

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

## **UNIVERSITÉ IBN-KHALDOUN DE TIARET**

**FACULTÉ DES SCIENCES APPLIQUÉES**  
**DÉPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE**



# **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Pour l'obtention du diplôme de Master**

**Domaine : Sciences et Technologie**

**Filière : Electronique**

**Spécialité : Electronique Des Systèmes embarqués**

## **THÈME**

Etude et réalisation d'un système de détection à base d'une carte arduino pour le contrôle d'un lieu communicant.

**Préparé par : Mr GAAMOUCI ABDELWAHAB**  
**Mr YAHY Mohammed**

**Devant le Jury :**

<b>Nom et prénoms</b>	<b>Grade</b>	<b>Qualité</b>
<b>Mr SAHLI.B</b>	Pr	Président
<b>Mr BENABID.H</b>	MCA	Examineur
<b>Mr KOUDRIA. M</b>	MCA	Encadreur

**2019/2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ  
مَنْ كَفَرَ بِاللَّهِ مِنْ بَعْدِ إِيمَانِهِ سَاءَ مَا يَحْكُمُ اللَّهُ بِهِ الْعَاقِبَةَ  
مَنْ كَفَرَ بِاللَّهِ مِنْ بَعْدِ إِيمَانِهِ سَاءَ مَا يَحْكُمُ اللَّهُ بِهِ الْعَاقِبَةَ

# REMERCIEMENTS

Je remercie Allah qui m'a aidé pour faire le présent travail.

On tient à remercier notre encadreur de Projet de Fin d'Etude Mr Kouadria pour le soutien technique et moral qu'il nous accordé tout le long de notre mémoire.

On le remercie et lui témoigne de notre gratitude pour ses conseils et ses remarques constrictives, sa grande disponibilité, sa gentillesse, et ses encouragements dans les moments difficiles.

On remercie aussi tous l'encadrement du département de génie électrique et en particulier nos enseignants qui ont assuré notre formation d'Electronique.

On tient à remercier Mr SAHLI.B de présider le jury de notre mémoire.

Nous tenons également à adresser nos remerciements à Mr BENABID.H et Mr Kouadria.M pour être parmi les jurées.

Mes remerciements vont également à mes chers parents : ma Mère et mon Père, mes sœurs, mes frères, à tous mes amis.

## دراسة ، محاكاة وانجاز نظام كشف قائم على لوحة اردوينو للتحكم في مكان متصل

**ملخص** يحقق التطور التكنولوجي تقدماً ملحوظاً في استغلال الأشياء المتصلة في بعض البلدان المتقدمة في العالم ، مثل الصين وإنجلترا والولايات المتحدة. من بين البلدان النامية الأخرى ، وخاصة في الجزائر ، المشاركة منخفضة إلى حد كبير. ويرجع ذلك إلى عدة أسباب، ومن بينها الافتقار إلى الإمكانيات المالية التي هي دائماً مكبح لغالبية المواطنين الجزائريين ولن تجد مساحة المعيشة الراحة الكاملة حتى لو تم تثبيت هذا النوع من التكنولوجيا .

على ضوء هذه المشاكل قمنا بهذا العمل الذي يهدف إلى التحكم في نظام المنزل الذكي، مما يسمح ، بشكل أساسي ، بتقليل استهلاك الطاقة ، لتوفير الراحة والأمان للسكان. وهكذا ، من خلال دوائر الكشف ، من الممكن قياس محتوى الرطوبة داخل المكان، للهب في حالة نشوب حريق ، تسرب الغاز ودرجة الحرارة داخل المكان. بالإضافة إلى ذلك ، يتم التحكم في شدة مصابيح الإضاءة. لذلك يتم التحكم في كل هذه الوظائف بواسطة نظام قائم على لوحة Arduino

**الكلمات الجوهرية** اردوينو ، محاكاة ، كشف ، منزل ، ذكي ، رطوبة ، درجة حرارة

### **Study, simulation and realization of a detection system based on an arduino board for the control of a communicating locus**

**Abstract** Technological development is bringing remarkable progress in the exploitation of connected objects in certain developed countries of the world, namely China, England, the American state. Among other developing countries, especially in Algeria, participation is considerably low. This is due to several reasons, among which the lack of financial means which are always an obstacle for the majority of Algerian citizens and the living space will not find complete comfort even if this type of technology is installed.

In light of these problems, We have achieved this work which aims to control a smart home system, which allows, mainly, to reduce energy consumption, to bring comfort and safety to occupants. Thus, through detection circuits, it is possible to measure the humidity content of the enclosure, the flame in the event of a fire, gas leaks, the temperature inside the place. In addition, the intensity of the lighting lamps is controlled. So all of these functions are controlled by an Arduino board based system.

**Keywords** Arduino, simulation, détection, home, smart, humidity, temperature

### **Etude, simulation et réalisation d'un système de détection à base d'une carte arduino pour le contrôle d'un lieu communicant.**

**Résumé** Le développement technologique apporte un progrès remarquable dans l'exploitation des objets connectés chez certains pays développés du monde, à savoir la Chine, l'Angleterre, l'Etat Américain. Chez d'autres en développement, plus particulièrement en Algérie, la participation est considérablement faible. Cela est dû à plusieurs raisons, parmi lesquelles le manque de moyens financiers qui sont toujours un frein pour la majorité des citoyens Algériens et l'espace d'habitation ne trouvera pas complètement le confort même si ce type de technologie est installé.

À la lumière de ces problèmes, nous avons réalisé ce travail qui vise à contrôler un système d'une maison intelligente, ce qui permet, principalement, de réduire la consommation d'énergie, d'apporter le confort et la sécurité aux occupants. Ainsi, à travers des circuits de détection, il est possible de mesurer la teneur en humidité de l'enceinte, la flamme dans le cas d'incendie, les fuites de gaz, la température à l'intérieur du lieu. De plus, l'intensité des lampes d'éclairage est contrôlée. Donc, toutes ces fonctions sont contrôlées par un système à base d'une carte Arduino.

**Mots-clés** Arduino, simulation, détection, maison, intelligent, humidité, température

# LISTE DES FIGURES

## CHAPITRE I :

<b>Figure I.1</b> Exemple de lieux intelligents .....	20
<b>Figure I.2</b> Représentation schématique d'une organisation générale d'un lieu intelligent .....	22
<b>Figure I.3</b> Liste de quelques circuits d'entrées .....	23
<b>Figure I.4</b> Exemple de cartes de développements électroniques à base de microcontrôleurs ..	24
<b>Figure I.5</b> Liste de quelques circuits de sorties.....	24
<b>Figure I.6</b> Maison solaire intelligente .....	25
<b>Figure I.7</b> Exemple de taux de pénétration des équipements technologiques connectés dans certains pays.....	26

## CHAPITRE II :

<b>Figure II.1</b> schéma représente différente types de carte Arduino .....	29
<b>Figure II.2</b> schema represente differente carte Arduino .....	30
<b>Figure II.3</b> Schéma représente la description de carte Arduino uno.....	32

## CHAPITRE III :

<b>Figure III.1</b> Schéma représente les types des circuits étudiés .....	36
<b>Figure III.2</b> Schéma synoptique Sans carte Arduino .....	37
<b>Figure III.3</b> Schéma synoptique de circuit détecteur de température .....	37
<b>Figure III.4</b> Schéma du circuit de détecteur de température .....	38
<b>Figure III.5</b> Brochage de LM35 .....	39
<b>Figure III.6</b> Brochage de LM358.....	39
<b>Figure III.7</b> Brochage de transistor 2N2222 .....	39
<b>Figure III.8</b> Schéma synoptique de circuit détecteur d'humidité .....	41
<b>Figure III.9</b> Schéma du circuit de détecteur d'humidité.....	41
<b>Figure III.10</b> Capteur d'humidité résistive.....	42
<b>Figure III.11</b> Schéma synoptique de circuit détecteur de Gaz .....	43
<b>Figure III.12</b> Schéma de circuit détecteur de Gaz. ....	43
<b>Figure III.13</b> Schéma synoptique de circuit détecteur de Flamme .....	44
<b>Figure III.14</b> Schéma d'un circuit détecteur de Flamme. ....	44
<b>Figure III.15</b> Schéma synoptique de circuit gradateur de lumière .....	45
<b>Figure III.16</b> Schéma de circuit d'un gradateur de lumière .....	45
<b>Figure III.17</b> Brochage de triac BT136.....	47
<b>Figure III.18</b> Schéma de circuit de puissance d'un détecteur de température .....	47
<b>Figure III.19</b> Schéma de circuit de puissance d'un détecteur d'humidité .....	48
<b>Figure III.20</b> Schéma de circuit de puissance d'un détecteur de Gaz.....	48
<b>Figure III.21</b> Schéma de circuit de puissance d'un détecteur de Flamme .....	48
<b>Figure III.22</b> Schéma de circuit de puissance d'un Gradateur de lumière.....	48

<b>Figure III.23</b>	Schéma synoptique avec carte Arduino .....	49
<b>Figure III.24</b>	Schéma synoptique du circuit détecteur de température et d'humidité .....	49
<b>Figure III.25</b>	Schéma électronique générale de système .....	51
<b>Figure III.26</b>	Afficheur LCD à logique intégré 02 lignes x 16 colonnes.....	52
<b>Figure III.27</b>	Montage du Module I2C avec l'afficheur LCD et leurs caractéristique .....	53
<b>Figure III.28</b>	Capteur de température et d'humidité DHT11.....	54
<b>Figure III.29</b>	Ventilateur de pc 12v .....	54
<b>Figure III.30</b>	Schéma synoptique de circuit détecteur de gaz .....	55
<b>Figure III.31</b>	Capteur de gaz/fumée MQ-2 .....	55
<b>Figure III.32</b>	Moteur à courant continu .....	56
<b>Figure III.33</b>	Circuit intégrée L293D.....	56
<b>Figure III.34</b>	Les pins de L293D .....	57
<b>Figure III.35</b>	Technique de modulation de Largeur d'impulsion(PWM) .....	57
<b>Figure III.36</b>	Buzzer.....	58
<b>Figure III.37</b>	Schéma synoptique de circuit détecteur de flamme.....	58
<b>Figure III.38</b>	capteur de flamme.....	59
<b>Figure III.39</b>	Schéma synoptique d'un circuit détecteur de lumière .....	59
<b>Figure III.40</b>	Schéma électronique du circuit détecteur de lumière .....	59
<b>Figure III.41</b>	Photorésistance (LDR) .....	60
<b>Figure III.42</b>	Courbe de sensibilité en fonction de la longueur d'onde de la lumière .....	60
<b>Figure III.43</b>	Schéma synoptique d'un circuit détecteur de mouvement .....	60
<b>Figure III.44</b>	Capteur de mouvement (PIR).....	61
<b>Figure III.45</b>	Schéma synoptique d'un circuit détecteur de niveau d'eau .....	62
<b>Figure III.46</b>	Schéma représente un exemple d'un relai avec des caractéristiques.....	63
<b>Figure III.47</b>	Schéma représente les broches d'un relai.....	63
<b>Figure III.48</b>	Schéma synoptique de circuit gradateur de lumière .....	64
<b>Figure III.49</b>	Schéma du Circuit gradateur de lumière .....	64
<b>Figure III.50</b>	Module d'un gradateur de lumière.....	65

#### CHAPITRE IV :

<b>Figure IV.1</b>	Structure d'un programme en Arduino .....	69
<b>Figure IV.2</b>	Représentation par une photo du logiciel Proteus.....	69
<b>Figure IV.3</b>	Organigramme de fonctionnement de notre projet sans carte Arduino .....	70
<b>Figure IV.4</b>	Organigramme de fonctionnement de notre projet avec carte Arduino .....	70
<b>Figure IV.5</b>	Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de température et d'humidité .....	71
<b>Figure IV.6</b>	Résultat de simulation de circuit détecteur de température et d'humidité.....	72
<b>Figure IV.7</b>	Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de gaz.....	73
<b>Figure IV.8</b>	Résultat de simulation de circuit détecteur de gaz.....	73
<b>Figure IV.9</b>	Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de flamme .....	74
<b>Figure IV.10</b>	Résultat de simulation de circuit détecteur de flamme.....	75
<b>Figure IV.11</b>	Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de mouvement.....	76
<b>Figure IV.12</b>	Résultat de simulation de circuit détecteur de mouvement .....	77

<b>Figure IV.13</b> Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de niveau d'eau .....	78
<b>Figure IV.14</b> Résultat de simulation de circuit détecteur de niveau d'eau.....	79
<b>Figure IV.15</b> Organigramme de fonctionnement de circuit de commande à distance.....	80
<b>Figure IV.16</b> Résultat de simulation de circuit de commande à distance .....	81
<b>Figure IV.17</b> Organigramme de fonctionnement de Fonction pilotage par réseaux.....	83
<b>Figure IV.18</b> Résultat de simulation de circuit de fonction de pilotage par réseaux .....	83

## **CHAPITRE V :**

<b>Figure V.1</b> Organigramme représente le fonctionnement général du systeme .....	86
<b>Figure V.2</b> Photos de la phase de réalisation de maison intelligente .....	88
<b>Figure V.3</b> choix de type de carte arduino.....	89
<b>Figure V.4</b> choix de serial port.....	90
<b>Figure V.5</b> Téléversement de programme vers la carte Arduino .....	90
<b>Figure V.6</b> Photos de la phase de réalisation des fonctions d'acquisition .....	91
<b>Figure V.7</b> Photos de la phase de réalisation des fonctions détection de gaz.....	91
<b>Figure V.8</b> Photos de la phase de réalisation des fonctions détection de mouvement.....	91
<b>Figure V.9</b> Photos de la phase de réalisation de fonction d'éclairage .....	92
<b>Figure V.10</b> Photos de la phase de réalisation de fonction de détection niveau d'eau .....	92
<b>Figure V.11</b> Interface graphique .....	93

# LISTE DES TABLEAUS

## CHAPITRE I :

<b>Tableau I.1</b> Les éléments de base pour le fonctionnement d'un lieu intelligent .....	22
--	----

## CHAPITRE II :

<b>Tableau II.1</b> Avantages et Inconvénients de différentes cartes de type Arduino .....	29
<b>Tableau II.2</b> Tableau comparatif des différentes cartes Arduino .....	30
<b>Tableau II.3</b> Caractéristiques de quelques cartes de développement de type Arduino les plus utilisées .....	31

## CHAPITRE III :

<b>Tableau III.1</b> Tableau représente les caractéristiques d'un LDR (PGM5506) .....	46
<b>Tableau III.2</b> Le fonctionnement de moteur DC en utilisant le composant L293D .....	57
<b>Tableau III.3</b> tableau comparative entre circuit sans et avec carte arduino .....	66

## CHAPITRE V :

<b>Tableau V. 1</b> tableau représente l'étude économique des circuits .....	94
--	----



# Table des matières

Résume .....	4
Liste des Figures .....	5
Liste des Tableaux.....	8
Table des matièrs.....	9
Introduction générale.....	14
<b>Chapitre I : Généralités sur les lieux intelligents</b> .....	17
I.1.Introduction.....	18
I.2.Définitions .....	18
I.2.1.Lieu.....	18
I.2.2.Intelligence.....	18
I.2.3.Lieu intelligent .....	18
I.2.4.Système.....	18
I.2.5.Capteur.....	18
I.2.6.Actionneur .....	18
I.2.7.Technologie .....	18
I.2.8.Carte Arduino.....	19
I.3.Types de lieux intelligents .....	19
I.4.Contexte historique et son évolution [1] .....	20
I.5.Cadre général d'un lieu intelligent.....	20
I.6.Principe de fonctionnement .....	21
I.7.Organisation générale d'un lieu intelligent.....	22
I.7.1.Les circuits d'entrées.....	22
I.7.2.La partie de commande .....	23
I.7.3.Les circuits de sortie.....	24

I.8.Nouvelles technologies mises en œuvre.....	25
I.8.1.En Algérie .....	25
I.8.2.Au pays étrangers.....	26
I.9.conclusion.....	26
<b>Chapitre II : Présentation de la carte Arduino .....</b>	<b>27</b>
II.1- Introduction .....	28
II.2. Définition et domaines d'utilisation.....	28
II.2.1. Définition de carte Arduino.....	28
II.2.2. Les domaines d'utilisation d'Arduino .....	28
II.3.Avantages et inconvénients .....	28
II.4. Différents types de carte Arduino .....	29
II.4.1. Différents types .....	29
II.4.2. Différents cartes Arduino .....	30
II.4.3. La comparaison entre les différentes cartes Arduino.....	30
II.5. Caractéristiques d'une carte Arduino.....	31
II.6. Description de la carte Arduino .....	31
II.6.1.Le Microcontrôleur principal.....	32
II.6.2.Le Microcontrôleur secondaire.....	32
II.6.3.Regulateur de tension 5V/3.3V.....	33
II.6.4.Les diodes électroluminescentes.....	33
II.6.5. Port USB.....	33
II.6.6. jack d'alimentation (power jack) .....	33
II.6.7. Botton redémarrage (RESET).....	33
II.6.8. Circuit intégrée LM358.....	33
II.6.9. Port de programmation série(ICSP).....	33
II.6.10. Port de puissance.....	33

II.6.11. Port d'entrée analogique.....	34
II.6.12. Port d'entrée/sortie numérique.....	34
II.7.Conclusion.....	34
<b>Chapitre III : Etude et conception du système du lieu intelligent</b> .....	<b>35</b>
III.1.Introduction .....	36
III.2. Circuits étudiés du projet .....	36
III.2.1 Circuit sans carte Arduino.....	36
III.2.1.1 Schéma synoptique .....	36
III.2.1.2. Circuit de détections .....	37
Cas1.Circuit Détecteur de température .....	37
Cas 2.Circuit Détecteur d'humidité .....	41
Cas 3.Circuit Détecteur de Gaz .....	42
Cas 4.Circuit détecteur de Flamme.....	44
Cas 5.Circuit Gradateur de lumière .....	45
III.2.3.circuit de puissance.....	47
Cas 1.Circuit Détecteur de température : .....	47
Cas 2.Circuit Détecteur d'humidité .....	48
Cas 3.Circuit Détecteur de Gaz .....	48
Cas 4.Circuit Détecteur de Flamme : .....	48
Cas 5.Circuit Gradateur de lumière .....	48
III.3.Avec carte Arduino .....	49
III.3.1.Schema synoptique .....	49
III.3.2.Partie Commande .....	49
Cas1.Circuit Détecteur de température et d'humidité .....	49
Cas2.Circuit Détecteur de gaz.....	55
Cas3.Circuit Détecteur de Flamme.....	58
Cas4.Circuit Détecteur de lumière.....	59

Cas5.Circuit Détecteur de Mouvement.....	61
Cas6.Circuit Détecteur de niveau d'eau.....	62
III.3.2.circuit puissance .....	63
III.3.2.1.Relais .....	63
III.3.2.2.Circuit gradateur de lumière .....	63
III.3.3.Analyse de circuit .....	65
III.4.Etude comparative entre les cas sans et avec Arduino .....	66
III.5.Conclusion.....	66
<b>Chapitre IV : Simulations des circuits .....</b>	<b>67</b>
IV.1.Introduction.....	68
IV.2. Partie logicielle.....	68
IV.2.1.Plateforme de programmation Arduino .....	68
IV.2.2.Plateforme de développement et de simulation Proteus.....	69
IV.3. simulations des circuits étudiés .....	70
IV.3.1.Sans carte arduino.....	70
IV.3.2.Avec carte arduino.....	70
Cas1 : circuit détecteur de température et d'humidité .....	71
Cas2 : circuit détecteur de gaz.....	73
Cas3 : circuit détecteur de flamme .....	74
Cas4 : circuit détecteur de mouvement .....	76
Cas5 : circuit détecteur de niveau d'eau .....	78
Cas6 : circuit commande à distance.....	80
Cas7 : Fonction pilotage par réseaux .....	83
VI.4.Conclusion .....	84
<b>Chapitre V : Réalisations pratiques.....</b>	<b>85</b>
V.1. Introduction .....	86
V.2. Organigramme de fonctionnement .....	86

V.3. Matériel et logiciel utilisés .....	86
V.4. Réalisation pratique sur une maquette .....	87
V.4.1. Construction de la maison .....	87
V.4.2. différents fonctions réalisées dans notre système .....	88
V.4.3. chargement du programme principal. ....	89
V.5. Mise en œuvre .....	91
V.6. Nomenclatures .....	93
V.7. Etude économique des circuits .....	94
V.8. Conclusion .....	94
<b>Conclusion générale</b> .....	95
<b>Bibliographie</b> .....	97
<b>Annexe</b> .....	100

# Introduction générale

Les progrès rapides de technologies apportent une évolution remarquable dans pas mal de domaines des pays développés. Ce qui impose aux pays en développement, particulièrement en Afrique, à s'adapter pour maintenir leur position dans la société.

Selon le rapport sur la technologie et l'innovation du 2018, la collaboration mondiale dans le domaine de la recherche scientifique a notablement progressé au cours des dernières décennies, ce qui a ouvert de nouvelles possibilités de conjuguer les moyens scientifiques les plus modernes avec des connaissances locales très précises dans des domaines clefs du développement durable [1]. Par exemple, à l'occasion de sa participation à la 52ème édition de la Foire internationale d'Alger, Géant Electronics a présenté son projet de la maison intelligente en Algérie [2]. Donc, un système centralisé qui permet de prendre le contrôle et l'automatisation de la majorité des ouvrants et appareils de la maison avec une interface mobile (smartphone tablette) ou fixe (ordinateur de bureau).

Ce projet de fin d'étude marque la fin de nos études. Il représente la possibilité de mettre en pratique les connaissances acquises durant nos années universitaires.

Le travail proposé s'attarde sur la conception d'un système à base d'une carte ARDUINO pour le contrôle d'un lieu communicant. Dans notre cas, le lieu concerné est la maison, donc « maison communicante » ou « smart home »

L'accroissance de ce type de système, essentiellement due à la sécurité des personnes et à la meilleure gestion des dépenses énergétiques, est tel que nous le trouvons maintenant dans tous les domaines comme l'agriculture, l'industrie,...

Le contenu de ce projet de fin d'étude est structuré en cinq chapitres.

Le premier chapitre est consacré à une généralité sur le thème de notre travail, où nous présentons dans un premier temps quelques définitions et types de lieux intelligents. Dans un deuxième temps, nous donnons le principe de fonctionnement et l'organisation générale d'un lieu communicant. Nous terminons ce chapitre par les nouvelles technologies mises en œuvre en Algérie par rapport à certains pays étrangers.

Le cadre général de la carte à microcontrôleur « Arduino » fera l'objet du deuxième chapitre. Dans ce cas, nous allons voir les différentes cartes Arduino ainsi que les avantages et les inconvénients, et plus particulièrement une description détaillée et les caractéristiques des cartes impliquées dans notre projet.

Le troisième chapitre concerne l'étude détaillée du système de notre projet dans les deux cas de situation : sans et avec Arduino.

Le quatrième chapitre sera consacré à la présentation du simulateur (ISIS Proteus) pour la conception des schémas électroniques correspondant aux différents circuits étudiés. Ensuite, nous illustrons différents organigrammes et les cas de figures des simulations effectuées.

Enfin, le dernier chapitre concerne la maquette d'une maison intelligente et l'évaluation du coût de sa réalisation.

Nous terminons ce mémoire par une conclusion portant sur les travaux effectués et par une présentation des perspectives de recherche pouvant être envisagées.



# Chapitre I

Généralités sur les lieux intelligents

## I.1.Introduction

Un milieu industriel ou d'habitation réservé à un usage privé ou étatique est considéré comme le lieu le plus répandu dans toute région d'un pays. Les avancées technologiques ont pu créer aujourd'hui le lieu intelligent et digital. Mais malheureusement certains pays restent toujours en dessous des normes internationales avec des niveaux technologiques relativement dépassés au regard des standards technologiques en vigueur dans le monde.

Dans ce cadre, le présent chapitre sera abordé par une présentation des différents types de lieux intelligents et de leur cadre général dans le but de citer les avantages et les inconvénients. Ensuite, un contexte sera établi pour donner l'organisation générale du système d'un lieu intelligent. Après cela, un autre contexte sera présenté pour montrer le cas de nouvelles technologies exploitées au niveau local (en Algérie) et niveau de certain pays étrangers.

## I.2.Définitions

Une définition des principaux termes auxquels nous aurons éventuellement recours dans notre étude est donnée dans ce qui suit :

### I.2.1.Lieu

Un lieu désigne un **endroit**, un emplacement. Il s'agit d'un espace déterminé géographiquement en fonction de sa nature ou de ce qui s'y trouve.

### I.2.2.Intelligence

Qualité de quelqu'un qui manifeste dans un domaine donné un souci de comprendre, de réfléchir, de connaître et qui adapte facilement son comportement à ces finalités.

### I.2.3.Lieu intelligent

Un lieu intelligent (en anglais **smart city**) est un lieu utilisant les technologies de l'information et de la communication (TIC) pour améliorer la qualité d'usage ou réduire leurs coûts.

### I.2.4.Système

Un **système** est un ensemble d'éléments interagissant entre eux selon certains principes ou règles.

### I.2.5.Capteur

Dispositif permettant de capter un phénomène physique et de le restituer sous forme de signal.

Un capteur assure l'interface de mesure entre le système et le processus.

### I.2.6.Actionneur

Appareil ou organe permettant d'agir sur une machine ou un processus en vue de modifier son comportement ou son état.

### I.2.7.Technologie

Ensemble cohérent de savoirs et de pratiques dans un certain domaine technique, fondé sur des principes scientifiques.

## I.2.8. Carte Arduino

Arduino est une plate-forme informatique physique open source (code source ouvert) basée sur une simple carte d'entrée / sortie (E / S) et un environnement de développement qui implémente le langage de traitement.

(Open Source est un programme informatique dont le **code source** est distribué sous une licence permettant à quiconque de lire, modifier ou redistribuer ce logiciel).

## I.3. Types de lieux intelligents

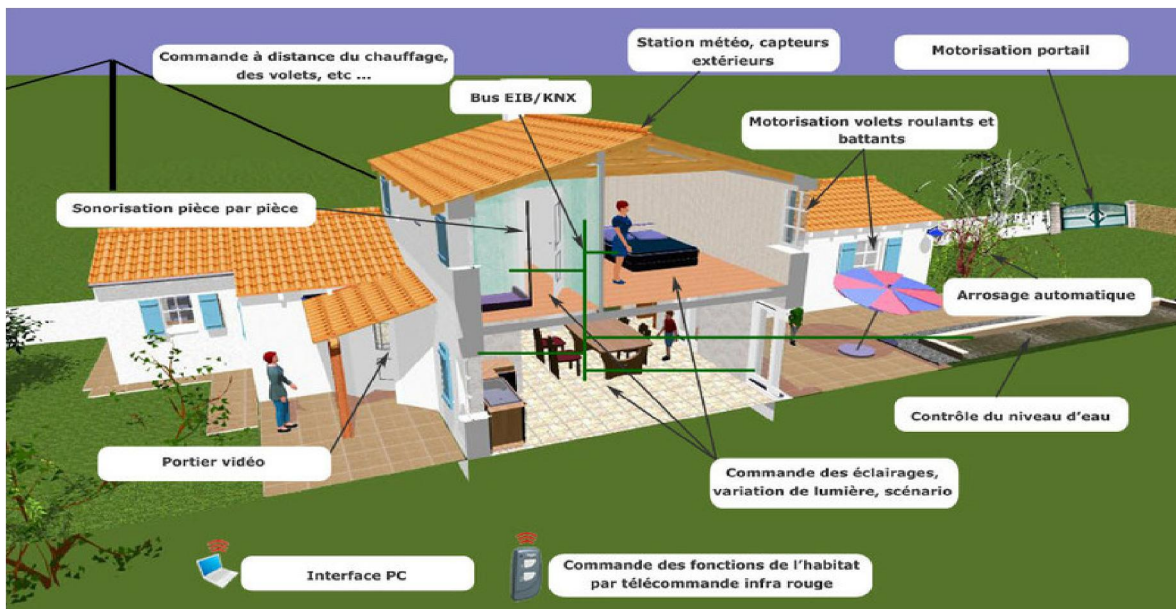
Plusieurs types de lieux sont touchés par la technologie intelligente, parmi les principaux domaines nous citons : la sécurité, le transport, les services publics, l'industrie, l'agriculture, l'aviculture, ...

Quelques exemples courants sont présentés dans les figures suivantes :



(a)

(b)



(c)



(d)

(e)

**Figure 1.1** Exemple de lieux intelligents

(a) Aviculture [mef-sarl.com](http://mef-sarl.com)

(b) Parking intelligent [fr.dreamstime.com](http://fr.dreamstime.com)

(c) Maison connectée ou intelligente [mafuturemaison.fr](http://mafuturemaison.fr)

(d) Industrie : Employé au centre de l'usine intelligente. [saint-gobain.com](http://saint-gobain.com)

(e) Verre agricole Intelligent [fr.dreamstime.com](http://fr.dreamstime.com)

#### I.4.Contexte historique et son évolution [3]

- **Début des années 1980** : apparition des premières applications des TIC. Elles sont la conséquence de la miniaturisation des systèmes électroniques et informatiques. Le développement des composants électroniques dans les produits domestiques a amélioré les performances tout en réduisant les coûts de consommations en énergie des équipements.
- **Depuis les années 2000** : croissance du secteur des TICs, car certains travaillent sur une maison intelligente et qui pourrait éventuellement faire naître de nouvelles technologies qui pourraient attirer d'avantage le consommateur.
- **En 2008** : de nombreux spécialiste s'intéressent à ce concept pour permettre un meilleur soutien possible pour la réalisation des tâches au quotidien mais l'insertion de ces nouvelles technologies est onéreuse et la crise économique mondial se répercute sur l'évolution et l'intégration de la domotique dans les foyers français.
- **Les années 2010** : sont celles des objets connectés, il y a chaque jour de nouvelles créations, apportant des innovations.
- **En 2018** : le marché de la technologie intelligente a fait ces preuves, l'objet connecté est présent dans la majorité des domaines et elle est devenue indispensable capable d'interagir avec et pour les besoins de ses utilisateurs.

#### I.5.Cadre général d'un lieu intelligent

- Assurer la protection des personnes et des biens :
  - ✓ En équipement de sécurité : Alarmes, détecteurs de mouvement ou d'intrusion, interphones et portiers vidéo, téléphones, simulateurs de présence, etc. se combinent pour détourner les visiteurs indésirables et arbitrer toutes les fonctions.

