriquer ces isolants.

### **Isolants en laines animales**

Les laines d'origine animale comme la laine de mouton ou la laine de plumes de canard peuvent être des produits isolants. Pour autant, ils doivent impérativement justifier de leurs caractéristiques techniques et de leurs performances. Pour fabriquer ces isolants, il faut ajouter des additifs et traitements complémentaires.

### **L'isolant mince**

Plusieurs dénominations désignent les produits minces réfléchissants : PMR, IMR, isolants minces multicouches, films minces, isolants thermo-réfléchissants, isolants minces par thermo-réflexion, barrières radiantes... Un seul dispose de la certification ACERMI et le CSTB les classe comme «compléments d'isolation».

### **Isolants polystyrènes PSE, XPS et PUR**

Les produits d'isolation en plastiques alvéolaires sont d'origine organique. Ils regroupent plusieurs familles de produits isolants à cellules fermées :

- Polystyrène expansé PSE,
- Polystyrène extrudé XPS,
- Polyuréthane PUR,
- Polyisocyanurate PIR,
- Phénoliques.

Comme tous les isolants, ces familles sont conformes au marquage CE et à leur norme européenne, les produits sont de plus certifiés par ACERMI (Association pour la Certification des Matériaux Isolants).

## **IV. Les panneaux solaires hybrides**

Les panneaux photovoltaïques produisent beaucoup plus de chaleur (85%) que d'électricité (15%) quand ils sont exposés au soleil, le rendement des panneaux photovoltaïques diminue lorsque leur température augmente.

Les panneaux solaires hybrides sont des panneaux combinant les fonctions photovoltaïques et thermiques. Ils servent en même temps à la production d'électricité et au chauffage. Le système hybride n'est peut-être apparu que récemment mais il est de plus en plus répandu. Le refroidissement par liquide permet de récupérer la chaleur des cellules photovoltaïques et de l'exploiter pour le chauffage de l'eau [6].

## IV.1. Fonctionnement

Les panneaux solaires hybrides associent les capteurs photovoltaïques et les capteurs thermiques dans un même module. On les appelle des capteurs PV/T.

Les capteurs photovoltaïques sont placés sur la couche frontale du module. Ils sont connectés comme dans le cas d'un panneau solaire photovoltaïque normal à un système électrique. Les capteurs thermiques sont placés en sous-couche pour capter la chaleur générée par le fonctionnement des capteurs photovoltaïques, un fluide caloporteur circule à travers les capteurs thermiques en tubes pour récupérer la chaleur et l'acheminer jusqu'à un ballon tampon.



*Figure 1: Exemple d'un montage de panneaux PV/T*

## IV.2. Avantages et inconvénients

### Avantages

- Augmentation du rendement du capteur photovoltaïque en stabilisant la température du panneau.
- Production de l'électricité et de la chaleur sur une même surface.
- L'exploitation n'émet pas de pollution.
- L'énergie solaire est gratuite et inépuisable.
- Système silencieux qui ne nécessite aucun mouvement.

**Inconvénients**

-La stabilisation de la température du système engendre une production solaire thermique non optimale.

-L'énergie solaire est présente par intermittence (ensoleillement / jour / nuit).

**Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons eu un aperçu sur la domotique et les avantages offerts par cette dernière, ses solutions pour une meilleure maîtrise d'une maison dans la vie quotidienne. Nous avons parlé ainsi des conditions de vie dans une maison telles que la température, l'humidité et la lumière, tout en insistant sur les différents isolants pour économiser le maximum d'énergie.

*Chapitre II*  
*Arduino et capteurs*

## Introduction

Aujourd'hui, l'électronique est de plus en plus remplacée par de l'électronique programmée. On parle de système embarqué ou d'informatique embarquée. Son but est de simplifier les schémas électroniques et par conséquent de réduire l'utilisation de composants électroniques, réduisant ainsi le coût de fabrication d'un produit. Il en résulte des systèmes plus complexes et performants pour un espace réduit.

Depuis que l'électronique existe, sa croissance est fulgurante et continue encore aujourd'hui. L'électronique est devenue accessible à toutes personnes ayant l'envie d'y accéder. Ce que nous allons apprendre dans ce travail est un mélange d'électronique et de programmation. Nous allons en effet parler d'électronique embarquée qui est un sous domaine de l'électronique et qui a l'habileté d'unir la puissance de la programmation à la puissance de l'électronique.

### I.1. Définition du module Arduino

Le module Arduino est un circuit imprimé en matériel libre, issu du travail d'une équipe d'enseignants et d'étudiants de l'école de Design d'interaction d'ivrea, les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte, comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée; le modélisme, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art contemporain et le pilotage d'un robot, commande des moteurs et faire des jeux de lumières, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles (modélisme). Chaque module d'Arduino possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE Arduino.

Les projets Arduino peuvent être autonomes, comme ils peuvent communiquer avec d'autres logiciels installés sur l'ordinateur tel que Flash, processing ou MaxMPS, Matlab.

Ces cartes sont faites à base d'une interface entrée/sortie simple et d'un environnement de développement proche du langage [7][8].

## I.2. Les gammes de la carte Arduino

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelques-unes afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique:

- Le NG d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega8.
- L'extrémité d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un Microcontrôleur ATmega8.
- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Nano, une petite carte programme à l'aide porte USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version).
- Le LilyPad Arduino, une conception de minimaliste pour l'application wearable en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- Le NG d'Arduino plus, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega168.
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Duemilanove ("2009"), en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version) et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'Arduino Mega, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O additionnel et mémoire.
- L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega3U4 qui élimine le besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier [9].

Parmi ces types, nous avons choisi une carte Arduino Mega. L'intérêt principal de cette carte est de faciliter la mise en œuvre d'une telle commande qui sera détaillée par la suite.

### I.3.La carte Arduino Mega 2560

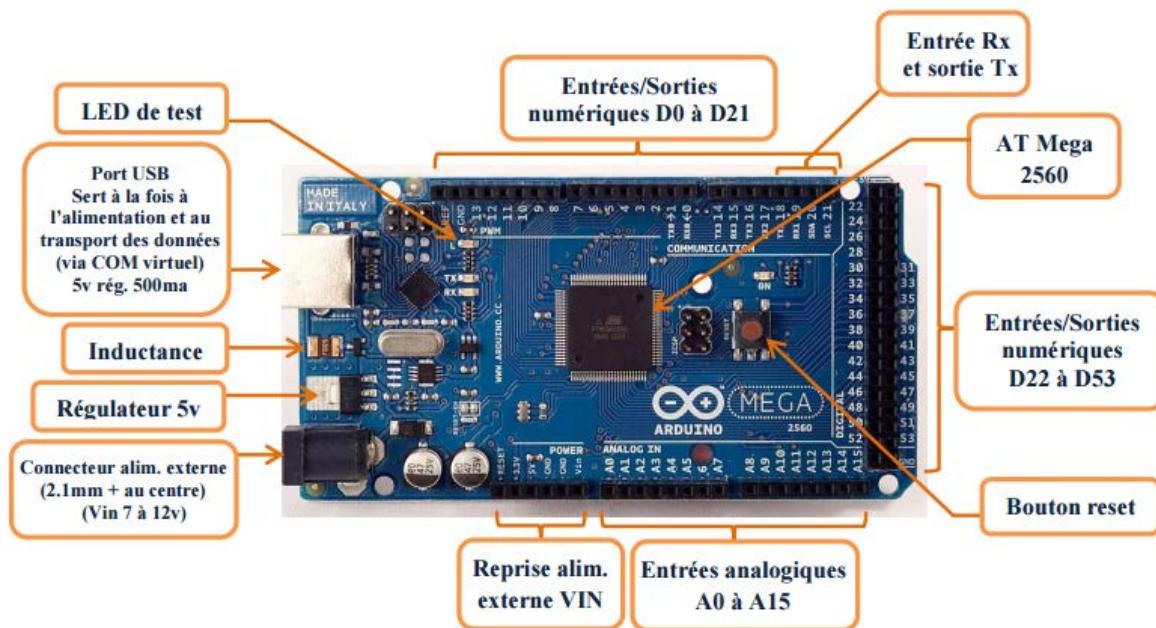


Figure 2: Description de la carte Arduino MEGA 2560

La carte Arduino Mega 2560 est une carte à microcontrôleur basée sur un ATmega2560. Cette carte dispose :

- de 54 broches numériques d'entrées/sorties (dont 14 peuvent être utilisées en sorties PWM (MLI : Modulation de largeur d'impulsion)).
- de 16 entrées analogiques (qui peuvent être utilisées en broches entrées/sorties numériques).
- de 4 UART (port série matériel).
- d'un quartz de 16Mhz.
- d'une connexion USB.
- d'un connecteur d'alimentation jack.
- d'un connecteur ICSP (programmation "in-circuit").
- d'un bouton de réinitialisation (reset).

Elle contient tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement du microcontrôleur ; Pour pouvoir l'utiliser, 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.

## I.4.Caractéristique technique de la carte Arduino Mega 2560

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur ATMEL AVR, et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Le microcontrôleur est préprogrammé avec un bootloader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire.

### I.4.1 Partie matérielle

Généralement tout module électronique qui possède une interface de programmation est basé toujours dans sa construction sur un circuit programmable ou plus.

Microcontrôleur	ATMEGA2560
Tension de fonctionnement	5V
Tension d'alimentation	7 à 12V
Broches E/S numérique	54 (dont 14 disposent de sortie PWM)
Broches d'entrées analogiques	16
Vitesse d'horloge	16 MHz
Mémoire programme Flash	25 6KB dont 8 KB utilisés en bootloader
Mémoire SRAM	8 KB
Mémoire EEPROM	4 KB

Tableau 4: Constitution de la carte Arduino Mega 2560

#### I.4.1.1.Le Microcontrôleur ATmega2560

Un microcontrôleur ATmega2560 est un circuit intégré qui rassemble sur une puce plusieurs éléments complexes dans un espace réduit, c'est le processeur de la carte, s'occupe

de tout ce qui est calculs, exécution des instructions du programme et gestion des ports d'entrée/sortie [10].



*Figure 3: Microcontrôleur ATmega2560*

### **I.4.1.2. Les mémoires**

L'ATmega 2560 à 256Ko de mémoire FLASH pour stocker le programme (dont 8Ko également utilisés par le bootloader), 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).

### **I.4.1.3. Les sources de l'alimentation de la carte**

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.

La carte peut fonctionner avec une alimentation externe de 6 à 20 volts. Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7V, la broche 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 ce dernier. 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 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée).
- **5V**. La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte. 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 ou de tout autre source d'alimentation régulée.

- **3.3V** : Une alimentation de 3.3V 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. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA
- **GND** : Broche de masse (0V).

#### I.4.1.4. 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. 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)`.

De plus, certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- **Communication Série**: Port Série Serial : 0 (RX) et 1 (TX); Port Série Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Port Série Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Port Série Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX).
- **Interruptions Externes**: Broches 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), et 21 (interrupt 2). Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant, ou sur un changement de valeur.
- **Impulsion PWM** (largeur d'impulsion modulée): Broches 0 à 13. Fournissent une impulsion PWM 8-bits à l'aide de l'instruction `analogWrite()`.
- **SPI** (Interface Série Périphérique): Broches 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique).
- **I2C**: Broches 20 (SDA) et 21 (SCL). Supportent les communications de protocole I2C.
- **LED**: Broche 13. Il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche 13.

### I.4.1.5. Broches analogiques

La carte Mega2560 dispose de 16 entrées analogiques, chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (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). Les broches analogiques peuvent être utilisées en tant que broches numériques.

