

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE MOULOU D MAMMARI DE TIZI-OUZOU**



**Faculté de Génie Electrique et d'Informatique**

**Département : Electronique**

**Mémoire de fin d'étude en master**

**DOMAINE : Sciences et technologies**

**FILIERE : Electronique**

**SPECIALITE : Instrumentation**

**Thème :**

**Alarme domotique à base d'ARDUINO MEGA**

**Présenté par :**

**KAOUS SAMIR**

**KAOUS SOFIANE**

**Dirigé par : Mme. LAGHA**

**Promotion : 2023/2024**

# Remerciement

Avant tout, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers celui qui nous a créés, protégés, aidés et nous a donné la patience et le courage nécessaires pour mener à bien, entre autres, notre mémoire de fin d'études dans les meilleures conditions. Nous disons donc « Dieu Merci ».

Ce mémoire n'aurait jamais pu être entrepris ni achevé sans la patiente assistance, les méticuleux contrôles et le suivi attentif de notre promoteur, Mme **LAGHA**, qui a accepté de nous encadrer.

Nous remercions tous nos enseignants durant notre cursus pour leur contribution et le temps qu'ils ont consacré pour nous instruire. Qu'ils veuillent apercevoir ici nos termes les plus sincères de remerciements.

Enfin, nous tenons à exprimer notre gratitude envers nos familles et amis pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants. Leur présence et leur compréhension ont été des piliers essentiels tout au long de ce parcours.

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à mon père, qui me manque chaque jour et qui continue de m'inspirer même après son départ.*

*À ma mère, pour son amour et son soutien constant.*

*À mes amis, pour leur aide précieuse et leur amitié.*

*À mes enseignants, pour leurs conseils et leur soutien tout au long de mes études.*

*Et enfin, à tous ceux qui ont cru en moi et m'ont encouragé.*

*Samir*

# *Dédicace*

*Je dédie ce mémoire à mon père, qui me manque chaque jour, mais dont l'amour et le soutien continuent de m'inspirer.*

*À ma mère, pour son amour et son soutien sans faille.*

*À mon frère, pour être toujours là et m'encourager.*

*À mon binôme, pour son partenariat et son travail acharné tout au long de ce projet.*

*À mes amis, pour leur aide et leur amitié.*

*À mes enseignants, pour leurs conseils et leur soutien tout au long de mes études.*

*Et enfin, à tous ceux qui ont cru en moi et m'ont encouragé.*

*Sofiane*

# Sommaire

---

<b>Introduction générale</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : internet des Object</b>	<b>2</b>
<b>I.1. Introduction</b>	<b>3</b>
<b>I.2. Définition</b>	<b>3</b>
<b>I.2.1. Internet des objet (IDO)</b>	<b>3</b>
<b>I.2.2. C'est quoi un Object connecte(oc)</b>	<b>4</b>
<b>I.2.3. C'est quoi un objet intelligent</b>	<b>5</b>
<b>I.2.4. C'est quoi le capteur</b>	<b>6</b>
<b>I.2.5. C'est quoi M2M (MACHINE TO MACHINE)</b>	<b>6</b>
<b>I.2.5.1. Comparaison entre IOT et M2M</b>	<b>6</b>
<b>I.3. Evolution de l'IdO</b>	<b>7</b>
<b>I.4. Architecture de l'IdO</b>	<b>8</b>
<b>I.4.2. Couchée Connectivité</b>	<b>9</b>
<b>I.4.3. Couche des Passerelles (Gateway)</b>	<b>9</b>
<b>I.4.4. Couche de Cloud</b>	<b>9</b>
<b>I.4.5. Couche d'Analyse et d'Applications</b>	<b>9</b>
<b>I.4.6. Couche de Sécurité</b>	<b>10</b>
<b>I.5. Domaine d'application de l'ido</b>	<b>10</b>
<b>I.5.1. Transport</b>	<b>10</b>
<b>I.5.2. Sante</b>	<b>11</b>
<b>I.5.3. L'industrie</b>	<b>11</b>
<b>I.5.4. L'agriculture</b>	<b>11</b>
<b>I.6. Fonctionnement de l'Ido</b>	<b>11</b>
<b>I. 6.1. La mise en place d'un ido</b>	<b>11</b>
<b>I. 6.1.1 L'objet</b>	<b>12</b>
<b>I. 6.1.2. La connectivité pour la communication des objets connecte</b>	<b>12</b>
<b>I. 6.1.3. La collecte de l'ensemble données</b>	<b>12</b>
<b>I. 6.1.4. L'hébergement et le stockage des données</b>	<b>13</b>
<b>I. 6.1.5. Le développement de logiques applicatives</b>	<b>13</b>

<b>I. 6.1.6. La restitution des données captées par les objets connectés.</b>	<b>13</b>
<b>I.7. Technologies de l'IdO</b>	<b>13</b>
<b>I.7.1. Les technologies de courte portée</b>	<b>13</b>
<b>I.7.2. Les technologies de moyenne portée</b>	<b>15</b>
<b>I.7.3.les technologie longue portée</b>	<b>15</b>
<b>I.8. Exemple d'un IdO</b>	<b>17</b>
<b>I.9. Conclusion</b>	<b>17</b>
<b>Chapitre II : Technologie des composant</b>	<b>18</b>
<b>I. Introduction</b>	<b>19</b>
<b>II.1. La carte arduino</b>	<b>19</b>
<b>II.1.1Définition</b>	<b>19</b>
<b>II.1.2 Historique de Création de la carte arduino</b>	<b>20</b>
<b>II.1.3 Domaine d'application de la carte arduino</b>	<b>20</b>
<b>II.1.3.1 Projets éducatifs</b>	<b>21</b>
<b>II.1.3.2 Projets de bricolage et de loisirs</b>	<b>21</b>
<b>II.1.3.3 Automatisation domestique</b>	<b>21</b>
<b>II.1.3.4 Systèmes de contrôle industriels</b>	<b>21</b>
<b>II.1.3.5 Contrôle de capteurs et d'actionneurs</b>	<b>21</b>
<b>II.1.4 Modèle de la carte arduino</b>	<b>21</b>
<b>II.2. Logiciel arduino</b>	<b>22</b>
<b>II.2.1 Introduction</b>	<b>22</b>

---

<b>II.2.2 Etape de programmation sur un IDE</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2.1. Configuration de l'IDE</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2.2. Création d'un nouveau projet</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2.3. Écriture du code source</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2.4. Débogage du code</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2.5. Gestion des dépendances</b>	<b>23</b>
<b>II.2.2.6. Test et validation.</b>	<b>24</b>
<b>II.2.2.7. Optimisation des performances</b>	<b>24</b>
<b>II.2.2.8. Gestion de la version</b>	<b>24</b>
<b>II.2.2.9. Déploiement</b>	<b>24</b>
<b>II.2.3. Identification de l'interface</b>	<b>24</b>
<b>II.2.4. Fonction arduino</b>	<b>25</b>
<b>II.2.4.1. Fonctions de base</b>	<b>25</b>
<b>II.2.4.2. Fonctions de conversion de type de données</b>	<b>25</b>
<b>II.2.4.3. Fonctions mathématiques.</b>	<b>25</b>
<b>II.2.4.4. Fonctions de gestion des chaînes de caractères</b>	<b>25</b>
<b>II.2.4.5. Gestion des mémoires</b>	<b>26</b>
<b>II.2.4.6. Gestion du temps</b>	<b>26</b>
<b>II.2.4.7. Contrôle de flux</b>	<b>26</b>
<b>II.2.4.8. Contrôle des interruptions</b>	<b>26</b>
<b>II.3.les capteur</b>	<b>27</b>
<b>II.3.1. Introduction</b>	<b>27</b>
<b>II.3.2 Types des capteurs</b>	<b>28</b>
<b>II.3.2.1.les capteur binaire (tout-ou-rien)</b>	<b>28</b>
<b>II.3.2.2. Capteur analogique</b>	<b>30</b>
<b>II.3.2.3. Capteur numérique</b>	<b>32</b>
<b>II.3.3. Présentation quelques capteurs</b>	<b>35</b>