- ✓ En prévention contre les risques d'accident (incendie, fuite de gaz, etc.)
- ✓ En signalant des pannes (inondation, coupure de courant électrique, etc.).
- Assurer le confort de la vie quotidienne :
  - ✓ En automatisant et pilotant à partir d'un poste fixe, ou à distance via une télécommande, un ordinateur ou un Smart phone.
- Les économies d'énergie :
  - ✓ En évitant le gaspillage et les dépenses inutiles. Par exemple, les systèmes de régulation permettent de maîtriser la consommation d'électricité, de gérer le chauffage et la production d'eau chaude, avec un niveau de confort optimal.

Comme toute installation récente, la technologie intelligente compte un certain nombre d'inconvénients :

- L'un des inconvénients des lieux intelligents est leur complexité perçue ; certaines personnes ont de la difficulté avec la technologie [4].
- Dépendance à la qualité du signal internet. Ainsi si le signal est mauvais, les objets fonctionnent mal.
- Le coût d'installation d'un lieu intelligent est très cher mais également son entretien.

### I.6.Principe de fonctionnement

L'intelligence des lieux 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 grâce une émission d'informations entre les unités de commandes et les appareils.

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) [5].

Donc, le principe de fonctionnement d'un système à base de la technologie intelligente s'articule sur trois éléments suivants :

- ✓ Partie matériel : prise électrique, appareil de chauffage, lampe...etc.
- ✓ Partie logiciel : les procédures de programmation
- ✓ Un mode de transmission : pour garantir la communication entre les parties Hard et Soft

Matériel	Algorithmique Logiciel	Mode de transmission
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unité de traitement</li> <li>• Les appareils domestiques</li> <li>• Les capteurs</li> <li>• Les pré-actionneurs et les Actionneurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algorithme</li> <li>• Organigramme</li> <li>• Programme</li> <li>• Langage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liaison filaires</li> <li>• Onde radio</li> <li>• Bluetooth</li> <li>• Wifi</li> <li>• Infrarouge</li> </ul>

**Tableau I.1** Les éléments de base pour le fonctionnement d'un lieu intelligent

## I.7. Organisation générale d'un lieu intelligent

Pour automatiser intelligemment un lieu, il faudra mettre en place un système à base d'une technologie intelligente. Un tel système est toujours constitué des mêmes équipements, quelque soit la technologie utilisée.



**Figure I.2** Représentation schématique d'une organisation générale d'un lieu intelligent

### I.7.1. Les circuits d'entrées

Ils sont de types très différents, et la plupart des capteurs délivrent des tensions ou des courants analogiques. Les capteurs les plus employés sont ceux qui mesurent [6] :

- Des grandeurs électriques (tension, courant, puissance),
- Les températures
- Les forces
- Les déplacements

Il est à noter que, certains de ces capteurs délivrent des tensions très faibles, de l'ordre du millivolt, il faut prendre des précautions spéciales pour que leur connexion au circuit de commande (par exemple, Arduino) n'introduise pas d'erreurs inacceptables.

La tendance actuelle en matière de capteurs consiste à utiliser des techniques numériques. La figure suivante illustre un exemple de cas de circuits introduits dans les applications à Arduino.

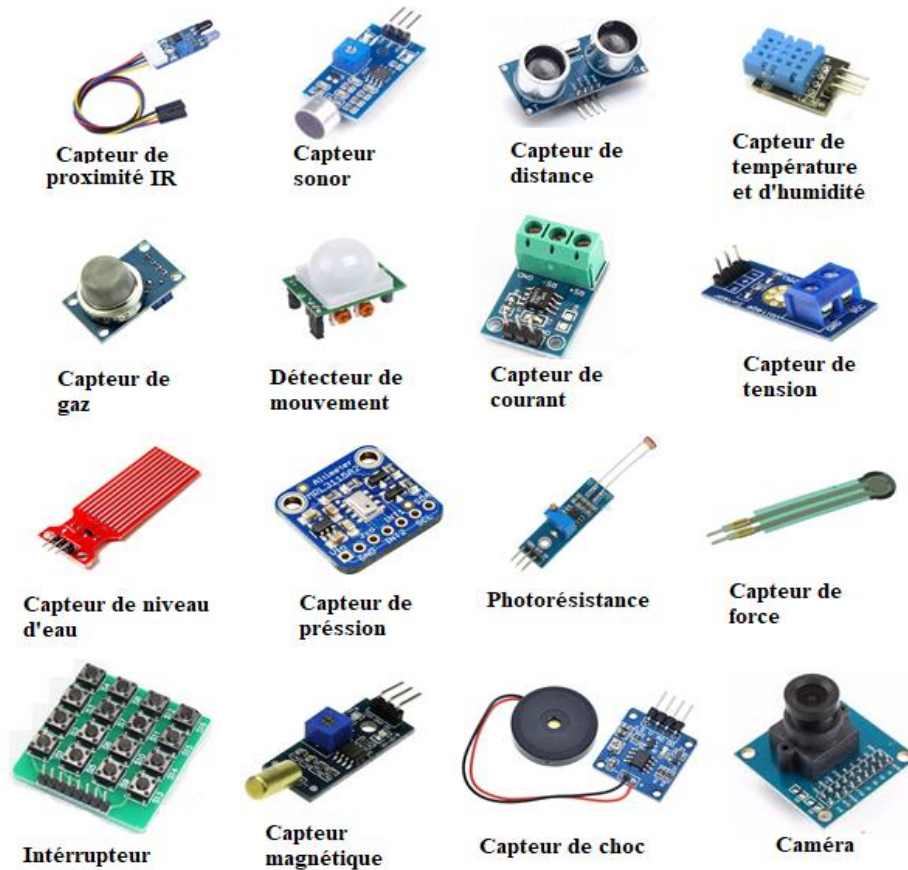


Figure I.3 Liste de quelques circuits d'entrées

- Les signaux d'entrées

Sont des signaux envoyés par un circuit d'entrée dont les valeurs sont imposées à la partie de commande.

### I.7.2.La partie de commande

Est un système (ensemble de circuits électroniques) qui génèrent des signaux destinés au fonctionnement de différents circuits de sorties. A travers la figure (**figure I.3**), nous donnons un exemple de cartes de développements électroniques à base de microcontrôleurs. Celles-ci permettent d'exécuter des tâches en prenant les entrées de composants électroniques externes (capteurs) et de générer des signaux à leurs sorties. Le cas détaillée sur les types de cartes Arduino est étudié au chapitre 2.

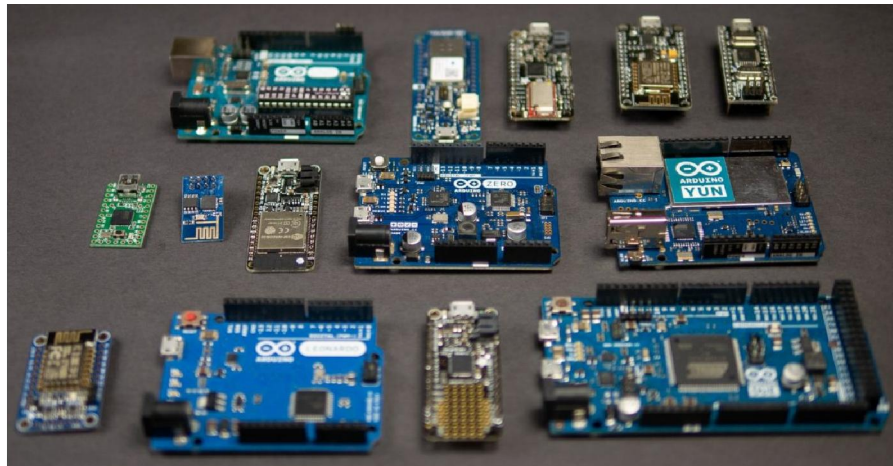


Figure I.4 Exemple de cartes de développements électroniques à base de microcontrôleurs

- Les signaux de sorties

Représentent l'activité utile de la partie de commande. Ils en sont les seuls points observables, et ce sont eux qui permettent d'apprécier l'état de la partie commande.

I.7.3. Les circuits de sortie



Figure I.5 Liste de quelques circuits de sorties



## I.8. Nouvelles technologies mises en œuvre

Les technologies numériques constituent l'innovation majeure de ces dernières décennies et le principal vecteur de la nouvelle révolution industrielle dans les pays développés. Ces technologies ont radicalement transformé les modes de vie, les façons de produire, les rapports au temps et à l'espace, l'environnement culturel. De même, dans les pays en développement, notamment africains, où ces technologies connaissent une progression fulgurante [7].

### I.8.1. En Algérie

- Confronté à la rareté des espaces de stationnement, un nouveau type de parking fait son apparition dans la commune de **Sidi M'hamed à Alger**. Il s'agit du premier **parking intelligent**, ou **Smart Parking**, implanté à la place du 1er mai, et qui est opérationnel depuis **1<sup>er</sup> Novembre 2014** [8].
- La première ville intelligente en Algérie : un système intelligent a été mis en place depuis près d'une année pour permettre à cette commune de réaliser jusqu'à 55% d'économie d'énergie [9].
- Un prototype de la première **maison solaire intelligente**, créée par des équipes de recherche à 100 % algériennes, relevant du Centre de développement des énergies renouvelables (CDER), a été inauguré en juin 2016 au niveau du siège de l'Unité de développement des équipements solaires (UDES) de Bou Ismail (Tipasa). Il s'agit d'une maison solaire intelligente à basse consommation énergétique, alimentée comme son nom l'indique à l'électricité solaire, permettant le traitement des eaux, le fonctionnement des équipements de froid et de climatisation, et le chauffage solaire [10].



Figure I.6 *Maison solaire intelligente*

- Aviculture : malgré tous les efforts fournis par l'état à travers différents programmes de développement, jusqu'à 2019 le fonctionnement du secteur avicole reste archaïque. En effet, une simple inspection dans les endroits de production montre que la grande partie des fermes d'élevage est à caractère privé non évolutif et très classique dans les modèles de production (ventilation statique, défaillances d'équipement, maîtrise insuffisante des conditions d'ambiance climatique, les boîtiers de régulation ne fonctionnent pas le plus souvent, la régulation se fait

donc d'une façon manuelle et par l'observation de l'éleveur...). C'est ainsi qu'un grand retard technologique est remarqué au niveau des différents processus de production [11].

### I.8.2. Au pays étrangers

Dans les pays développés, pratiquement toutes les transactions économiques font intervenir un ordinateur. L'informatique s'impose aussi rapidement dans les pays en développement, sous l'effet de la généralisation des téléphones mobiles.

- L'industrie évolue elle aussi rapidement en équipant ses modèles de capteurs et d'une puissance de calcul. Par exemple, les voitures sans conducteur deviennent vite une réalité [12].
- Le marché de la maison intelligente est en plein essor. Dans ce cas, le marché américain compte de loin le plus développé par rapport à celui en Europe. Le marché de la "Smart Home" consiste en la vente d'équipements connectés à Internet et principalement utilisés pour le contrôle, la surveillance et la gestion de diverses fonctions dans un logement [13].

La figure suivante illustre le pourcentage des équipements technologiques connectés dans les ménages des pays sélectionnés en 2019 [14].

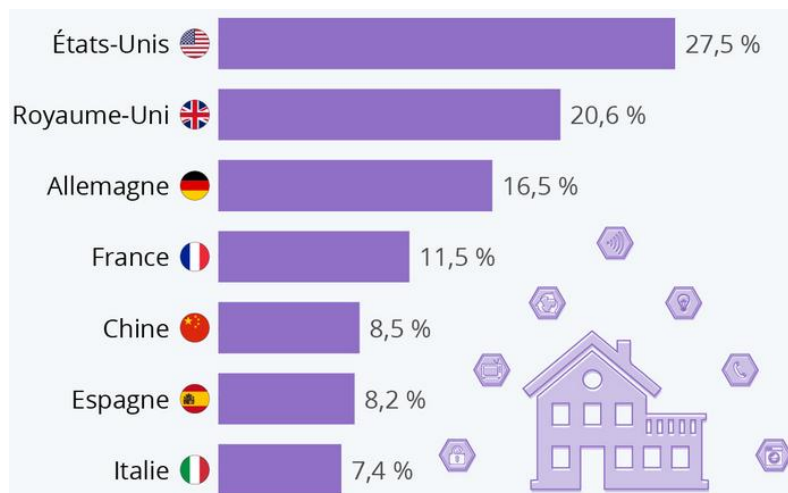


Figure I.7 Exemple de taux de pénétration des équipements technologiques connectés dans certains pays

### I.9.conclusion

À travers le présent chapitre, nous avons passé en revue les avantages et inconvénients d'un lieu intelligent ainsi que son organisation sous l'aspect le plus général. Après cela, nous avons présenté les technologies numériques en Algérie par rapport à certains pays développés. Dans le prochain chapitre, nous allons voir une synthèse portant, sur la carte Arduino, ses types et les caractéristiques des cartes spécialement choisies pour notre travail.

# Chapitre II

Présentation de la carte Arduino

## II.1.Introduction

Ce chapitre est consacré à la description de la partie matérielle du projet, en identifiant le choix du cœur du système de lieu intelligente la carte Arduino UNO ou carte Arduino Mega vu ses performances techniques intéressantes. D'autre part, on va développer les organes constituant le système à étudier.

## II.2. Définition et domaines d'utilisation

### II.2.1. Définition de carte Arduino

Arduino est un circuit imprimé en matériel libre sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses.

### II.2.2. Les domaines d'utilisation d'Arduino [15]

La carte Arduino a la possibilité d'utiliser dans plusieurs domaine dans l'industrie, c'est domaines sont :

1. Physical computing : Au sens large, construire des systèmes physiques interactifs qui utilisent des logiciels et du matériel pouvant s'interfacer avec des capteurs et des actionneurs.
2. Électronique industrielle et embarquée.
3. Domotique.
4. Robotique.
5. le Modélisme.

## II.3.Avantages et inconvénients

Dans cette partie, nous passons en revue quelques différentes cartes d'Arduino en mettant l'accent principalement sur leurs avantages et leurs inconvénients, tableau II.1 généralement, le principal avantage d'une carte à microprocesseur est le traitement rapide et une interface facile

Type de carte Arduino	Avantages	Inconvénients
Uno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombreux exemples de montage sont disponibles sur internet.</li> <li>• Nombres suffisant de broches d'E/S pour des projets élémentaires.</li> <li>• Vaste choix de <b>shields</b></li> <li>• Bon marché</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de broche insuffisant pour les gros projets</li> <li>• La mémoire disponible risque d'être un peu juste pour projets ambitieux.</li> <li>• Ne peut pas être utilisée comme hôte USB pour simuler périphérique tel qu'un clavier ou une souris.</li> <li>• Acquiert des modules externes qui augmenteront inévitablement le coût total d'achat</li> </ul>
Nano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encombrement réduit</li> <li>• Possibilité d'être enfichée directement sur la plaque d'essai</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il n'est pas possible d'utiliser des <b>shields</b></li> </ul>

<p><b>Mini Pro</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Taille réduite et son faible coût</li> <li>• Fournie sans connecteurs pour être facilement intégrée à tout projet final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne possède de convertisseur USB / série.</li> <li>• Ne possède pas non plus de sortie 3.3V (disponible sur les autres cartes)</li> <li>• Conçu pour les applications où l'espace est très petit</li> <li>• Conçu pour être intégré en permanence dans un projet.</li> <li>• Destiné à un public plus expérimenté.</li> </ul>
<p><b>Mega</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombreuses entrées et sorties pour raccorder des capteurs ou des actionneurs.</li> <li>• Capacité de mémoire suffisante pour les gros projets.</li> <li>• Plus de broches UART (4ports de communication série)</li> <li>• Plus de broches MLI(15sorties numériques peuvent être utilisées comme MLI.</li> <li>• Compatible avec la plupart des shields conçues pour Arduino</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux fois plus chère que l'Arduino Uno</li> </ul>
<p><b>Yun</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Module wifi préinstallé</li> <li>• Interface Ethernet préinstallé.</li> <li>• Nombreuses possibilités d'extension.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consomme plus d'énergie de sorte que le port USB 2.0 peut vite atteindre ses limites.</li> </ul>

Tableau II- 1 Avantages et Inconvénients de différentes cartes de type Arduino

## II.4. Différents types de carte Arduino

### II.4.1. Différents types [16]

Il existe trois types des cartes Arduino ont été produites selon le fabriquant :

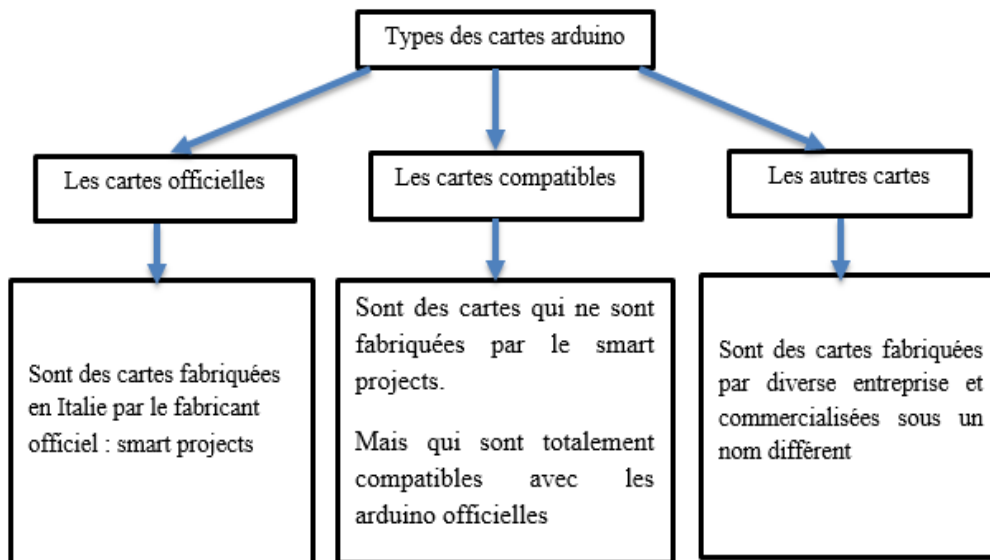


Figure II.1 schéma représente différente types de carte Arduino

II.4.2. Différents cartes Arduino

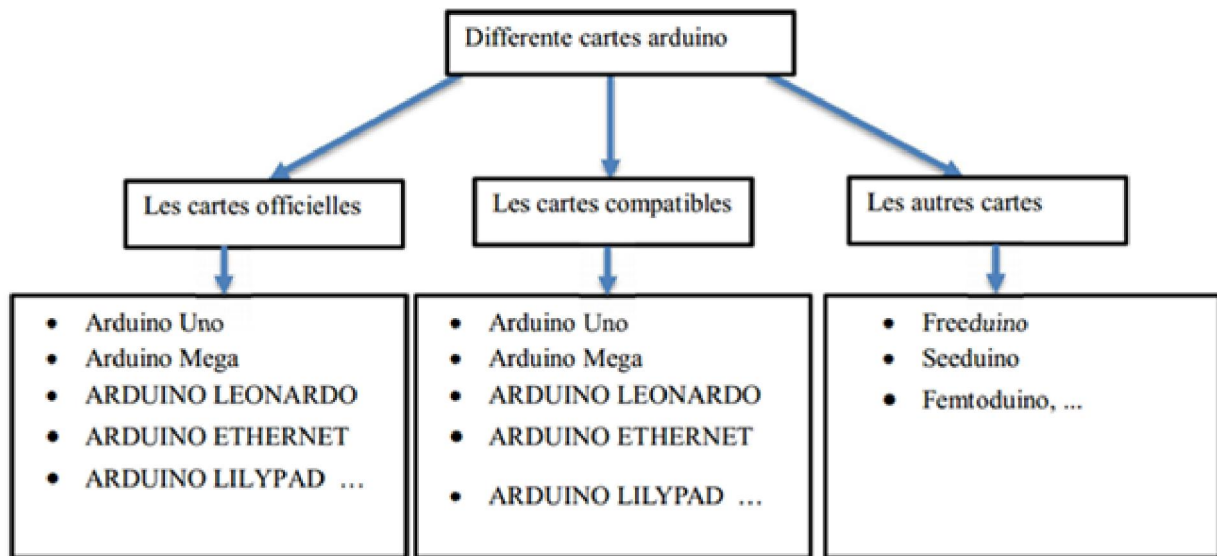


Figure II.2 *schema represente differente carte Arduino*

II.4.3. La comparaison entre les différentes cartes Arduino [17].

Cartes Arduino	UNO R3 (classique & CMS)	UNO R3 Ethernet (classique & POE)	Leonardo	Mega 2560	Mega ADK	DUE	Esplora	Mini	Nano	Yun (classique & POE)	Zero PRO
Microcontrôleur	ATmega328P	ATmega328P	ATmega32u4	ATmega2560	ATmega2560	AT91SAM3X8E	ATmega32u4	ATmega328P	ATmega328P	ATmega32u4	ATSAMD21G18
Cadencement Horloge	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	84 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	48 Mhz
Tension d'entrée	7 - 12V	7 - 12V	7 - 12V	7 - 12V	7 - 12V	7 - 12V	7 - 12V	7 - 9V	7 - 9V	5V	5V
Tension de fonctionnement	5V	5V	5V	5V	5V	3,3V	5V	5V	5V	5V	3,3V
Entrée/Sortie Numérique	14/6	14/4	20/7	54/15	54/15	54/12	⊗	14/6	14/6	20/7	14/12
Entrée-Sortie (PWM) Analogique	6/0	6/0	12/0	16/0	16/0	12/2 (DAC)	⊗	8/0	8/0	12/0	6/1 (DAC)
Mémoire vive (Flash)	32 Ko	32 Ko	32 Ko	256 Ko	256 Ko	512 Ko	32 Ko	32 Ko	32 Ko	32 Ko	256 Ko
Mémoire vive (SRAM)	2 Ko	2 Ko	2,5 Ko	8 Ko	8 Ko	96 Ko	2,5 Ko	2 Ko	2 Ko	2,5 Ko	32 Ko
Mémoire morte (EEPROM)	1 Ko	1 Ko	1 Ko	4 Ko	4 Ko	⊗	1 Ko	1 Ko	1 Ko	1 Ko	16 Ko
Interface USB	USB-B mâle	USB-B mâle	Micro-USB	USB-B mâle	USB-B mâle & USB-A pour Android	2 ports micro-USB (Native et programming)	Micro-USB	⊗	Mini-USB	Micro-USB	2 ports micro-USB (Native et programming)
Port UART	1	1	1	4	4	4	⊗	⊗	1	1	2
Carte SD	⊗	⊙	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊙	⊗
Ethernet	⊗	⊙	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊙	⊗
Wi-Fi	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	⊙	⊗
Dimensions	68x53mm	68x53mm	68x53mm	101x53mm	101x53mm	101x53mm	165x60mm	30x18mm	45x18mm	68x53mm	68x53mm

Tableau II.2 *Tableau comparatif des différentes cartes Arduino*

## II.5. Caractéristiques d'une carte Arduino

Caractéristiques	Carte ARDUINO					
	Nano	Mini Pro	UNO	Leonardo	Yen	Méga
<b>Microprocesseur</b>	ATMega 328	ATmega328	ATmega328	ATmega32U4	ATmega32U4	ATMega 2560
<b>Mémoire flash</b>	32 ko	32 Ko	32 ko	32 ko	32 ko	256 Ko
<b>Mémoire SRAM</b>	2 ko	2 Ko	2 ko	2,5 ko	2,5 ko	8 Ko
<b>Mémoire EEPROM</b>	1 ko	1 Ko	1 Ko	1 Ko	1 ko	4 Ko
<b>broches d'entrées/ sorties</b>	20	14	14	20	20	54
<b>broches PWM</b>	6	6	6	7	7	14
<b>broches d'entrées analogiques</b>	6	6	6	12	12	16
<b>Courant par entrées-sorties</b>	40 mA	40 mA	40 mA	40 mA	50 mA	40 mA
<b>Fréquence d'horloge</b>	16 MHz	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16Mhz	16 MHz
<b>Prise USB</b>	mini-USB B	-	USB	USB	USB	USB
<b>Dimensions</b>	45 x 18 x 18 mm	33.8mm x 18mm	6.86cm x 5,3 cm	6.86cm x 5,3 cm	7cm x 5,3 cm	101,52 x 53,3 mm
<b>Poids</b>	5 g	2g	25g	20g	41g	37 g
<b>Tension de fonctionnement</b>	5V	7V – 9V	5V	5V	5V	5 V

Tableau II.3 Caractéristiques de quelques cartes de développement de type Arduino les plus utilisées

## II.6. Description de la carte Arduino [18]

Nous étudierons la carte Arduino UNO parce que c'est la carte la plus populaire de la famille Arduino et c'est la meilleure carte pour commencer avec l'électronique et le codage. Certaines cartes semblent un peu différentes, mais la plupart des cartes Arduino ont la majorité de ces composants en commun.

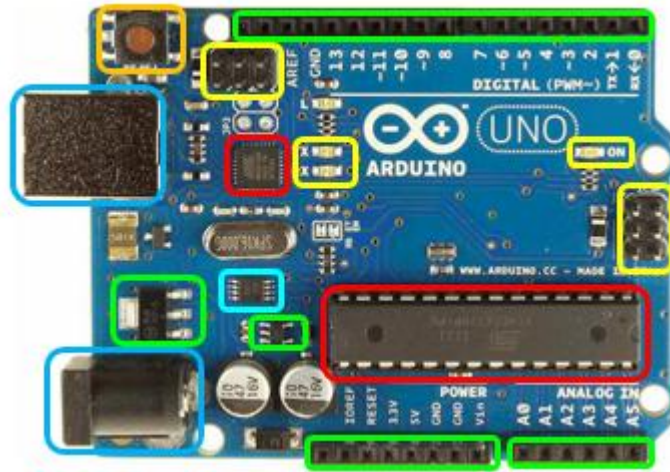


Figure II.3 Schéma représente la description de carte Arduino uno

### II.6.1. Le Microcontrôleur principal

Un module Arduino est généralement construit de :

D'un **microcontrôleur AVR** qui peut être programmé de manière à effectuer des tâches très diverses comme :

- La domotique (le contrôle des appareils domestiques - éclairage, chauffage...)
- Le pilotage d'un robot, de l'informatique embarquée, etc...

Le logiciel de programmation est une application Java, libre et servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme au travers de la liaison série (RS-232, ICSP ou USB selon le module).

Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec avr-g++, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties.

### II.6.2. Le Microcontrôleur secondaire

#### Atmega16U2

Le Microcontrôleur ne peut pas échanger de données avec l'ordinateur via le port USB, donc un Microcontrôleur Atmega16U2 a été ajouté à la carte Arduino, dont la structure interne du Atmega16U2 contient un module de communication série(USB).

Les données échangées entre le microcontrôleur principal et l'ordinateur peuvent être un transfert du code de programmation écrit dans l'ordinateur vers le microcontrôleur ou le transfert d'informations pendant le fonctionnement de la carte.

Finalement le Atmega16U2 c'est un convertisseur **USB-Serial (UART)**



### II.6.3. Régulateur de tension 5V/3.3V

- ✓ La carte Arduino fonctionne à la tension **5V**, donc elle a besoin d'un régulateur de tension **5V** qui va être alimenté par une source externe, le régulateur de tension **5V** utilisé est **1117ST50T3G**.
- ✓ Le courant de sortie maximum de ce régulateur est supérieur à **1A**.
- ✓ La carte Arduino a un autre régulateur de tension de **3,3V (LP2985-33BVR)**, le courant de sortie maximum de ce régulateur est de **150mA**.

### II.6.4. Les diodes électroluminescentes

1. Led ON : Indique qu'elle va alimenter la carte Arduino
2. Led L : Cette led est connectée avec pin 13, s'allume quand on applique 5V sur cette pin.
3. Leds TX/RX : Elle s'active lors de téléchargement du programme.

### II.6.5. Port USB

Le port USB a plusieurs utilisations :

1. Programmation de la carte Arduino avec l'ordinateur.
2. L'échange des données entre la carte Arduino (Atmega16U2) et port USB de l'ordinateur.
3. Alimentation de la carte Arduino.

### II.6.6. Jack d'alimentation (power jack)

La carte peut aussi fonctionner avec une alimentation externe de 7 à 12 volts.

### II.6.7. Bouton redémarrage (RESET)

Pour la réinitialisation du microcontrôleur.

### II.6.8. Circuit intégré LM358

Circuit LM358 est un deux amplificateur opérationnel :

- ✓ le 1<sup>er</sup> utilisé comme un comparateur de tension, pour le choix de l'alimentation de la carte (avec USB ou avec Vin).
- ✓ Le 2<sup>ème</sup> utilisé comme un isolateur (**Buffer**) entre la sortie 13 et la led L.

### II.6.9. Port de programmation série (ICSP)

Le connecteur **ICSP** utilisé pour la programmation d'un microcontrôleur Atmega328/Atmega16U2 à travers un programmeur externe ou une autre carte Arduino.

### II.6.10. Port de puissance

1. **Vin** : C'est un port d'alimentation externe (batterie) de la carte Arduino de 7 à 12 volts.
2. **GND** : Broche de masse (0 volt) ;
3. **5V** : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte.
4. **3.3V** : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner les autres composants de la carte, l'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA.

5. **RESET** : Pour la réinitialisation de la carte Arduino avec application du 0V sur ce pin (front descendant),  
Par exemple : connexion de bouton poussoir.
6. **IOREF** : Ce port fournit la tension de référence à laquelle le Microcontrôleur fonctionne

### II.6.11. Port d'entrée analogique

Ces ports permettent l'entrée des signaux analogiques, qui sont produits par les capteurs analogiques. Le signal analogique est converti en un signal numérique à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique (**ADC**) dans le microcontrôleur. La précision du Convertisseur est 10bit et la tension de référence 5V et elle peut être modifiées via le port AREF.

### II.6.12. Port d'entrée/sortie numérique

Toutes les broches peuvent agir comme des sorties numériques (signal 0V ou signal 5V) selon le code du programme. Ou bien, ils agissent comme des entrées numériques (signal 0V ou signal 5V), d'autres composants et circuits électroniques tels que des diodes lumineuse, afficheur LCD, clavier numérique, moteur... chaque pins a une résistance interne de «rappel au plus» (**pull-up**) (déconnectée par défaut).