### I.4.1.6. 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 du microcontrôleur. Comme un port de communication virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur, La connexion série de l'Arduino est très pratique pour communiquer avec un PC, mais son inconvénient est le câble USB, pour éviter cela, il existe différentes méthodes pour utiliser ce dernier sans fil.

## I.5. Les Accessoires de la carte Arduino

La carte Arduino généralement est associée aux accessoires qui simplifient les réalisations.

### I.5.1. Communication

Le constructeur a suggéré qu'une telle carte doit être dotée de plusieurs ports de communications ; on peut éclaircir actuellement quelques types.

#### I.5.1.1. Le module Arduino Bluetooth

Le Module Microcontrôleur Arduino Bluetooth est la plateforme populaire Arduino avec une connexion série Bluetooth à la place d'une connexion USB, très faible consommation d'énergie mais aussi très faible portée (sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres), faible débit, très bon marché et peu encombrant.



Figure 4: Module bluetooth pour Arduino

### I.5.1.2. Le module shield Arduino Wifi

Le module Shield Arduino Wifi permet de connecter une carte Arduino à un réseau internet sans fil Wifi.



Figure5: Module wifi pour Arduino

### I.5.1.3. Le Module XBee

Ce module permet de faire de la transmission sans fil, faible distance /consommation /débit/ prix.



Figure 6:Module XBee pour Arduino

## I.5.2. Les drivers

Il existe plusieurs drivers comme des cartes auxiliaires qui peuvent être attachées avec l'Arduino afin de faciliter la commande ; on peut citer quelques types.

### I.5.2.1. Les afficheurs LCD

Les afficheurs LCD sont devenus indispensables dans les systèmes techniques qui nécessitent l'affichage des paramètres de fonctionnement. Ces Afficheurs permettent d'afficher des lettres, des chiffres et quelques caractères spéciaux. Les caractères sont prédéfinis.



Figure 7:Afficheurs LCD

### I.5.2.2. Le relais

C'est un composant qui possède une bobine (électro-aimant) qui est parcourue par un courant électrique agissant sur un ou plusieurs contacts. Le relais est une solution à la commande en puissance. Il assure en outre une isolation galvanique en mettant en œuvre un mouvement mécanique [12].



Figure 8: relais

## II. Les capteurs

Un capteur est une interface entre un processus physique et une information manipulable. Il ne mesure rien, mais fournit une information en fonction de la sollicitation à laquelle il est soumis. Il fournit cette information grâce à une électronique à laquelle il est associé, il existe trois familles de capteurs : [11] [13]

- **Capteurs TOR** : Permettent de détecter un événement ou un objet, le signal électrique en sortie est de type logique (2niveaux logiques 0 ou 1).
- **Capteurs Numériques** : La sortie est une séquence d'états logiques, elle peut prendre une infinité de valeurs discrètes.
- **Capteurs Analogiques** : La sortie est une grandeur électrique dont la valeur est une fonction de la grandeur physique mesurée par le capteur, elle peut prendre une infinité de valeurs continues.

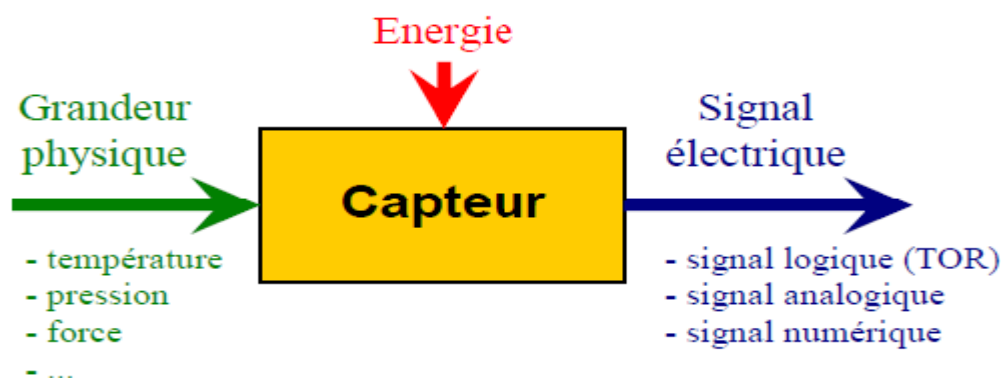


Figure 9: Fonctionnement d'un capteur

### II.1. Capteur de température et d'humidité DHT11

Ce capteur combiné d'humidité relative et de température DHT11 est un appareil de mesure facile à utiliser avec un prix abordable, des températures de 0 à +50°C avec une précision de +/- 2°C et des taux d'humidité relative de 20 à 80% avec une précision de +/- 5% avec une mesure toute les deux secondes. Le DHT11 et ses quatre broches à dimensions standard le rendent à la fois soudable et enfichable.

On peut rencontrer deux types différents du DHT11, un type à quatre broches et l'autre type a trois broches monté sur une petite PCB. La version montée sur PCB est plus pratique car elle comprend une résistance « pull-up » de 10K Ohm montée en surface pour la ligne de signal. Voici les sorties pour les deux versions:

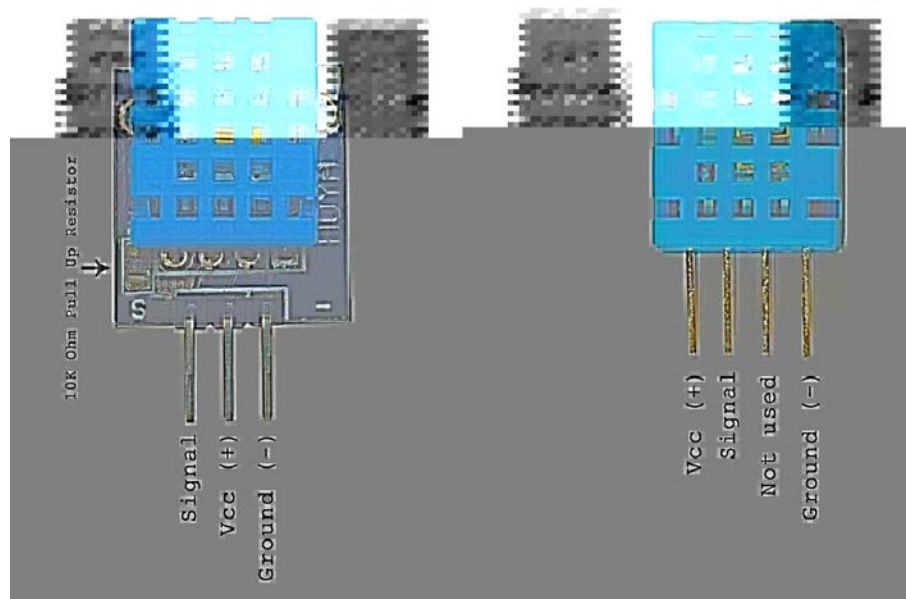


Figure 10: les deux version du capteur DHT11

## II. 2. Capteur de mouvement PIR

Les capteurs PIR (capteur infrarouge passif) permettent de détecter la présence d'humains mobiles dans le champ du capteur. Ils sont utilisés dans divers systèmes de sécurité et détecteurs de mouvements. On en trouve à bas coût, et ils sont très simples à utiliser.

Ces capteurs n'émettent rien, mais au contraire captent les rayonnements infrarouges émis, les êtres vivants à sang chaud passant dans le champ de détection du capteur. Pour élargir la zone de détection, ceux-ci sont souvent recouverts d'une lentille de Fresnel.

Des composants électroniques divers traitent la sortie brute du capteur en lui-même et permettent d'obtenir une sortie numérique en fonction du mouvement détecté.

Pour ce qui est du brochage, ce capteur est composé de trois broches :

- 5V.
- GND.
- DATA.

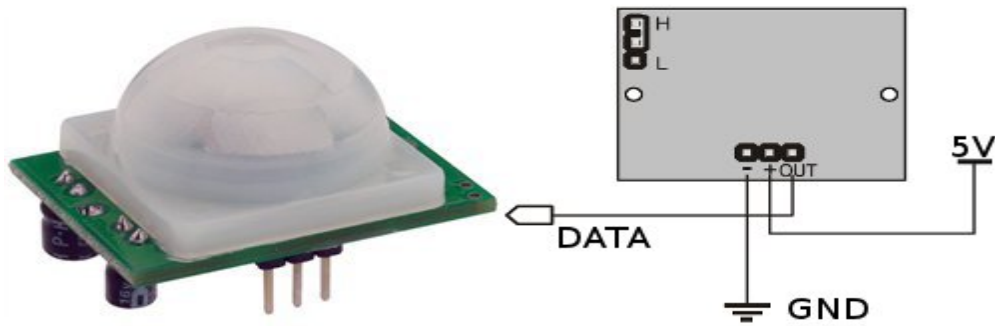


Figure 11: Capteur de mouvement PIR

### II.3. Capteur de GAZ MQ2

Le MQ2 est un capteur qui permet de détecter du gaz ou de la fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Après calibration, le MQ-2 peut détecter différents gaz comme le GPL (LPG), l'i-butane, le propane, le monoxyde de carbone, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées. Il est conçu pour un usage intérieur à température ambiante.

Le MQ2 doit être alimenté en 5V pour le capteur physico-chimique puisse atteindre sa température de fonctionnement. Il dispose d'une sortie analogique et d'un réglage de la sensibilité par potentiomètre.



Figure 12: Capteur de Gaz MQ2

## II.4. Capteur de lumière

Une photorésistance est un composant dont la résistivité dépend de la luminosité. Pour faire simple, c'est une résistance dont la valeur change en fonction de la lumière qu'elle reçoit.

Il existe différents types de photorésistances, chacune ayant des valeurs de résistance différentes en fonction de la luminosité ambiante. Le type le plus classique de photorésistances est de 1M ohms (obscurité) jusqu'à 12K ohms (pleine lumière).

Quand une photorésistance est illuminée, sa résistance diminue. On peut donc utiliser une photorésistance pour mesurer la luminosité ambiante.

Nous pouvons utiliser les photorésistances dans divers domaines et applications, voici quelques exemples :

- Détection du jour et de la nuit.
- Mesure de luminosité ambiante (pour ajuster un éclairage par exemple).
- Suiveur de lumière (pour panneaux solaires, robots, etc..).

Et voici ci-dessous une photorésistance et son symbole. (Figure II 13)

Ainsi que des courbes de la résistivité de chaque type de photorésistance en fonction de la luminescence, où on remarque que plus la luminescence est plus grande la résistivité diminue.

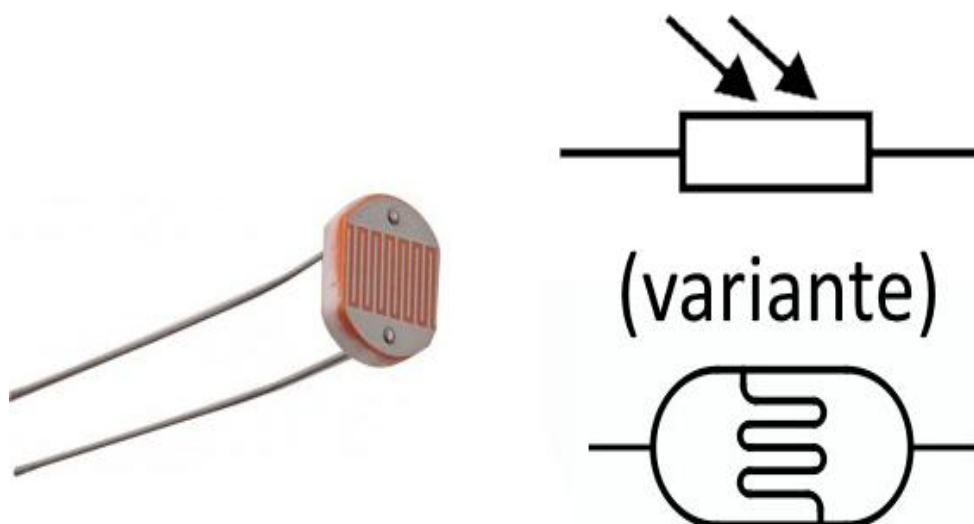


Figure 13: Potorésistance et symbole.