---

<b>II.3.3.1. Capteur de gaz MQ9</b>	<b>35</b>
<b>II.3.3.2. Capteur de flamme</b>	<b>37</b>
<b>II.3.3.3. Le capteur Radio Fréquence Identification(RFID)</b>	<b>38</b>
<b>II.3.3.4. Capteur d'humidité de sol</b>	<b>40</b>
<b>II.3.3.5. Capteur magnétique MC 38</b>	<b>42</b>
<b>II.4. Présentation de la carte Arduino mega</b>	<b>44</b>
<b>II.4.1. Description</b>	<b>44</b>
<b>II.4.2.les caractéristique technique d la carte</b>	<b>44</b>
<b>II.4.2.1. Alimentation de carte arduino</b>	<b>45</b>
<b>II.4.2.2.les entres/sortie de la carte</b>	<b>45</b>
<b>II.4.2.2.1. Broches Numériques</b>	<b>45</b>
<b>II.4.2.2.2. Broches PWM (Modulation de Largeur d'Impulsion) ...</b>	<b>46</b>
<b>II.4.2.2.3. Broches Analogiques</b>	<b>46</b>
<b>II.4.2.2.4. Broches d'Alimentation</b>	<b>46</b>
<b>II.4.2.2.5. Broches de Communication</b>	<b>47</b>
<b>II.4.2.2.6. Broches d'Interruption</b>	<b>47</b>
<b>II.4.2.3. Le microcontrôleur ATmega2560</b>	<b>47</b>
<b>II.6. Conclusion</b>	<b>48</b>
<b>Chapitre III : Conception du projet</b>	<b>49</b>
<b>III.1. Introduction</b>	<b>50</b>
<b>III.2. Cahier de charge de projet</b>	<b>50</b>
<b>III.2.1. L'objectif de projet</b>	<b>50</b>
<b>III.2.2. Le matériel utiliser</b>	<b>50</b>
<b>III.2.3. Le contexte de projet</b>	<b>50</b>
<b>III.2.4. Fonction de projet</b>	<b>51</b>
<b>III.2.4.1. Dispositif d'alerte</b>	<b>51</b>
<b>III.2.4.2. Contrôle de volets et éclairage</b>	<b>51</b>
<b>III.3. Gestion des brochages des capteurs</b>	<b>51</b>
<b>III.3.1. Capteur de gaz</b>	<b>51</b>

---

<b>III.3.2. Capteur de flamme</b>	<b>52</b>
<b>III.3.3. Capteur de température DHT22</b>	<b>53</b>
<b>III.3.4. Capteur magnétique</b>	<b>55</b>
<b>III.3.5. Capteur de mouvement (PIR)</b>	<b>56</b>
<b>III.3.6 : le capteur d'humidité de sol</b>	<b>57</b>
<b>III.3.7. Le capteur radio fréquence (RFID)</b>	<b>59</b>
<b>III.4. Gestion de branchement des actionneurs</b>	<b>61</b>
<b>III.4.1. Le ventilateur avec relais et une batterie</b>	<b>61</b>
<b>III.4.2. Le servomoteur</b>	<b>61</b>
<b>III.4.3. Le buzzer.</b>	<b>61</b>
<b>III.4.4. Le clavier matriciel 4*4</b>	<b>62</b>
<b>III.4.5. L'afficheur lcd</b>	<b>63</b>
<b>III.5. Description des actionneurs</b>	<b>63</b>
<b>III.5.1. Module GSM SIM 800L.</b>	<b>63</b>
<b>III.5.2.la pompe à eau</b>	<b>64</b>
<b>III.5.3. Le servomoteur</b>	<b>65</b>
<b>III.6. Conclusion</b>	<b>66</b>
<b>Chapitre IV : Teste et essais</b>	<b>67</b>
<b>IV.1. Le schéma global de projet</b>	<b>67</b>
<b>IV.2. Résultat et teste</b>	<b>67</b>
<b>IV.2.1. Teste de clavier matriciel.</b>	<b>67</b>
<b>IV.2.2. Teste capture RFID avec servomoteur</b>	<b>69</b>
<b>IV.2.3. Teste de capteur magnétique</b>	<b>70</b>
<b>IV.2.4. Teste de capteur PIR dans le garage</b>	<b>71</b>
<b>IV.2.5. Détection de gaz</b>	<b>74</b>
<b>IV.6. Teste de capteur de flamme</b>	<b>76</b>

<b>IV.2.7. Teste du capteur de température</b>	<b>77</b>
<b>IV.2.8. Teste d'humidité de sol</b>	<b>79</b>
<b>IV.3. La maquette finale</b>	<b>80</b>
<b>IV.4. Conclusion</b>	<b>81</b>
<b>Conclusion générale.</b>	<b>82</b>
<b>Annexes.</b>	<b>86</b>
<b>Reference bibliographique</b>	<b>89</b>

# Liste des Figure

## Chapitre I

<b>Figure.I.1</b> : comparaison entre la présence de l'internet des objets et son absence	3
<b>Figure.I.2</b> : une nouvelle dimension pour L'IDO	5
<b>Figure I.3</b> : exemple capteur électronique	6
<b>Figure I. 4</b> : L'évolution d'IdO entre 2003 et 2020	8
<b>Figure I.5:</b> exemple des domaine d'application de l'ido	10

## Chapitre II

<b>Figure II.1</b> : schéma générale du rôle de l'arduino	19
<b>Figure II.2</b> : présentation générale de l'interface	24
<b>Figure II.3</b> : capteur de gaz	28
<b>Figure II.4</b> : capteur de flamme	35
<b>Figure II.5</b> : le capteur RFID avec son badge RFID	37
<b>Figure II.6</b> : le capteur d'humidité de sol	39
<b>Figure II.7</b> : le capteur magnétique MC 38	40
<b>Figure II.8</b> : Description de la carte Arduino mega	44
<b>Figure II.9</b> : Le microcontrôleur ATmega2560	47

## Chapitre III

<b>Figure III.1</b> : Branchement de capteur de gaz avec la carte sur fritzing	51
<b>Figure III.2</b> : Organigramme de capteur de gaz	52
<b>Figure III.3</b> : Branchement de capteur de flamme sur fritzing	53
<b>Figure III.4</b> : l'organigramme de fonctionnement de capteur de flamme	53
<b>Figure III.5</b> : branchement de capteur de température sur fritzing	54
<b>Figure III.6</b> : l'organigramme de fonctionnement de capteur de température	54
<b>Figure III.6</b> : Branchement de capteur magnétique sur fritzing	55
<b>Figure III.7</b> : Organigramme de fonctionnement de capteur magnétique	56
<b>Figure III.8</b> : Branchement de capteur de mouvement sur fritzing	56

## Liste des figure

---

<b>Figure III.9</b> : organigramme de fonctionnement de capteur de mouvement	57
<b>Figure III.10</b> : le branchement de capteur H_SOL avec la carte sur fritzing	57
<b>Figure III.11</b> : Organigramme de capteur H-sol	58
<b>Figure III.12</b> : Branchement RFID avec la carte arduino mega sur fritzing	59
<b>Figure III.13</b> : l'organigramme de fonctionnement de RFID	60
<b>Figure III.14</b> : Le branchement de ventilateur	61
<b>Figure III.15</b> . Le branchement de servomoteur sur fritzing	61
<b>Figure III.16</b> : Branchement du buzzer avec la carte sur fritzing	62
<b>Figure III.17</b> : le branchement de clavier avec la Carte sur fritzing	62
<b>Figure III.18</b> : Branchement de LCD avec de la carte sur fritzing	63
<b>Figure III.19</b> : la SIM 800 1	64
<b>Figure III.20</b> : une pompe à eau	64
<b>Figure III.21</b> . Le servomoteur	65
<b>Chapitre IV</b>	
<b>Figure IV.1</b> : schéma synoptique de Project	.67
<b>Figure IV.2</b> : activation d'alarme avec le code « 1234	68
<b>Figure IV.3</b> : Réussite d'activation affiché sur LCD	.68
<b>Figure IV.4</b> : résultat de test du clavier sur moniteur sérié	68
<b>Figure IV.5</b> : l'accès avec un faux badge au domotique	69
<b>Figure IV.6</b> : Accès autorise avec le vrai badge et l'ouverture de la porte	69
<b>Figure IV.7</b> : test de RFID sur moniteur série	70
<b>Figure IV.8</b> : résultats avant la séparation des deux plaques	70
<b>Figure IV.9</b> : accès par fenêtre séparation de capteur magnétique	70
<b>Figure IV.10</b> : Résultat de séparation sur moniteur série	71
<b>Figure IV.11</b> : message d'alerte pour l'accès par la fenêtre	71