- ✓ **Les broches 3, 5, 6, 9, 10,11** : Chacun de ces pins peut générer un signal **MLI(PWM)** symbolisé par (~) Le signal MLI est un signal carré périodique contrôlé par la largeur d'impulsion élevée (1 logique).
- ✓ **Les broches 0,1** : Servent a l'interface de communication avec le protocole série UART.  
Port 1 pour l'envoi, port 0 pour la réception .Ces deux ports communiquent simultanément avec les ports compatibles du Microcontrôleur Atmega16U2 afin que les données série puissent être envoyées sur le port USB.
- ✓ **Les broches 2,3** : Ils sont utilisés pour des interruptions externes.
- ✓ **Les broches 10, 11, 12,13** : Ils servent à l'interface de communication avec le protocole **SPI**.
- ✓ **Le Broche AREF** : Tension de référence pour les entrées analogiques.
- ✓ **Les broches SCL, SDA** : Ils servent à l'interface de communication avec le protocole **I2C**.  
Pour plus détaillé sur les mots en gras voir annexe II.

## II.7.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons expliqué que l'Arduino est une carte électronique programmable et on a défini ces différents domaines d'utilisations, puis nous avons cité des différents types de cette dernière.

Ensuite, nous avons expliqué les différents éléments importants dans notre carte l'Arduino sans oublier ses caractéristiques techniques.

Dans le chapitre suivant, nous étudierons la conception du système de lieu intelligente.

# Chapitre III

Etude et conception du système du lieu intelligent

### III.1.Introduction

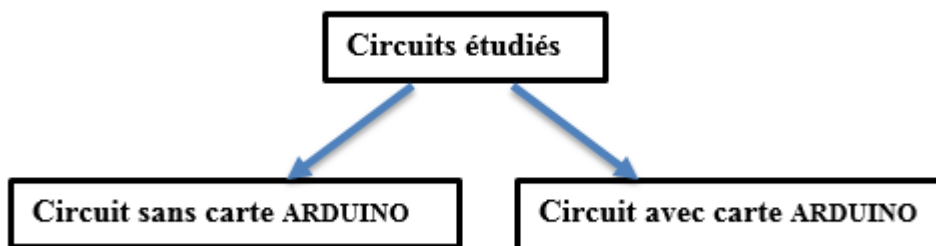
Il s'agit ici d'étudier les différents circuits électronique sans et avec carte Arduino qui entrent dans le cadre de la conception du système du lieu intelligent. La structure principale d'un lieu intelligent est composée d'une carte Arduino assurant les différentes fonctions telles que : fonction d'accès de sécurisé, fonction d'ouverture des fenêtres, fonction d'éclairage, fonction de ventilation ....

La structure interne de système de lieu intelligente peut être structurée de la manière suivante :

- Unité de commande et de traitement : Carte Arduino / microcontrôleur.
- Unité de sortie et de communication : Afficheur LCD, Ventilateur, chauffage,....
- Unité d'entrée : Capteur de flamme, capteur de gaz, capteur de température et humidité...
- En plus, d'autres composants auxiliaires tel que : les relais, buzzer ,moteur CC,...

### III.2. Circuits étudiés du projet

Dans notre travail, deux types de circuits sont considérés : sans et avec carte Arduino. Ce qui nous permettrons de comparer les différents composants utilisés et faire ressortir les avantages et les inconvénients entre les deux circuits étudiés.



**Figure III.1** Schéma représente les types des circuits étudiés

#### III.2.1 Circuit sans carte Arduino

Il s'agit ici d'étudier les différents circuits électronique sans carte Arduino qui entrent dans la conception du système du lieu intelligent.

##### III.2.1.1 Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du dispositif général dans le cas où la carte Arduino n'est pas considérée.

Il y a plusieurs types de sorties (ventilateur, chauffage, afficheur, moteur...) Cela dépend principalement des entrées utilisées, qui sont : capteur de température, capteur d'humidité, ..... Ainsi, le signal issu de chaque entrée est appliqué particulièrement à l'entrée d'un circuit de

détection. Les signaux qui émanent de ce traitement sont présentés aux circuits de puissance pour assurer le fonctionnement des actionneurs.

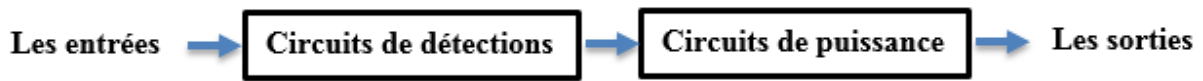


Figure III.2 Schéma synoptique Sans carte Arduino

III.2.1.2. Circuit de détections

Cas1.Circuit Détecteur de température

a) Schéma synoptique :

Dans notre circuit, deux types de circuits sont considérés :

- ✓ Circuit de ventilation : Il s’agit de contrôler l’augmentation de température à certain référence prédéfini, dans notre système la température maximal est 30°C.
- ✓ Circuit de chauffage : Il s’agit de contrôler la diminution de température à certain référence prédéfini, dans notre système la température minimal est 20°C.

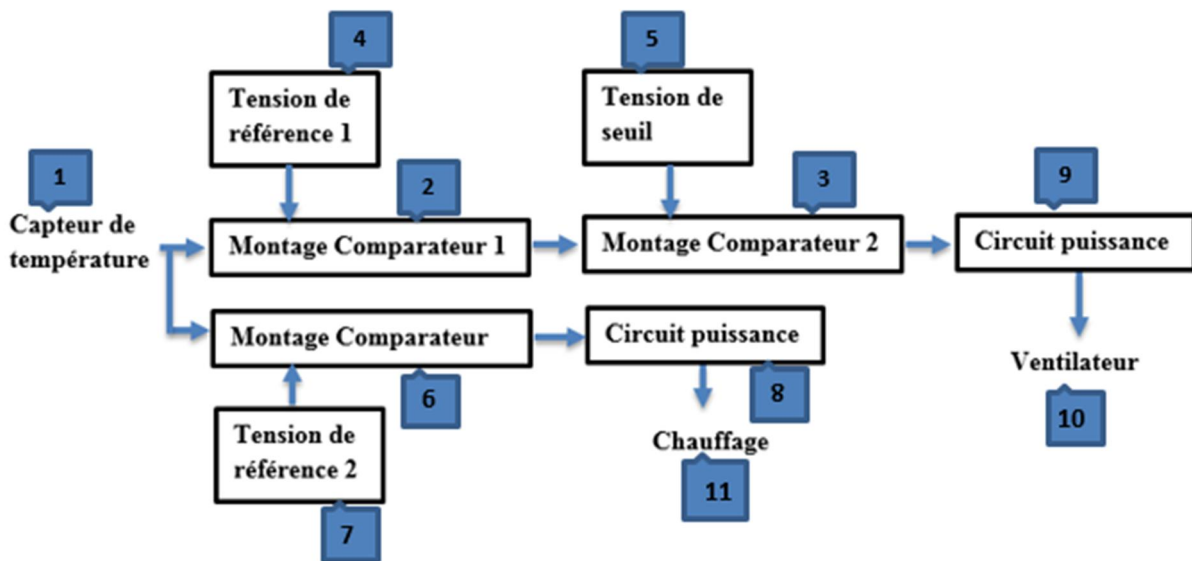


Figure III.3 Schéma synoptique de circuit détecteur de température

## b) Schéma électronique

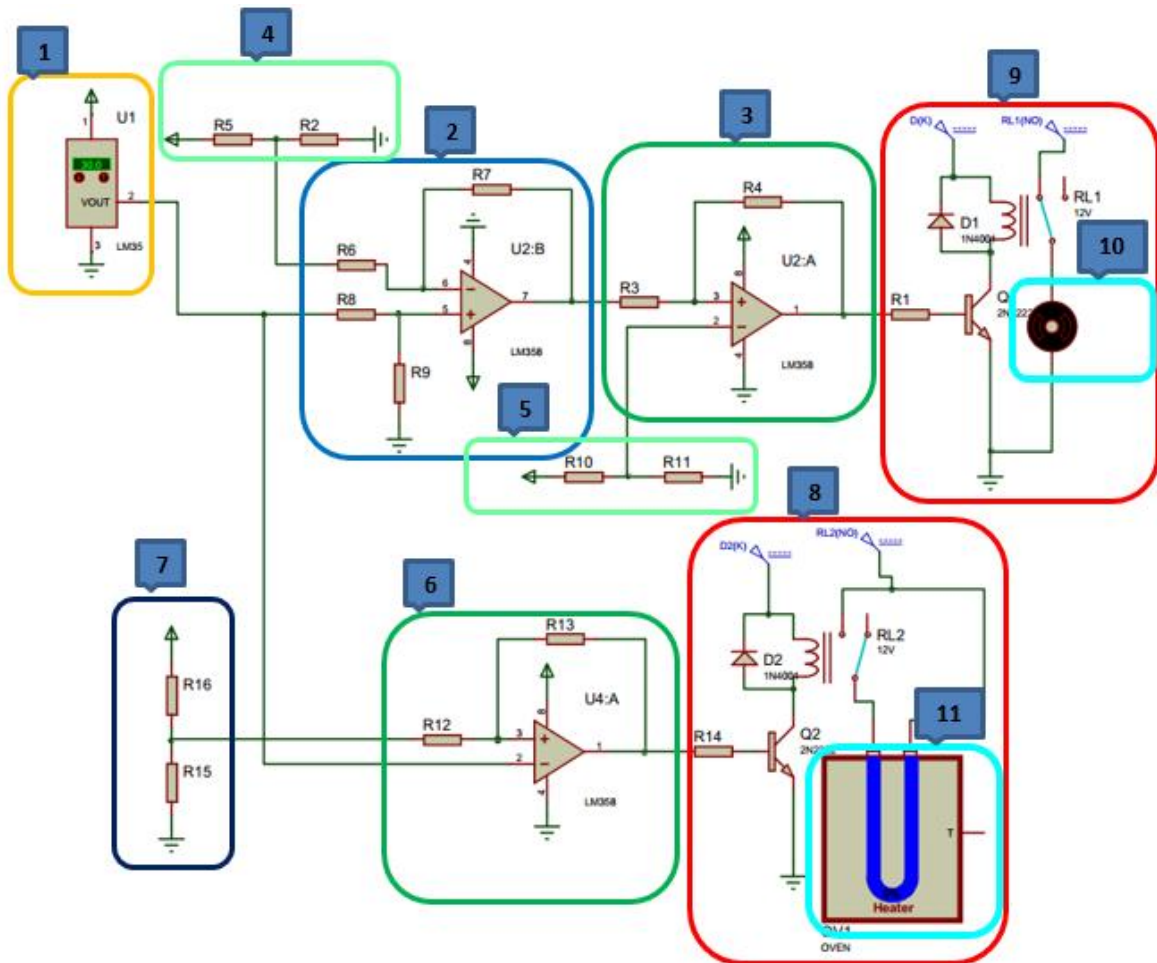


Figure III.4 Schéma du circuit de détecteur de température

## c) Principe de fonctionnement

Le premier montage comparateur (différentiel) donne la différence entre la température mesurée (tension mesurée) et la température référentielle (tension de référence), et le 2ème montage comparateur (hystérésis) fait la comparaison entre la tension de sortie du premier montage et la valeur de tension de seuil, si la valeur de sortie de montage comparateur est 5V alors le ventilateur ça marche, sinon le ventilateur s'arrête.

## d) Calcul de circuit

- **Caractéristiques de capteur de température LM35**
  - ✓ Tension de sortie :  $10\text{mV}/^\circ\text{C}$ .
  - ✓ Tension d'alimentation de 4V à 30V.
  - ✓ Température de fonctionnement :
    - $T_{\text{min}} = 0^\circ\text{C}$ ,  $T_{\text{max}} = 150^\circ\text{C}$
- **Configuration des pins de LM35**
  - ✓ **Vout** : Sortie analogique de capteur de température.
  - ✓ **GND** : Broche de masse.
  - ✓ **+Vs** : Broche d'alimentation.

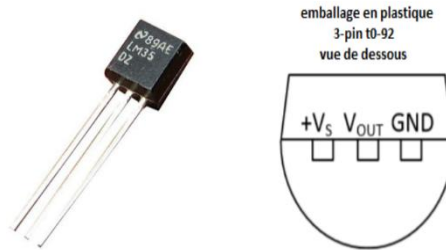


Figure III.5 Brochage de LM35

- **Caractéristique de L'amplificateur opérationnel LM358**
  - ✓ Tension d'alimentation de 3V à 36V.
- **Configuration des pins de LM358**
  - ✓ **OUT1/ OUT2** : Sortie de 1<sup>er</sup> AOP/2<sup>eme</sup> AOP
  - ✓ **IN1<sup>-</sup> / IN2<sup>-</sup>** : Entrée inverseur de 1<sup>er</sup> AOP/2<sup>eme</sup> AOP
  - ✓ **IN1<sup>+</sup>/ IN2<sup>+</sup>** : Entrée non inverseur de 1<sup>er</sup> AOP
  - ✓ **V<sup>-</sup>** : Tension d'alimentation négative (masse)
  - ✓ **V<sup>+</sup>** : Tension d'alimentation positive

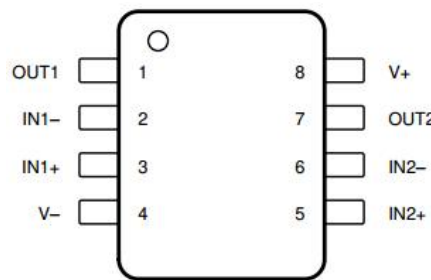


Figure III.6 Brochage de LM358

- **Caractéristiques de transistor 2N2222**
  - ✓ Tension  $V_{CE}$  de 30V
  - ✓ Courant de collecteur  $I_C$  de 800mA
  - ✓ Tension  $V_{CE\_Sat}$  de 0.2V
  - ✓ Tension  $V_{BE\_Sat}$  de 0.7V
  - ✓ Gain en courant  $\beta = I_c/I_b$  :  $h_{fe}(\min) = 30, h_{fe}(\max) = 300$
- **Configuration des pins de 2N2222**

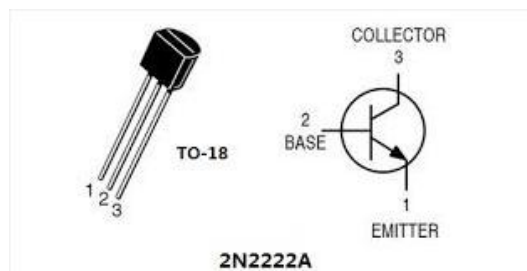


Figure III.7 Brochage de transistor 2N2222

- **Diode de protection**
- **Caractéristiques de 1N4007**
  - ✓ Courant direct : 1A
  - ✓ Courant inverse : 5μA
  - ✓ Tension inverse : 1000V
  - ✓ Puissance : 3W
- **Rôle**

Une diode de roue libre est une diode qui est mise en parallèle sur la bobine d'un relais et qui sert à évacuer les courants inverses qui se produisent lors de la coupure d'alimentation de la bobine de ce relais.

- **Valeurs des résistances**

- **pour montage soustracteur on a**

- ✓  $V_{in}$  : Tension d'entrée est égale 10mV/°C
- ✓  $V_{ref}$  : Tension de référence
- ✓  $V_{out}$  : Tension de sortie de soustracteur

$$V_{out} = \frac{R7}{R6} \left( \frac{1 + \left(\frac{R6}{R7}\right)}{1 + \left(\frac{R8}{R9}\right)} \right) V_{in} - \frac{R7}{R6} V_{ref}$$

si  $\left(\frac{R6}{R7}\right) = \left(\frac{R8}{R9}\right)$  alors  $V_{out} = \frac{R7}{R6} (V_{in} - V_{ref})$

On a  $V_{in} = \frac{10mv}{^{\circ}C}$  Alors  $V_{in} = 0.01T$

Avec T : La temperature mesuré

On choisit  $V_{ref} = 300mv \Leftrightarrow T = 30^{\circ}C$

Alors  $V_{out} = \frac{R7}{R6} (0.01T - 0.3)$  Et on choisit  $\frac{R7}{R6} = 10 \rightarrow R7 = 10 R6$

$V_{out} = 0.1T - 3$

- **Pour montage comparateur on a**

- ✓  $\Delta V$  : Seuil de basculement

$$\Delta V = V_H - V_B = \frac{R3}{R4} V_{sat} \text{ Pour } \Delta V = 50mV(5^{\circ}C)$$

$$\rightarrow \frac{R3}{R4} = 0.01 \rightarrow R4 = 100R3$$

- **Pour circuit puissance :**

$$I_{csat} = \frac{V_{cc} - V_{cesat}}{Rl} = \frac{V_{cc} - 0.2}{Rl}$$



$R_l$  : la resistance de la bobine du relais

$$I_{bsat} = \frac{I_{csat}}{\beta} \approx \frac{V_{cc} - 0.2}{\beta R_l}$$

$$I_b = \frac{5 - V_{be}}{R_b} \approx \frac{5 - 0.7}{R_b}$$

$$I_b > I_{bsat} \rightarrow R_b < \frac{4.3\beta R_l}{V_{cc} - 0.2}$$

Pour plus détaille voir Annexe 3.

**Cas 2.Circuit Détecteur d’humidité**

**a) Schéma synoptique**

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur d’humidité.

Le signal issu de circuit de détection d’humidité est appliqué particulièrement à l’entrée d’un circuit comparateur. Les signaux qui émanent de ce traitement sont présentés au circuit de puissance pour assurer le fonctionnement de BUZZER.

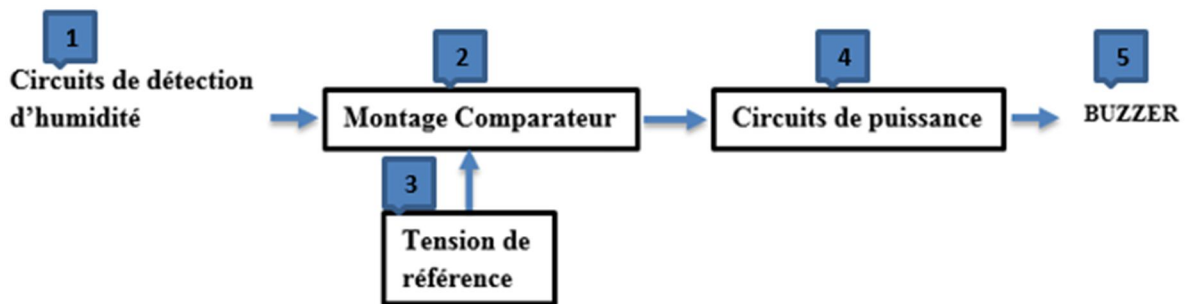


Figure III.8 Schéma synoptique de circuit détecteur d’humidité

**b) Schéma électronique**

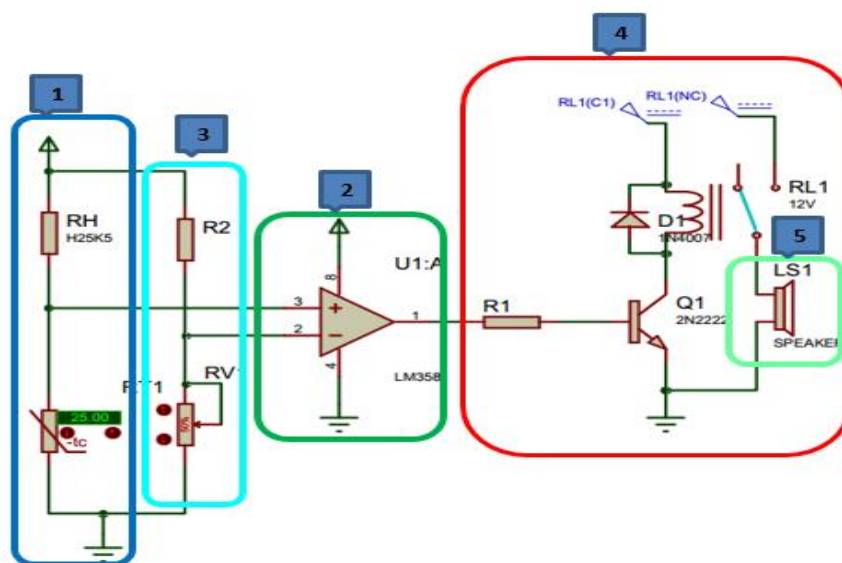


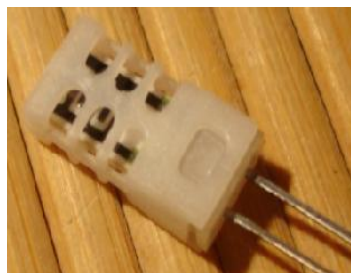
Figure III.9 Schéma du circuit de détecteur d’humidité

**c) Principe de fonctionnement**

H25K5 : c'est un capteur d'humidité résistive.

le montage comparateur de tension, va faire la comparaison si la tension sur l'entrée  $V^+$  est supérieur au tension de référence de l'entrée  $V^-$ , la sortie sera  $+V_{sat}$ . Et si c'est le contraire, la sortie sera 0, dans le schéma proposée :

- Un pont diviseur composée d'une résistance  $R1$  et d'un potentiomètre  $RV1$ , fixent la tension de référence sur l'entrée inverseurs.
- Un autre pont de diviseur constitué d'un capteur d'humidité H25K5 et de thermistance CTN, qui détermine la tension sur l'entrée  $V^+$ , cette tension est variable, puisqu'elle dépende de la valeur ohmique de H25K5 et la thermistance (CTN).



**Figure III.10** Capteur d'humidité résistive

**d) Calcul de circuit**

- **Caractéristiques de capteur d'humidité H25K5**
  - ✓ Tension d'alimentation de 1V à 10V
  - ✓ Température de fonctionnement de 0°C à 60°C
  - ✓ Gamme d'humidité : de 20RH à 90RH
- **Caractéristiques de capteur CTN**
  - ✓ Résistance à 25°C : 47K
  - ✓ Tolérance :  $\pm 5\%$
  - ✓ Température d'utilisation minimum : - 40 °C
  - ✓ Température d'utilisation maximum : 150 °C
- **Valeurs des résistances**

La base du calcul des résistances dans le circuit d'humidité c'est juste faire un pont de diviseur de tension comme une tension référentielle. Voir Annexe 3.

**Cas 3.Circuit Détecteur de Gaz****a) Schéma synoptique**

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de gaz. Le signal issu de capteur de gaz est appliqué particulièrement à l'entrée d'un circuit comparateur. Le signal qui émane de ce traitement est présenté au circuit de puissance pour assurer le fonctionnement de BUZZER.

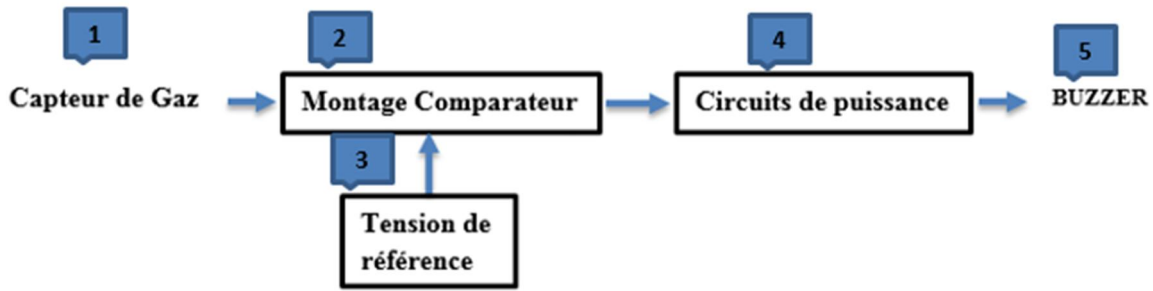


Figure III.11 Schéma synoptique de circuit détecteur de Gaz

b) Circuit électronique

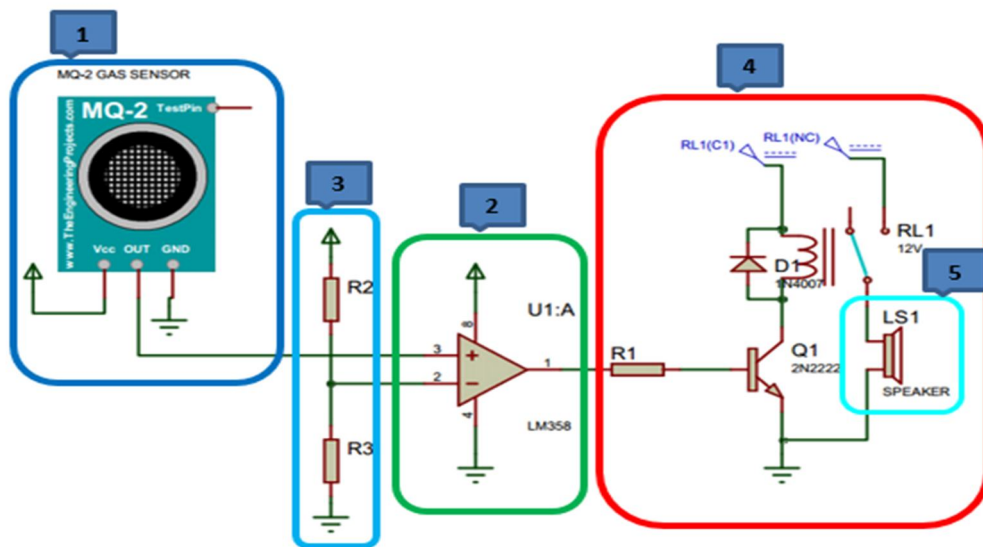


Figure III.12 Schéma de circuit détecteur de Gaz.

c) Principe de fonctionnement

Le capteur MQ2 détecte la concentration des gaz combustibles dans l'air et renvoie sa lecture comme tension analogique.

Le montage comparateur fait la comparaison entre la valeur de sortie analogique de capteur MQ2 et la tension de référence si la tension de sortie comparateur est 5V donc le circuit puissance se déclenche sinon il s'arrête.

d) Calcul de circuit

La base du calcul des résistances dans le montage de commande c'est de mesurer la tension de sortie analogique (la variation de la sensibilité du capteur Mq2) et après faire un pont de diviseur de tension comme une tension référentielle, voir annexe 3

Cas 4.Circuit détecteur de Flamme

a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de flamme.

Le signal issu de capteur de flamme, il est appliqué particulièrement à l'entrée d'un circuit comparateur. Le signal qui émane de ce traitement est présenté au circuit de puissance pour assurer le fonctionnement de BUZZER.

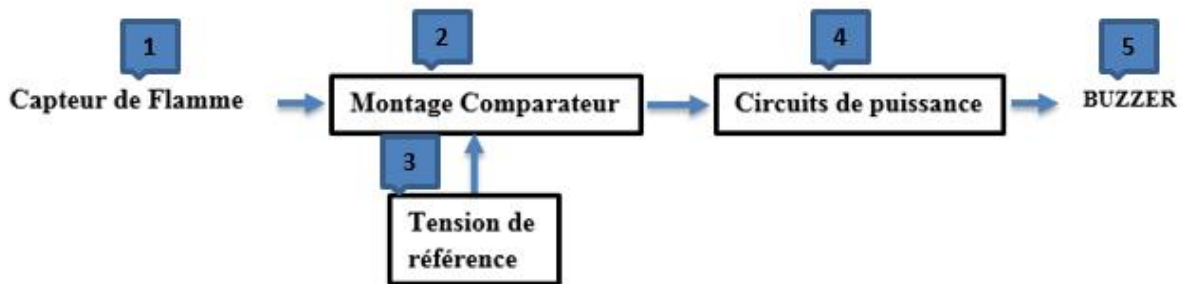


Figure III.13 Schéma synoptique de circuit détecteur de Flamme

b) Schéma électronique

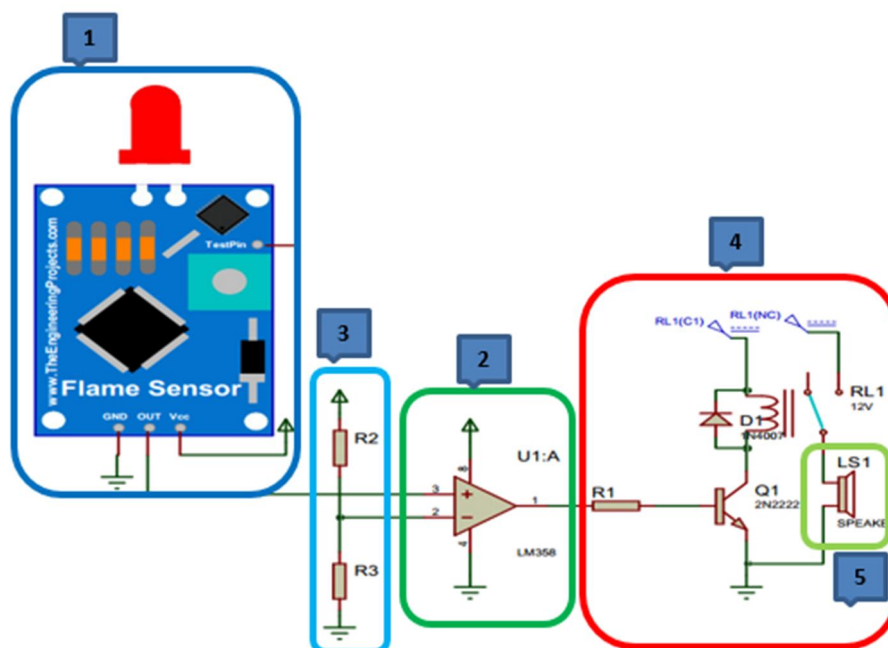


Figure III.14 Schéma d'un circuit détecteur de Flamme.

c) Principe de fonctionnement

Capteur de flamme est plus sensible pour des longueurs d'onde infrarouge de la flamme entre 760 nm et 1100 nm. Alors le capteur renvoie sa lecture comme tension analogique.

Le montage comparateur fait la comparaison entre la valeur de sortie analogique de capteur de flamme et la tension de référence si la tension de sortie de comparateur est 5V alors le circuit de puissance se déclenche sinon il s'arrête.

d) Calcul de circuit

La base du calcul des résistances dans le montage de commande c'est donc juste à mesurer la tension de sortie analogique de capteur de flamme et après faire un pont de diviseur de tension comme une tension référentielle voir annexe 3 .

Cas 5.Circuit Gradateur de lumière

a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit gradateur de lumière.

Le signal issu de circuit RC est appliqué particulièrement à l'entrée du circuit de puissance. Pour assurer le fonctionnement des lampes.