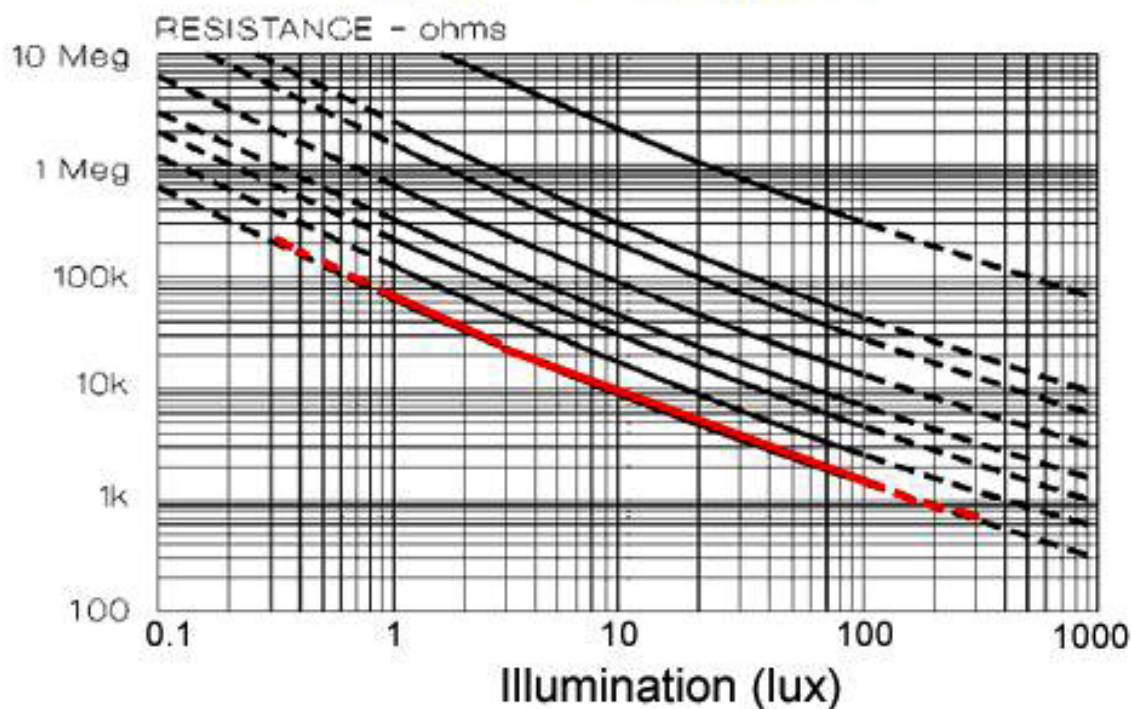


Figure 14: Courbe lumière VS résistance

### III. Partie programme

Une telle carte d'acquisition qui se base sur sa construction sur un microcontrôleur doit être dotée d'une interface de programmation comme est le cas de notre carte. L'environnement de programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).

### L'interface

L'interface du logiciel se présente de la façon suivante :

1. options de configuration du logiciel.
2. boutons pour la programmation des cartes.
3. Zone pour programmer.
4. débogueur (affichage des erreurs de programmation).
5. partie déclaration de variables (globales).

6. Initialisation « Void Setup () {} » : Au démarrage de l'Arduino toutes les instructions comprise entre les deux accolades seront exécuter qu'une seul fois.

7. Boucle principale « Voidloop(){} » : Les instruction sont répéter indéfiniment tant que l'Arduino fonctionne.

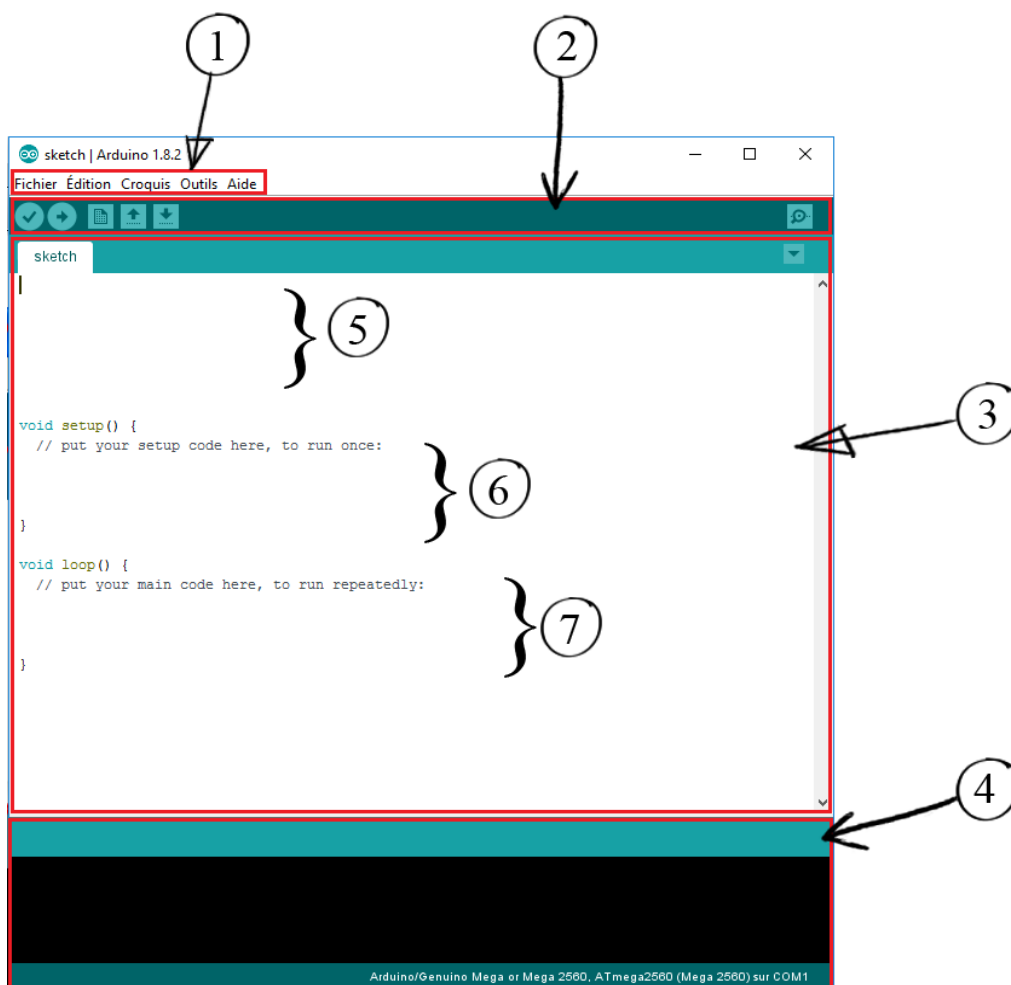


Figure 15 :L'interface du logiciel Arduino

**Les boutons du logiciel**



Figure 16:les boutons du logiciel de programmation

1. Vérifier : permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans le programme.
2. Téléverser : compiler et envoyer le programme vers la carte.
3. Nouveau : créer un nouveau fichier.
4. charger un programme existant.
5. Sauvegarder le programme en cours.
6. Moniteur série : de base sur la carte Arduino on ne peut pas afficher de texte, il faut ajouter un module d'affichage ou bien se servir du moniteur série pour utiliser l'écran de notre ordinateur pour savoir où on en est dans l'exécution du programme

### **III.1. L'environnement de la programmation**

Le logiciel de programmation de la carte Arduino sert d'éditeur de code (langage proche du C). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information ce programme appelé IDE Arduino.

### **III.2. Structure générale du programme (IDE Arduino)**

Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation Arduino basé sur la programmation en C.

### **III.3. Injection du programme**

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino Mega2560) et le numéro de port USB (COM).

### **III.4. Description du programme**

Un programme Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle (ligne par ligne). La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres dans l'ordre défini par les lignes de codes.

Les commentaires sont, en programmation informatique, des portions du code source ignorées par le compilateur ou l'interpréteur, car ils ne sont pas censés influencer l'exécution du programme.

**Définition des variables :** Pour notre montage, on va utiliser une sortie numérique de la carte qui est par exemple la troisième sortie numérique ; cette variable doit être définie et nommée; la syntaxe est pour désigner un nombre entier est **int**.

### **Configuration des entres et des sorties void setup ()**

Les broches numériques de l'Arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées numériques ou en sorties numériques; ici on configure pin en sortie ; pin mode (nom, état).l'etat est soit OUTPUT pour les sorties ou INPUT lorsqu'il s'agit d'entrées.

### **Programmation des interactions voidloop :**

Dans cette boucle, on définit les opérations à effectuer dans l'ordre digitalwrite(nom, état) est une autre des quatre fonctions relatives aux entrées – sorties numériques.

- delay(temps en mili-seconde) est la commande d'attente entredeux instructions.
- chaque ligne d'instruction est terminée par un point-virgule.
- ne pas oublier les accolades qui encadrent la boucle.

## **III.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.

1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE Arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).

On vérifie que notre montage fonctionne

### **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons projeté la lumière sur une carte contrôle qui est l'Arduino donnant ainsi les raisons pour lesquelles on l'a choisie, puis nous avons cité des différents types de cette dernière. Ensuite, nous avons expliqué les deux parties essentielles de l'Arduino; la partie matérielle et la partie programmation. Nous avons également expliqué les différentes options.

Nous avons aussi expliqué le fonctionnement des capteurs et la façon de les intégrer ainsi que leurs accessoires à notre système.

***Chapitre III***  
***Conception et réalisation***

## Introduction

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons à la programmation de la carte Arduino et la simulation du programme, à l'aide du logiciel de simulation ISIS/PROTEUS, avec les différentes bibliothèques, ainsi que la réalisation de la carte.

Le travail qui porte sur la réalisation d'un système de distribution d'énergie pour une maison intelligente nécessite plusieurs capteurs et mécanismes. La programmation de la carte se fait à l'aide du programme ARDUINO.

Une fois la programmation terminée, nous passerons à la simulation grâce au programme ISIS PROTEUS munis de différentes bibliothèques préalablement téléchargées et installées pour la carte ARDUINO et les capteurs.

## Les différentes étapes de la réalisation

Notre travail est basé sur quatre grands axes :

- L'étude du système.
- La programmation du logiciel ARDUINO.
- La simulation avec ISIS PROTEUS.
- La réalisation de la carte.

### I. Etude du système

L'étude de notre système est divisée en 4 parties:

- Détection des gaz dangereux.
- Température.
- Humidité.
- Lumière.
- Détection de présence.

#### I.1. Détecteur de gaz dangereux

Le détecteur de gaz est une partie essentielle dans notre travail. Aujourd'hui, ce type de dispositif est essentiel dans une maison. En effet, il peut réduire le risque de mourir par asphyxie au monoxyde de carbone. Ce capteur est relié à la carte Arduino qui déclenche l'ouverture des fenêtres et la fermeture de la vanne principale de gaz dès l'approche du seuil de gaz maximal

autorisé. C'est aussi grâce à ce programme que les occupants peuvent être prévenus du danger encouru par le déclenchement d'une alarme.