## Liste des figure

---

<b>Figure IV.12</b> : un mouvement dans le garage	72
<b>Figure IV.13</b> : représente l'affichage d'alarme sur le LCD	72
<b>Figure IV.14</b> : le message d'alerte du garage	73
<b>Figure IV.15</b> : les résultats de capteur de mouvement avant et après la détection	73
<b>Figure IV.16</b> : test de gaz à l'aide d'un briquer	74
<b>Figure IV.17</b> : déclenchement automatique de ventilateur	74
<b>Figure IV.18</b> : le message reçu par GSM après la détection de gaz	75
<b>Figure IV.19</b> : résultats de test de gaz sur le moniteur série	75
<b>Figure IV.20</b> : test de flamme avec un briquer	76
<b>Figure IV.21</b> : Résultat de teste sur moniteur série	76
<b>Figure IV .22</b> : le message reçu par le GSM après la détection de la flamme	77
<b>Figure IV 23</b> : Test de capteur de température	77
<b>Figure IV.24</b> : déclenchement de ventilateur	78
<b>Figure IV.25</b> : les résultats de DHT22 sur moniteur série	78
<b>Figure IV.26</b> : le pompage d'eau lorsque le capteur détecte un manque	79
<b>Figure IV.27</b> : les résultats de tests H_SOL sur moniteur série	79
<b>Figure IV.28</b> : la maquette finale	80
<b>Figure IV.29</b> : les branchements finals de la maquette à l'intérieur	81

## Chapitre I

<b>Tableaux 1</b> : comparaison entre M2M et IOT	7
<b>Tableau.2</b> : quelque caractéristique de technologie d'ido	16

## Chapitre II

<b>Tableaux II.1</b> : Déférence entre les trois types des capteurs	35
<b>Tableaux II.2</b> : les caractéristiques techniques de capteur de gaz	36
<b>Tableaux II.3</b> : les caractéristiques techniques de capteur de flamme	38
<b>Tableaux II.4</b> : Caractéristique technique le capteur d'humidité de so	42
<b>Tableaux II.5</b> : les caractéristiques techniques de capteur magnétique43	

## Chapitre III

<b>Tableaux III.1</b> : les branchements de capteur RFID avec la carte arduino mega	59
<b>Tableaux III.2</b> : les branchements de clavier avec la Catre.	62

## Liste d'abréviation

---

**IoT** Internet of Things

**IdO** Internet Des Objets

**RFID** Radio Frequency Identification

**M2M** Machine To Machine

**IP** Internet Protocol

**OC** Object connecte

**ATMEL** Advanced Technologie Microcontrollers

**IDE** Integrated Development Environment

**PWM** Pulse width Modulation

**SD** Secure Digital

**LED** Lighth-Emitting Diode

**USB** Universal Serial BUS

**RESET** Retun from System Enabling Test

**GND** Ground

**CAN** Control Area Network

**RAM** Random Access Memory

**TCP** Transmission Control Protocol

**GSM** Global System for Mobile

**CERP-LOT** cluster des objets européennes de recherche sur internet des objets

**MQTT** initialement Message Queuing Telemetry Transport

## Liste d'abréviation

---

**HTTP** Hypertext Transfer Protocol

**BLE** Bluetooth Low Energy

**NFC** Near Field Communication

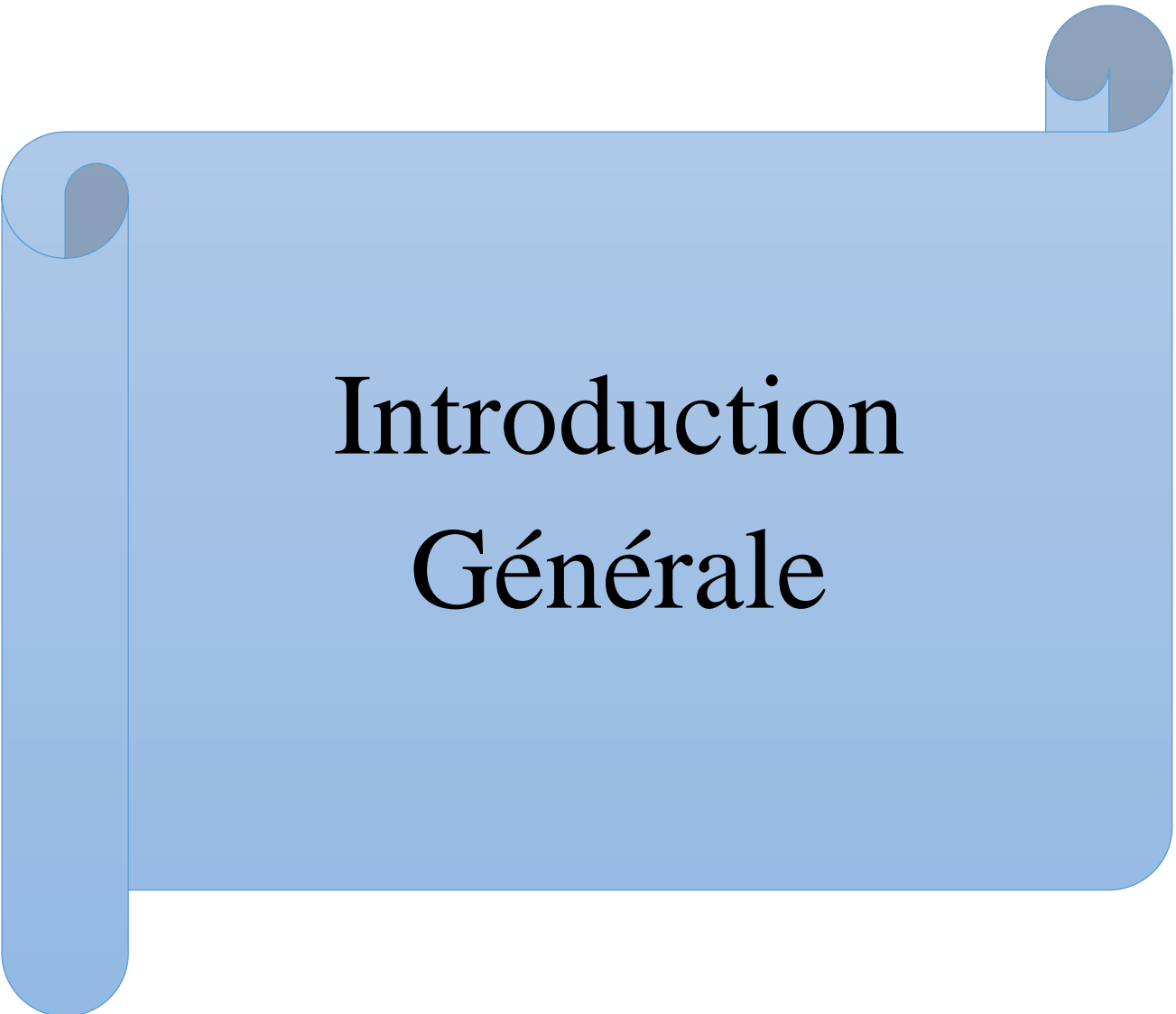
**IDII** design interactif à l'Interaction Design Institute Ivrea

**AVR** Automatic Voltage Regulator

**CAN** Conversion analogique-numérique

**PWM** Modulation de Largeur d'Impulsion

**LCD** écran à cristaux liquides



# Introduction Générale

À l'ère contemporaine où la connectivité et l'automatisation sont devenues des éléments incontournables de notre quotidien, l'intégration de systèmes d'alarme intelligents et efficaces est devenue cruciale pour assurer la sécurité des biens et des personnes.