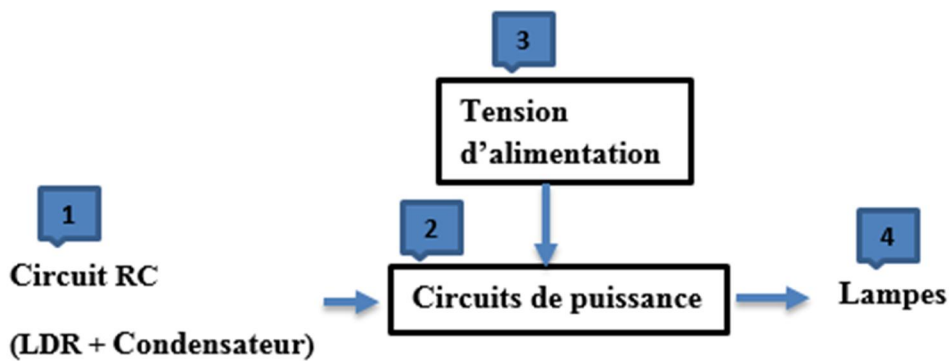


Figure III.15 Schéma synoptique de circuit gradateur de lumière

b) Schéma électronique

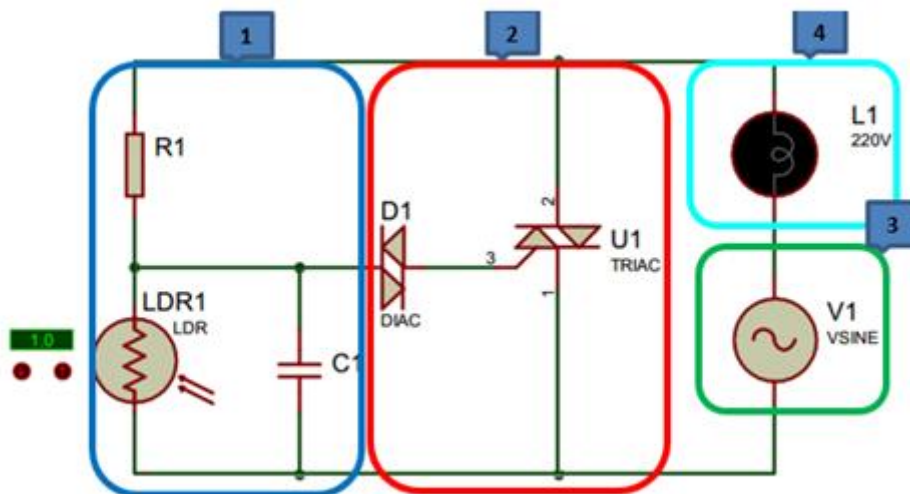


Figure III.16 Schéma de circuit d'un gradateur de lumière

**c) Principe de fonctionnement**

Pour commencer, que la tension du secteur soit nulle : la gâchette ne reçoit aucun courant, le triac est donc bloqué. Lorsque la tension du secteur monte, et la résistance de LDR est grande C1 se charge rapidement à travers R1.

A l'instant où la tension aux bornes de C1 atteint 34V, le diac est 32V (c'est le seul modèle de diac connu !) entre en conduction et la gâchette reçoit un courant qui amorce le triac. C1 se décharge dans la gâchette. Pendant le reste de la demi-alternance, le triac reste passant, comme tout thyristor qui se respecte. C1 se décharge doucement à travers R1 puisqu'il y a un quasi court-circuit entre A1 et A2.

Lorsque la demi-alternance suivante commence, le triac bloque parce que le courant s'est annulé naturellement lorsque la tension du secteur est passée par zéro. Le courant s'annule quand la tension s'annule parce que l'ampoule est résistive et non inductive. C1 se charge maintenant en sens contraire et lorsque la tension à ses bornes atteint -34V, le diac entre en conduction, C1 se décharge dans la gâchette et amorce le triac. Et ainsi de suite [19].

**d) Calcul de circuit**

- **Caractéristiques de Photorésistance (LDR)**

On utilise photorésistance PGM5506 caractérisée par :

Model	Vmax (VDC)	Pmax (mW)	Ambient Temp (°C)	Spectral Peak (nm)	Photo Resistance (10Lx) (KΩ)	Dark Resistance (MΩ)min	γ min	ResponseTime (ms)	
								Rise	Decay
PGM5506	100	90	-30 ~ +70	540	2 ~ 6	0.15	0.6	30	40

**Tableau III.1** *Tableau représente les caractéristiques d'un LDR (PGM5506)*

- **Caractéristiques de triac BT136 :**
  - ✓ Courant de déclenchement de Grille maximum : 25mA
  - ✓ Tension de déclenchement de Grille maximum : 1.5V
  - ✓ Tension directe de crête répétitive à l'état bloqué : 600V
  - ✓ Tension inverse de crête Répétitive : 600V
  - ✓ Courant moyen à l'état passant : 4A

▪ **Configuration des pins de triac BT136**

**A1** : Anode 1

**A2** : Anode 2

**G** : Gâchette

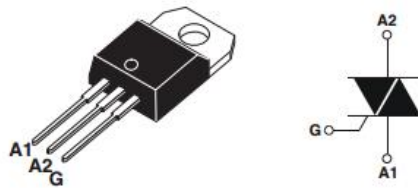


Figure III.17 Brochage de triac BT136

- **Choix de composant**

**R1** : 100kOhms Valeur minimale pour limiter d'éventuelles pointes de courant sur la gâchette et le diac.

**LDR**

**C1** : 100nF. La tension à ses bornes ne peut jamais dépasser 35V crête. On peut choisir un modèle 63V ou 100V.

**DIAC** : 32V, référence DB3 par exemple. Il n'existe qu'un seul modèle connu.

**Triac** : Il faut un modèle 400V minimum. Le courant que supporte le triac pourra être choisi égal au double du courant dans l'ampoule pour garantir une bonne marge. Le triac doit être monté sur un petit radiateur pour 200W

### III.2.3.circuit de puissance

#### Cas 1.Circuit Détecteur de température :

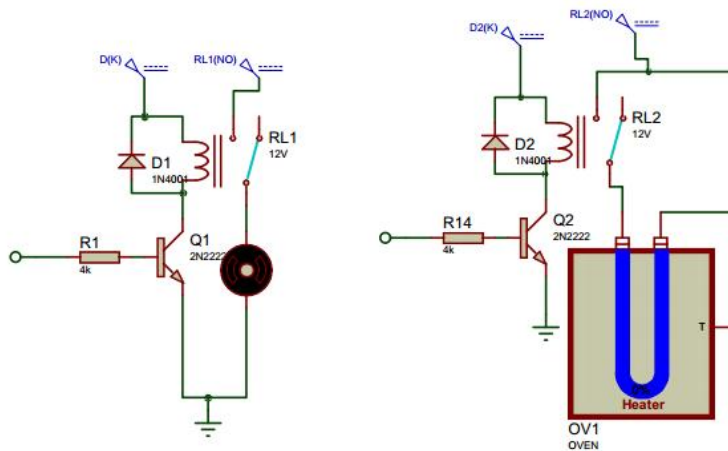


Figure III.18 Schéma de circuit de puissance d'un détecteur de température

Cas 2.Circuit Détecteur d’humidité

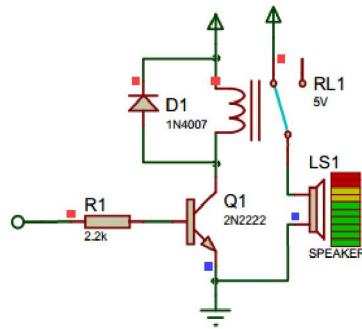


Figure III.19 Schéma de circuit de puissance d’un détecteur d’humidité

Cas 3.Circuit Détecteur de Gaz

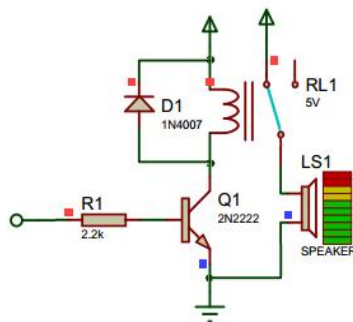


Figure III.20 Schéma de circuit de puissance d’un détecteur de Gaz

Cas 4.Circuit Détecteur de Flamme :

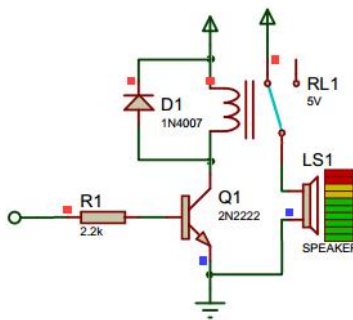


Figure III.21 Schéma de circuit de puissance d’un détecteur de Flamme

Cas 5.Circuit Gradateur de lumière

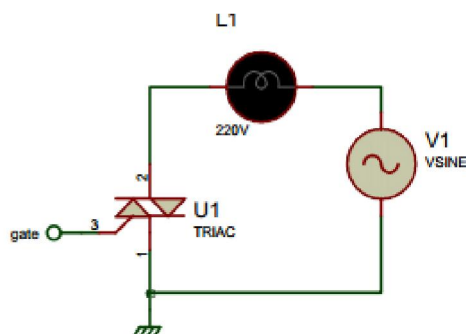


Figure III.22 Schéma de circuit de puissance d’un Gradateur de lumière.



### III.3.Avec carte Arduino

Il s'agit ici d'étudier les différents circuits électronique avec carte Arduino qui entrent dans la conception du système du lieu intelligent.

#### III.3.1.Schema synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du dispositif général dans le cas où la carte Arduino est considérée.

Il y a plusieurs types des actionneurs (ventilateur, chauffage, afficheur, moteur...) ils dépendent principalement des entrées utilisées : capteur de température, capteur d'humidité,...ainsi, le signal issu de chaque entrée est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino. Les signaux qui émanent de ce traitement sont présentés aux circuits de puissance pour assurer le fonctionnement des actionneurs.



Figure III.23 Schéma synoptique avec carte Arduino

#### III.3.2.Partie Commande

##### Cas1.Circuit Détecteur de température et d'humidité

###### a) Schéma synoptique

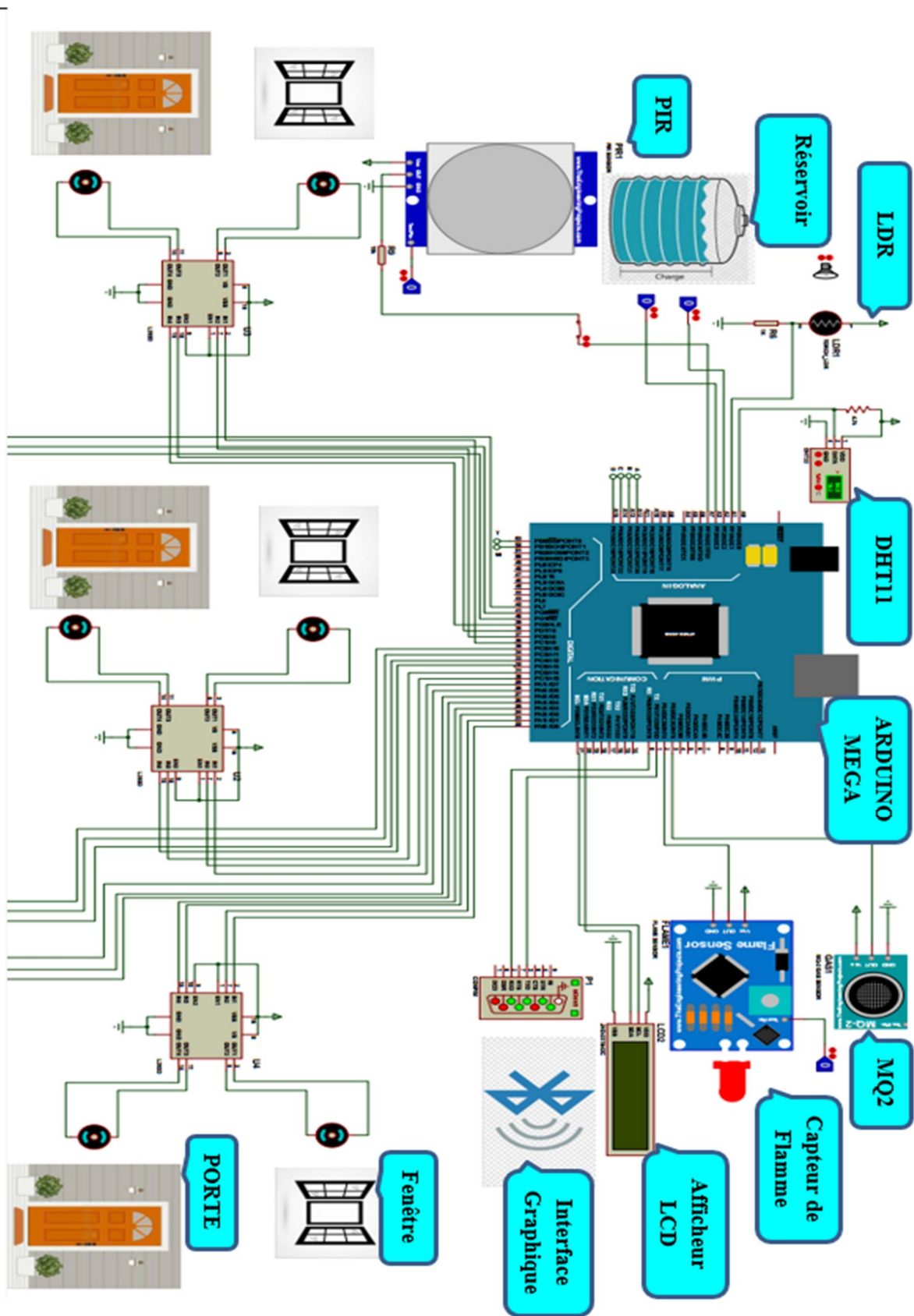
Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de température et d'humidité.

Le signal issu de capteur de température et d'humidité est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino MEGA .le signal issu de carte Arduino est appliqué à l'entrée de l'afficheur LCD et à l'entrée de circuit de puissance pour assurer le fonctionnement de ventilateur et le chauffage.



Figure III.24 Schéma synoptique du circuit detecteur de temperature et d'humidité

b) Schéma électronique



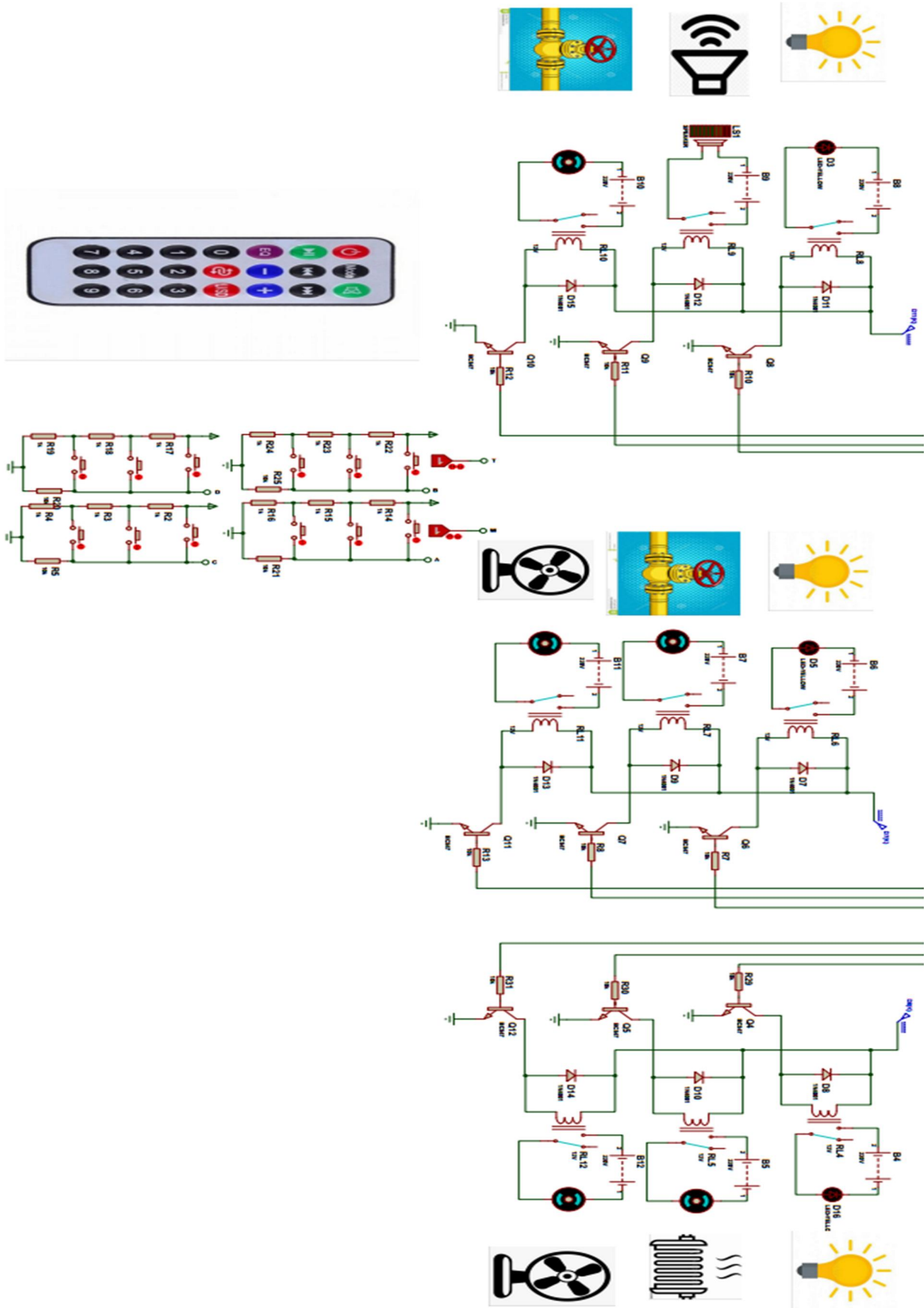


Figure III.25 Schéma électronique générale de système

### c) Principe de Fonctionnement

On a intégré dans notre système de lieu intelligent un sous-système d'acquisition de température et d'humidité avec le capteur de température DHT11.

Cette température acquise va être renvoyée et afficher sur l'afficheur LCD, le système contrôle la température de manière automatique et déclenche le ventilateur si la température dépasse un certain seuil prédéfini.

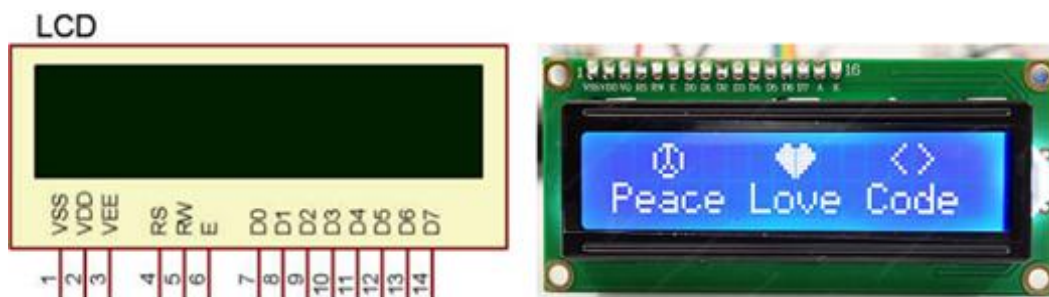
### d) Description des composants

#### 1. La partie d'affichage [20]

Les afficheurs à cristaux liquides LCD sont des modules compacts intelligents et nécessitent peu de composants externes pour un bon fonctionnement. Ils consomment relativement peu de 1 mA à 5 mA, et ils nécessitent une alimentation de 5 V pour pouvoir alimenter leur pilote interne et ainsi permet l'affichage des caractères sur l'écran.

L'afficheur LCD que nous avons utilisé dans notre réalisation permet d'afficher des caractères ASCII sur 16 colonnes et de 2 lignes.

Ce dernier possède huit bits de données, mais seules quatre sont utilisées. Le composant propose en effet un mode de transmission sur 4 bits en passant les caractères en deux temps. Cela économise quatre lignes de données sur l'Arduino.



**Figure III.26** Afficheur LCD à logique intégré 02 lignes x 16 colonnes

Les différentes broches externes de l'afficheur LCD sont les suivantes :

- ❖ VCC, masse : Alimentation de l'afficheur LCD avec 5 V, 0V respectivement.
- ❖ Contraste : Entrée permettant de régler le contraste de l'afficheur LCD. Il faut appliquer une tension continue réglable entre 0 V et 5 V à l'aide d'un potentiomètre.
- ❖ VLED : Différence de potentiel permettant de commander le rétro éclairage.
- ❖ E (ENABLE) : Entrée de validation, elle permet de valider les données sur un front descendant.
- ❖ RS (Register Select) : Cette entrée permet d'indiquer à l'afficheur si l'on souhaite réaliser une commande (RS=0) par des instructions spécifiques ou écrire une donnée sur le bus (RS=1).
- ❖ R/W : Entrée de lecture (R/W=1) et d'écriture (R/W=0). Lorsqu'on commande l'afficheur LCD, il faut se placer en mode écriture.

- ❖ D7...D0 : Bus de données bidirectionnel, il permet de transférer les instructions ou les données à l'afficheur LCD.

Puisque l'afficheur LCD sera commandé par un Arduino. Il faut donc penser aux mises en œuvre :

- ❖ Matériel : Connexion des broches d'Arduino à l'afficheur LCD.
- ❖ Logiciel : Utilisation de sous programmes permet de commander l'afficheur LCD (initialisation, effacement de l'afficheur, affichage d'un caractère, affichage d'une variable...)

## 2. Le pilotage via le bus I2C [21]

Il existe également de petits modules permettant d'interfacer un écran LCD avec un bus I2C, cette solution peut être intéressante si on manque désespérément de broches sur la carte Arduino comme dans notre projet puisqu'au lieu de monopoliser 6 à 7 broches, l'écran n'utilisera que 2.

Toutefois, le module que l'on rencontre le plus souvent est construit autour du PCF8574P de NXP, un circuit permettant d'augmenter le nombre d'entrées sorties numériques via l'I2C.

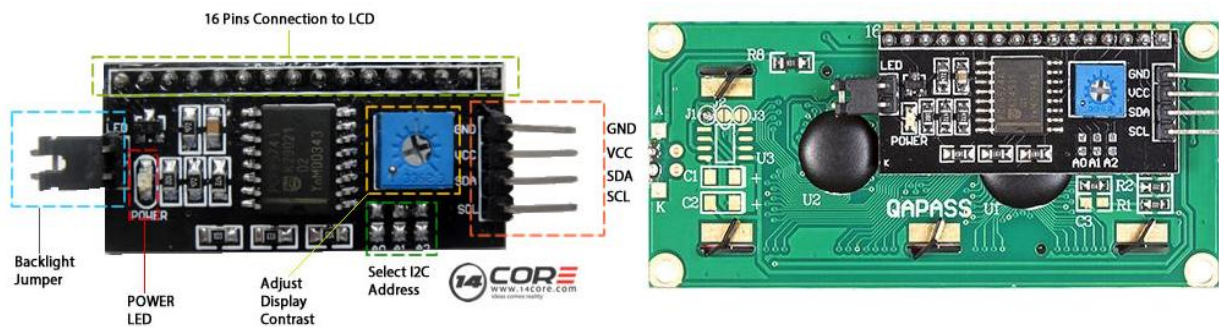


Figure III.27 Montage du Module I2C avec l'afficheur LCD et leurs caractéristique

## 3. Capteur d'humidité et température DHT11 [21]

Ce capteur d'humidité et de température est très répandu dans le contrôle de climatisation, il est constitué d'un capteur de température à base de NTC et d'un capteur d'humidité résistif, un microcontrôleur s'occupe de faire les mesures et les convertir et les transmettre.

Il s'interface grâce à un protocole semblable à 1Wire sur 1 seul fil de données, une librairie pour Arduino est disponible, il est possible de déporter le capteur jusqu'à 20 m.

Cette version est constitué uniquement du capteur, il possède 4 broches espacées de 2,45mm ce qui permet de le brancher facilement sur une breadboard.

- **Brochage du capteur DHT11**

Seul 3 broches sont utiles :

- ✓ VCC : 3.5 à 5.5V
- ✓ GND : Masse 0V
- ✓ Data : Données

- **Caractéristiques**

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

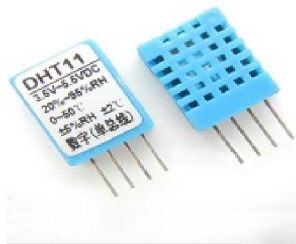


Figure III.28 Capteur de température et d'humidité DHT11

#### 4. Ventilateur

Le lieu intelligent s'applique également au chauffage et à la ventilation, des éléments indispensables au sein d'un logement. La solution est la régulation du chauffage, c'est-à-dire programmer un degré de température adapté à chaque pièce et notamment en fonction de moments de la journée, nuit et jour.

Dans notre projet, on a modélisé le ventilateur par un simple ventilateur de l'ordinateur familial suivant :



Figure III.29 Ventilateur de pc 12v

Cas2.Circuit Détecteur de gaz

a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de gaz, le signal issu de capteur de gaz est appliqué particulièrement à l'entrée de la carte Arduino MEGA. Le signal issu de la carte Arduino est appliqué à l'entrée de l'alarme et à l'entrée de circuit de puissance pour assurer le fonctionnement de l'ouverture et fermeture des fenêtres.

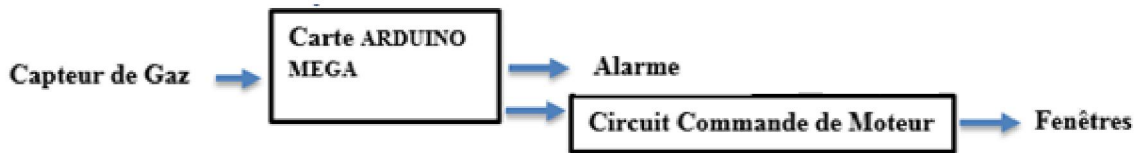


Figure III.30 Schéma synoptique de circuit détecteur de gaz

b) Schéma électronique

Voir Figure III.25.

c) Principe de Fonctionnement

Le système d'un lieu intelligent intègre un sous-système de détection de gaz avec le capteur de gaz MQ2.

La concentration des gaz combustibles dans l'air est renvoyé comme une tension analogique, le système contrôle la concentration des gaz dans la maison de manière automatique et déclenche l'alarme s'il existe une fuite de gaz et fait les conductions de sécurité et ouvre des fenêtres pour la ventilation.

d) Description des composants

1. Capteur de gaz/fumée (MQ-2) [21]

Le capteur de gaz MQ2 est utilisé pour la détection des fuites de gaz pour les équipements des marchés de grandes consommations et industriel. Ce capteur est conçu pour détecter le LPG, i-butane, propane, méthane, alcool, hydrogène et la fumée. Il a une grande sensibilité et un temps de réponse rapide. Sa sensibilité peut d'ailleurs être ajustée par le potentiomètre

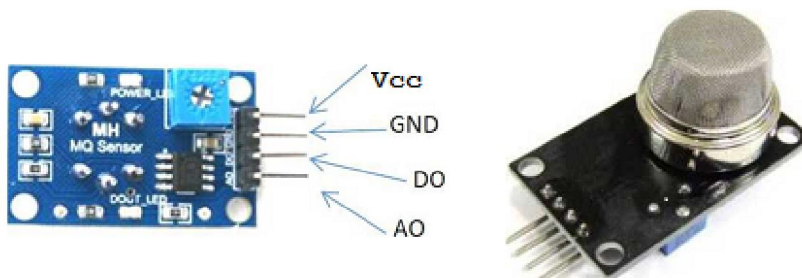


Figure III.31 Capteur de gaz/fumée MQ-2

- **Principales caractéristiques de gaz/fumée MQ-2**

- ❖ Alimentation : 5V
- ❖ Type d'Interface : Analogique
- ❖ Connectique : 1-Sortie 2-GND 3-VCC
- ❖ Réponse rapide et haute sensibilité

## 2. Moteur à courant continu (DC\_MOTOR)

Pour motoriser nos volets des fenêtres ainsi de la porte principale, on a pensé à utiliser des moteurs à courant continu.



**Figure III.32** Moteur à courant continu

- **Module commande moteur CC L293D [22]**

Afin d'avoir un contrôle complet sur le moteur à courant continu, nous devons contrôler sa vitesse et son sens de rotation.

- **PWM** – pour contrôler la vitesse du moteur
- **H-Bridge** – pour contrôler le sens de rotation du moteur

Le L293D est un double pont-H, ce qui signifie qu'il est possible de l'utiliser pour commander quatre moteurs ou un moteur pas à pas.



**Figure III.33** Circuit intégrée L293D

- **Caractéristiques techniques du L293D :**

- Courant Max Régime continu : 600mA (x2)
- Courant de pointe Max < 2ms : 1200mA
- VS Max Alim moteur : 36v
- VSS Max Alim logique : 7v

Le schéma suivant définit les différentes broches du composant L293D





Figure III.34 Les pins de L293D

Les pins enable1 et enable2 permettent moduler la vitesse du moteur en utilisant des broches PWM de l'Arduino.

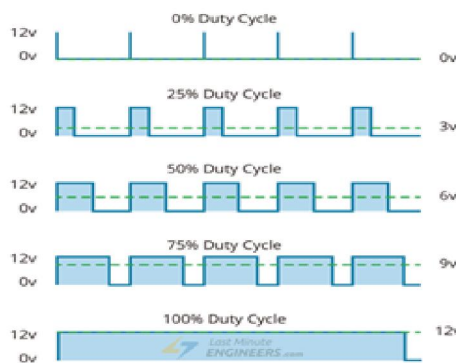


Figure III.35 Technique de modulation de Largeur d'impulsion(PWM)

• **Fonctionnement du L293D**

Le tableau suivant montre le fonctionnement de moteur DC en utilisant le composant L293D.

IN1	IN2	Spinning Direction
Low(0)	Low(0)	Motor OFF
High(1)	Low(0)	Forward
Low(0)	High(1)	Backward
High(1)	High(1)	Motor OFF

Tableau III.2 Le fonctionnement de moteur DC en utilisant le composant L293D

### 3. Module BUZZER [21]

Ce module est utilisé pour déclencher une alarme s'il y a un danger dans notre maison comme une fuite de gaz ou bien s'il y a une intrusion.

- **Caractéristiques**

- Voltage : 3.5 - 5 v
- Courant : < 25mA
- Height: 7mm

- **Brochage**

- VCC du buzzer → VCC de l'Arduino
- GND du buzzer → GND de l'Arduino



Figure III.36 Buzzer

#### Cas3.Circuit Détecteur de Flamme

##### a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de flamme. Le signal issu de capteur de flamme est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino MEGA .le signal issu de carte Arduino est appliqué à l'entrée de l'alarme.



Figure III.37 Schéma synoptique de circuit détecteur de Flamme

##### b) Schéma électronique

Voir Figure III.25.