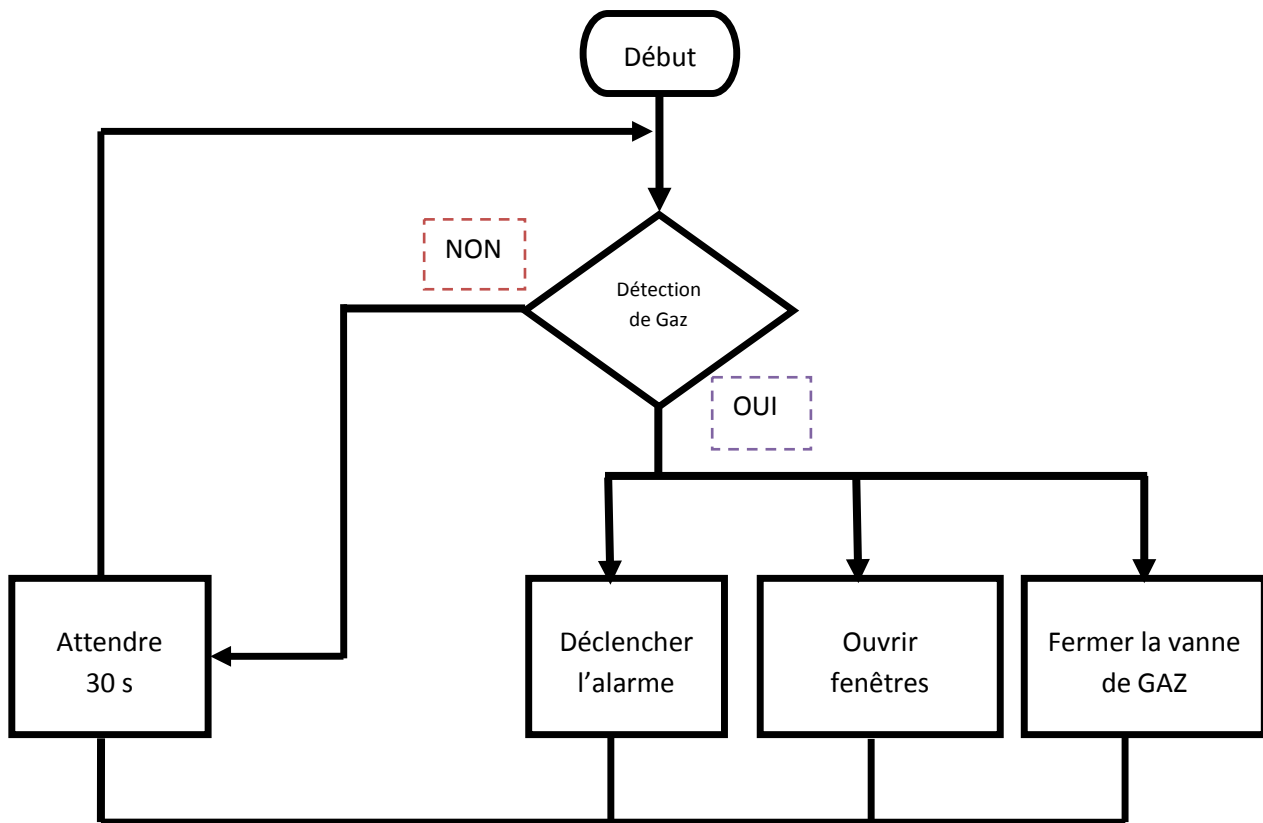


Figure 17: Logigramme de fonctionnement du détecteur de gaz nocif

Le logigramme résume le principe de fonctionnement de notre programme, dès la détection de gaz nocif trois tâches s'exécuteront, la fermeture de la vanne de gaz principale, l'ouverture des fenêtres et le déclenchement d'une alarme pour prévenir les occupants et les riverains.

## I.2. Température

Le mécanisme de régulation de la température dans notre maison est divisé en deux parties. La première en l'absence de personne dans la maison où on cherche à garder une température minimale pour ne pas dégrader ainsi qu'une économie d'énergie, dans la deuxième partie une commande manuelle de la température par l'occupant de la maison, où il peut choisir une plage de température comprise entre 14° et 26° en fonction de ses besoins et de son confort en fonction des saisons, avec une ouverture automatique des fenêtres, en comparant la température extérieure et intérieure, sinon le chauffage sera allumé automatiquement dès le

dépassement de la température minimale dans la maison ,ainsi que le déclenchement de la climatisation en cas de température au-dessus de la température maximale autorisée tout en favorisant les ouvertures pour une meilleure aération de la maison et une économie énergétique, les variables 'A' et 'B' sont les températures maximales et minimales réglables par l'utilisateur grâce à un petit bouton.

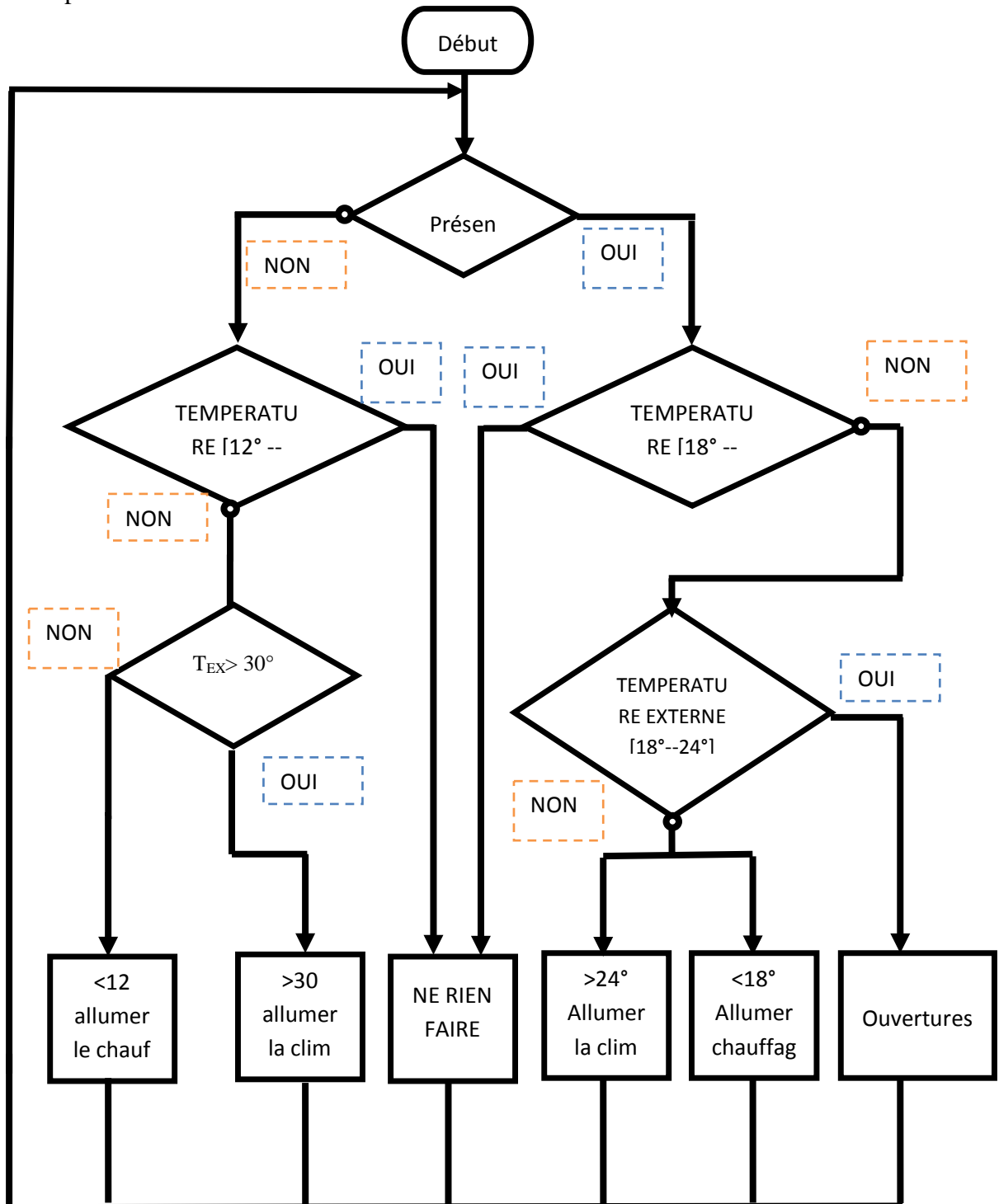


Figure 18: Logigramme de fonctionnement de la température.

### I.3. Humidité

La partie humidité de notre système, est une partie automatique qui protège les occupants d'un milieu trop humide ou bien trop sec, elle est constituée entre autre la carte et des relais, de trois parties qui sont : le capteur d'humidité d'un humidificateur (qui humidifie en cas d'assèchement) et d'un climatiseur qui absorbe l'humidité.

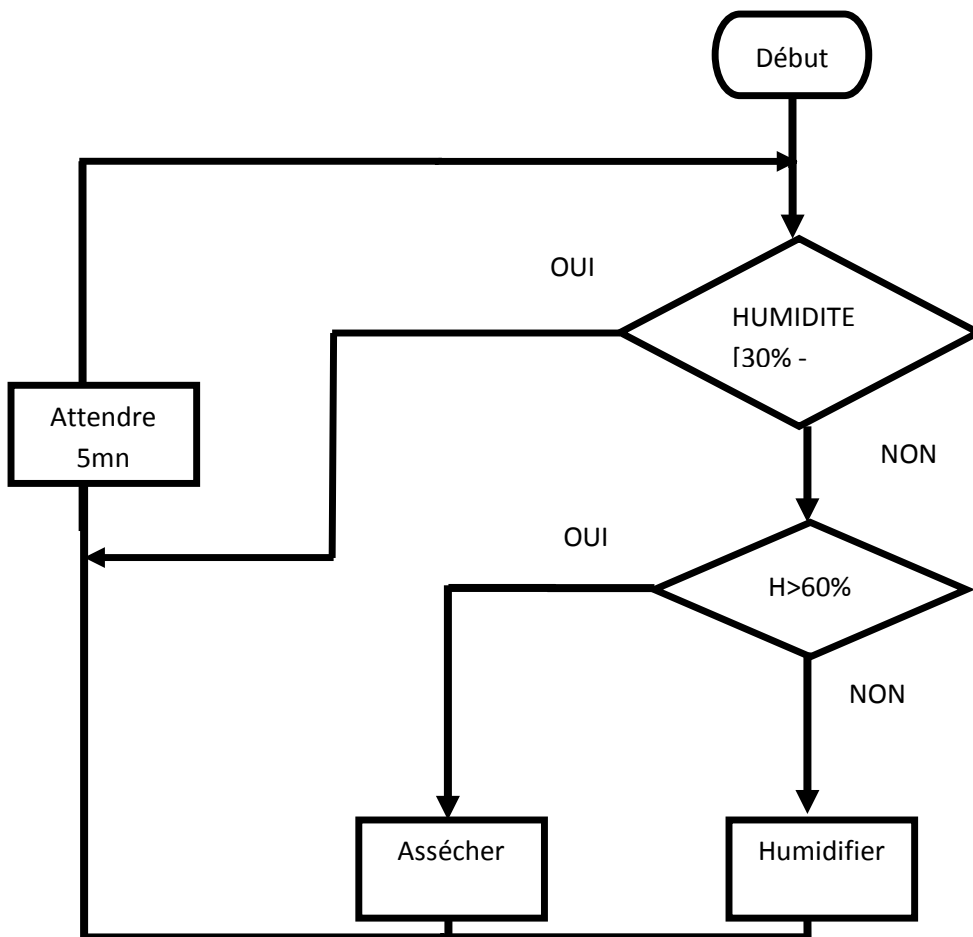


Figure 19: logigramme d'humidité.