Ce mémoire de fin d'études se propose d'explorer en profondeur le processus de conception, de réalisation et de validation d'une centrale d'alarme moderne, en mettant l'accent sur quatre aspects essentiels.

Le premier chapitre de ce mémoire se concentrera sur l'évolution et l'importance croissante de l'Internet des Objets (IDO) dans le domaine de la sécurité. Nous examinerons les principes fondamentaux de cette technologie révolutionnaire et son impact sur la conception de systèmes d'alarme intelligents.

Dans le deuxième chapitre, nous explorerons les avancées récentes dans la technologie des composants électroniques, en appuyant sur les éléments clés nécessaires à la construction d'une centrale d'alarme fiable et efficace. Nous aborderons les différentes options disponibles sur le marché, ainsi que les critères de sélection et d'intégration.

Le troisième chapitre se penchera sur le processus de conception et de réalisation pratique d'une centrale d'alarme, en détaillant les étapes nécessaires depuis la conception initiale jusqu'à la fabrication du produit final. Nous analyserons les défis techniques rencontrés et les solutions innovantes proposées pour surmonter ces obstacles.

Enfin, dans le quatrième chapitre, nous aborderons les phases de test et d'essais du projet, indispensables pour garantir le bon fonctionnement et la fiabilité de la centrale d'alarme. Nous examinerons les différentes méthodes de test utilisées, ainsi que les critères d'évaluation des performances et de conformité aux normes de sécurité.

En combinant une analyse approfondie des principes théoriques avec des études de cas pratiques, ce mémoire vise à offrir une contribution significative à la compréhension et à l'amélioration des systèmes d'alarme modernes, dans un contexte où la sécurité est devenue une priorité essentielle.



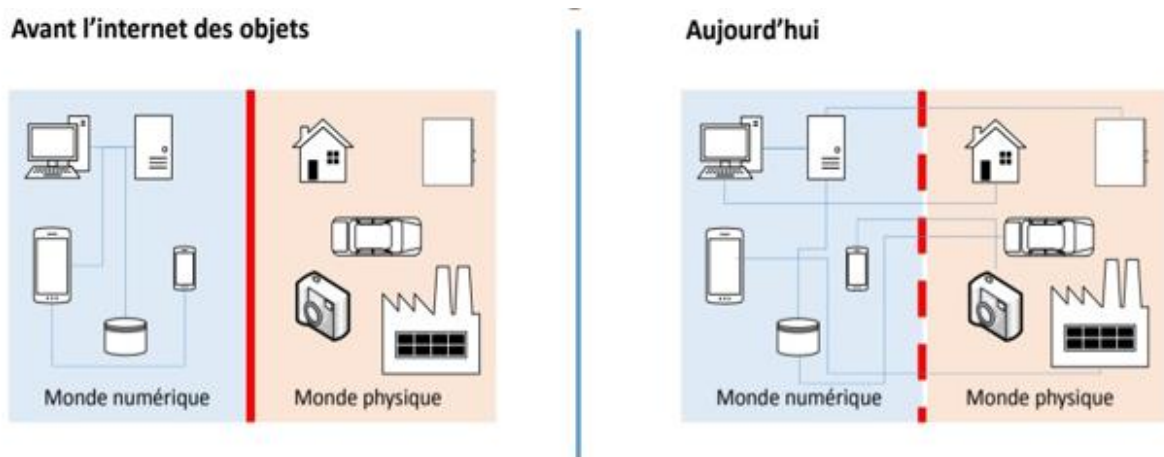
**CHAPTRE I :**  
**Internet des objets**

## I.1. Introduction :

L'internet des objets est un réseau mondiale d'objets physiques connectés à internet. Ce réseau permet aux objets de communiquer entre eux et avec le monde extérieur ouvrant la voie à de nouvelles applications et services.

L'IDO peut être défini comme un réseau d'objets physiques qui sont capables de collecter et échanger des données via des réseaux sans fil. Ce réseau peut inclure des objets tels que des ordinateurs, des capteurs, des RFID et des téléphones mobiles.

L'IDO est en pleine expansion avec des estimations prévoyant que des milliards d'objets seront connectés à internet d'ici 2025. Cette croissance est alimentée par l'évolution des technologies sans fil, la miniaturisation des composants électroniques et la baisse des coûts.



**Figure.I.1** : comparaison entre la présence de l'internet des objets et son absence

## I.2. Définition

### I.2.1. Internet des objets (IDO)

L'internet des objets signifie en anglais (**Internet of Things** **IoT**), il possède plusieurs définitions que d'entités impliquées dans la réflexion, le développement ou la normalisation de ce niveau paradigmatique.

D'après le **CERP-LOT** « cluster des objets européennes de recherche sur internet des objets » Définit l'internet des objets comme : « une infrastructure dynamique d'un réseau global. Ce réseau global a des capacités d'auto-configuration basées sur des standards et des protocoles de communication interopérables dans ce réseau les objets physiques et virtuels ont

---

des identités, des attributs physiques, des personnalités virtuelles et des interface intelligent, et ils sont intègres au réseau d'une façon transparente » [1]

Cette version de l'internet des objets introduira une nouvelle dimension aux technologies de l'information et de la communication : en plus des deux dimension temporelle et spatiale qui permettent aux personés de se connecter de n'importe où et à n'importe quel moment, nous aurons une nouvelle dimension « objet » qui leur permettra de se connecter à n'importe quel objet.

### **I.2.2. C'est quoi un Object connecte(oc) :**

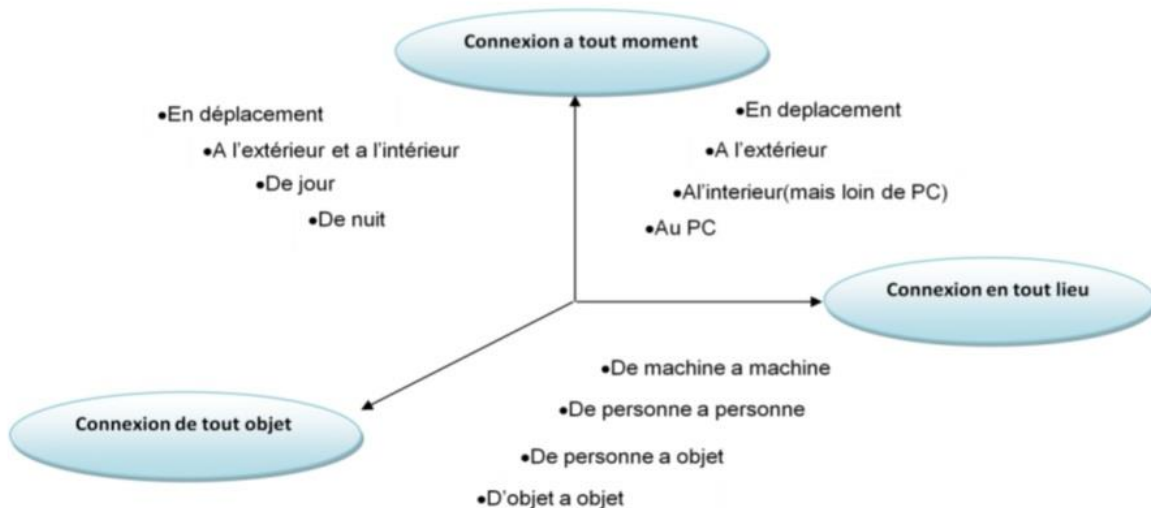
Un objet connecter est un objet capable de communiquer des informations diverses a un autre objet ou à internet .il peut capter, transmettre (via différents types de connectivité) et parfois traiter des donnes pour aider à la décision ou enclencher une action.