### c) Principe de Fonctionnement

Le système d'un lieu intelligent intégré un sous-système de détection de flamme avec le capteur d'infrarouge .le système renvoie sa lecture comme tension analogique et contrôle la maison de manière automatique et déclencher l'alarme si existe une flamme

### d) Description des composants

#### 1. Capteur de Flamme [23]

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

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

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

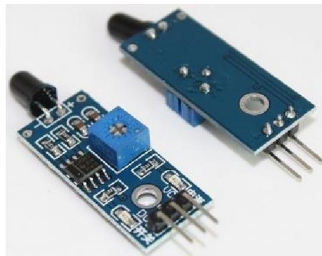


Figure III.38 Capteur de flamme

- **Caractéristique du capteur de flamme**

- ✓ Tension : DC 3 ~ 5.5V
- ✓ Matériel : PCB
- ✓ Dimension du produit : 3,5 x 1,5 x 1,2 cm
- ✓ Poids : 5

### Cas4.Circuit Détecteur de lumière

#### a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de lumière.le signal issu de capteur de lumière est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino MEGA .le signal issu de la carte Arduino est appliqué à l'entrée du circuit gradateur de lumière pour assurer le fonctionnement des lampes.

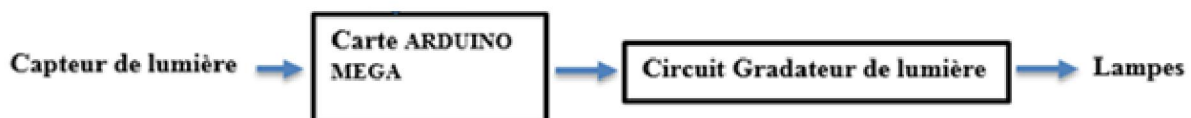


Figure III.39 Schéma synoptique d'un circuit détecteur de lumière

b) Schéma électronique

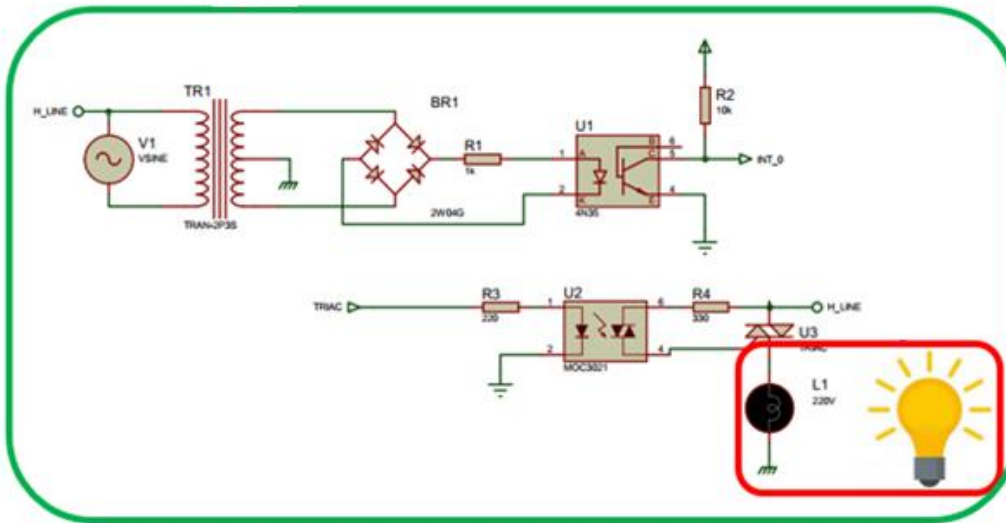


Figure III.40 Schéma électronique du circuit détecteur de lumière

c) Principe de Fonctionnement

Le système renvoie sa lecture comme tension analogique et varié comme un pourcentage le système contrôle l'intensité lumineuse des lampes de manière automatique si le flux lumineux sur LDR est supérieur à 50% les lampe s'allume à 50% sinon s'allume a 100%

d) Description des composants

1. Capteur de la lumière : la photorésistance (LDR) [21]

Une photorésistance est un composant électronique dont la résistance varie en fonction de l'intensité lumineuse.

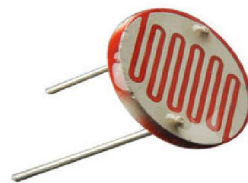


Figure III.41 Photorésistance (LDR)

Plus le flux lumineux sera intense, plus le nombre d'électrons disponibles pour assurer la conduction sera grand. L'efficacité est en fonction de la longueur d'onde de la lumière et la courbe de sensibilité est voisine de celle de l'œil humain.

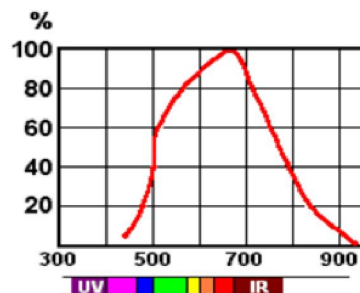


Figure III.42 Courbe de sensibilité en fonction de la longueur d'onde de la lumière

### Cas5.Circuit Détecteur de Mouvement

#### a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de mouvement. le signal issu de capteur de mouvement est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino MEGA.

Le signal issu de carte Arduino est appliqué à l'entrée de l'alarme.



Figure III.43 Schéma synoptique d'un circuit détecteur de mouvement

#### b) Schéma électronique

Voir Figure III.25.

#### c) Principe de Fonctionnement

Le système contrôle et détecte s'il y a des mouvements dans la maison. Par la suite, on peut lancer une alarme et envoyer un SMS pour informer l'utilisateur en cas existe des personne dans la maison.

#### d) Description des composants

##### 1. Capteur de mouvement (PIR) [21]

Les capteurs PIR (« passive infrared », « pyroélectriques » ou « à mouvement infrarouge »), sont des capteurs infrarouge détectent le mouvement par la radiation naturelle émis par les objets chauds (les personnes, animaux, moteurs de voitures émettent une radiation plus importante)

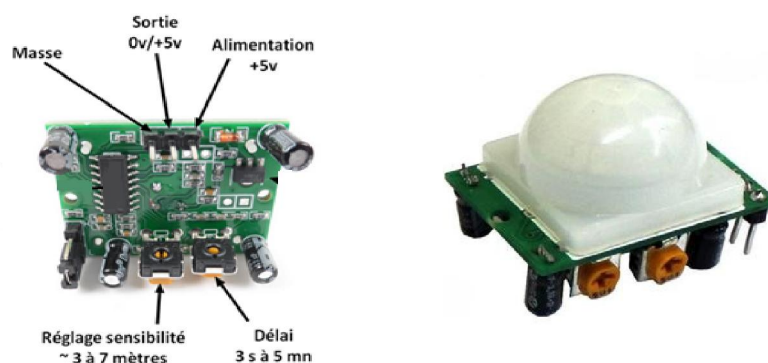


Figure III.44 Capteur de mouvement (PIR)

- **Caractéristique du capteur PIR**

- Alimentation : 5-16V
- Cône de détection : 120°
- Signal de sortie numérique : 3,3V
- Portée : 7m
- Sensibilité et délai de réponse (2-4 s) ajustables

- **Brochage du capteur PIR**

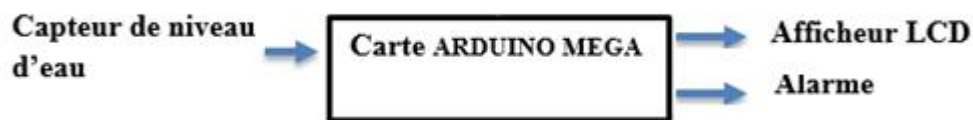
- ✓ VCC : 4.5 à 12V
- ✓ GND : Masse 0V
- ✓ Data : High/Low Output(Dout)
  - 3.3V (High)/0V (Low).

**Cas6.Circuit Détecteur de niveau d'eau**

**a) Schéma synoptique**

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit détecteur de niveau d'eau.

Le signal issu de capteur de niveau d'eau est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino MEGA .le signal issu de carte Arduino est appliqué à l'entrée de l'alarme, à l'entrée de afficheur LCD.



**Figure III.45** Schéma synoptique d'un circuit détecteur de niveau d'eau

**b) Schéma électronique**

Voir **Figure III.25**.

**c) Principe de Fonctionnement**

Pour contrôler le niveau d'eau dans notre réservoir, on a pensé à utiliser des capteurs de niveau si le réservoir est plein le système lance une alarme pour informer l'utilisateur

**d) Description des composants :**

**1. Capteur de niveau d'eau :**

Il existe plusieurs types de capteur de niveau .le cas le plus simple c'est utilisation des simple files électrique.

### III.3.2.circuit puissance

#### III.3.2.1.Relais

Un relais électromécanique est un organe électrique permettant de dissocier la partie puissance de la partie commande : il permet l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique

Par un second circuit complètement isolé (**isolation galvanique**) [24] voir annexe 3 .

- **Caractéristique de relai**

- ✓ **Tension nominal de bobine** : Tension continu (5V, 12V, 24V.....)
- ✓ **Courant de commutation maximal** : 15A
- ✓ **Tension de commutation maximale** : 240VAC/24VDC



Figure III.46 Schéma représente un exemple d'un relai avec des caractéristiques

- **Configuration des pins de relai**

- ✓ **NC** : Contact normalement fermé
- ✓ **NO** : Contact normalement ouverte
- ✓ **Common**
- ✓ **Colis terminal**

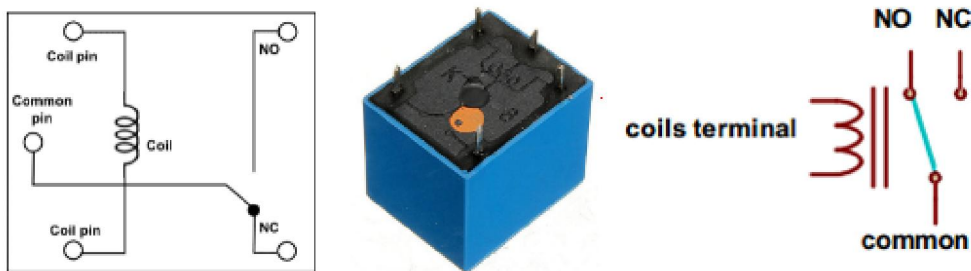


Figure III.47 Schéma représente les broches d'un relai

#### III.3.2.2.Circuit gradateur de lumière

##### a) Schéma synoptique

Le schéma suivant illustre le fonctionnement synoptique du circuit gradateur de lumière. Le signal issu de circuit à optocoupleur est appliqué particulièrement à l'entrée du carte Arduino MEGA pour générer une interruption. Le signal issu de carte Arduino est appliqué à l'entrée de circuit de puissance pour assurer le fonctionnement des lampes.

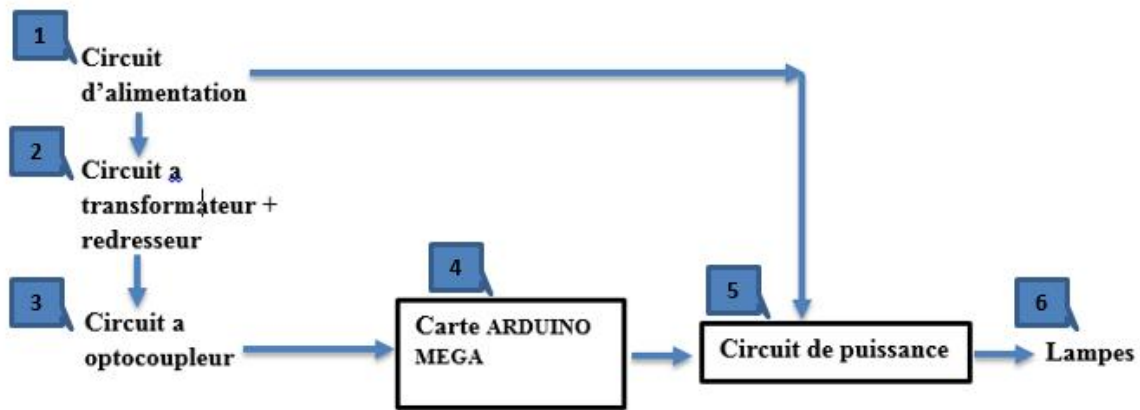


Figure III.48 Schéma synoptique de circuit gradateur de lumière

b) Schéma électronique

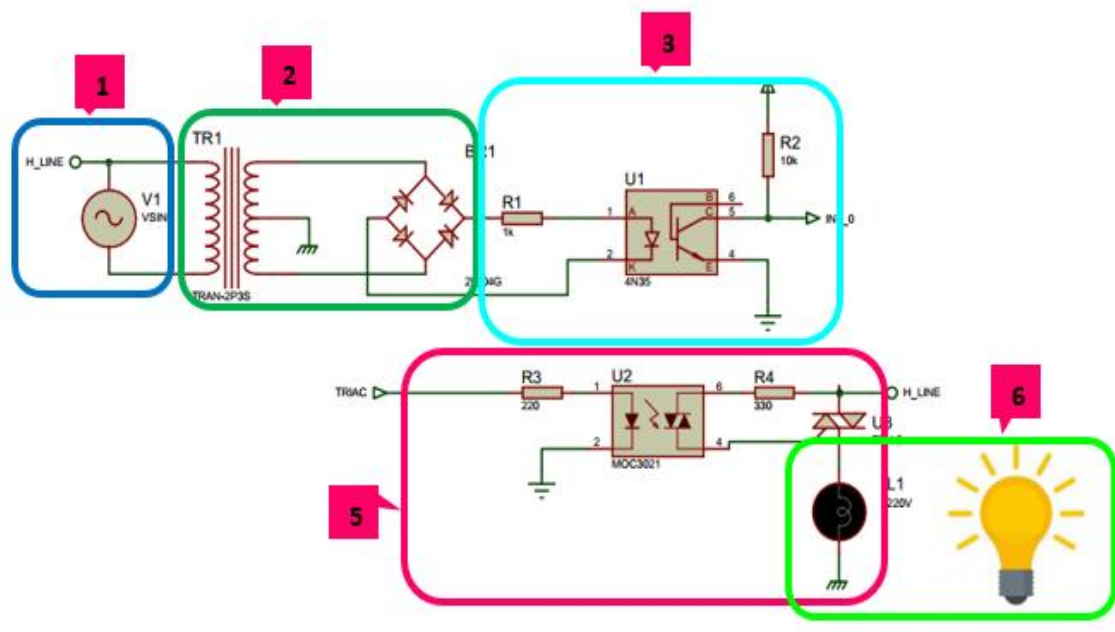


Figure III.49 Schéma du Circuit gradateur de lumière

c) Description des composants

• Module d'un gradateur de lumière [25]

C'est une platine électronique, pour faire varier l'intensité lumineuse de notre lampe avec un Arduino, Concernant les informations importantes pour ce module, il peut fonctionner avec un courant alternatif en 50 hertz ou 60 hertz, il peut être alimenté en 220V ou en 110Volts. Ce module peut être piloté en courant continu avec une tension de 3.3V ou 5 Volts, ce qui veut dire qu'on peut le brancher sur un Arduino.

Ce module est conçu pour contrôler l'intensité des lampes à incandescence, AC LED d'immuable ampoules LED, bandes, la puissance de chauffage d'éléments et la vitesse du moteur AC à travers une carte Arduino.



- Principe de fonctionnement d'un gradateur [26]

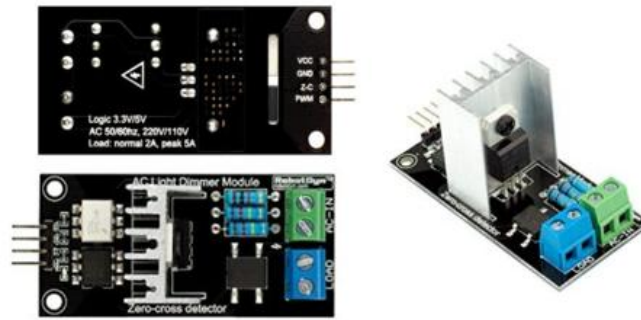


Figure III.50 Module d'un gradateur de lumière

Le variateur de tension AC est un module qui permet de faire varier la puissance d'un courant alternatif. Il a la même utilité qu'un transistor en courant continu. Il permet notamment de faire varier la luminosité d'une lampe alimentée en 220V ou faire varier la vitesse d'un ventilateur, par exemple.

Le variateur de lumière AC est constitué d'un triac et d'un détecteur de passage à zéro de la phase afin de synchroniser la variation de tension et la phase du courant alternatif.

### III.3.3. Analyse de circuit [27]

- **Calcul de la résistance  $R_d$  :**

La résistance  $R_d$ , limite le courant dans la diode de l'optotriac, et il doit être calculée en fonction du courant nécessaire à un amorçage efficace du triac de l'étage de sortie.

Le courant calibré par la résistance  $R_d$  devra être inférieur à la valeur maximale recommandée pour  $I_{FT}$ , soit environ 50 à 60 mA. En principe, la valeur  $I_{FT_{max}}$  est suffisante pour garantir un déclenchement efficace. La résistance  $R_d$  doit être comme le courant dans la IRED soit supérieur à la valeur  $I_{FT_{max}}$  et inférieur à 50 mA.

$$R_d = (V_{alim} - V_{F_{max}} - V_{sat}) / I_{FT_{max}}$$

Pour un MOC3021, une alimentation de 5 V, une tension de saturation du circuit de commande de 0,4 V, le calcul devient :

$$R_d = (5 - 1.5 - 0.4) / 0.015 .$$

On prend une résistance  $R_d$  de 220ohm ou de 180ohm.

- **Calcul de la résistance  $R_g$**

La résistance  $R_g$  a pour but de limiter le courant dans l'optotriac. Pour des optotriacs à déclenchement instantané de type MOC3021, la valeur de la résistance  $R_g$  s'exprime par la relation suivante :

$$R_g = \frac{V_{max}}{I_{TSM_{max}}} = \frac{220 * \sqrt{2}}{1} = 311 \text{ ohm}$$

- **Calcul de la résistance Rd**

La résistance Rd, limite le courant dans la diode de l'optotransistor,

$$R_d = (V_{alim} - V_{F\_max}) / I_{F\_max}$$

$$R_d = \frac{12 - 1.5}{10 \cdot 10^{-3}} = 1k$$

### III.4. Etude comparative entre les cas sans et avec Arduino

Comme dans le cas de notre étude nous nous sommes basés sur deux cas de situations, circuits sans et avec carte Arduino. le tableau suivant résume les principaux points de la comparaison entre les deux cas de circuits concernés. Nous remarquons que le circuit à carte Arduino comme il a ses inconvénients, il présente plus d'avantages par rapport au circuit sans carte Arduino.

	<b>Circuit sans carte arduino</b>	<b>Circuit avec carte arduino</b>
<b>Coût d'Utilisation en composants</b>	Utilisation requiert plus de composants	Utilisation requiert moins de composants
<b>Maintenance</b>	Difficile (changement des composant)	Facile (correction de code)
<b>Espace réservée</b>	Plus espace	Moins d'espace
<b>Complexité</b>	complexe	Moins Complexe
<b>Communication</b>	Pas support	support
<b>Consommation d'énergie</b>	Economique	Plus économique

**Tableau III.3** *tableau comparative entre circuit sans et avec carte arduino*

### III.5. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons étudié les différents circuits électronique sans et avec carte Arduino qui entrent dans le cadre de la conception du système du lieu intelligent.

L'importance d'étudier ce chapitre, est d'apprendre l'analyse des circuits électroniques et la programmation avec carte Arduino.

Dans le chapitre suivant, nous étudierons la simulation des circuits étudiés et l'établissement d'une étude comparative entre les deux circuits étudiés. Puis la réalisation d'une maquette de notre système.

# Chapitre IV

Simulations des circuits

## IV.1.Introduction

Ce chapitre sera consacré aux différents tests de simulation de différents circuits électroniques étudiés de notre système dans le deuxième chapitre. Donc, différents organigrammes correspondant aux deux de situations, sans et avec carte Arduino seront établis. De plus, les programmes concernés seront présentés, ce qui permettra de constater leurs différences.

## IV.2. Partie logicielle

Cette partie est dédiée à la représentation des plateformes informatiques utilisées dans le développement du système lieu intelligente. Ainsi, nous allons exploiter deux plateformes principales :

### IV.2.1.Plateforme de programmation Arduino

Dans ce cas, il y a une interface de l'IDE ARDUINO. Ce qui nous offre la possibilité pour développer nos programmes sur les cartes Arduino. La **figure IV.1** montre la forme de la structure de programmes ARDUINO.

Nous remarquons deux fonctions principales que nous devons respecter pour l'écriture et l'exécution de nos programmes :

- ✓ **Setup** : contiendra toutes les opérations nécessaires à la configuration de la carte (directions des entrées sorties, débits de communications série, etc.).
- ✓ **Loop** : elle est exécutée en boucle après l'exécution de la fonction setup. Elle continuera de boucler tant que la carte n'est pas mise hors tension. Cette boucle est absolument nécessaire sur les microcontrôleurs étant donné qu'ils n'ont pas de système d'exploitation.

En effet, si l'on omettait cette boucle, à la fin du code produit, il sera impossible de reprendre la main sur la carte Arduino qui exécuterait alors du code aléatoire.

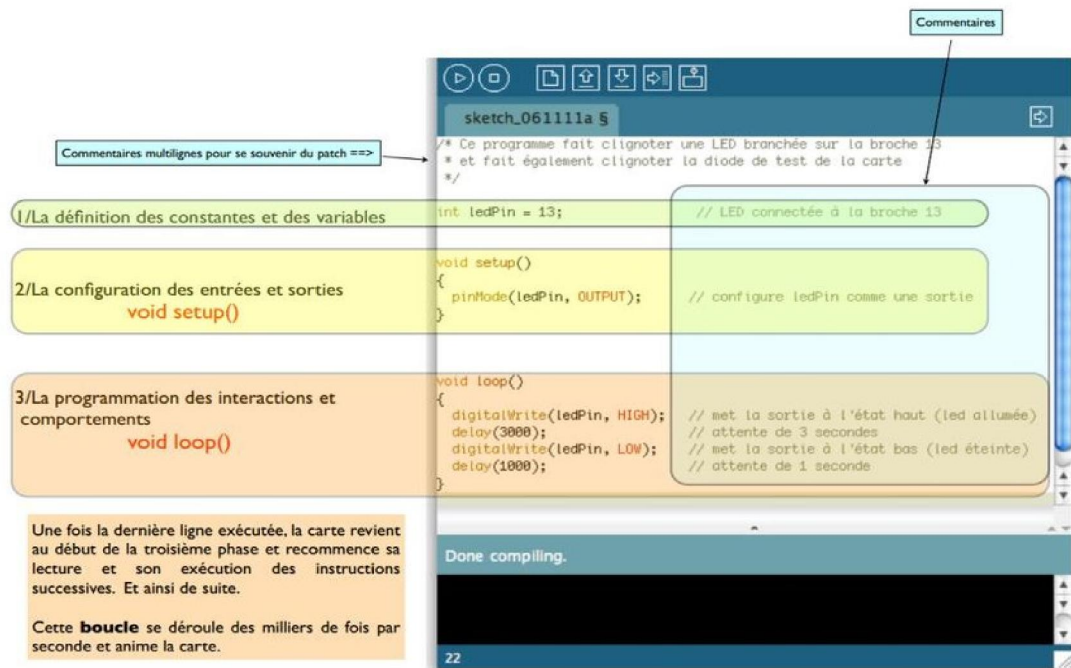


Figure IV. 1 Structure de programme ARDUINO

#### IV.2.2. Plateforme de développement et de simulation Proteus

Avant de passer à la réalisation pratique de notre système, nous avons eu recours à l'établissement des différentes parties électroniques du système déjà étudiés dans le chapitre3, pour cela on utilise le logiciel Proteus. Ce qui permettra d'ajuster, de modifier le circuit et de vérifier les résultats obtenus correspondant aux différentes fonctions du système suiveur de ligne. La **figure IV.2**



Figure IV.2 Représentation par une photo du logiciel Proteus

Deux logiciels principaux composent cette suite logicielle : ISIS, ARES :

**ISIS** : pour éditer nos schémas électriques.

**ARES** : pour réaliser le PCB (de l'anglais printed circuit board ou circuit imprimé) de la carte électronique.

### IV.3. Simulations des circuits étudiés

#### IV.3.1. Sans carte arduino

##### a) Diagramme structurels général

L'Organigramme suivant représente le fonctionnement de notre projet dans le cas où la carte Arduino n'est pas considérée.

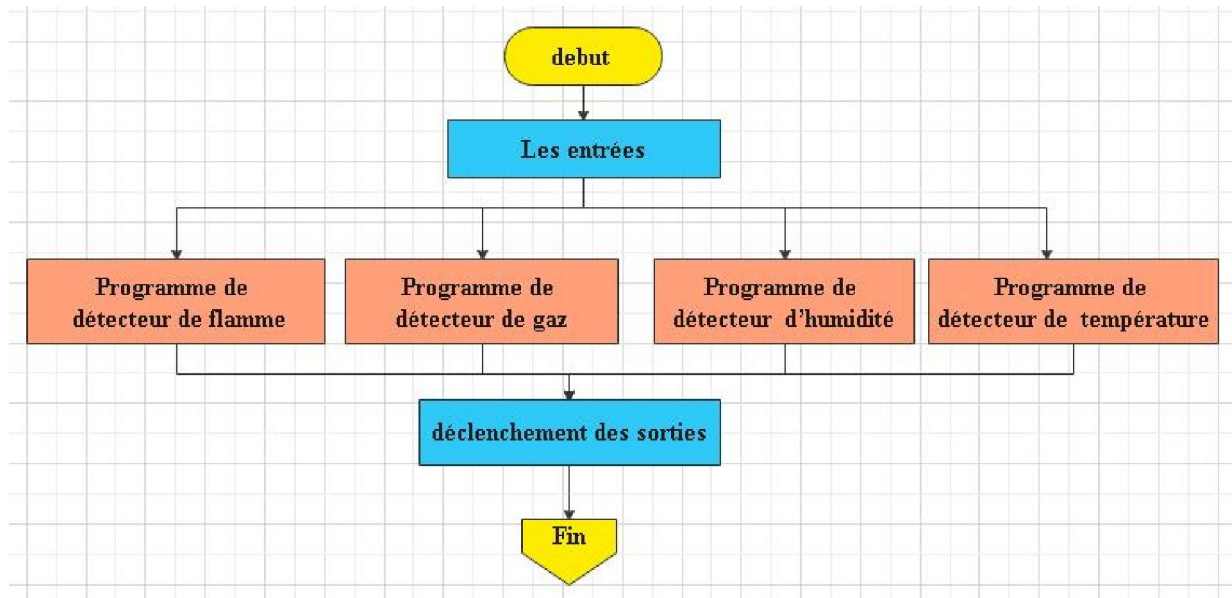


Figure IV. 3 Organigramme de fonctionnement de notre projet sans carte Arduino

#### IV.3.2. Avec carte arduino

##### a) Diagrammes structurels général

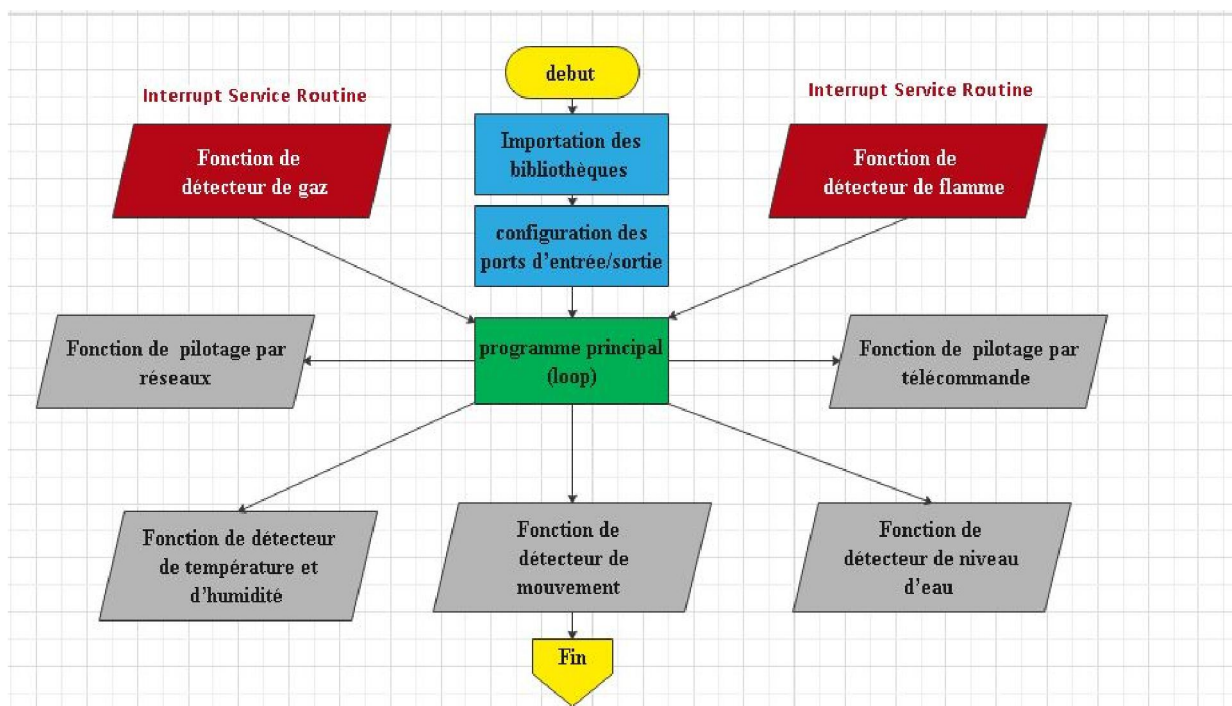


Figure IV. 4 Organigramme de fonctionnement de notre projet avec carte Arduino

L'Organigramme précédant **Figure IV.4** représente le fonctionnement de notre projet. Ainsi, le code arduino est composé de 10 parties où chacune est une suite d'instructions et de fonctions.

➤ **Partie 1**

Importation des bibliothèques que l'on va utiliser dans notre code, à savoir : **IRremote**, **Wire**, **Dht** et **LiquidCrystal\_I2C**.

- « IRremote » pour le fonctionnement en télécommande.
- « Wire » pour communiquer avec les appareils I2C / TWI.
- « Dht » pour utiliser les capteurs de type dht.
- « LiquidCrystal\_I2C » pour contrôler les LCD de type I2C.

➤ **Partie 2**

Déclaration des variables principales de code source.