### I.4. Détection de présence

La détection de présence est assurée par un capteur PIR basé sur la technologie infrarouge, relié à la carte Arduino, dès la détection de présence il envoie un état logique vers la pine configuré comme entrée.

I.5. Lumière

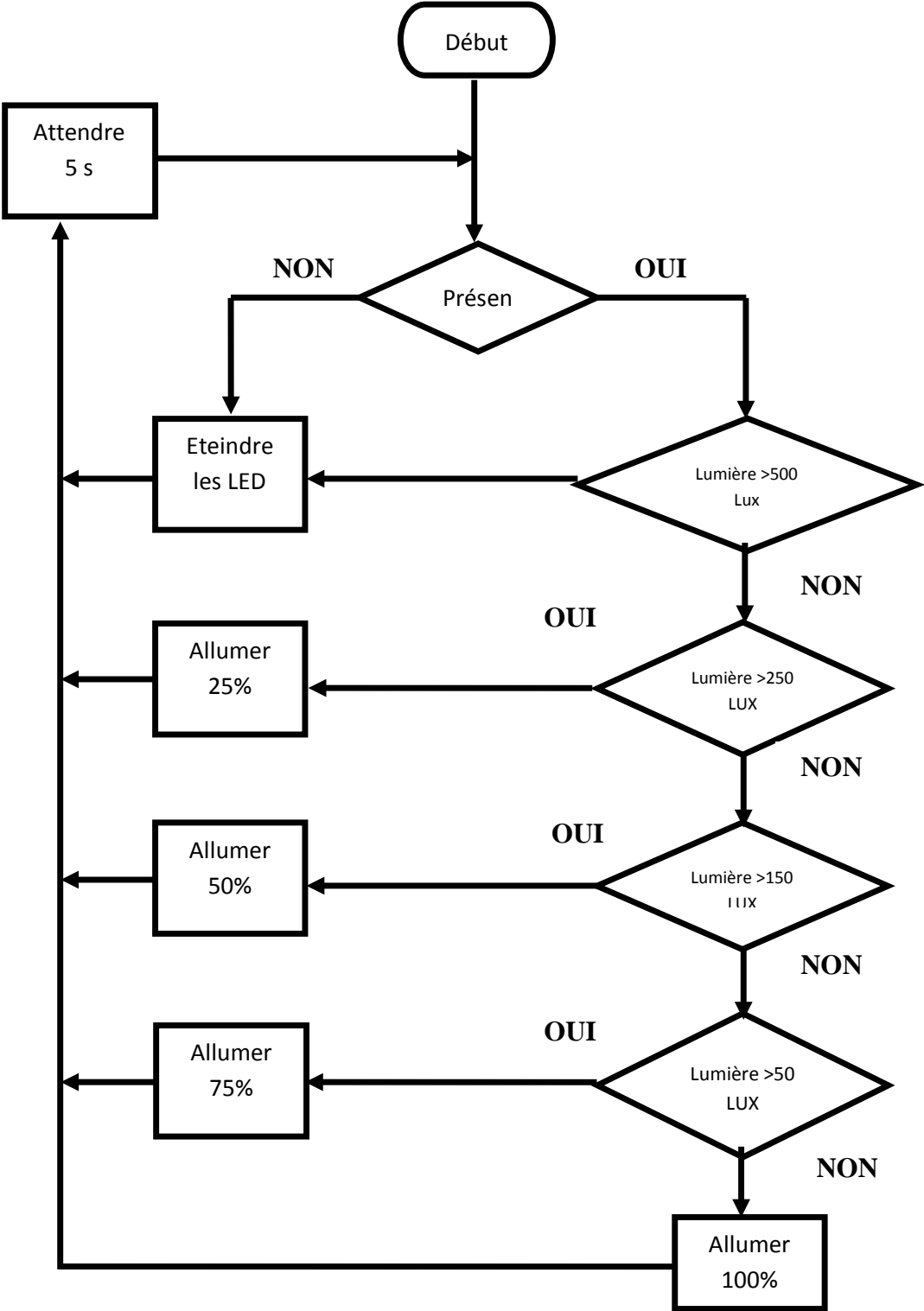


Figure 20: Logigramme de fonctionnement de la lumière.

Comme illustré dans l'organigramme précédent, le principe mis en œuvre pour la gestion d'éclairage repose sur le fait que, pour assurer le confort lumineux nécessaire dans une pièce donnée de la maison, les LED servant à éclairer cette pièce ne s'allument qu'une fois la pièce est occupée et la lumière journalière entrante soit insuffisante pour un bon éclairage, et nous avons eu à utiliser des lampes LED à différents niveaux d'éclairage mais toutes ajustable à quatre états allant du 0 à 100% de la luminescence totale de la lampe.

Et pour réaliser ceci nous avons utilisé deux détecteurs de lumière pour mesurer le niveau d'éclairage à l'extérieur (ouvrir les volets si y a lumière journalière ou fermer s'il n'y a pas) ainsi qu'un autre à l'intérieur pour mesurer la luminescence et régler l'ambiance.

## **II. Programme ARDUINO**

Pour commencer la programmation avec le logiciel ARDUINO préalablement téléchargé et installé, on ouvre un nouveau fichier vide puis on commence la programmation.

Nous commençons par inclure la bibliothèque requise pour nos capteurs, puis on déclare les constantes, les variables et surtout définir les pins de la carte ARDUINO à utiliser avant de passer à la deuxième partie du programme « void setup ». Dans cette partie nous configurons les entrées et les sorties de la carte, les capteurs en entrées, le chauffage, la climatisation ainsi que l'humidification en sortie on passe ensuite à la troisième étape du programme ARDUINO, qui est le programme à exécuter en boucle.

Une fois la programmation terminée, on vérifie le programme avec la commande 'vérifier', et avant de passer à l'étape de téléversement du programme vers la carte on choisit le port vers lequel nous allons la brancher, et nous choisissons le type de carte en notre possession (ARDUINO méga), puis on téléverse le programme grâce à la commande « téléverser ».

## **III. Simulation avec PROTEUS**

Le logiciel PROTEUS est composé de deux modules essentiels :

- L'éditeur de schéma ISIS
- L'outil de conception de circuit imprimé ARES

Dans notre cas on va s'intéresser qu'au module d'édition de schéma ISIS qui va nous permettre de réaliser notre simulation.

### III.1. Présentation de l'interface d'ISIS Proteus 8 Professional

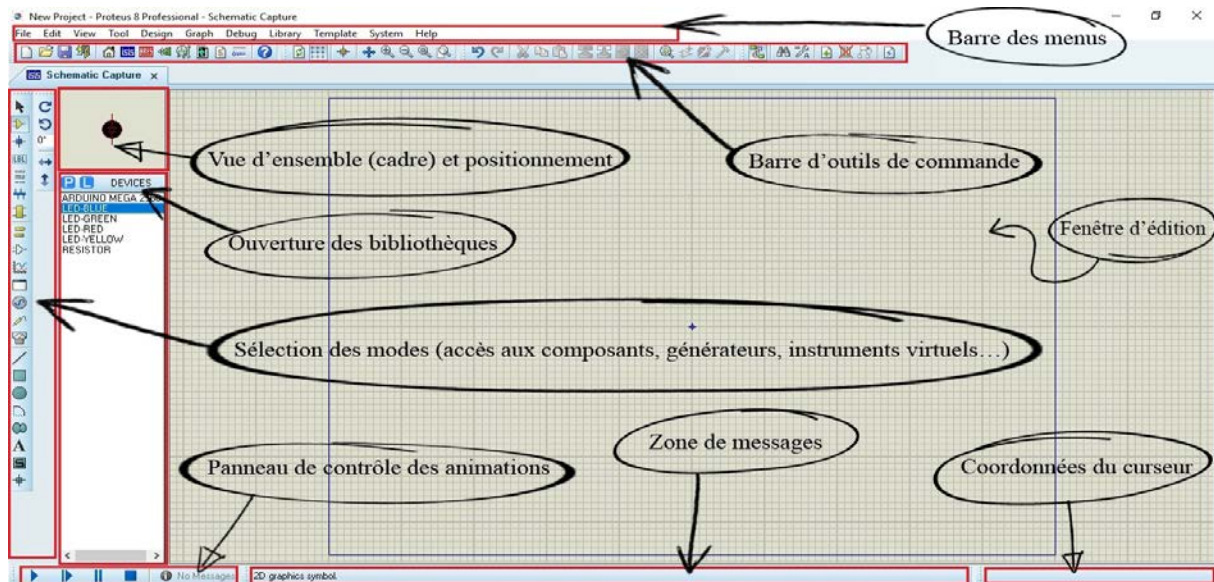


Figure 21: Interface utilisateur ISIS

#### Barre de menus

Elle permet de gérer les travaux (ouverture, sauvegarde...) sur nos fichiers.

#### Barre des outils de commande

Elle reprend ce qui est accessible par les menus (Commandes sur les fichiers, Commandes d'affichage, Commandes Edition, Commandes Outils...)

#### Fenêtre de vue d'ensemble

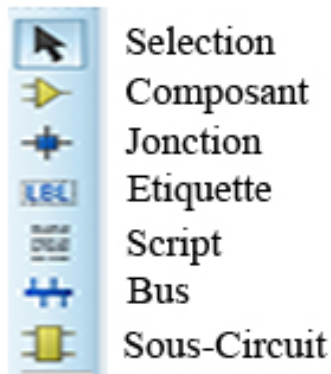
Le cadre en bleu délimite l'espace de travail tel qu'il a été défini par la commande « *set sheet sizes* » du menu « *system* » dans la barre d'outils. Le cadre en vert délimite la zone de travail, c'est à dire la partie du schéma visible dans la fenêtre principale.

On peut déplacer cette zone de travail en pointant la souris sur la zone désirée de la fenêtre de vue d'ensemble et en effectuant un clic gauche.

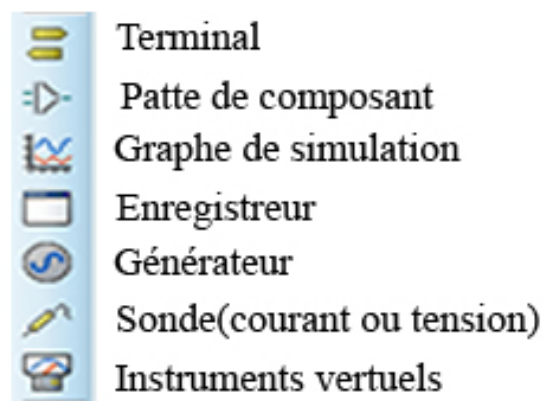
#### Barre d'outils de sélection des Modes

- Mode Principal: permet la sélection des objets, des composants, des nœuds.
- Mode Gadgets: il contient toutes sortes de générateurs, terminal et d'instruments virtuels.
- Mode Graphique: pour écrire des textes et dessiner des traits, des arcs et différentes formes.