L'objet peut avoir sa propre fonctionnalité, qu'elle soit mécanique ou électrique .il conçu pour communiquer, souvent une simple information, comme la détection de la lumière ou une mesure de température, par exemple.

La notion d'objet connecter vu du simple capteur a un l'objet intelligent, c'est-à-dire un objet capable de traitement soit de manier autonome soit dans dialogue avec un smartphone ou plate-forme de collecte et de traitement des données IDO.

UN (OC) possède trois élément clés :

- Les donnes produites ou reçues, stockes ou transmise.
- Les algorithmes pour traiter ces donnes.
- L'écosystème dans lequel il va réagir et s'intégrer [3].



**Figure.I.2** : une dimension inédite pour l'IDO [3]

En effet plusieurs contraintes et paramètres liés aux objets connectés sont à prendre en compte sont :

➤ **Puissance :**

Les petits objets embarqués actuels ont une puissance de calcul limitée plusieurs opérations ne peuvent être réalisables en même temps dans un laps de temps raisonnable.

➤ **Connectivité :**

L'Internet des objets utilise généralement du Bluetooth ou des protocoles NFC, deux technologies ayant une portée et un débit limités, ce qui ne permet pas toujours d'embarquer un niveau de sécurité suffisant.

➤ **Gestion des mises à jour :**

La mise à jour des systèmes est indispensable. Sans interférer avec l'utilisation de l'objet.

### I.2.3. C'est quoi un objet intelligent :

Un objet intelligent dans le contexte de l'Internet des objets est un appareil capable de communiquer, de collecter des données et éventuellement de prendre des décisions pour améliorer l'efficacité et l'utilité dans divers domaines

En effet cette intelligence peut varier d'un matériel à un autre dépend de complexité, Certains objets intelligents sont capables de prendre des décisions autonomes basées sur l'analyse des données qu'ils collectent, tandis que d'autres peuvent simplement transmettre des informations à d'autres systèmes pour traitement [4].

### I.2.4. C'est quoi le capteur :

Un capteur est un composant crucial dans le domaine de la mesure et de la détection, permettant aux systèmes électroniques de percevoir et de réagir aux changements dans leur environnement physique.

Les capteurs sont largement utilisés dans une variété d'applications, y compris l'Internet des objets (**IDO**), la robotique, l'automatisation industrielle, la surveillance environnementale, les dispositifs médicaux, et bien d'autres domaines. Ils peuvent mesurer différents types de grandeurs physiques, telles que la température, la pression, la lumière, le son, le mouvement, la force, la proximité, l'humidité, et bien d'autres [5].

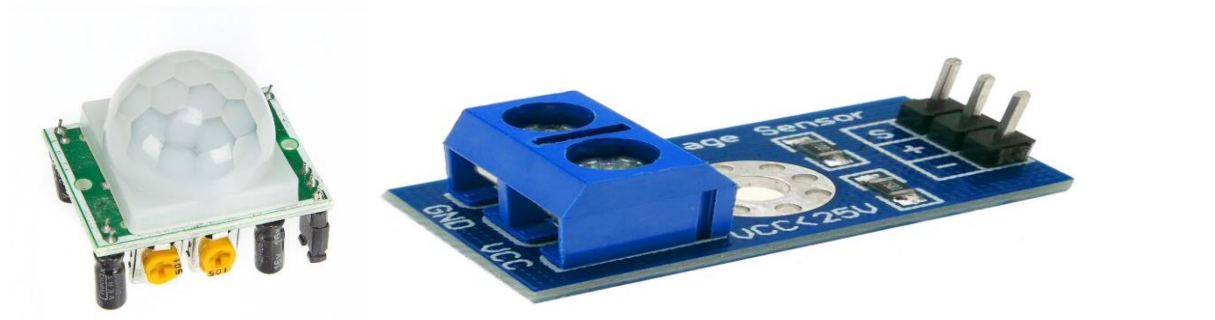


Figure I.3 : exemple capteur électronique

### I.2.5. C'est quoi M2M (MACHINE TO MACHINE) :

Le **M2M** représente une facette spécifique de la communication machine à machine, mettant l'accent sur la transmission de données entre dispositifs électroniques pour des applications industrielles et opérationnelles. Cependant, il est important de noter que les termes **M2M** et (**IDO**) sont souvent utilisés de manière interchangeable à mesure que la technologie évolue.

#### I.2.5.1. Comparaison entre IDO et M2M :

Plusieurs chercheurs utilisant les termes M2M et IDO ne sont pas identiques. L'IDO a besoin de M2M, mais le M2M n'a pas besoin d'IDO. Les deux termes concernent la communication des périphériques connectés, mais les systèmes M2M sont souvent des équipements isolés et mis en réseau. Les systèmes IDO poussent le M2M à un niveau supérieur en rassemblant des systèmes disparates au sein d'un vaste écosystème connecté. Les systèmes M2M utilisent des communications point à point entre les machines, les capteurs et le matériel sur des réseaux cellulaires ou câblés, tandis que les systèmes IDO s'appuient sur

des réseaux IP pour envoyer les données collectées à partir d'appareils connectés à des objets IDO à des passerelles, des plateformes Cloud ou middleware.

M2M	IDO
Machines	Capteurs
Basé sur le matériel	Basé sur le logiciel
Applications verticales	Applications horizontales
Déployé dans un système fermé	Se connecte à un plus grand réseau
Machines communiquant avec des machines	Machines communiquant avec des machines, humains avec des machines, machines avec des humains.
Utilise des protocoles non IP.	Utilise les protocoles IP
Peut utiliser le Cloud mais pas obligé.	Utilise le Cloud
Les machines utilisent la communication point à point, généralement intégrée au matériel.	Les appareils utilisent les réseaux IP pour communiquer.
Communication souvent à sens unique (one-way)	Communication dans les deux sens (back and forth).
Le but principal est de surveiller et de contrôler.	Communication dans les deux sens (back and forth).
Fonctionne via des réponses utilisant des triggers basés sur une action.	Peut mais ne doit pas nécessairement opérer sur des réponses déclenchées (triggers)
Options d'intégration limitées, les appareils doivent avoir des normes de communication complémentaires.	Options d'intégration illimitées, mais nécessite un logiciel de gestion des communications / protocoles
Données structurées	Données structurées et non structurées

**Tableaux 1** : comparaison entre M2M et IDO [6]

### I.3. Evolution de l'IdO :

Les premiers objets connectés n'apparaissent que dans les années 1990. Il s'agit de grille-pain, machines à café ou autres objets du quotidien. En 2000, le fabricant coréen LG est le premier industriel à parler sérieusement d'un appareil électroménager relié à internet. Les années 2000 verront les premières expérimentations d'appareils connectés à Internet. Ils l'utilisent notamment pour consulter des informations de manière automatique.

En 2003, la population mondiale a frôlé les 6 milliards d'individus et un demi-milliard d'appareils connectés à Internet. L'idée de l'Internet des Objets est apparue en 2009, boosté par l'apparition des Smartphones, le nombre d'appareils connectés à Internet a atteint 12,5 milliards en 2010, alors que la population mondiale était de 6,8 milliards.

Aujourd'hui l'IDO prend de l'ampleur et en ce qui concerne l'avenir, Les experts estiment que 50 milliards d'appareils seront connectés d'ici 2020, ces estimations ne prennent pas en considération l'évolution rapide d'Internet ni des avancées technologiques, mais uniquement les faits de l'heure actuelle. Le nombre de capteurs connectés à Internet pourrait augmenter de plusieurs millions, voire de plusieurs milliards du fait que tout ce qui existe se connecte (Animaux, lampes, maisons, personnes, chaussures, arbres...) [7].