➤ **Partie 3**

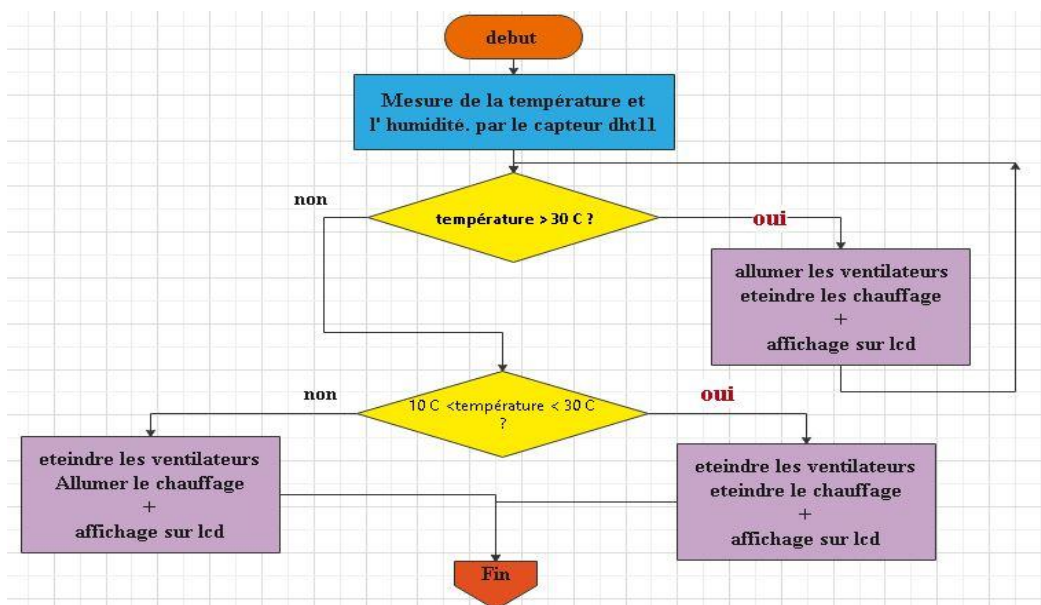
Configuration des pins d'entrées et de sorties comme les Capteurs, les Buttons, les Motors, les Lcd...etc.

**Cas1 : circuit détecteur de température et d'humidité**

Dans ce cas, le capteur dht11 est utilisé, ce qui permettra de mesurer la température et humidité.

- Si la température > 30°C les ventilateurs seront activés
- Si la température < 10°C le chauffage sera activée

**a) Diagramme fonctionnel**



**Figure IV. 5** Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de température et d'humidité

b) Résultats de simulation

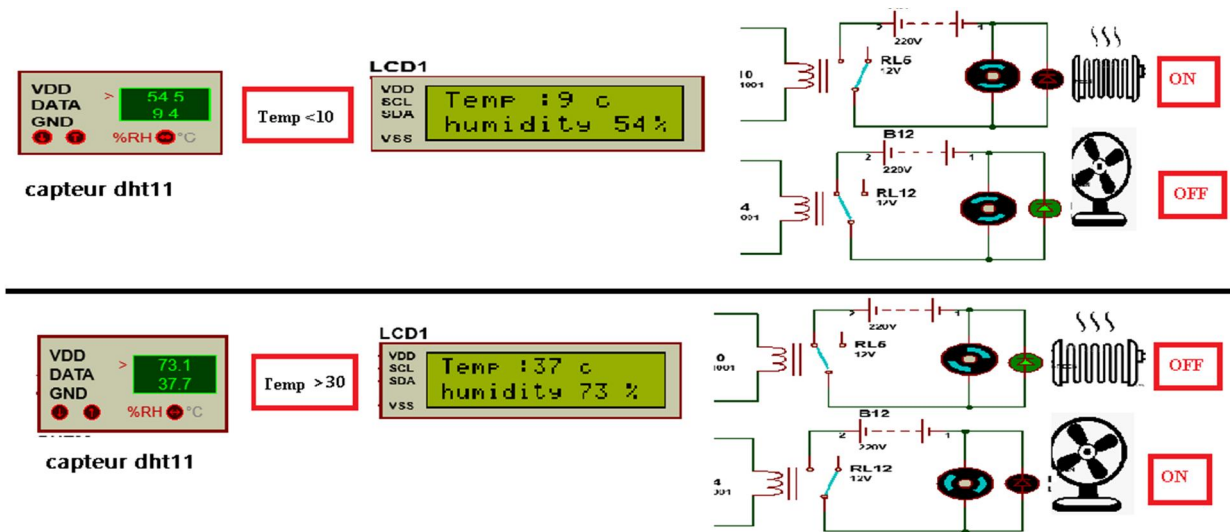


Figure IV. 6 Résultat de simulation de circuit détecteur de température et d'humidité

c) Code arduino

```

void Dht_lcd()// This fucntion Display the Temp and the humidity on the Lcd
{
    Dht_Read();
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Temp :");
    lcd.print(Temp);
    lcd.print(" c");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" humidity ");
    lcd.print(RH);
    lcd.print(" %");
    delay(50);
    if (digitalRead(52)==HIGH)
    {
        Temp_Adjust();
    }
}

void Temp_Adjust()
{
    if(Temp >30) digitalWrite(Fan,HIGH);
    else digitalWrite(Fan,LOW);
    if(Temp <12) digitalWrite(Oven,HIGH);
    else digitalWrite(Oven,LOW);
}
    
```



Cas2 : circuit détecteur de gaz

Dans ce cas, s'il y a plus de 10 interruptions de détection de gaz :

- Le buzzer sera activé.
- Les portes et les fenêtres s'ouvriront.
- Le ventilateur s'arrêtera.

a) Diagramme fonctionnel

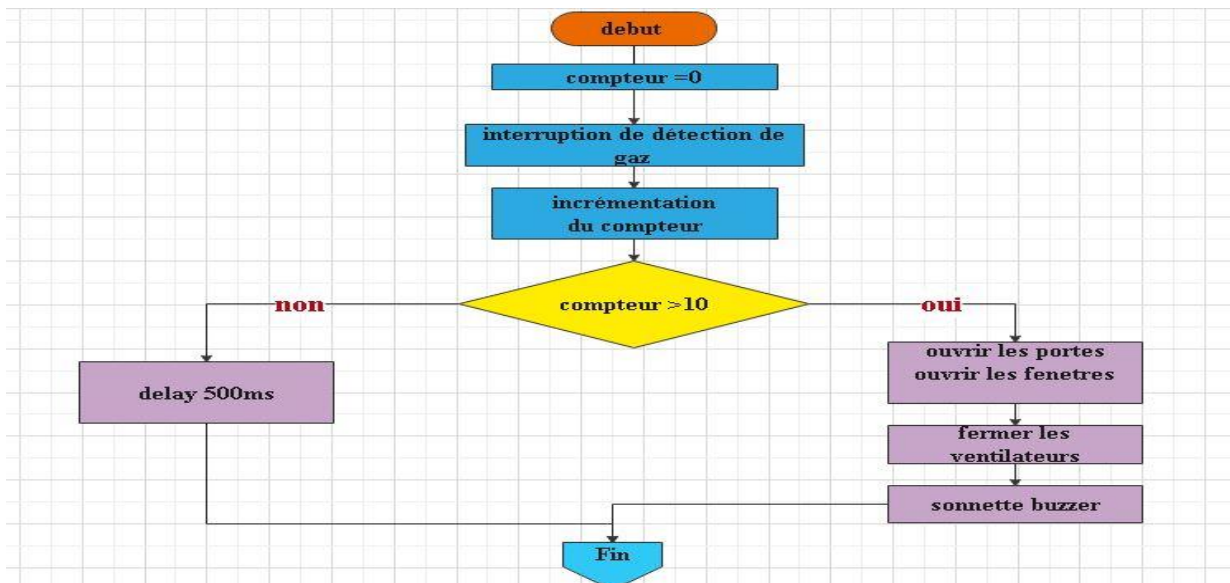


Figure IV. 7 Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de gaz

b) Résultats de simulation

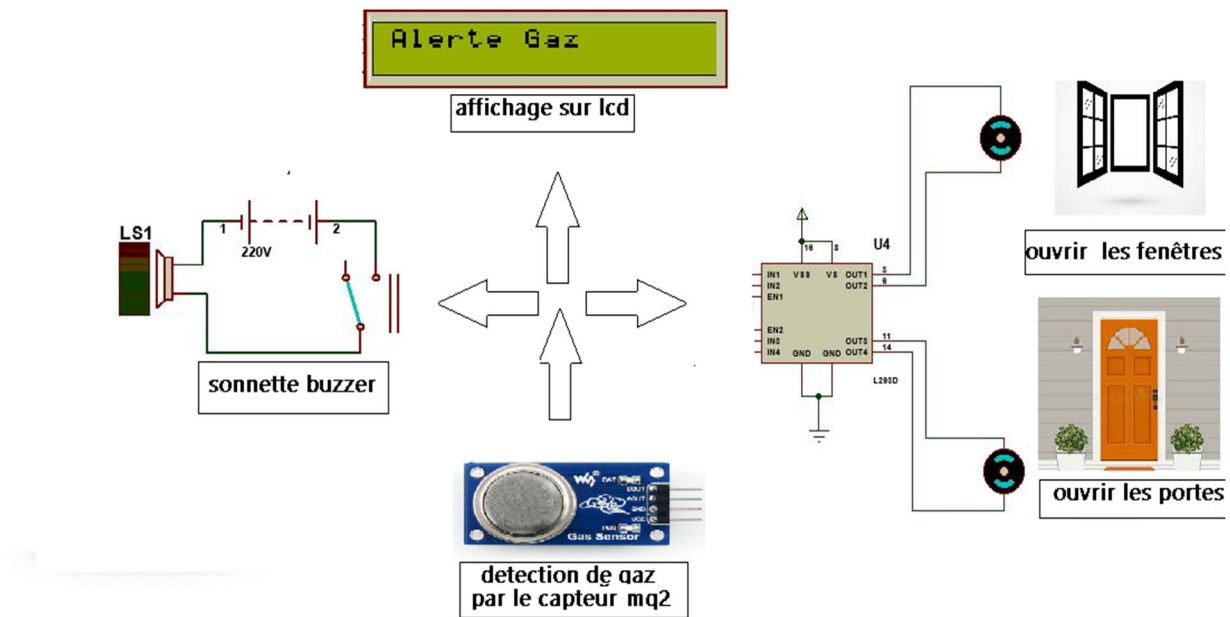


Figure IV. 8 Résultat de simulation de circuit détecteur de gaz

## c) Code arduino

```

void interrupt_Gas()
{
  ++counter_gas;
  if(counter_gas>2)
  {
    gas_state =HIGH;
    Open_Window(4);
    Open_Door(4);
    for(int i =0; i<250;i++)
    {
      digitalWrite(Sounder,HIGH);
      delay(10);
      digitalWrite(Sounder,LOW);
      delay(10);
    }
    counter_gas =0;
  }
}
}

```

## Cas3 : circuit détecteur de flamme

Dans ce cas, s'il y a plus de 10 interruptions de détection de flamme le buzzer sera activé

## a) Diagramme de fonctionnement

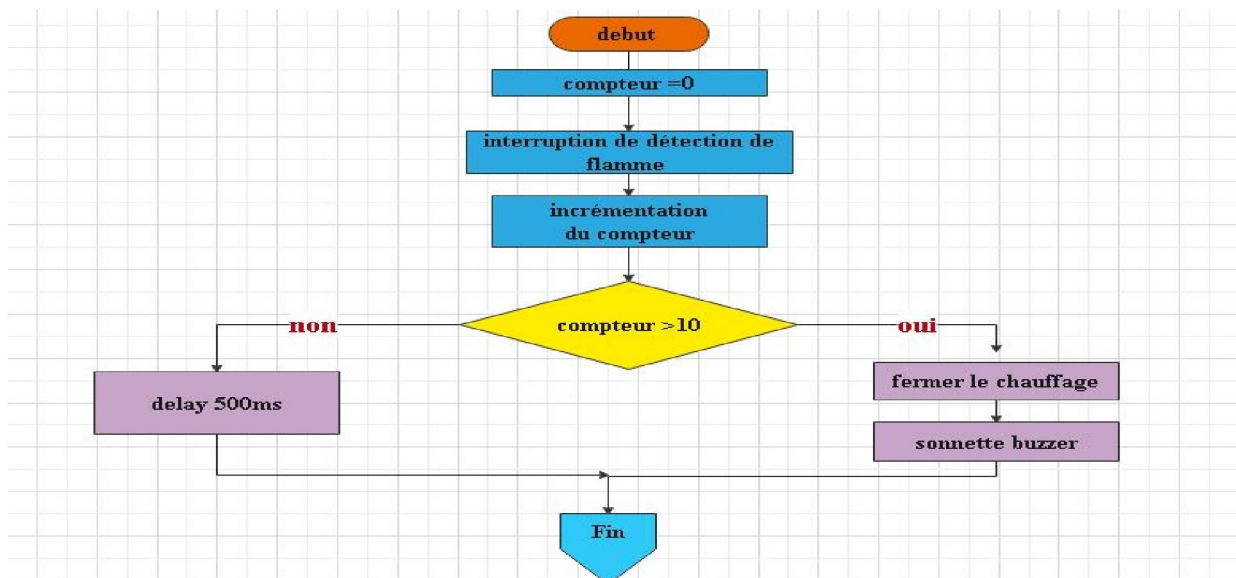


Figure IV. 9 Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de flamme

b) Résultat de simulation

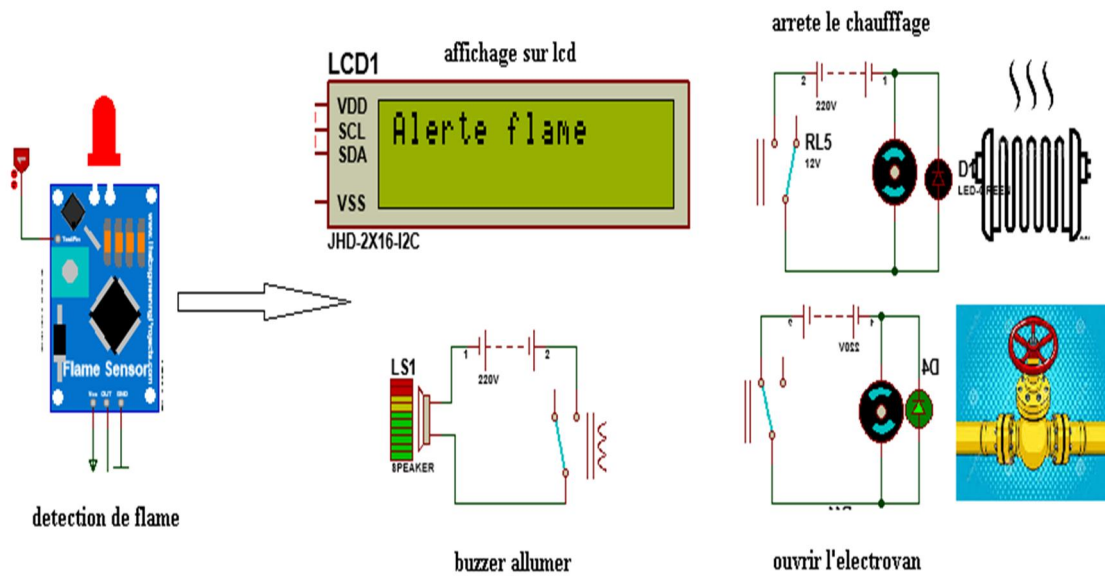


Figure IV. 3 Résultat de simulation de circuit détecteur de flamme

c) Code arduino

```

void Check_Pump()
{
  if(digitalRead(High_Level) ==HIGH)
  {
    digitalWrite(Water_Pump, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Reservoir 100 % ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print( "van fermer ");
  }
  else if(digitalRead(Low_Level) ==LOW)
  {
    digitalWrite(Water_Pump, HIGH);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Reservoir 30 % ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print( "van ouverte ");
  }
  delay(50);
}

```

**Cas4 : circuit détecteur de mouvement**

Le capteur de mouvement PIR fait le scan 50 fois si le total de résultat positif plus de 10

L'alarme ca déclenche.

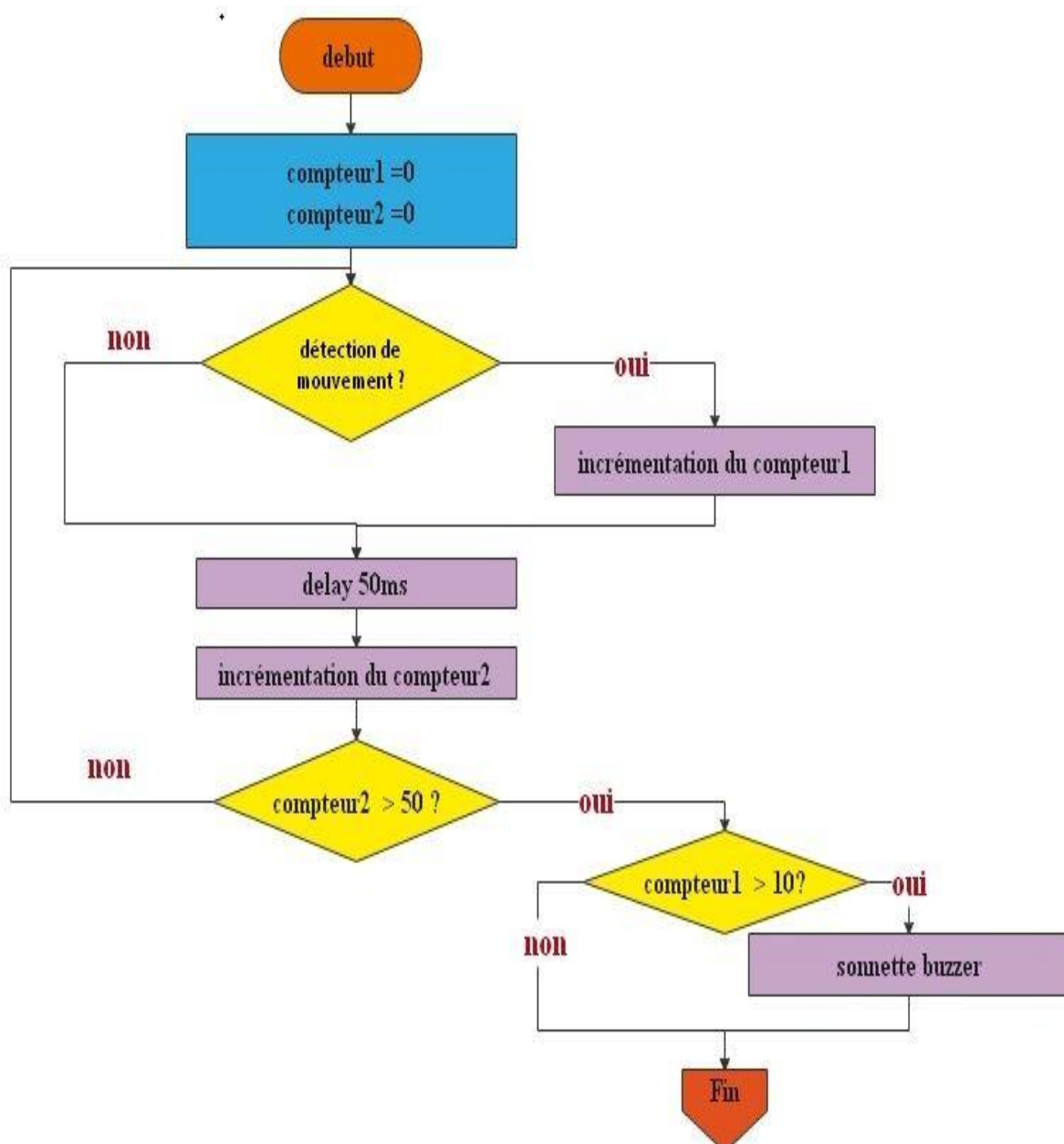
**a) Diagramme de fonctionnement**

Figure IV. 4 Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de mouvement

## d) Résultat de simulation



Figure IV. 5 Résultat de simulation de circuit détecteur de mouvement

## c) Code arduino

```

void Check_Pir()
{
  int j =0;
  for(int i =0 ; i<50; i++)
  {
    if( digitalRead(Pir) ==HIGH)
      ++j;
    delay(10);
  }
  if (j>=10)
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("detect movement ");
    for(int i =0; i<250;i++)
    {
      digitalWrite(Sounder,HIGH);
      delay(10);
      digitalWrite(Sounder,LOW);
      delay(10);
    }
  }
}

```

**Cas5 : circuit détecteur de niveau d'eau**

On a deux capteurs de niveau :

- Niveau Bas (L)
- Niveau haut (H)

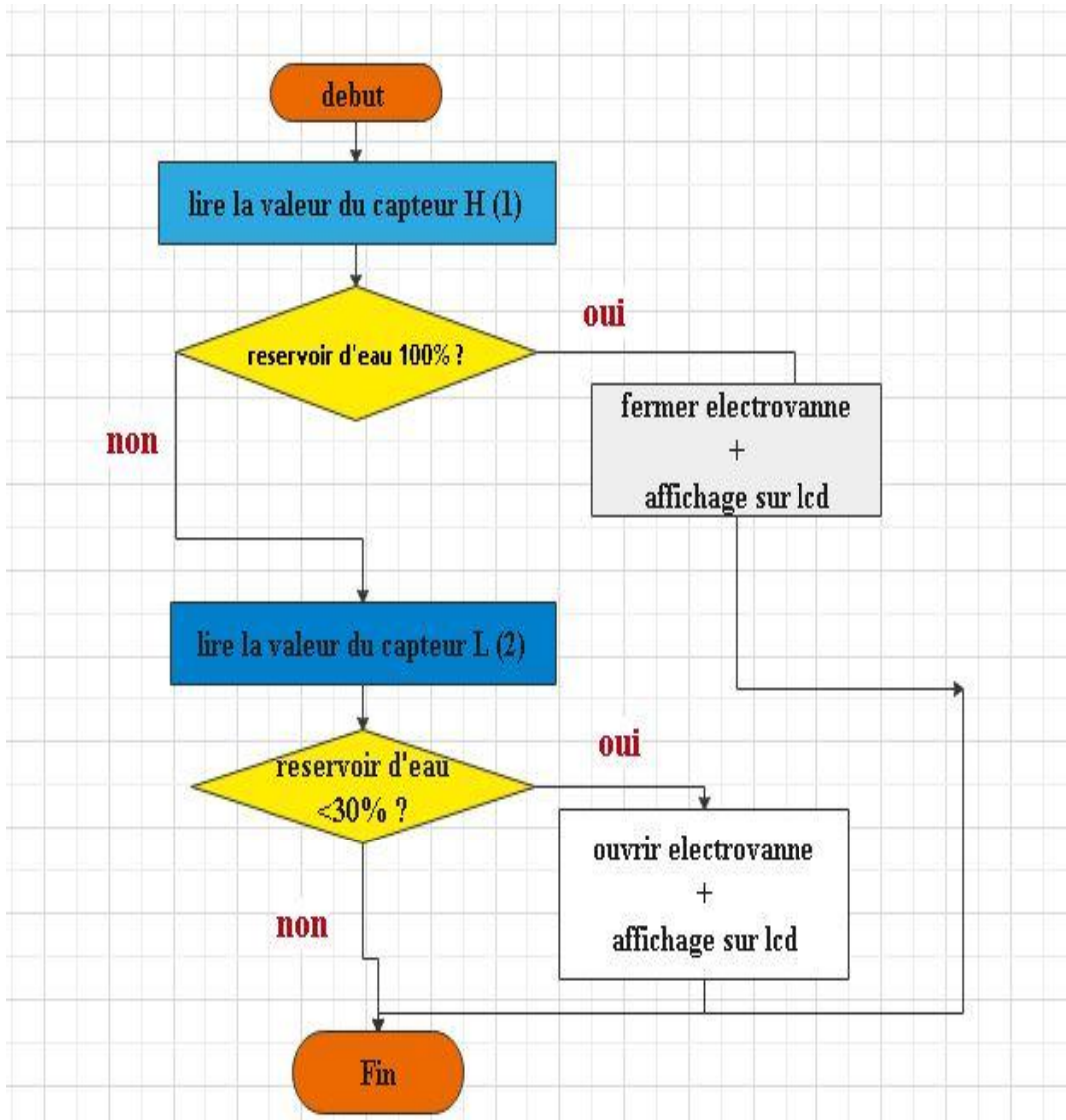
**a) Diagramme de fonctionnement**

Figure IV. 6 Organigramme de fonctionnement de circuit de détecteur de niveau d'eau

## b) Résultat de simulation



Figure IV. 7 Résultat de simulation de circuit détecteur de niveau d'eau

## c) Code arduino

```

void Check_Pump()
{
  if(digitalRead(High_Level) ==HIGH)
  {
    digitalWrite(Water_Pump, LOW);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Reservoir 100 % ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" van fermer ");
  }
  else if(digitalRead(Low_Level) ==LOW)
  {
    digitalWrite(Water_Pump, HIGH);
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Reservoir 30 % ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(" van ouverte ");
  }
  delay(50);
}

```

**Cas6 : circuit commande à distance**

Le pilotage par télécommande se fait par envoyer des codes d'adressage et chaque code d'adresse représente des instructions ou un bloc de fonction ou les deux au même temps.

**a) Diagramme de fonctionnement**

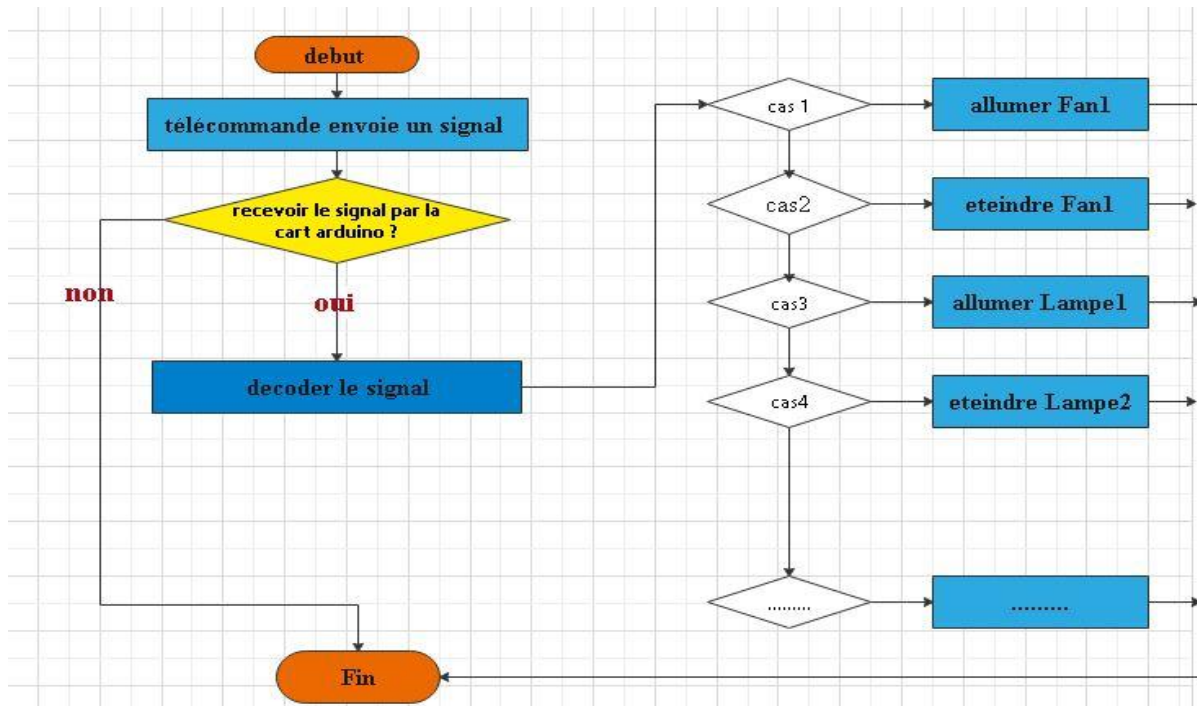


Figure IV. 8 Organigramme de fonctionnement de circuit de commande à distance



b) Résultat de simulation

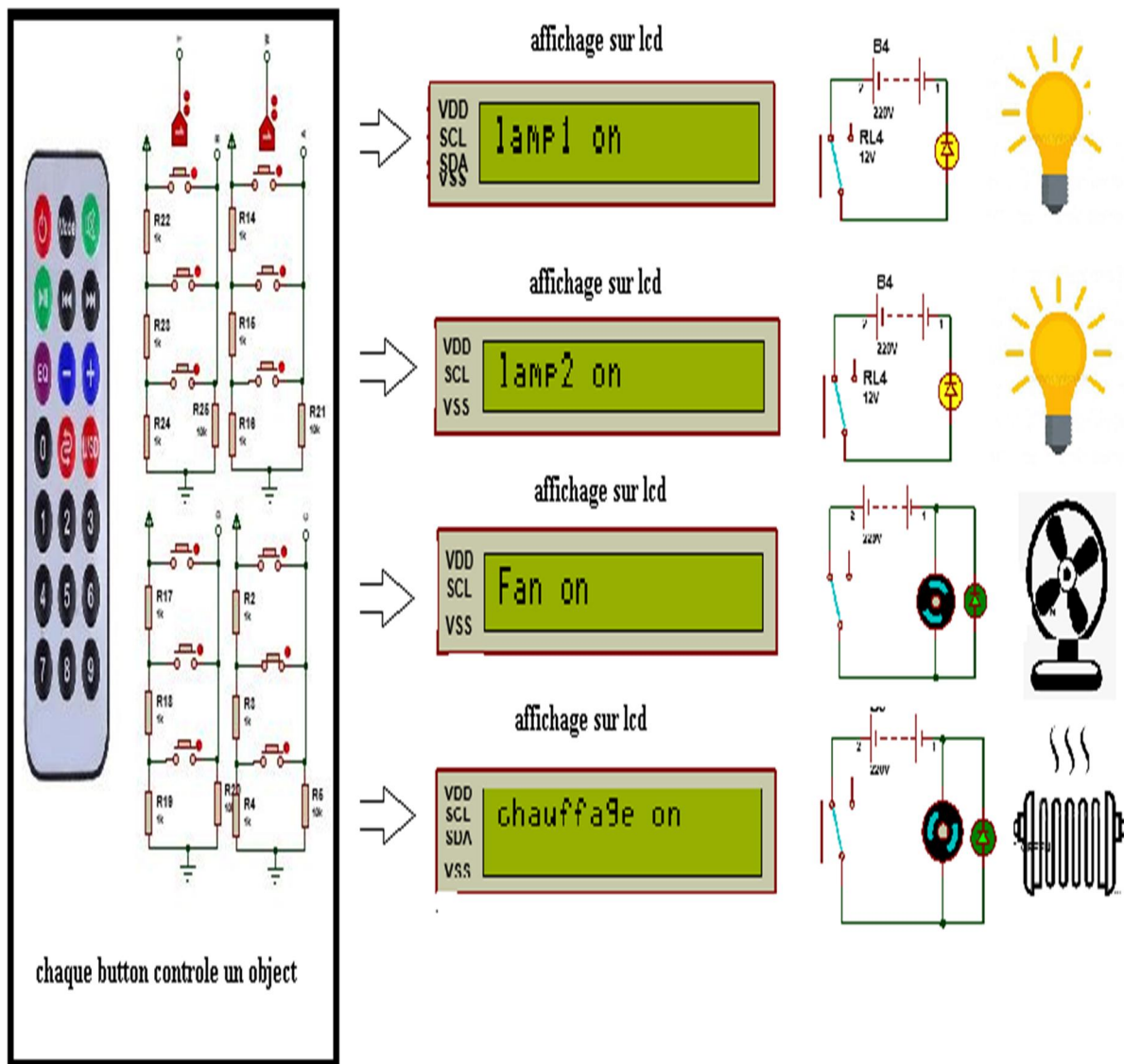


Figure IV. 9 Résultat de simulation de circuit de commande à distance

## c) Code Arduino

```

void Check_remote()
{
  if (irrecv.decode(&results)) // Returns 0 if no data ready, 1 if data ready.
  {
    irrecv.resume();// Restart the ISR state machine and Receive the next val

    switch (results.value)
    {
      case 0XFF629D :    digitalWrite(Lamp1, HIGH);      break;
      case 0XFFE21D :    digitalWrite(Lamp1, LOW);       break;
      case 0XFF22DD :    digitalWrite(Lamp2, HIGH);      break;
      case 0XFFC23D :    digitalWrite(Lamp2, LOW);       break;
      case 0XFF02FD :    digitalWrite(Lamp3, HIGH);      break;
      case 0XFFE01F :    digitalWrite(Lamp3, LOW);       break;
      case 0XFF629E :    Open_Door(1);                   break;
      case 0XFFE28D :    Close_Door(1);                   break;
      case 0XFF221A :    Open_Door(2);                   break;
      case 0XFFC666 :    Close_Door(2);                   break;
      case 0XFF02F1 :    Open_Door(3);                   break;
      case 0XFFC12F :    Open_Door(3);                   break;
      case 0XFD58A7 :    digitalWrite(Oven, HIGH);        break;
      case 0XFD9867 :    digitalWrite(Oven, LOW);        break;
      case 0XFD18E7 :    digitalWrite(Fan, HIGH);        break;
      case 0XFD6897 :    digitalWrite(Fan, LOW);         break;
      case 0XFD708F :    Ldr_Check();                    break;
      case 0XFD804F :    Temp_Adjust();                   break;
      case 0XFDA857 :    Open_Window(1);                  break;
      case 0XFD28D7 :    Close_Window(1);                 break;
      case 0XFD48B7 :    Open_Window(2);                  break;
      case 0XFD8877 :    Close_Window(2);                 break;
      case 0XF102F1F :   Open_Window(3);                  break;
      case 0XFD08F7 :    Close_Window(3);                 break;
      default           :    delay(10);
    }
  }
}