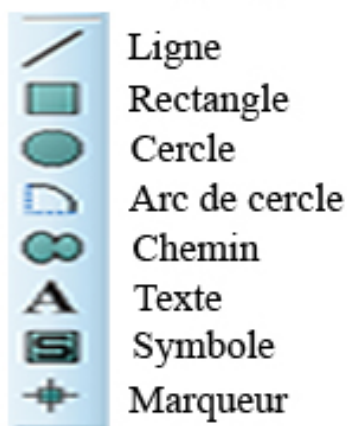
## Mode Principal



## Mode Gadgets



## Mode Graphique



## Orientation d'objets

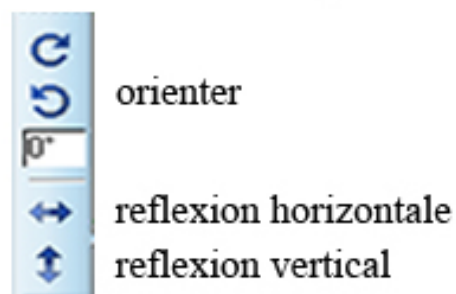


Figure 22: Organisation de Barre d'outils de sélection des Modes ISIS

## Zone d'édition

C'est la zone rectangulaire délimité en bleu, où nous déposons les composants pour dessiner le schéma du modèle a simulé, pour sélectionner un composant nous allons dans la barre d'édition sur « *Component Mode* » puis on sélectionne la lettre « *P* » dans la barre d'outil de sélection, la recherche des composants à utiliser se fait facilement, dans notre cas on aura besoin :

- D'une carte Arduino mega2560.
- Capteur de température et d'humidité DHT11.
- Capteur de présence PIR.
- Photorésistance.
- Capteur de gaz MQ2.
- Moniteur série.
- Résistances.
- LED.
- Potentiomètre.

**Coordonnées du curseur**

Les coordonnées déterminent la position du curseur par rapport à l'origine qui par défaut se trouve au centre de la fenêtre d'édition.

**Panneau de contrôle des animations**

Permet de lancer mettre en pause ou arrêter la simulation.

**Zone de messages**

En positionnant le curseur sur un composant, il affiche le nom et divers informations sur le composant, c'est aussi la zone où est affichée la durée de la simulation.

**III.2. Simulation**

Nous avons d'abord commencé par ramener chaque composant de la bibliothèque, vers la fenêtre d'édition, ensuite nous avons branché les pins, vers les différents composants, comme c'est programmé avec Arduino, en respectant la numérotation et les broches analogiques et numériques de la carte Arduino, et nous avons divisé l'espace de travail en plusieurs parties :

**Lumière**

Dans la partie lumière nous avons utilisé deux photorésistances, l'une pour la lumière extérieure et l'autre pour la lumière intérieure. Et nous varions la luminosité venant de la torche qui se projette sur le devant de la photorésistance, ensuite la carte Arduino reçoit les données sur une broche analogique, et en fonction de cette dernière quatre LED sont commandées, en fonction de la valeur de la photorésistance reçue, l'allumage des lampes est permis que s'il y a une présence dans la pièce.

**Température**

C'est l'une des parties les plus importantes de notre simulation, parce que c'est la partie qui consomme le plus d'énergie si elle est mal gérée.

-Présence égale à « 1 » :

Notre programme va vérifier si la température intérieure est dans l'intervalle [18°-24°] si c'est le cas il ne va rien faire. Il va attendre 2s avant de vérifier à nouveau.

Si la température intérieure n'est pas dans l'intervalle [18-24], notre programme va d'abord vérifier si la température extérieure est dans cet intervalle, si c'est le cas il va ouvrir les ouvertures afin de mettre la maison à la même température que l'extérieur.

Sinon deux cas se présentent, un cas où la température est inférieure à 18° là on allume le chauffage, et l'autre supérieure à 24° où on allume la climatisation.

Présence égale à « 0 » :

Le programme va fermer les ouvertures pour des raisons de sécurité, si la température de la maison est dans l'intervalle  $[12^{\circ}-30^{\circ}]$  la climatisation et le chauffage sont éteint pour économiser de l'énergie, Sinon deux cas se présentent à lui, un cas où la température est inférieure à  $12^{\circ}$  là on allume le chauffage, et l'autre supérieur à  $30^{\circ}$  où on allume la climatisation.

### **Humidité**

Pour cette partie on a fixé un intervalle de confort qui va de 30% à 60%, dans cette plage notre système ne fait rien, mais une fois qu'il y a un dépassement de cet intervalle deux cas s'offre à lui.

Le premier c'est l'humidité supérieure à 60%, là on déclenche le mécanisme d'assèchement.

Le deuxième cas c'est l'humidité inférieure 30%, là on déclenche l'humidificateur.

### **Gaz**

Ce capteur fait partie de la sécurité de la maison, et trois commandes sont directement liées à ce dernier, une électrovanne, une ouverture de fenêtre ainsi qu'une alarme sont déclenchés pour aérer l'espace et prévenir les occupants.

### **Présence**

Le détecteur de présence est le composant dont toutes les parties dépendent, toutes les parties ont deux fonctionnements en absence et en présence d'occupant, en cas d'absence la consommation d'énergie est minimale



#### IV. Réalisation et conception

A défaut de réaliser notre projet et l'installer dans une maison nous l'avons réalisé sur une maquette représentative. Pour commencer la partie réalisation, on a décidé de tester chaque montage à part avant de tout regrouper dans une seule maquette, à la fin avec une carte Arduino Méga 2560.

Pour les tests, on a utilisé une carte ARDUINO nano, très pratique pour les petits circuits, le tout premier test est celui de la lumière, nous avons branché deux photorésistances à la carte Arduino une doit être placée à l'intérieur et l'autre à l'extérieur, en fonction des données récoltées on agit sur les ouvertures des volets et les lampes LED, l'ouverture des volets est autorisée uniquement en cas de présence d'occupant, dans la journée on privilégie la lumière naturel, dans le cas où la lumière est insuffisante on allume un nombre bien déterminé de LED.

Le second test concerne la température et l'humidité, avec deux capteurs de température et d'humidité DHT11 très pratique, ils sont peu coûteux et offrent une précision très acceptable. Le premier placé à l'intérieur le second à l'extérieur, la carte reçoit des données des 2 capteurs et en fonction des comparaisons de température reçue la carte donne des instructions aux différents mécanismes remplacés par des LED de différentes couleurs sur notre maquette.

D'abord le système d'humidité est constitué d'un appareil qui humidifie l'espace de vie en cas d'un assèchement, ou assèche l'espace en cas d'une humidité qui dépasse les normes définies dans les paramètres de la carte. Pour la température, elle est en relation avec les volets et les différentes ouvertures qui s'ouvre dès que la température externe est plus adéquate que la température interne, ou le déclenchement d'un relais qui actionne soit un climatiseur pour faire baisser la température ou le chauffage pour la faire augmenter, les deux vers la plage définie toujours dans les paramètres par les occupants de notre maison, où le déclenchement du mode automatique en cas d'absence d'occupant pour préserver la maison des températures trop élevée ou trop basse qui risque d'abîmer la maison, dans nos tests on s'est assuré du fonctionnement des différents cas de figure en rapprochant nos capteurs des milieux chaud ou froid pour constater le bon fonctionnement de notre système.

Le troisième axe de notre réalisation est le détecteur de gaz, dans notre réalisation on a remplacé le capteur de gaz MQ2 par un switch, pour simuler une détection de gaz on met

notre switch a l'état « 1 » un buzzer et un système de ventilation qui sont remplacés par une LED se déclenche, dans le cas où il y a pas de gaz détectés le switch est à l'état « 0 » donc le système est éteint.

Le dernier paramètre est celui de la détection de présence par infrarouge lorsqu'elle est à « 1 », la carte étudie différents paramètres qui sont la température la lumière et le gaz qui déclenche une série d'actions, quand il y a pas de présence détectée « 0 » le système de lumière est éteint de climatisation est éteinte dans la plage [12-30] pour économiser de l'énergie.

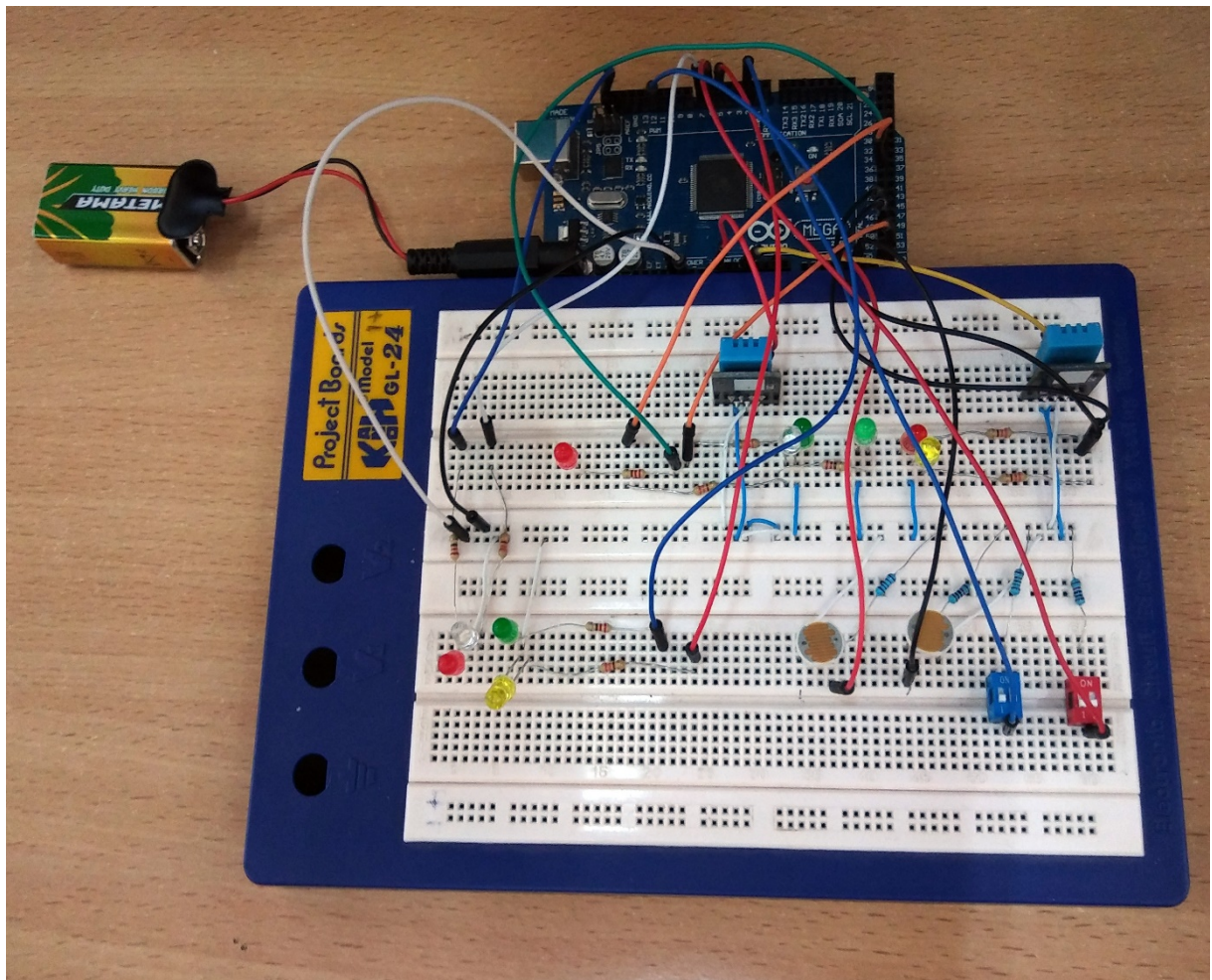


Figure 24: Image de notre réalisation

**Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons fait une étude théorique qui nous a mené à faire une application pratique en passant par les deux logiciels Arduino et Proteus, nous avons programmé la carte Arduino ensuite simulé notre programme dans le logiciel Proteus, en se basant sur des organigrammes élaborés qui nous ont facilité la tâche dans la partie réalisation.