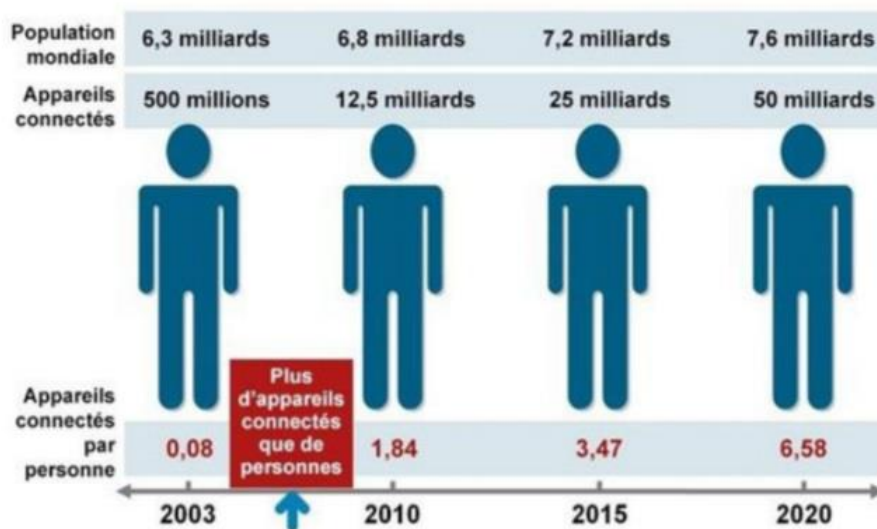


Figure I. 4 : L'évolution d'IDO entre 2003 et 2020.

#### I.4. Architecture de l'IDO :

Généralement structurée en plusieurs couches qui travaillent ensemble pour permettre la connectivité, la collecte de données, le traitement et l'interaction au sein de l'écosystème de l'IDO. Voici les couches de L'IDO et leur rôle :

##### I.4.1. Couche des Dispositifs (Edge Devices) :

- **Capteurs et Actionneurs** : Ces composants physiques mesurent des grandeurs physiques et effectuent des actions en fonction des données collectées.
- **Microcontrôleurs/Processeurs** : Ils fournissent la puissance de calcul nécessaire pour traiter localement certaines données avant leur transmission.

#### I.4.2. Couche de Connectivité :

- **Protocoles de Communication** : Définit les protocoles utilisés pour la communication entre les dispositifs, les passerelles et les serveurs. Exemples : MQTT, HTTP.
- **Réseaux de Communication** : Inclut les réseaux sans fil (Wi-Fi, Bluetooth), les réseaux cellulaires (3G, 4G, 5G) et d'autres technologies de communication.

#### I.4.3. Couche des Passerelles (Gateway) :

- **Communication Bidirectionnelle** : Permet la communication entre les dispositifs locaux et le cloud.
- **Agrégation de Données** : Agrège les données des dispositifs locaux avant de les transmettre au cloud.
- **Sécurité** : Assure la sécurisation des communications entre les dispositifs et le cloud.

#### I.4.4. Couche de Cloud :

- **Stockage de Données** : Les données collectées sont stockées dans des bases de données cloud.
- **Traitement des Données** : Inclut des services de traitement pour analyser et traiter les données en temps réel ou de manière différée.
- **Elasticité et Évolutivité** : Le cloud offre des ressources informatiques élastiques pour s'adapter aux besoins changeants de l'IdO.

#### I.4.5. Couche d'Analyse et d'Applications :

- **Analyse des Données** : Utilisation de techniques d'analyse de données, d'apprentissage machine et d'intelligence artificielle pour extraire des informations significatives.
- **Services Applicatifs** : Développement d'applications spécifiques à l'industrie ou aux besoins des utilisateurs finaux.
- **Interfaces Utilisateurs** : Présentation des résultats d'analyse et des informations aux utilisateurs finaux à travers des interfaces conviviales.

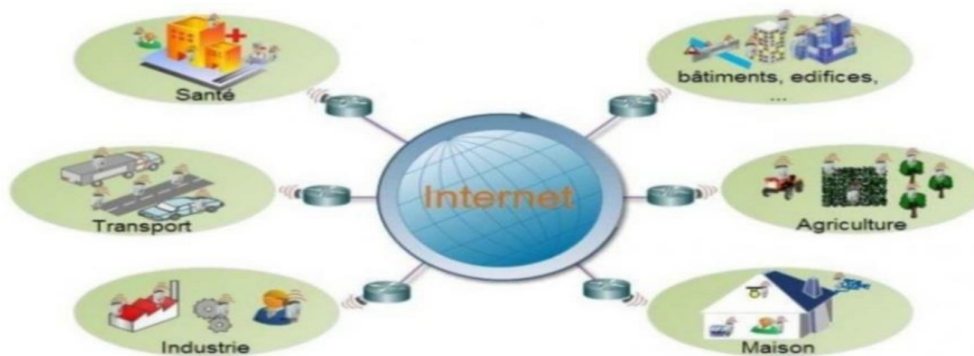
- **Chiffrement** : Sécurise la transmission des données entre les dispositifs et le cloud.

#### I.4.6. Couche de Sécurité :

- **Authentification** : Vérifie l'identité des dispositifs et des utilisateurs.
- **Gestion des Accès** : Contrôle l'accès aux données et aux fonctionnalités du système.

### I.5. Domaine d'application de l'ido :

Il existe plusieurs domaines touchés par l'ido parmi lesquels voici des exemples courants dans la figure suivante :



**Figure I.5** : exemple des domaines d'application de l'ido

Voici quelques détails aussi :

#### I.5.1. Transport :

Dans ce domaine l'IdO appuiera les efforts actuels autour des véhicules intelligents au service de la sécurité routière et l'aide à la conduite. Cela portera sur la communication inter-véhicule et entre véhicules et infrastructure routière. L'IdO constituera ainsi un prolongement naturel des « systèmes de transport intelligents » et leurs apports en termes de sécurité routière, confort, efficacité de la gestion du trafic et économie du temps et de l'énergie.

**I.5.2. Sante :**

Dans le secteur de la santé, l'Internet des Objets (IdO) facilitera la mise en place de réseaux personnels dédiés au contrôle et au suivi des signes cliniques, en particulier pour les personnes âgées. Cela ouvrira la voie à une télésurveillance efficace des patients dans le confort de leur domicile, offrant des solutions innovantes pour favoriser l'autonomie des personnes à mobilité réduite.

**I.5.3. L'industrie :**

Dans le domaine industriel, l'Internet des Objets (IdO) permettra une surveillance complète des produits, depuis leur fabrication sur la chaîne de production jusqu'à leur acheminement à travers la chaîne logistique et la distribution, en assurant également le contrôle des conditions d'approvisionnement. Cette traçabilité intégrale facilitera la prévention de la contrefaçon, de la fraude, ainsi que des activités économiques illicites à l'échelle transfrontalière.

**I.5.4. L'agriculture :**

Dans le secteur agricole, l'intégration de réseaux de capteurs connectés à l'Internet des Objets (IdO) permet une surveillance environnementale précise. Cette approche favorise une prise de décision optimale en agriculture en améliorant l'efficacité de l'irrigation, en rationalisant l'utilisation des intrants et en planifiant les activités agricoles. De plus, ces réseaux contribuent à la lutte contre la pollution de l'air, du sol et de l'eau, entraînant une amélioration générale de la qualité environnementale.

**I.6. Fonctionnement de l'Ido :****I. 6.1. La mise en place d'un ido :**

Afin de faciliter la planification d'un projet ido, nous avons défini en six étapes incontournables le processus de création d'un objet connecté. approche de modélisation vise à être accessible et pratique, offrant une utilisation aisée pour aider tous les entrepreneurs à repérer les étapes essentielles de leur projet ido.[26]

Voici le 6 étape essentielle pour réaliser un ido.