```

**Cas7 : Fonction pilotage par réseaux**

Le pilotage par réseaux avec une interface graphique se fait par envoyer des caractères et chaque caractère représente des instructions ou un bloc de fonction ou les deux au même temps

**a) Diagramme de fonctionnement**

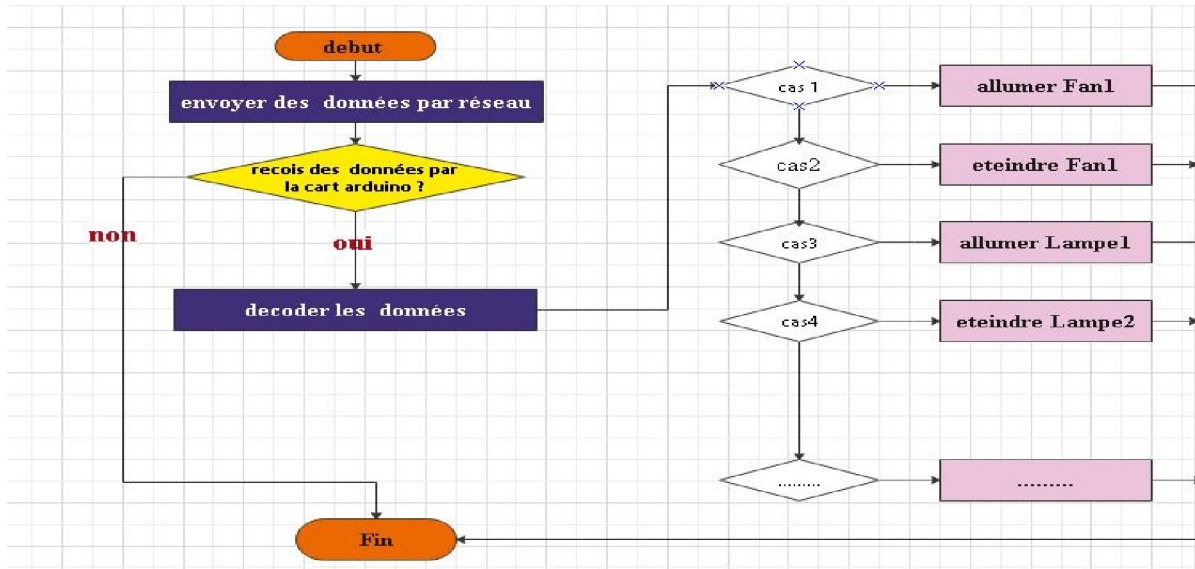


Figure IV. 17 Organigramme de fonctionnement de Fonction pilotage par réseaux

**b) Résultat de simulation**

wifi, blutooh, gps ....etc

controle tout les objet avec votre smartphone avec une interface graphique

Figure IV. 18 Résultat de simulation de fonction de pilotage par réseaux

## c) Code arduino

```

void Check_serial()
{
    if(Serial.available() > 0)
    {
        char val= Serial.read();
        switch(val)
        {
            case 'a':    digitalWrite(Fan,HIGH);        break;
            case 'b':    digitalWrite(Fan,LOW);         break;
            case 'c':    digitalWrite(Lamp1,HIGH);      break;
            case 'd':    digitalWrite(Lamp1,LOW);       break;
            case 'e':    digitalWrite(Lamp2,HIGH);      break;
            case 'f':    digitalWrite(Lamp2,LOW);       break;
            case 'g':    digitalWrite(Lamp3,HIGH);      break;
            case 'h':    digitalWrite(Lamp3,LOW);       break;
            case 'i':    digitalWrite(Oven,HIGH);       break;
            case 'j':    digitalWrite(Oven,LOW);        break;
            case 'k':    Ldr_Check();                   break;
            case 'l':    Temp_Adjust();                  break;
            case 'm':    Open_Door(1);                   break;
            case 'n':    Close_Door(1);                   break;
            case 'o':    Open_Door(2);                   break;
            case 'p':    Close_Door(2);                   break;
            case 'q':    Open_Door(3);                   break;
            case 'r':    Close_Door(3);                   break;
            case 's':    Open_Window(1);                  break;
            case 't':    Close_Window(1);                  break;
            case 'v':    Open_Window(2);                  break;
            case 'w':    Close_Window(2);                  break;
            case 'x':    Open_Window(3);                  break;
            case 'y':    Close_Window(3);                  break;
            default:     delay(10);
        }
    }
}

```

## VI.4.Conclusion

Dans ce chapitre nous avons effectué plusieurs simulations des différents circuits électroniques étudiés. Ainsi, les résultats obtenus sont satisfaisants, du fait que les sorties du système réponde aux différentes commandes selon les circuits d'entrées, et cela dans les deux cas de situations, circuits sans et avec carte Arduino. De plus, à travers cette étude, nous avons constaté l'avantage d'un système à base d'une carte à microcontrôleur par rapport son homologue constitué de circuiteries électroniques non programmables. Donc, l'étape de simulation est nécessaire avant toute réalisation pratique, ce qui fera l'objet de notre dernier chapitre.

# Chapitre V

Réalisations pratiques

## V.1. Introduction

Notre étude a été vérifiée à l'aide de simulations effectuées dans le chapitre précédent. Dans ce qui suit, cela va être vérifié par la réalisation pratique du système pour montrer son fonctionnement. Donc, différentes étapes seront illustrées dans cette partie.

Nous serrant choisir la carte arduino uno pour cas de notre réalisation de projet, le détaille sera donnée sur chapitre II.

## V.2. Organigramme de fonctionnement

L'Organigramme suivant représente Figure V.1 le fonctionnement de notre maison intelligente.

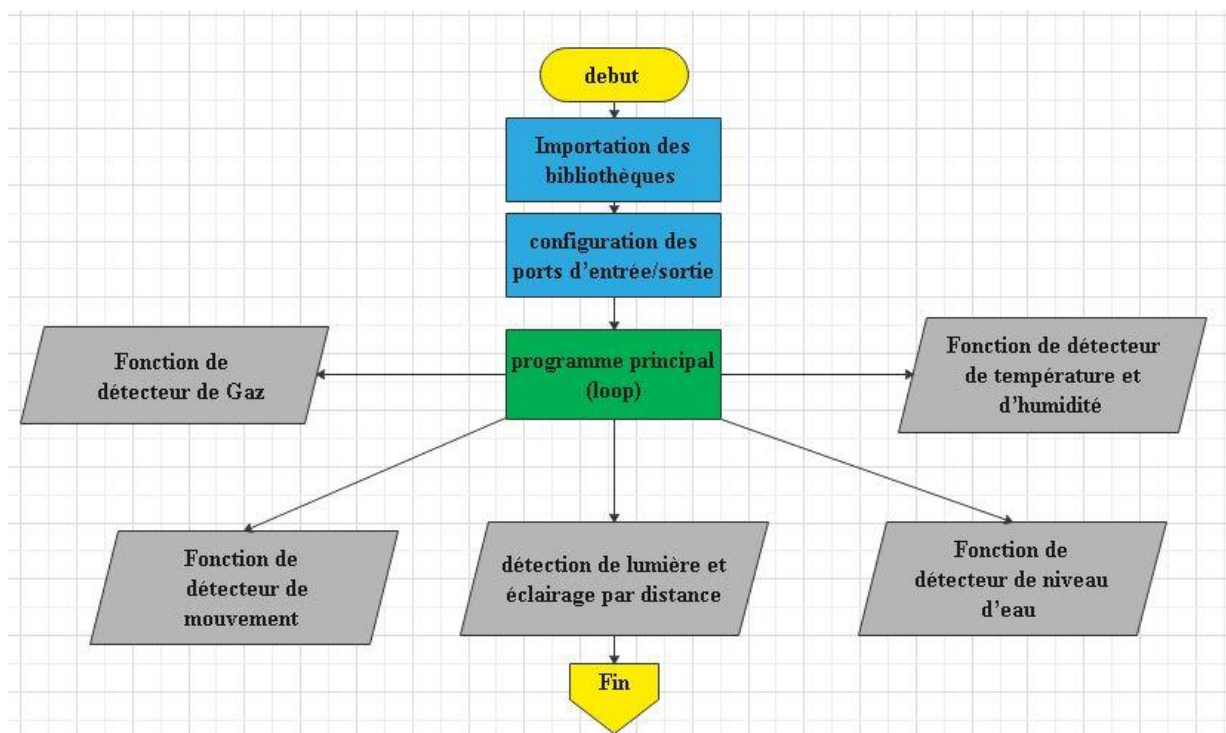


Figure V. 1 Organigramme représente le fonctionnement général du système

## V.3. Matériel et logiciel utilisés

Les besoins du système réalisé en termes de matériel et de logiciel sont comme suit :

### ➤ Les matériels utilisés

1. Une Arduino UNO
2. Des résistances
3. des LEDs
4. des capteurs
5. un ventilateur de PC
6. carte d'alimentation
7. le bois
8. une bombe de peinture
9. une bouteille (comme un réservoir d'eau)

**➤ Les logiciels utilisés**

1. Logiciel ISIS/Proteus
2. Logiciel Arduino IDE
3. Logiciel Processing : c'est logiciel pour crée une inteface graphique.

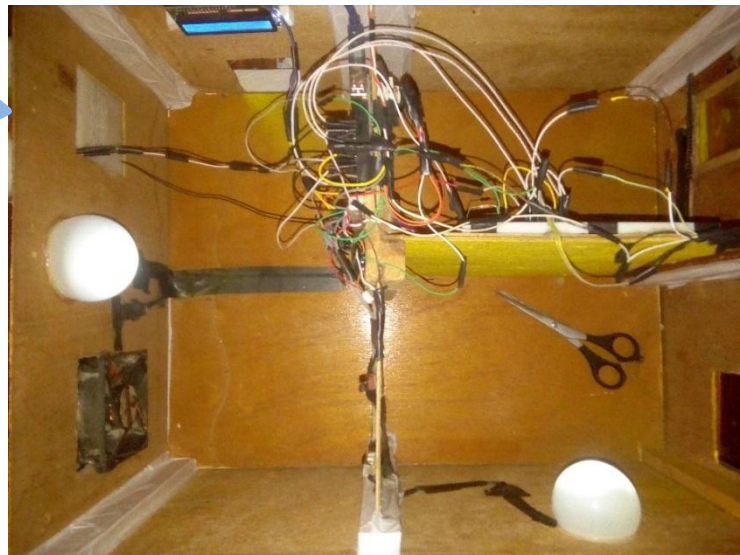
**V.4. Réalisation pratique sur une maquette****V.4.1.Construction de la maison**

La première étape consiste à fabriquer un modèle réduit d'une maison. Nous avons choisi une maison de trois pièces, munie d'une fenêtre et d'une porte. Cette maquette, permettrait de présenter certaine fonctionnalités de la domotique à travers sept scénarios :

1. Détection de mouvement
2. Ouverture des volets de la fenêtre
3. Éclairage à distance
4. Acquisition de la température
5. Détection de gaz/fumée
6. La ventilation.
7. Détection de niveau d'eau

Ces scénarios seront automatisés via la carte Arduino UNO exécutant des programmes informatiques. A travers ces cas de figures nous montrons la maquette de la maison réalisée qui représente bien le système réalisé.

Façade  
supérieur



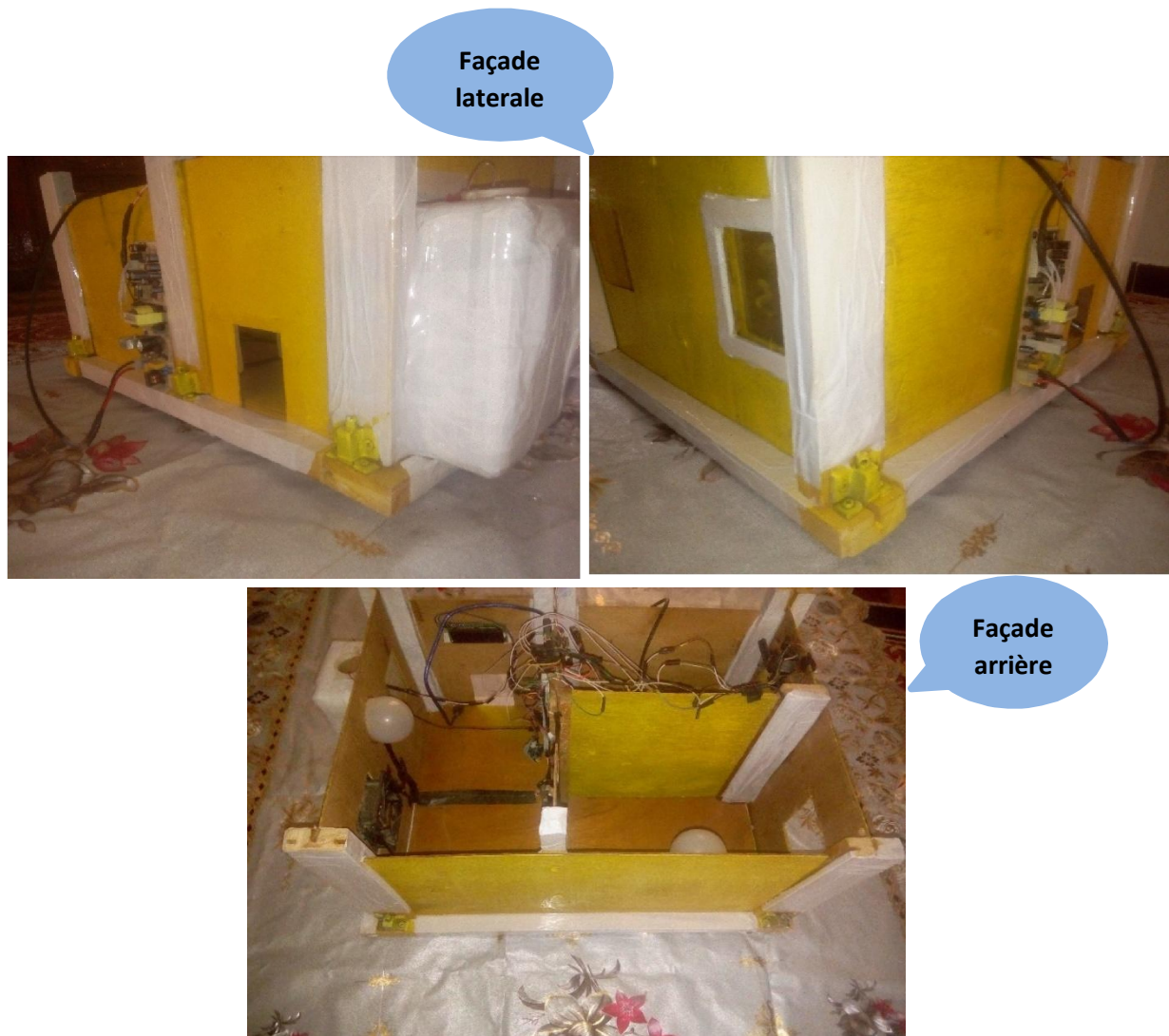


Figure V. 2 Photos de la phase de réalisation de maison intelligente

#### V.4.2.differents fonctions réalisées dans notre système

##### 1. Fonction de l'acquisition de la température et l'humidité

La fonction de l'acquisition de la température est réalisée via le capteur DHT11 par la suite les Valeurs des degrés seront affichées sur le module LCD et sur la L'application Processing.

##### 2. Fonction de ventilation

La ventilation de l'intérieur de maison est assurée automatiquement vis-à-vis la variation de la température (déclaration d'un seuil de température pour lancer la ventilation).

##### 3. Fonction de détection de gaz/fumée

Cette fonction permet de détecter s'il y a des fuites de gaz dans la cuisine à l'aide du capteur MQ-2 par la suite, on peut lancer une alarme pour informer l'utilisateur en cas de danger !et le système va appliquer la condition de sécurisé comme la ventilation de la cuisine avec l'ouverture des fenêtres



#### 4. Fonction d'éclairage

La fonction d'éclairage est assurée via l'application Processing qui va être commandée à travers le PC ou avec télécommande.

#### 5. Fonction économie d'énergie

Cette fonction permet d'économiser l'énergie avec la variation de l'intensité lumineuse des lampes.

#### 6. Fonction détection de niveau d'eau

Cette fonction permet de détecter le niveau d'eau dans le réservoir et affiché à l'aide du LCD

Par la suite, on peut lancer une alarme pour informer l'utilisateur en cas de plein de réservoir !

#### 7. Fonction l'ouverture et fermeture des fenêtres

Cette fonction permet de Contrôler la fermeture et l'ouverture des fenêtres, s'il y a des fuites de gaz dans la cuisine.

#### 8. Fonction l'accès de sécurité

Cette fonction permet de Contrôler et détecter s'il y a des Mouvements avec capteur de mouvement (PIR) dans la maison Par la suite, on peut lancer une alarme pour informer l'utilisateur en cas existe des personne dans la maison.

### V.4.3. chargement du programme principal.

Après l'écriture de code principal on a des étapes principales pour charger le programme sur arduino :

#### 1. Choisir le type de carte

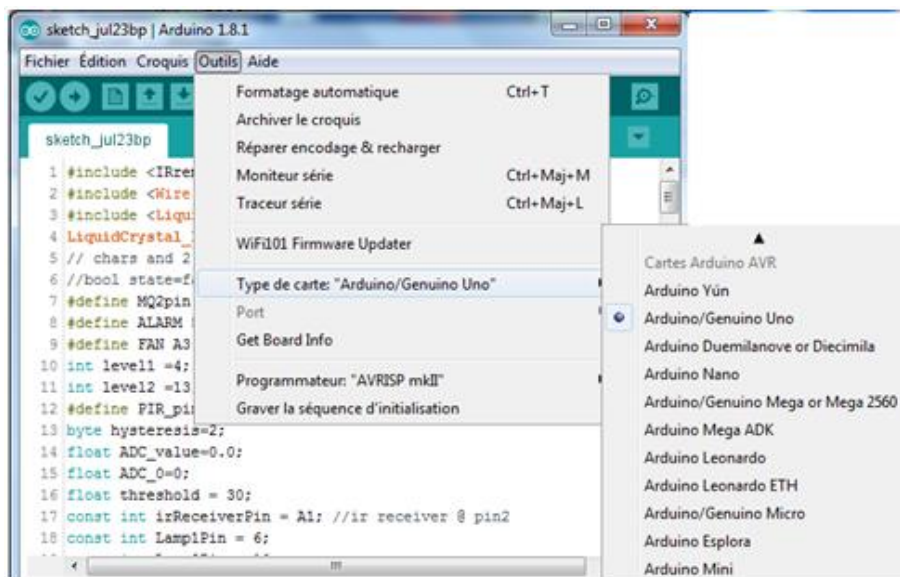


Figure V. 3 choix de type de carte arduino

## 2. Choisir le Serial Port (COM Port)

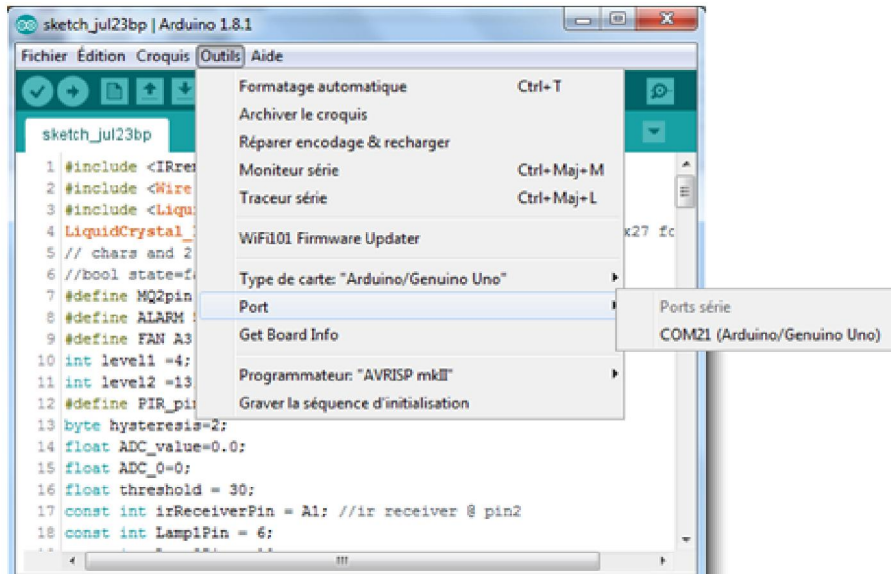


Figure V. 4 choix de serial port

## 3. Chargement du programme sur l'arduino

La figure V. 5, illustre l'étape pour le téléversement du programme déjà écrit et sauvegardé au niveau du PC vers la carte Arduino afin d'assurer le bon fonctionnement système.

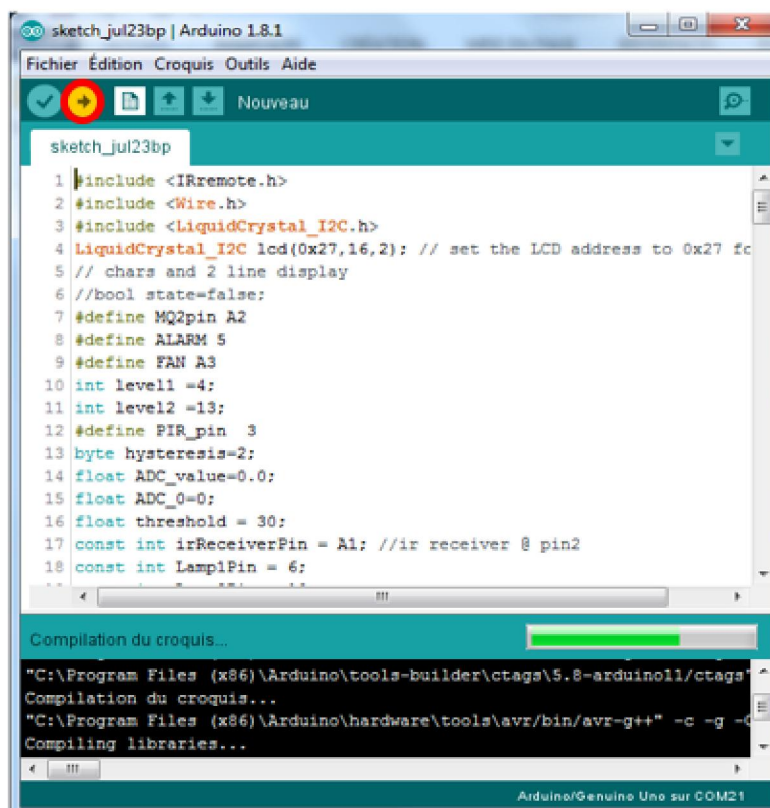


Figure V. 5 Téléversement de programme vers la carte Arduino

V.5. Mise en œuvre

- ✓ Réalisation de fonction de l'acquisition de la température et la ventilation



Figure V. 6 Photos de la phase de réalisation des fonctions d'acquisition de température et la ventilation

- ✓ Réalisations des fonctions de détection de gaz/fumée et L'ouvertures et fermeture des fenêtres

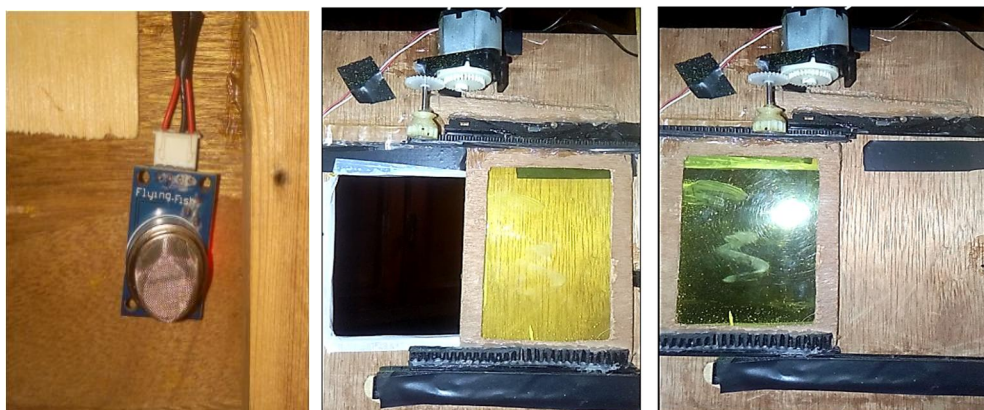


Figure V. 7 Photos de la phase de réalisation des fonctions détection de gaz et l'ouverture et fermeture de fenêtre

- ✓ Réalisation de fonction l'accès de sécurité

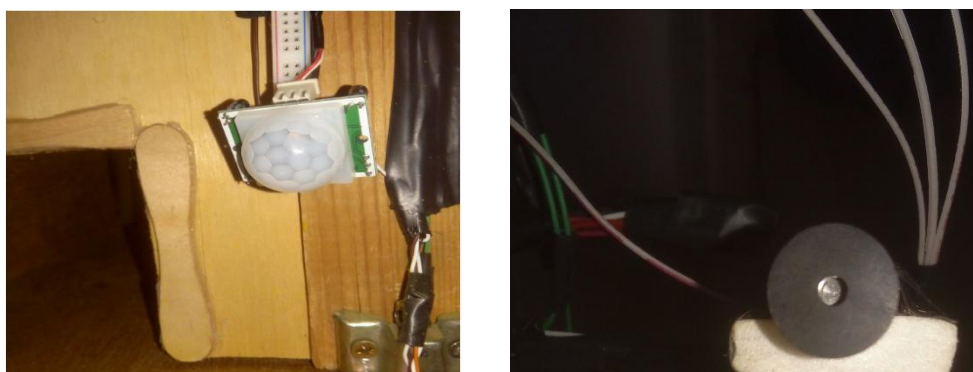


Figure V. 8 Photos de la phase de réalisation des fonctions détection de mouvement

✓ Réalisation de fonction d'éclairage.

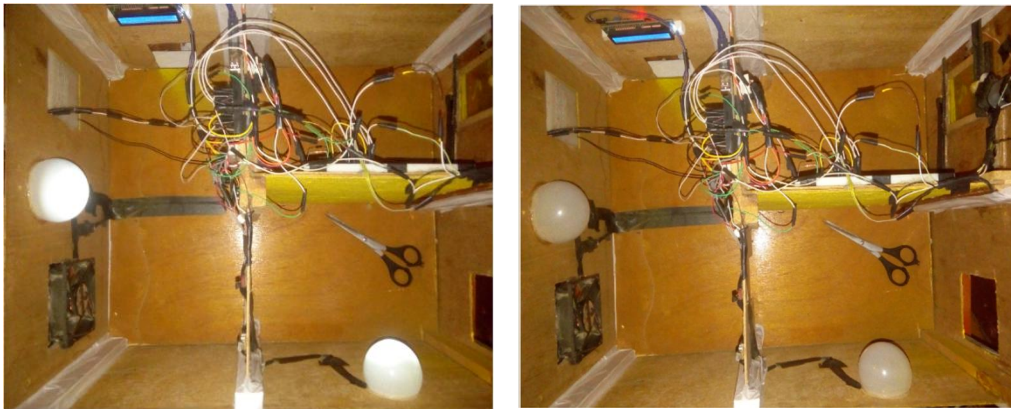


Figure V. 9 Photos de la phase de réalisation de fonction d'éclairage

✓ Réalisation de fonction de détection de niveau d'eau



Figure V. 10 Photos de la phase de réalisation de fonction de détection niveau d'eau

- ✓ Réalisation de l'interface graphique sous logiciel processing .