# **Conclusion Générale**

## Conclusion Générale

---

Le travail réalisé dans ce mémoire consiste en la conception et la réalisation d'une carte multifonction pour la commande du confort dans une maison intelligente. En s'appuyant sur le langage Arduino dans l'étude, le module de simulation « Isis Proteus » et de la carte Arduino méga, nous avons conçu un réseau de capteurs qui va assurer cette fonction.

Dans l'étude des conditions de vie, nous avons privilégié les ressources naturelles, en mettant en priorité l'ouverture des fenêtres pour atteindre la plage de température souhaitée à l'allumage du chauffage, ou de la climatisation, pour minimiser la consommation d'énergie. Pour ce qui est de la lumière, nous avons encore une fois essayé de minimiser la consommation d'énergie, premièrement en utilisant des lampes LED à basse consommation, puis en les allumant dans des moments de besoins (une fois la lumière entrante soit insuffisante) pour assurer le confort lumineux de la pièce occupée.

Nous avons ensuite abordé le côté sécurité, dans lequel nous avons proposé d'équiper la maison par des capteurs de gaz pour détecter le moindre dépassement des seuils autorisés. En cas de danger, une électrovanne coupera la vanne de gaz avant que les fenêtres motorisées ne soient ouvertes pour aérer l'espace, ensuite, une alarme sonorisée va être déclenchée pour prévenir les occupants et les riverains.

# **Annexes**

## I. Caractéristiques technique d'un DHT11

Plage de mesure de l'humidité	10 - 90% RH
Erreur de mesure de l'humidité	+ / - 5%
plage de mesure de température:	0 - 50 °C
l'erreur de mesure de la température	+ / - 2 °C
tension de fonctionnement	3.3 - 5v
consommation	2.5 mA
Type de sortie	sortie numérique

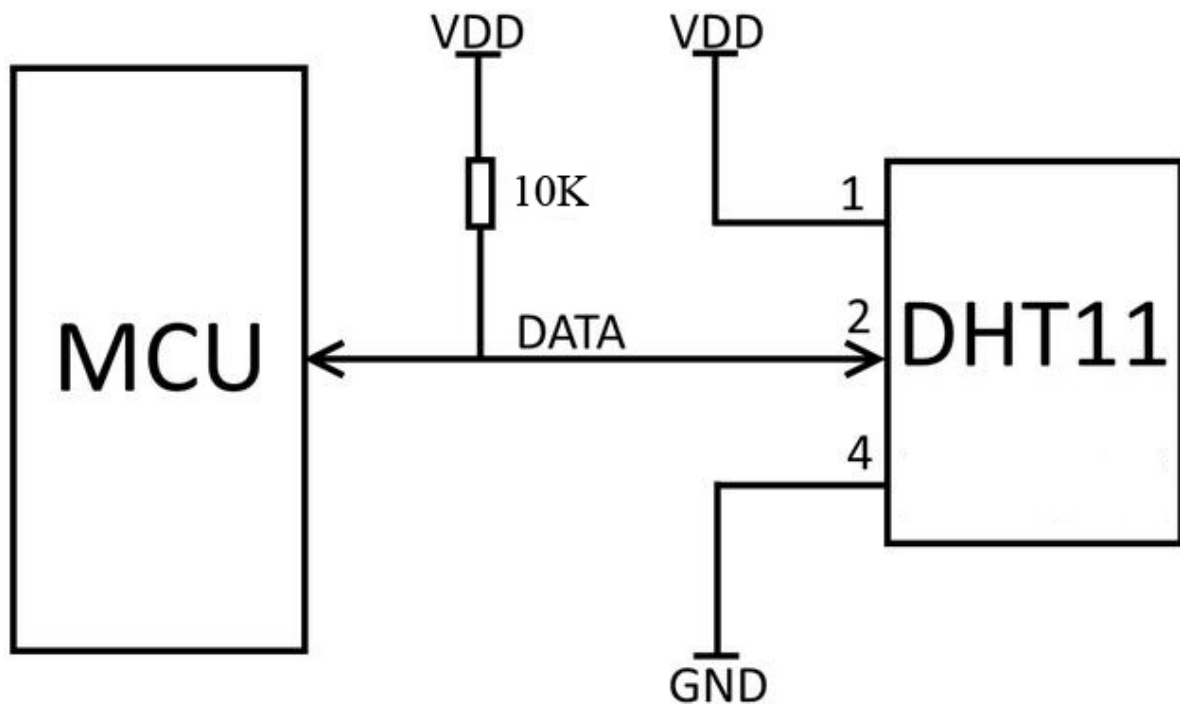


Figure 1: schéma de montage d'un DHT11

## II. Caractéristiques technique d'un capteur de gaz MQ2

Tension de travail	DC 5V
Consommation	150mA
Sortie	analogique

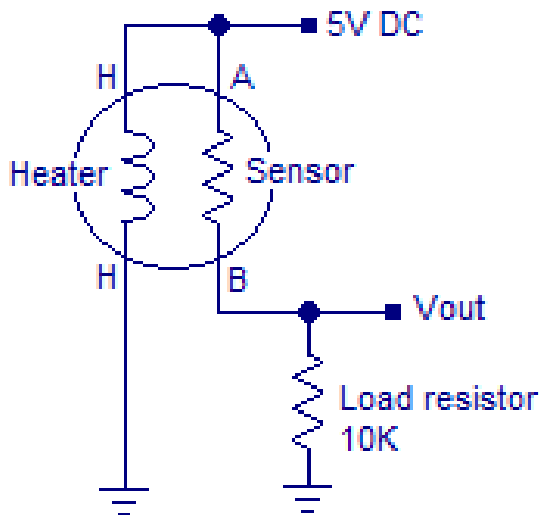


Figure 2 : schéma d'un détecteur de gaz MQ2

## II.1 Calibrer un MQ-2 pour détecter différents gaz

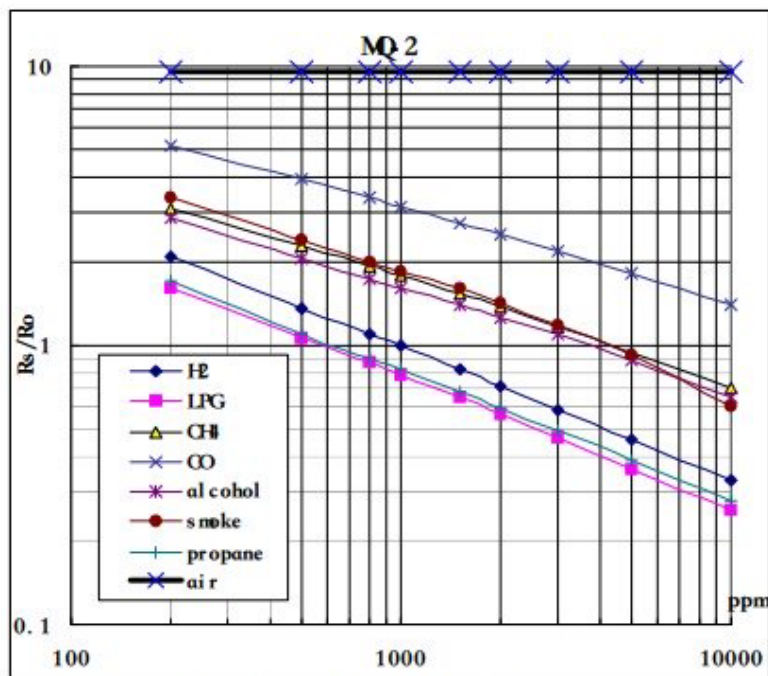


Figure xx : caractéristiques de la sensibilité du MQ-2 (à 20°C)

Pour connaître plus précisément les valeurs du niveau d'émission de gaz, il faut devoir passer par une calibration. il faut s'assurer que le capteur MQ-2 soit placé dans un air pur pour procéder à la calibration.

/\*\*\*\*\*\* Macros liées au matériel \*\*\*\*\*/

```
#define MQ_PIN (0) // Définissez le canal d'entrée analogique que vous allez utiliser
```

```

#define RL_VALUE (5) // Définir la résistance de charge sur le tableau, en kilo ohms
#define RO_CLEAN_AIR_FACTOR (9.83) //RO_CLEAN_AIR_FACTOR=(Sensor resistance in clean air)/Ro,
// Qui est dérivé du tableau dans la fiche technique

/***** Macros liées au logiciel *****/

#define CALIBRATION_SAMPLE_TIMES (50) // Définissez le nombre d'échantillons que vous allez prendre dans
la phase d'étalonnage
#define CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL (500) //Définir le temps interval (en millisecond) entre chaque
échantillon dans la phase de cablibration

#define READ_SAMPLE_INTERVAL (50) // Définissez le nombre d'échantillons que vous allez prendre en
fonctionnement normal

#define READ_SAMPLE_TIMES (5) // Définissez le temps (en milliseconde) entre chaque échantillon dans
fonctionnement normal

/***** Macros liées à l'application *****/

#define GAS_LPG (0)
#define GAS_CO (1)
#define GAS_SMOKE (2)

/*****Globals*****/

float LPGCurve[3] = {2.3,0.21,-0.47}; // deux points sont tirés de la courbe.
// avec ces deux points, une ligne est formée qui est "approximativement équivalente"
// à la courbe d'origine.
// format de données: {x, y, slope}; Point1: (lg200, 0.21), point2: (lg10000, -0.59)float
COCurve[3] = {2.3,0.72,-0.34}; // deux points sont tirés de la courbe.
// avec ces deux points, une ligne est formée qui est "approximativement équivalent"
// à la courbe d'origine.
// format de données: {x, y, slope}; Point1: (lg200, 0.72), point2: (lg10000, 0.15)float
SmokeCurve[3] = {2.3,0.53,-0.44}; // deux points sont tirés de la courbe.
// avec ces deux points, une ligne est formée qui est "approximativement équivalente"
// à la courbe d'origine.
// format de données: {x, y, slope}; Point1: (lg200, 0.53), point2: (lg10000, -0.22)

Flotteur Ro = 10; // Ro est initialisé à 10 kilo ohms
void setup()
{
  Serial.begin(9600); //UART setup, baudrate = 9600bps
  Serial.print("Calibrating...\n");
  Ro = MQCalibration(MQ_PIN); // Calibrage du capteur. Assurez-vous que le capteur est à l'air pur
// lorsque vous effectuez l'étalonnage Serial.print("Calibration is done...\n");

  Serial.print("Ro=");
  Serial.print(Ro);
  Serial.print("kohm");
  Serial.print("\n");
}

void loop()
{
  Serial.print("LPG:");
  Serial.print(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_LPG) );
  Serial.print( "ppm" );
  Serial.print(" ");
  Serial.print("CO:");
  Serial.print(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_CO) );
  Serial.print( "ppm" );
  Serial.print(" ");
  Serial.print("SMOKE:");
  Serial.print(MQGetGasPercentage(MQRead(MQ_PIN)/Ro,GAS_SMOKE) );
  Serial.print( "ppm" );
  Serial.print("\n");
}