---

### **I. 6.1.1 L'objet :**

Connecté peut revêtir différentes formes, telles qu'un boîtier intégré dans un véhicule pour surveiller les déplacements, un capteur mesurant la température ou la pression d'un équipement industriel, ou encore un dispositif de gestion des équipements médicaux dans les hôpitaux (pour la maintenance, le suivi du taux d'utilisation, etc.). En raison de cette diversité, la première étape consiste à acquérir ou, le cas échéant, construire un objet adapté aux contraintes physiques spécifiques à l'usage de l'entreprise. À titre illustratif, Pyrescom a connecté ses distributeurs automatiques de gel hydro-alcoolique en utilisant la technologie NB-IoT (Narrowband Internet of Things). Ce réseau à faible consommation offre une autonomie énergétique considérable, pouvant atteindre jusqu'à 10 ans avec une batterie. Ainsi, la borne peut délivrer 35 000 doses de gel hydro-alcoolique de manière autonome tout en transmettant en temps réel des informations telles que le nombre de doses délivrées et les alertes de niveau de gel.

### **I. 6.1.2. La connectivité pour la communication des objets connectés :**

Une fois que la problématique liée à l'objet est abordée, l'objectif est de le rendre connecté. La collecte de données par l'objet devient significative uniquement si ces données sont transférées. Il existe diverses solutions de connectivité pour permettre à l'objet de "communiquer". Le choix du réseau approprié, qu'il s'agisse de 2G/3G/4G ou de réseaux à faible débit et basse consommation tels que le NB-IoT, dépend de la nature de l'objet et des données qu'il recueille.

### **I. 6.1.3. La collecte de l'ensemble des données :**

La gestion efficace des données générées par la multitude d'objets constitue un enjeu crucial. Il est essentiel de collecter et traiter l'ensemble des données de manière exhaustive à travers un outil unique et convivial. Cette collecte de données peut entraîner des économies substantielles, notamment dans le contexte de l'augmentation des coûts énergétiques. L'IoT offre la possibilité de transformer les bâtiments en Smart Buildings, réduisant ainsi significativement leur consommation énergétique. Dans le secteur du bâtiment, l'IoT permet d'ajuster la consommation énergétique des équipements grâce aux données fournies par des capteurs connectés, favorisant une utilisation optimale de l'énergie, par exemple en adaptant le chauffage en fonction de la température de chaque pièce et en anticipant les conditions météorologiques et les périodes d'affluence. [26]

---

#### **I. 6.1.4. L'hébergement et le stockage des données :**

Il est impératif de stocker, gérer et administrer les données de manière sécurisée. La nature critique de certaines données, telles que celles liées à la santé ou à la géolocalisation, souligne l'importance d'avoir une infrastructure assurant la sécurité des données et capable de s'ajuster à l'évolution de l'envergure du projet. [26]

#### **I. 6.1.5. Le développement de logiques applicatives :**

Pour donner un sens aux données collectées et en dégager toute la valeur il faut pouvoir les utiliser et les lier entre elles. Cela se traduit par le développement et la mise en œuvre d'une application Ido. Au travers d'une telle application, l'entreprise pourra utiliser au mieux ces données et piloter les objets ou les processus.

#### **I. 6.1.6. La restitution des données captées par les objets connectés :**

Pour proposer ces nouveaux services innovants à ses clients, l'entreprise doit mettre une interface à leur disposition pour interagir avec eux. Cette application IoT, proposée sous forme d'interface web, d'application mobile permet de partager les données avec ses clients ou ses fournisseurs, en toute simplicité et d'améliorer l'expérience client.

### **I.7. Technologies de l'IdO :**

L'Internet des Objets (IdO) a émergé comme une révolution technologique qui transforme la manière dont les objets interagissent, communiquent et interviennent dans notre quotidien. Au cœur de cette révolution se trouvent diverses technologies qui permettent la connectivité et l'intelligence des objets, formant ainsi l'épine dorsale de l'IdO.

En effet, bien qu'il existe plusieurs technologies utilisées dans le fonctionnement de l'IdO, nous mettons l'accent seulement sur quelques-unes citées ci-dessous

#### **I.7.1. Les technologies de courte portée :**

**Bluetooth :** Une technologie sans fil couramment utilisée pour la communication à courte portée entre périphériques, souvent présente dans des applications IDO comme les dispositifs portables et les capteurs [8]

**Zigbee :**

Un protocole de communication à faible consommation d'énergie conçu pour la connectivité entre des dispositifs IDO situés à proximité les uns des autres [8].

**.Z-wave :**

Un protocole sans fil spécialement conçu pour la domotique, favorisant la communication entre les appareils intelligents dans un environnement domestique.

**NFC (Near Field Communication) :**

Utilisée pour des interactions très courtes distances, comme le paiement sans contact ou le transfert d'informations entre deux appareils proches.

**RFID (Radio-Frequency Identification) :**

Une technologie qui utilise des ondes radio pour identifier et suivre des objets équipés de puces RFID, souvent utilisée dans la gestion de l'inventaire et la logistique.

**LoRa (Long Range) :**

Bien que conçu pour offrir une portée plus longue, LoRa peut également être utilisé pour des connexions à courte portée, surtout lorsque la faible consommation d'énergie est une priorité.

**Thread :**

Un protocole de réseau maillé basé sur IPv6, conçu pour connecter des appareils intelligents au sein d'un foyer ou d'un environnement restreint.

**WiFi :**

Bien que principalement associé à des connexions à moyenne ou longue portée, le WiFi est également utilisé pour des connexions à courte portée, notamment dans des environnements domestiques ou de bureau.

## **I.7.2. Les technologies de moyenne portée :**

### **Wi-Fi :**

Le terme Wi-Fi englobe une série de protocoles de communication sans fil, offrant des connexions à haut débit sur des distances allant de 20 à 100 mètres. Ce réseau local sans fil, bien que très performant, présente une consommation énergétique élevée, le rendant adapté uniquement aux appareils alimentés par secteur ou disposant d'une source d'énergie régulière et accessible. Il excelle dans le transfert rapide de grandes quantités de données.

### **Bluetooth Low Energy (BLE) :**

Également connue sous le nom de Wibree, la technologie BLE est un protocole de réseau personnel sans fil à très faible consommation d'énergie. Tout comme le Bluetooth conventionnel, le BLE permet le transfert d'une quantité limitée de données sur une distance moyenne d'environ 60 mètres. La différence notable entre les dispositifs Bluetooth et BLE réside dans la consommation électrique nécessaire à la communication, qui est dix fois moindre pour le BLE.

## **I.7.3.les technologie longue portée :**

### **Réseaux cellulaires mobiles :**

Fournis par les opérateurs de télécommunication et basés sur la technologie GSM, les réseaux cellulaires mobiles permettent le transfert de volumes importants de données sur de longues distances. Ils requièrent l'insertion d'une carte SIM dans l'appareil à connecter, assurant ainsi son identification sur le réseau de communication [8].

### **Réseaux radio bas-débit :**

#### **➤ SigFox :**

Il s'agit d'un réseau de communication radio sans fil à bas débit et basse fréquence, offrant une portée moyenne d'environ 10 kilomètres en milieu urbain et de 30 à 50 kilomètres en milieu rural. Adapté aux appareils à faible consommation, ce réseau garantit une grande autonomie, idéale pour le transfert de petites quantités de données [8].

➤ **LoRa :**

Ce protocole de communication radio à très basse consommation permet la transmission de données en quantités réduites sur des distances allant de 2 à 5 kilomètres en milieu urbain et jusqu'à 45 kilomètres en zone rurale. Similaire à SigFox, il convient particulièrement aux équipements peu énergivores émettant de manière sporadique, notamment les capteurs [8].