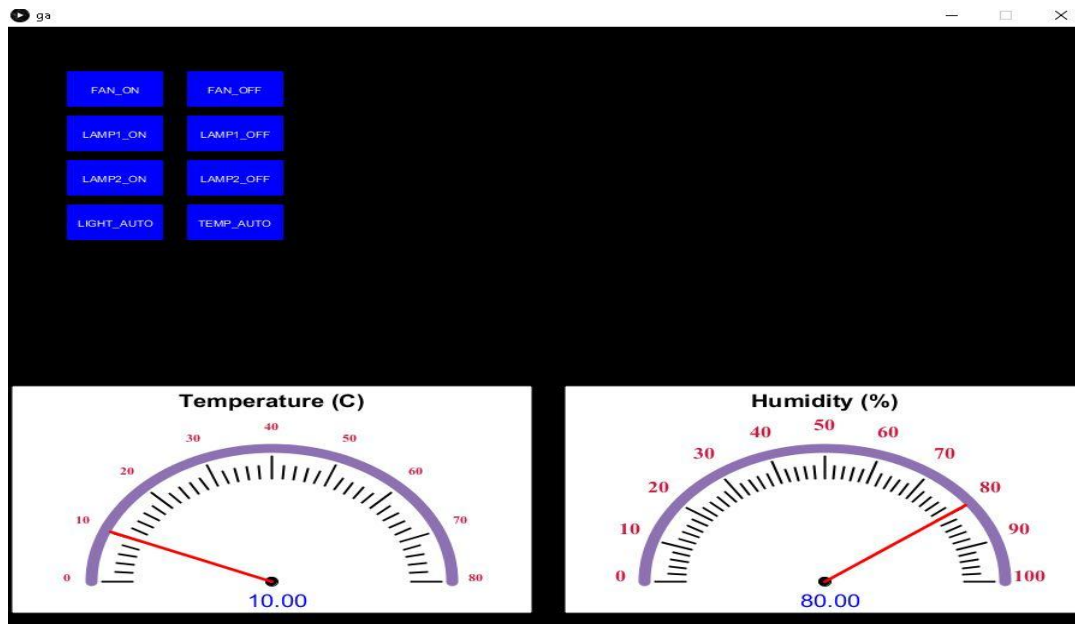


Figure V.11 Interface graphique

## V.5.Nomenclatures

### ➤ Résistance

1. R1,R2 : 220  $\Omega$  (rouge, rouge, marron)
2. R3 : 10 K $\Omega$  (marron, noir, orange)
3. R4, R5: 2.2K $\Omega$  (rouge, rouge, rouge)
4. LDR : Photorésistance

### ➤ Semi-conducteurs

1. Transistor : Q1, Q2 :2N2222
2. Diode D1- D2 : 1N4007
3. Diode électroluminescentes
4. Triac BT136, diac

### ➤ Divers

1. ARDUINO UNO
2. BUZZER, RELAY-12V, Ventilator 12V ,Lampe 75W
3. MQ2, DHT11, LCD\_16\*2,Module I2C, PIR

## V.6. Etude économique des circuits

Le tableau suivant donne le coût des différents composants utilisés.

	Désignation	Prix unitaire (DA)	quantité	Total ligne (DA)
<b>Composants électroniques</b>	❖ Arduino UNO	4500.00	1	<b>3000.00</b>
	❖ DHT11	800.00	1	<b>800.00</b>
	❖ Photoresistance(LDR)	50.00	1	<b>50.00</b>
	❖ Capteur de gaz (MQ2)	900.00	1	<b>900.00</b>
	❖ Capteur de mouvement (PIR)	800.00	1	<b>800.00</b>
	❖ Resistances	05.00	9	<b>45.00</b>
	❖ Circuit intégré (L293d)	250.00	1	<b>250.00</b>
	❖ Buzzer	100.00	1	<b>100.00</b>
	❖ Transistor (2N2222)	100.00	1	<b>100.00</b>
	❖ Afficheur LCD (16*2)	800.00	1	<b>800.00</b>
	❖ Bus I2C	600.00	1	<b>600.00</b>
	❖ Capteur de température (LM35)	300.00	1	<b>300.00</b>
	❖ Peinture	270.00	1	<b>270.00</b>
<b>Total</b>				<b>8015.00</b>

**Tableau V. 1** *tableau représente l'étude économique des circuits*

## V.7. Conclusion

Dans cette partie, les tests des différentes sorties du système réalisé pratiquement, nous ont donné la possibilité de montrer le bon fonctionnement des circuits en entrées formellement en relation avec le circuit de commande géré à partir d'une carte Arduino UNO. Donc, plusieurs éventualités peuvent être considérées pour améliorer ces circuits ainsi que les programmes.

# Conclusion générale

L'objectif de notre projet était d'étudier, de simuler et de réaliser un système de commande intelligent pour une maison.

D'abord, l'étude bibliographique menée a permis de se rendre compte de l'importance d'un système actif donné vis-à-vis du poids des nouveautés technologiques. Se passer de ce développement permettrait le fonctionnement des systèmes sans avoir recours à des améliorations.

Pour cela, plusieurs simulations ont été effectuées pour tester le fonctionnement des différents circuits étudiés. Dans ce cas, nous avons exploité le logiciel de conception assistée par ordinateur pour l'électronique « Proteus ». Ce qui nous a permis de saisir la réalisation de nos schémas électroniques, donc de mieux se rattraper pour renforcer nos prérequis dans ce domaine.

De plus, nous avons saisi l'occasion de réaliser plusieurs programmes correspondant à diverses fonctions d'usage données dans le but de détecter la teneur en humidité, la flamme, les fuites du gaz, la température à l'intérieur du lieu. Donc, chacune de ces fonctions a été programmée dans les cas sans et avec Arduino, Ce qui nous a permis d'obtenir un même résultat, mais pour deux situations différentes. Cela représente un avantage pour mieux comprendre la différence.

Par la suite, une maquette a été réalisée. Cela, nous a donné un point avantageux et motivant, et qui nous a poussé à avoir un certain savoir-faire dans le domaine de notre spécialité. Bien sûr, durant le processus de réalisation de notre système, on a rencontré pas mal d'obstacles, voire l'indisponibilité de quelques composants, ainsi que la contrainte liée au manque de notre compétence sur l'application de certains composants rencontrés très nouveaux pour nous, mais à l'issue de ce projet, on a pu comprendre leur importance et leur utilisation pratique.

Le travail développé dans le cadre de ce mémoire ouvre des voies d'amélioration que l'on peut classer comme suit :

- Application du système réalisé avec d'autres types de microcontrôleurs.
- Développement du système réalisé en se basant sur le principe des objets connectés
- Application du système réalisé avec le calcul de la consommation électrique.



# Bibliographie

1. [https://unctad.org/fr/PublicationsLibrary/tir2018overview\\_fr.pdf](https://unctad.org/fr/PublicationsLibrary/tir2018overview_fr.pdf)
2. <https://mobilealgerie.com/geant-electronics-lancera-la-domotique-fin-2019-la-maison-intelligente-arrive-en-algerie/>
3. <https://www.journaldelagence.com/wp-content/uploads/2018/09/la-domotique.pdf>
4. <http://www.jardagua.com/avantages-inconvenients-maison-intelligente.htm>
5. Ahmed Dahmani, 'Les technologies numériques dans les pays en développement. Quel paradigme ?', Technologies mobiles, innovation et développement, Dossiers, 6/2018.
6. [Henri Nussbaumer, 'Informatique industrielle I', Représentation et traitement de](#)
7. [https://www.autobip.com/fr/actualite/1er\\_parking\\_intelligent\\_a\\_alger/935](https://www.autobip.com/fr/actualite/1er_parking_intelligent_a_alger/935)
8. <https://www.liberte-algerie.com/est/la-premiere-ville-intelligente-en-algerie-297845/print/1>
9. <http://www.livenewsalgerie.com/2016/06/21/tipaza-inauguration-dun-prototype-de-1ere-maison-solaire-intelligente/>
10. M. HAOUA Zakaria et M.MOHAMED MAHMOUD Othman, 'Vers des Bâtiments Intelligents pour l'élevage de volailles', Mémoire de Master, SAAD DAHLEB University of Blida, 2018/2019.
11. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/fre/2016/09/pdf/varian.pdf>
12. <https://fr.statista.com/infographie/11832/part-logements-equipés-appareils-intelligents-smart-home/>
13. <https://fr.statista.com/infographie/11832/part-logements-equipés-appareils-intelligents-smart-home/>
14. <https://wiki.lafabriquedesmobilites.fr/wiki/Arduino>
15. <http://www-perso.unilim.fr/deneuveille/docs/Info2PC/Cours4.pdf>
16. <http://projet.eu.org/pedago/sin/tutos/arduino.odt>
17. <https://www.arduipplanet.ma/comparatif-des-differentes-cartes-arduino/>
18. كتاب الأردوينو من الصفر الى الاحتراف (مستوى المبتدئ) للدكتور م. حسام الوفائي
19. <http://Variateur-triac-fonctionnement-et-schéma-Astuces-Pratiques.html>
20. BELARBI, M. M. (2015). Contribution à l'étude d'un générateur solaire(these dectotat) UNIVERSITE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE D'ORAN MOHAMED BOUDIAF.
21. [https://www.researchgate.net/publication/288327838\\_Conception\\_et\\_realisation\\_d'une\\_centrale\\_embarquee\\_de\\_la\\_domotique\\_Smart\\_Home](https://www.researchgate.net/publication/288327838_Conception_et_realisation_d'une_centrale_embarquee_de_la_domotique_Smart_Home)
22. <https://lastminuteengineers.com/l293d-dc-motor-arduino-tutorial/>

23. <https://www.amazon.ca/-/fr/module-capteur-d%C3%A9tection-flamme-Arduino/dp/B00WQLG7WG>
24. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Relais\\_%C3%A9lectrom%C3%A9canique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Relais_%C3%A9lectrom%C3%A9canique)
25. <https://www.jeremyrenove.com/domotiser-un-variateur-de-lumiere-module-pwm-arduino/>
26. <https://www.aranacorp.com/fr/utilisation-dun-variateur-de-tension-ac-avec-arduino/>
27. <https://worldradiohistory.com/Archive-Electronique-Pratique/00s/Electronique-Pratique-301-Janvier-2006.CV01.pdf>

# Annexe

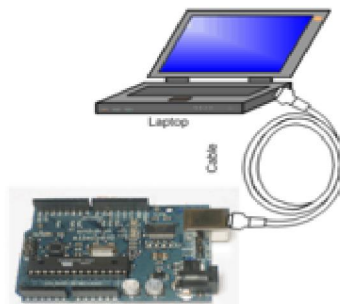
## Annexe II

**Microcontrôleur AVR :** AVR est le terme utilisé par Atmel pour désigner le cœur du processeur et la famille de microcontrôleurs qui le mettent en œuvre.

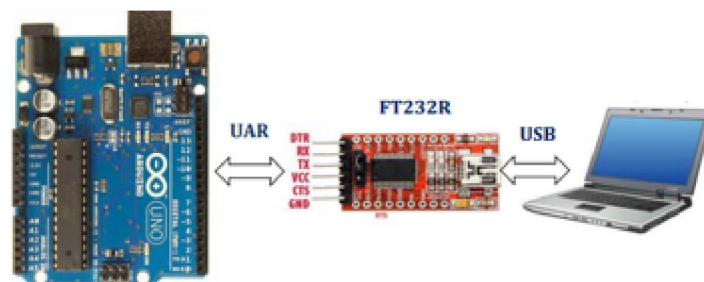
**Atmel :** est un fabricant mondial de composants à semi-conducteur, créé en 1984 par George Perlegos et dont l'activité historique est le développement de mémoires non volatiles. Aujourd'hui, Atmel développe également des microcontrôleurs.

**Atmega16U2 :** c'est un microcontrôleur qui permettent transformer des données envoie sur le microcontrôleur principal selon le protocole UART vers le protocole USB et l'inverse

Alors connexion direct du carte arduino avec l'ordinateur.



**FT232RL :** c'est une circuit intégré qui permettent de transformer des données envoie sur le microcontrôleur principal selon le protocole UART vers le protocole USB et l'inverse



**UART : Universal Asynchronous Receiver Transmitter,** est un émetteur-récepteur asynchrone universel. Il a aussi été parfois désigné sous le nom de ACIA, pour Asynchronous Communication Interface Adapter.

En langage courant, c'est le composant utilisé pour faire la liaison entre l'ordinateur et le port série. L'ordinateur envoie les données en parallèle (autant de fils que de bits de données). Il faut donc transformer ces données pour les faire passer à travers une liaison série qui utilise un seul fil pour faire passer tous les bits de données.

Une trame UART est constituée des bits suivants :

- un bit de start toujours à 0 : servant à la synchronisation du récepteur
- Données : la taille des données est comprise entre 5 et 9 bits. Bits envoyés du LSB (bit de poids faible) au MSB (bit de poids fort).
- Parité : Paire ou Impaire (optionnel)
- Fin : Un bit de stop, toujours à 1. La durée de celui-ci varie entre 1, 1.5 et 2

(A l'utilisateur de choisir).

Le niveau logique de repos est le 1.

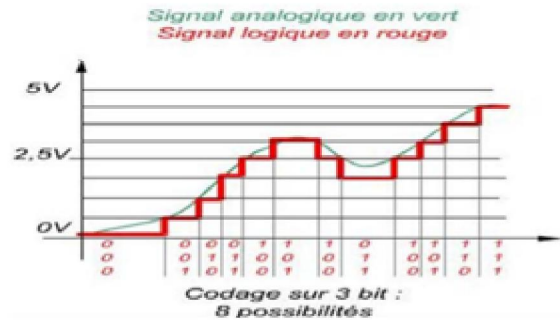


### ICSP :

La programmation en système (ISP), également appelée programmation série en circuit (ICSP), est la capacité de certains dispositifs logiques programmables, microcontrôleurs et autres dispositifs embarqués à être programmés lorsqu'ils sont installés dans un système complet, plutôt que d'exiger que la puce soit programmée avant de l'installer dans le système.

**ADC :** Le convertisseur analogique-numérique est un périphérique intégré à l'intérieur du microcontrôleur Atmega328 ; destiné à mesurer une tension et de la convertir en un nombre binaire qui pourra alors être utilisé par le programme.

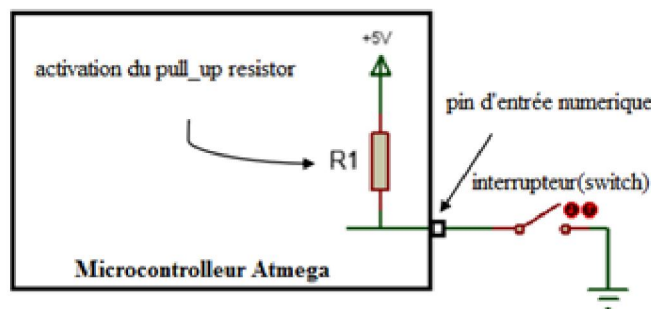
Microcontrôleur Atmega328 possède un convertisseur analogique-numérique avec une possibilité d'échantillonnage de l'entrée sur 10 bits. Cette entrée peut être connectée sur l'une des 6 entrées analogiques existantes.



Le principe de la conversion Analogique-Numérique est représenté ci-dessous (avec  $n=3$  bits et la tension de référence  $V_{ref}=5$  Volts)

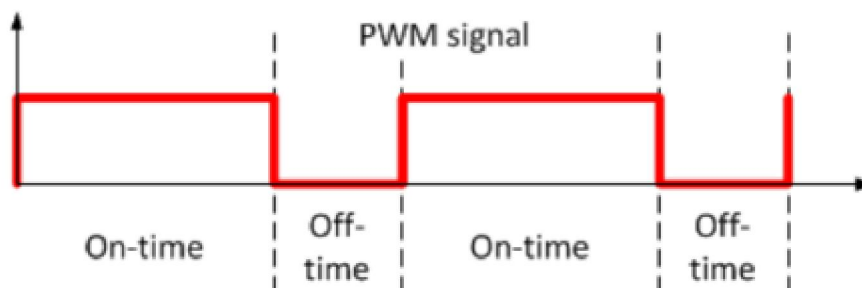
### Résistance de rappel au plus (PULL\_UP) :

C'est une résistance interne de microcontrôleur de la valeur de 20 à 50  $K\Omega$ . Cette résistance s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction digitalWrite (broche,HIGH).



### PWM : (pulse width modulation)

Est un signal carré périodique de fréquence fixe contrôlé par la largeur d'impulsion ON (1 logique) et l'impulsion OFF.



La Duty cycle d'un signal PWM est donné avec exepresion suivant :

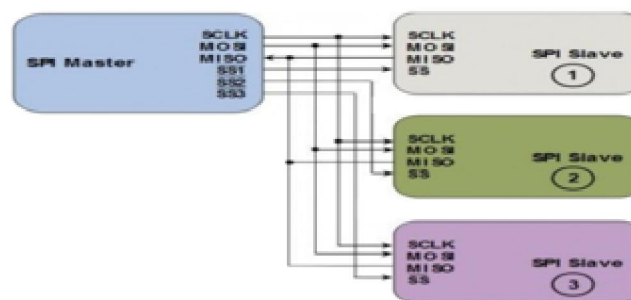
$$D = \frac{PW}{T} 100\% \text{ avec}$$

PW : largeur de l'impulsion ON (1 logique).

T : période du signal PWM.

## SPI

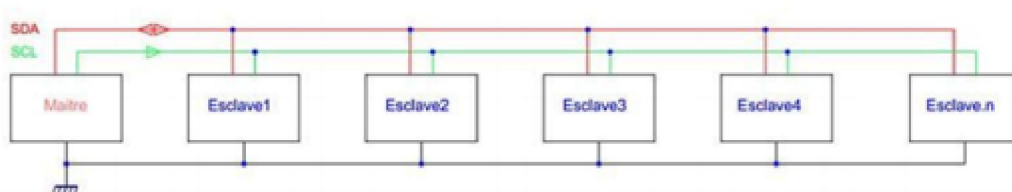
Une liaison SPI (Serial Peripheral Interface) est un bus de données série synchrone baptisé ainsi par Motorola, qui opère en mode Full-duplex. Les circuits communiquent selon un schéma maître esclaves, ou le maître s'occupe totalement de la communication. Plusieurs esclaves peuvent coexister sur un même bus, dans ce cas, la sélection du destinataire se fait par une ligne dédiée entre le maître et l'esclave appelée chip select.



## I2C

le bus I2C ou parfois dénommé TWI (Two wire interface) est un système développé par Phillips –NXP pour simplifier les problèmes de câblage interne a une machine causes par l'inflation du nombre de système d'entrée sorties (actuateur, claviers , afficheur)et pour standardiser les échanges entre composants complexes(mémoires ,horloges RTC).

Le bus I2C basé sur un mode de transmission bidirectionnel serial synchrone entre un maître et plusieurs périphériques esclaves .ce bus dit 2 fils utilise outre la référence GND un signal d'horloge de synchronisation (SCL Serial Clock Line )et signal de donnée (SDA Serial Data Line).si chaque élément connecté en parallèle au bus reçoit les données émis par toutes les autres ,seul le maître génère le signal d'horloge



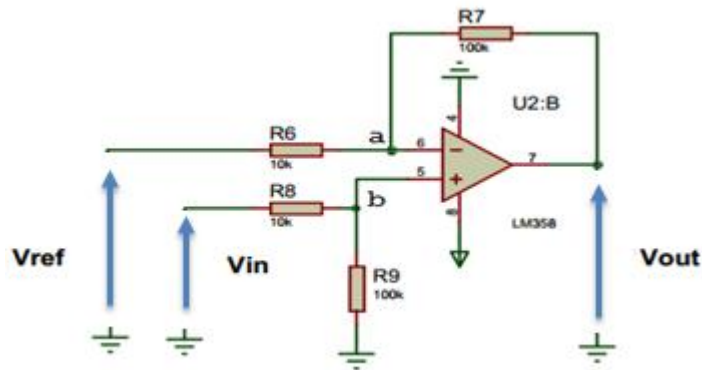


## Annexe III

❖ **Analyse et Calcul du circuit :**

✓ **III.2.4.1. Circuit Détecteur de température :**

- **1<sup>er</sup> étage : montage différentielle :**



$V_{in}$  : Tension d'entrée est égale 10mv/c

$V_{ref}$  : Tension de référence

$V_{out}$  : Tension de sortie de soustracteur

- En applique KCL a nœud a :

$$\frac{V_{ref} - V_a}{R_6} = \frac{V_a - V_{out}}{R_7}$$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_7}{R_6}\right) V_a - \frac{R_7}{R_6} V_{ref}$$

- En applique KCL a nœud b :

$$\frac{V_{in} - V_b}{R_8} = \frac{V_b - 0}{R_9}$$

$$V_b = \frac{R_9}{R_8 + R_9} V_{in}$$

Avec  $V_a = V_b$

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_7}{R_6}\right) \left(\frac{R_9}{R_8 + R_9}\right) V_{in} - \frac{R_7}{R_6} V_{ref}$$

$$V_{out} = \frac{R_7}{R_6} \left(\frac{1 + \left(\frac{R_6}{R_7}\right)}{1 + \left(\frac{R_8}{R_9}\right)}\right) V_{in} - \frac{R_7}{R_6} V_{ref}$$

$$\text{si } \left(\frac{R6}{R7}\right) = \left(\frac{R8}{R9}\right) \text{ alors } V_{out} = \frac{R7}{R6}(V_{in} - V_{ref})$$

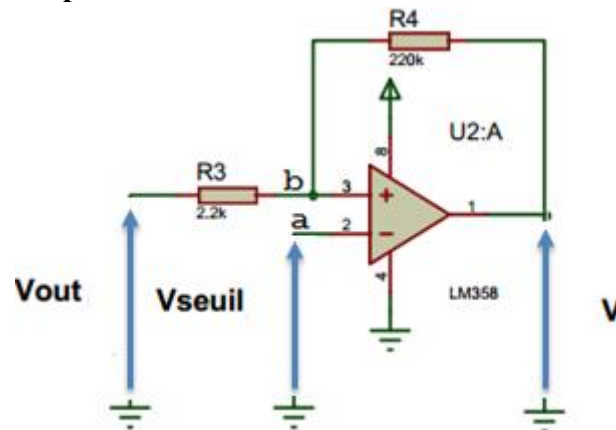
On a  $V_{in} = \frac{10\text{mV}}{^{\circ}\text{C}}$  alors  $V_{in} = 0.01T$  avec T : la température mesuré

en choisi  $V_{ref} = 300\text{mV} \Leftrightarrow T = 30^{\circ}\text{C}$

$$\text{alors } V_{out} = \frac{R7}{R6}(0.01T - 0.3) \text{ en choisie } \frac{R7}{R6} = 10$$

$$\text{alors } V_{out} = 0.1T - 3$$

- 2<sup>eme</sup> étage : montage comparateur :



$V_{seuil}$  : Tension seuil est égale 5mv

$V$  : Tension de sortie du comparateur

$$\text{on a } V_d = V_b - V_a \quad \begin{cases} V_d > 0 \rightarrow V = V_{sat} = V_{cc} \\ V_d < 0 \rightarrow V = -V_{sat} = 0 \end{cases}$$

$$V = \left(1 + \frac{R4}{R3}\right)V_b - \frac{R4}{R3}V_{out}$$

$$V_b = \frac{R3 * V + R4 * V_{out}}{R3 + R4}$$

et  $V_a = V_{seuil}$

$$V_d > 0 \rightarrow V_b > V_a \rightarrow V_{out} > \frac{V_{seuil}(R3 + R4) - R3 * V_{sat}}{R4} = V_B$$

avec  $V_B$  seuil de basculement bas

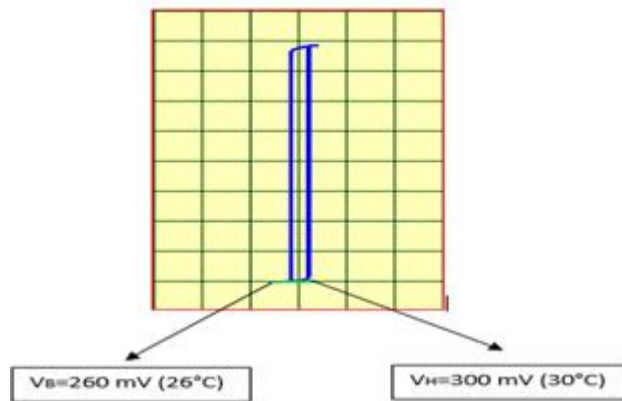
$$V_d < 0 \rightarrow V_b < V_a \rightarrow V_{out} > \frac{V_{seuil}(R3 + R4)}{R4} = V_H$$

avec  $V_H$  seuil de basculement Haut .

Alors  $\Delta V = V_H - V_B = \frac{R_3}{R_4} V_{sat}$ , pour  $\Delta V = 50mV(5^\circ C)$

$\rightarrow \frac{R_3}{R_4} = 0.01 \rightarrow R_4 = 100R_3$

Courbe Hystérésis



- Le transistor est équivalent à un interrupteur fermé ou ouvert ; lorsqu'on lui injecte un courant de base suffisant ( $I_{Bsat}$ ), le transistor est dit saturé, c'est-à-dire qu'il se comporte comme un interrupteur fermé ; le courant  $I_C$ , de puissance va pouvoir circuler. S'il n'y a pas de courant dans la base ( $I_B = 0$ ) alors le transistor est dit bloqué, c'est-à-dire qu'il se comporte comme un interrupteur ouvert ; le courant  $I_C$  de puissance ne peut pas circuler et vaut donc 0.

Les tensions  $V_{BE}$  et  $V_{CE}$  sont connues, on les retrouve généralement sous forme de tension de saturation  $V_{BE\_Sat}$  et  $V_{CE\_Sat}$ . L'ordre de grandeur est de 0.6V pour  $V_{BE}$  et 0.2V pour  $V_{CE}$ .

Il reste donc juste à calculer les valeurs  $R_B$  et  $R_C$ , tout en gardant un courant  $I_B$  inférieur au courant que pourra débiter l'arduino sur sa broche.

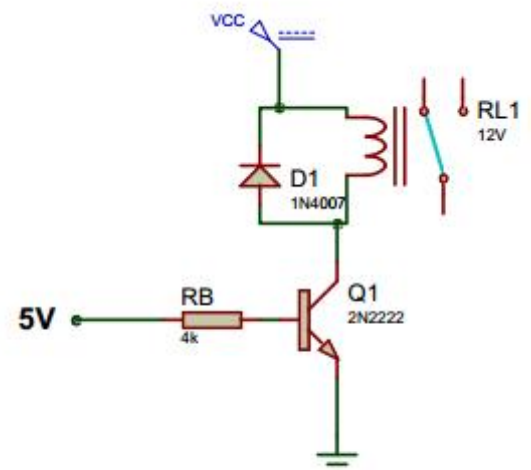
- **Calcul  $R_b$  :**

$$I_{csat} = \frac{V_{cc} - V_{cesat}}{R_l} = \frac{V_{cc} - 0.2}{R_l}$$

$R_l$  est la resistance de la Bobine du Relais

$$I_{bsat} = \frac{I_{csat}}{\beta} \approx \frac{V_{cc} - 0.2}{\beta R_l}$$

$$I_b = \frac{5 - V_{be}}{R_b} \approx \frac{5 - 0.7}{R_b}$$



$$I_b > I_{bsat} \rightarrow R_b < \frac{4.3\beta R_l}{V_{cc} - 0.2}$$

$$\text{pour } I_c = 140\text{mA} \rightarrow I_b = 1.4\text{mA pour } \beta = 100$$

On prend un coefficient de sécurité de 1.5 pour être sûr que le transistor sera bien saturé.

$$I_{bsat} = 1.4 * 1.5 = 2.1\text{mA} \text{ alors } R_b = \frac{4.3}{I_{bsat}} \approx 2.2\text{kohm}$$

#### ✓ **Circuit Détecteur d'Humidité**

- Un pont diviseur composée d'une résistance 100K et d'un potentiomètre 150K fixent Le potentiel de référence sur l'entrée inverseurs.
- Un autre pont de diviseur constitué d'un capteur d'humidité H25K5 et de thermistance CTN, détermine le potentiel présent sur l'entrée V<sup>+</sup>, ce potentiel est variable, puisqu'il dépende de la valeur ohmique de H25K5 et la thermistance (CTN).

H25K5 : capteur résistif d'humidité.

La base du calcul des résistances dans le montage puissance c'est donc juste à calculer la valeur de résistance  $R_B$  pour que le transistor bien saturé.

#### ✓ **Circuit Détecteur de Gaz**

La base du calcul des résistances dans le montage de commande c'est donc juste à mesurer la tension de sortie analogique (la variation de la sensibilité du capteur Mq2) et après faire un pont de diviseur de tension comme une tension référentielle.

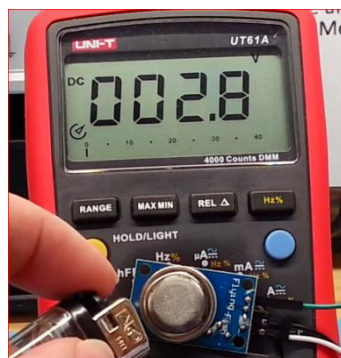


Photo représente la méthode de mesure la tension de sortie analogique du Mq2

### ✓ **Circuit Détecteur de Flamme**

La base du calcul des résistances dans le montage de commande c'est donc juste à mesurer la tension de sortie analogique et après faire un pont de diviseur de tension comme une tension référentielle.

### ✓ **Circuit Détecteur de lumière**

On utilise photorésistance PGM5506 caractérisée par  $V_{max}=100V$  et  $P_{max}=90mW$ . quand il y a de la lumière la résistance de LDR est dans l'intervalle de  $2K\Omega$  à  $6K\Omega$ , sinon la résistance de LDR est  $0.14M\Omega$ .

- **Calcule le courant qui circule dans LDR**

$$I(LDR)=P_{max}/V_{max}= 90.10^{-3}/100=0.9mA$$

- **Calcul R2**

On a  $V_{cc} - R2 * i(LDR) - V(LDR)$  Alors  $R7 = \left| \frac{V_{cc}-V(LDR)}{i(LDR)} \right| = 100K\Omega$

- **Calcul la tension de  $V^+$**

$$V^+ = V_{cc} * R(LDR)/(R3 + R(LDR)) = 3V$$

- **Calcul la valeur de potentiomètre pour tension de référence de 2.5V**

$$V^- = \frac{Rv}{R2+Rv} * V_{cc} = 2.5V \quad \text{Alors } Rv = 2.5 * \frac{R2}{(V_{cc}-2.5)} = 100K\Omega$$

### ✓ **Isolation galvanique**

On parle d'isolation galvanique entre deux circuits électriques ou électroniques, lorsqu'il n'y a aucune liaison conductrice (fil électrique, châssis métallique, etc.) entre ces deux circuits. Le terme galvanique provient du nom du physicien italien Luigi Galvani qui découvrit certains effets de l'électricité.