```

```
    delay(200);
}
```

```
    /***** MQResistanceCalcul *****/
```

Entrée: raw\_adc - valeur brute lue de adc, qui représente la tension

Sortie: la résistance calculée du capteur

Remarques: Le capteur et la résistance de charge forment un diviseur de tension. Compte tenu de la tension À travers la résistance de charge et sa résistance, la résistance du capteur Pourrait être dérivé. \*\*\*\*\*/

```
float MQResistanceCalculation(int raw_adc)
{
    return (((float)RL_VALUE*(1023-raw_adc)/raw_adc));
}
```

```
    /***** MQCalibration *****/
```

Entrée: mq\_pin - channel analogique

Sortie: Ro du capteur

Remarques: Cette fonction suppose que le capteur est dans l'air pur. Il utilise MQResistanceCalculation pour calculer la résistance du capteur dans l'air pur Puis le divise avec RO\_CLEAN\_AIR\_FACTOR. RO\_CLEAN\_AIR\_FACTOR concerne 10, qui diffère légèrement entre différents capteurs

\*\*\*\*\*/

```
float MQCalibration(int mq_pin)
{
    int i;
    float val=0;

    for (i=0;i<CALIBARAION_SAMPLE_TIMES;i++) { //take multiple samples
        val += MQResistanceCalculation(analogRead(mq_pin));
        delay(CALIBRATION_SAMPLE_INTERVAL);
    }
    val = val/CALIBARAION_SAMPLE_TIMES; //calculate the average value

    val = val/RO_CLEAN_AIR_FACTOR; //divided by RO_CLEAN_AIR_FACTOR yields the Ro
    //according to the chart in the datasheet

    return val;
}

    /***** lire du capteurMQ *****/
```

Entrée: mq\_pin - channel analogique

Sortie: Rs du capteur

Remarques: Cette fonction utilise MQResistanceCalculation pour caculer la résistance du capteur (Rs). La R change à mesure que le capteur est dans le consentement différent de la cible gaz. Les temps d'échantillonnage et l'intervalle de temps entre les échantillons pourraient être configurés En changeant la définition des macros. \*\*\*\*\*/

```
float MQRead(int mq_pin)
{
    int i;
    float rs=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {
        rs += MQResistanceCalculation(analogRead(mq_pin));
        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
    }

    rs = rs/READ_SAMPLE_TIMES;

    return rs;
}
```

```
    /***** MQ avoir le Pourcentage de gaz *****/
```

Entrée: rs\_ro\_ratio - Rs divisé par Ro

Gas\_id - type de gaz cible

Sortie: ppm du gaz cible

Remarques: Cette fonction passe différentes courbes à la fonction MQGetPercentage qui

Calcule le ppm (parties par million) du gaz cible.

\*\*\*\*\*/

```
int MQGetGasPercentage(float rs_ro_ratio, int gas_id)
{
  if ( gas_id == GAS_LPG ) {
    return MQGetPercentage(rs_ro_ratio,LPGCurve);
  } else if ( gas_id == GAS_CO ) {
    return MQGetPercentage(rs_ro_ratio,COCurve);
  } else if ( gas_id == GAS_SMOKE ) {
    return MQGetPercentage(rs_ro_ratio,SmokeCurve);
  }
}

return 0;
}
```

/\*\*\*\*\* MQavoir le pourcentage Percentage \*\*\*\*\*/

Entrée: rs\_ro\_ratio - Rs divisé par Ro

Pcurve - pointeur vers la courbe du gaz cible

Sortie: ppm du gaz cible

Remarques: en utilisant la pente et un point de la ligne. Le x (valeur logarithmique de ppm)

De la ligne pourrait être dérivée si y (rs\_ro\_ratio) est fourni. Comme c'est un

La coordonnée logarithmique, la puissance de 10 est utilisée pour convertir le résultat en non logarithmique valeur.

\*\*\*\*\*/

```
int MQGetPercentage(float rs_ro_ratio, float *pcurve)
{
  return (pow(10,(((log(rs_ro_ratio)-pcurve[1])/pcurve[2]) + pcurve[0])));
}
```

### III. Caractéristiques technique d'un capteur de mouvement PIR

Entrée	Courant continue de 4.5 à 20V
Sortie	High 3.3 V / Low 0V (Détection ou non)
Angle	<100 °
Délai	de 5 à 200 secondes (ajustable)
Portée	de 3 à 7 mètres (ajustable)
Au repos	50 microampères

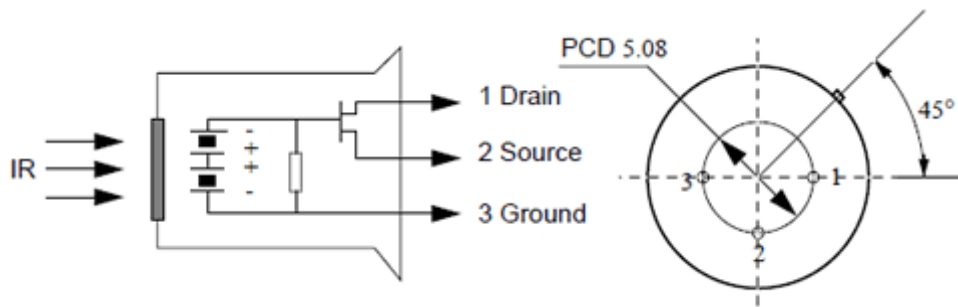


Figure 3 : schéma d'un détecteur de mouvement HC SR-501

## V. Améliorer la sensibilité du montage (pour la détection de lumière)

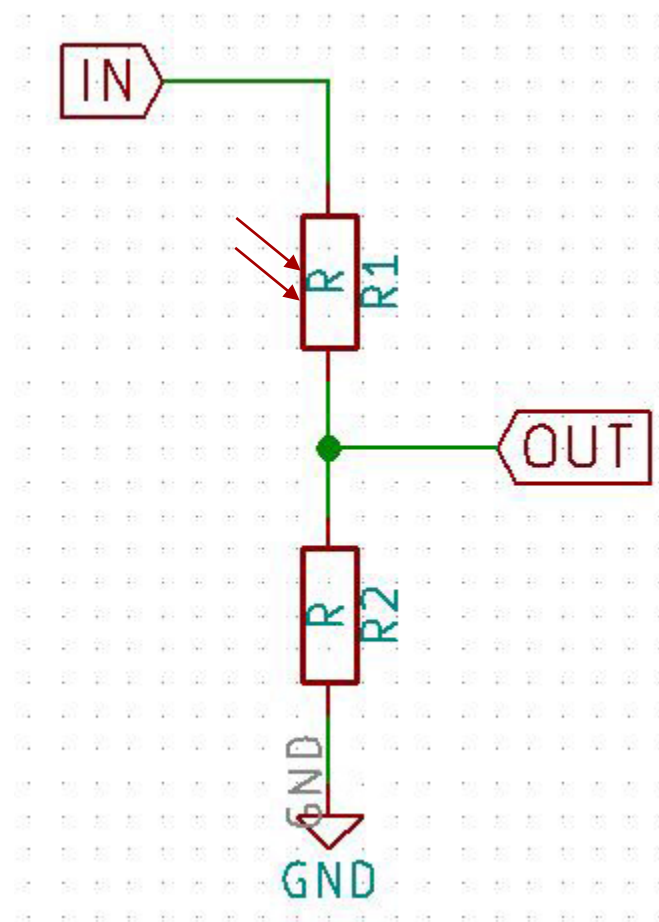


Figure xx ; Schéma d'un pont diviseur de tension

La formule d'un pont diviseur de tension est la suivante :

$$V_{\text{out}} = V_{\text{in}} \left( \frac{R2}{(R1+R2)} \right)$$

Dans notre montage, la résistance R1 est remplacée par une photorésistance. Par conséquent, la valeur de R2 joue énormément sur la sensibilité du montage.

Si la valeur de R2 est négligeable par rapport à la valeur de R1, la photorésistance sera peu sensible, car il faudra atteindre un niveau de luminosité important avant que R2 s'approche de la valeur de R1 et commence à faire une différence dans l'équation.

Au contraire, si la valeur de R2 est non négligeable par rapport à la valeur de R1, la photorésistance sera très sensible, car la moindre différence de luminosité entrainera un changement de la tension en sortie du pont diviseur.

# *Bibliographies*

- [1] Noury, N., Virone, G., Ye, J., Rialle, V., & Demongeot, J. (2003). *Nouvelles directions en habitats intelligents pour la santé*. *ITBM-RBM*, 24(3), 122-135.
- [2] Lehsaini, M. (2009). *Diffusion et couverture basées sur le clustering dans les réseaux de capteurs: application à la domotique* (Doctoral dissertation, Université de Franche-comté. UFR des sciences et techniques).
- [3] Professeur-Grenoble, M. M. T. E. (2009). *Système domotique Multi-Agents pour la gestion de l'énergie dans l'habitat* (Doctoral dissertation, Grenoble INP).
- [4] Oliva, J. P., & Courgey, S. (2010). *L'isolation thermique écologique: conception, matériaux, mise en œuvre: neuf et réhabilitation*. Terre vivante.
- [5] Bodart, M. (2002). *Création d'un outil d'aide au choix optimisé du vitrage du bâtiment, selon des critères physiques, économiques et écologiques, pour un meilleur confort visuel et thermique* (Doctoral dissertation, UCL-Université Catholique de Louvain).
- [6] Touafek, K., Malek, A., & Haddadi, M. (2006). Etude expérimentale du capteur hybride photovoltaïque thermique. *Revue des énergies renouvelables*, 9(3), 143-154.
- [7] Jean-Noël Montagné, « *Initiation à la mise en œuvre matérielle et logicielle de l'Arduino* » Centre de Ressources Art Sensitif novembre 2006.
- [8] S. Landrault, H Weisslinger « *Arduino : Premiers pas en informatique embarquée* » Juin 2014.
- [9] S.V.D.Reyvanth, G.Shirish, « *PID controller using Arduino* ».
- [10] C. Tavernier, « *Arduino applications avancées* ». Version Dunod.
- [11] Eskimon, Olyte « *Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation* ».
- [12] A. Grimault, J. Querard « *Articl Procédé et dispositif de commutation d'un relais électromagnétique* ». EP2312598 A1.
- [13] ASCH, Georges. *Les capteurs en instrumentation industrielle-7ème édition*. Dunod, 2010.

### **Sites et Forums consulté**

<http://www.pont-thermique.fr/>

<http://www.guidefenetre.com/guide/le-double-vitrage.htm>

<http://www.toutsurlisolation.com/Choisir-son-isolant/Les-isolants>

<https://chauffage.ooreka.fr/astuce/voir/254367/quelle-est-la-temperature-ideale-dans-chaque-piece-en-hiver>

## **Résumé**

Dans ce travail nous avons conçu un système pour une maison intelligente écologique avec un système de panneaux hybrides photovoltaïque thermique, avec les capteurs PIR, MQ2, DHT11, Photorésistance.

Ce système de domotique combine différents paramètres tels que la température, l'humidité, la lumière et la détection de gaz, en utilisant le logiciel de programmation Arduino et le logiciel Isis Proteus pour la partie simulation ainsi que de la carte Arduino mega 2560 pour la réalisation du système.

## **Mots clés**

- Arduino
- Mega 2560
- Capteurs
- Domotique
- Maison intelligente
- Isis proteus
- Conception
- Réalisation
- Simulation
- Ecologique
- Panneaux hybrides
- Photovoltaïque
- Ecologique
- Economie énergétique