Le tableau suivant résume quelques caractéristiques techniques des différentes technologies citées en haut :

Technologies	Courte portée			Moyenne portée		Longue portée	
	NFC	Bluetooth	Zigbee	Wi-Fi	BLE	SigFox	LoRa
Portée moyenne (en intérieur)	<10cm	10m	100m	100m	60m	>2km	>2km
Débit (Mbit/s)	1.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-2</sup>	1.10 <sup>2</sup>	1.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-3</sup>	1.10 <sup>-3</sup>
Fréquence	2.4 GHZ	2.4 GHZ	2.4 GHZ 2	2.4 GHZ 5 GHZ	2.4 GHZ	868 GHZ	868 GHZ
Usages	Téléphonie, carte de paiement	Périphériques informatiques et multimédia	Domotique	Navigations Internet. Transfert de données.	Périphériques informatiques et multimédia	Prévention d'incidents. Collecte de données. Gestion de réseaux.	

**Tableau.2 :** quelque caractéristique de technologie d'IDO [9]

## **I.8. Exemple d'un IDO :**

### **Une centrale d'alarme**

Les centrales d'alarme représentent l'épine dorsale des systèmes de sécurité modernes, offrant une protection proactive et constante contre les intrusions et les incidents indésirables. Ces dispositifs électroniques sophistiqués fonctionnent en collaboration avec une gamme de capteurs et de détecteurs répartis stratégiquement, créant un bouclier vigilant autour des maisons, des bureaux, des entrepôts et d'autres installations.

Au cœur du principe de fonctionnement des centrales d'alarme se trouve la capacité à détecter des signaux anormaux émanant de divers capteurs, tels que des détecteurs de mouvement, des capteurs d'ouverture, des détecteurs de fumée, et bien d'autres. La surveillance constante de ces capteurs permet à la centrale d'alarme d'analyser en temps réel l'environnement protégé.

Lorsqu'une situation suspecte est identifiée, la centrale d'alarme déclenche des mécanismes d'alerte, allant des sirènes stridentes aux notifications envoyées aux propriétaires ou aux

Services de sécurité. Cette réaction rapide et dissuasive vise à décourager les intrus potentiels tout en avertissant les occupants du lieu et en permettant une intervention appropriée.

Parallèlement, les centrales d'alarme s'intègrent de plus en plus à des technologies avancées, telles que la détection intelligente, la reconnaissance faciale, et à des systèmes de communication à distance. Cette évolution témoigne de l'engagement continu à fournir des solutions de sécurité robustes, offrant non seulement une protection proactive mais également une gestion à distance et une intégration harmonieuse avec d'autres composants du système de sécurité global.

## **I.9. Conclusion :**

Au cours de cette section, nous avons introduit l'Internet des Objets (IDO), en fournissant quelques définitions fondamentales de ses concepts. Nous avons également examiné son

Évolution et son architecture, en abordant ensuite ses divers domaines d'application, son mode de fonctionnement ainsi que les contraintes techniques qui lui sont associées. En conclusion, nous avons présenté généralement un exemple de l'IDO qui est la centrale d'alarme.



# **Chapitre II Technologie Des Composant**

## I. Introduction :

Dans ce chapitre, Nous explorerons en profondeur les composants électroniques, plongeant dans leur fonctionnement, leurs caractéristiques et leur rôle essentiel dans la conception et le développement de divers dispositifs électroniques. Nous examinerons les principaux types de composants électroniques utiliser dans notre projet, ainsi que la carte ARDUINO MEGA ce composant joue un rôle essentiel en tant que cerveaux de ce système.

À travers cette étude, nous chercherons à comprendre comment ces composants interagissent les uns avec les autres pour former des circuits électroniques fonctionnels. Nous aborderons également les aspects théoriques et pratiques liés à leur utilisation, en mettant en lumière les principes fondamentaux qui régissent leur comportement.

### II.1. La carte arduino :

#### II.1.1 Définition :

La carte Arduino représente une plateforme innovante et ouverte largement utilisée dans les domaines de l'informatique embarquée et de l'Internet des objets (IoT). Elle intègre un microcontrôleur ainsi qu'un ensemble de broches d'entrée/sortie (E/S), permettant aux utilisateurs de connecter une diversité de capteurs, d'actionneurs et d'autres dispositifs électroniques. Grâce à cette flexibilité, les adeptes peuvent aisément créer des projets interactifs selon leurs besoins. En combinant accessibilité et potentiel créatif, l'Arduino devient un outil incontournable pour concrétiser rapidement des idées et prototypes, aussi bien pour les débutants que pour les experts e lIn électronique. Voici une vision générale sur le fonctionnement des système base sur larduino [10].

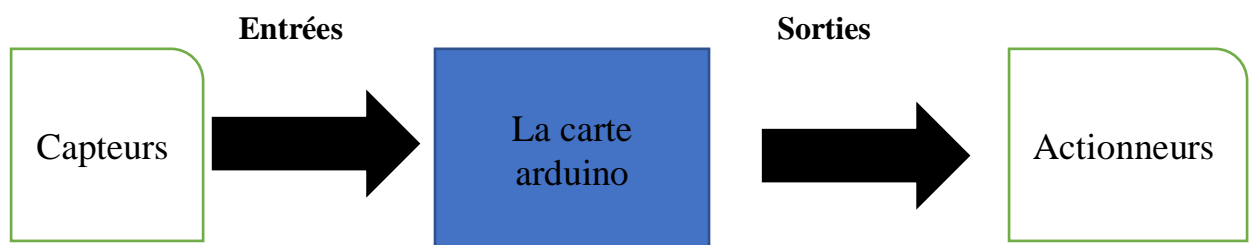


Figure II.1 : schéma générale du rôle de larduino

### II.1.2 Historique de Création de la carte arduino :

La genèse de la carte Arduino remonte aux débuts des années 2000, principalement dans le cadre du programme de design interactif à l'Interaction Design Institute Ivrea (IDII) en Italie. Cette histoire est étroitement liée à deux autres projets open-source appelés "Wiring" et "Processing", initiés par Hernando Barragán et Casey Reas à l'IDII [10].

L'objectif initial était de créer un outil abordable et facile à utiliser pour les étudiants en design et en art, leur permettant d'explorer l'électronique et la programmation sans être encombrés par des détails techniques complexes. Hernando Barragán a conçu la plateforme Wiring comme projet de diplôme à l'IDII en 2003. Wiring était une plateforme de prototypage électronique basée sur le microcontrôleur Atmel AVR et accompagnée d'un environnement de développement simplifié [10].

Par la suite, Massimo Banzi, enseignant et chercheur italien, a adapté Wiring pour répondre aux besoins de ses étudiants à l'Université de Design de Turin, en Italie. Avec l'aide de David Cuartielles, David Mellis et Tom Igoe, Massimo a simplifié Wiring pour créer Arduino, en référence à un bar où lui et ses collègues se rencontraient souvent. La première carte Arduino, nommée Arduino 0001, est sortie en 2005 [10].

La décision de rendre Arduino open-source a été cruciale pour son succès. Cela a permis à quiconque d'accéder gratuitement aux schémas, aux conceptions de cartes de circuit imprimé et au logiciel Arduino, favorisant ainsi une adoption étendue et une communauté de développement dynamique [10].

Au fil du temps, Arduino est devenu un outil populaire non seulement dans les milieux universitaires, mais aussi parmi les amateurs, les artistes, les designers et les ingénieurs. Son utilisation s'est étendue à des domaines tels que l'Internet des objets (IoT), l'automatisation domestique, les projets d'art interactif, l'éducation, et bien plus encore. La communauté Arduino continue de croître, avec de nouveaux modèles de cartes et de nombreux projets fascinants développés par les utilisateurs. [10]

### **II.1.3 Domaine d'application de la carte arduino :**

La carte arduino peut être utilisé dans plusieurs domaine avec une grande variété voici quelque utilisation de cette dernière :

#### **II.1.3.1 Projets éducatifs :**

La simplicité de la carte Arduino en fait un excellent outil pour l'enseignement et l'apprentissage de l'électronique et de la programmation.

#### **II.1.3.2 Projets de bricolage et de loisirs :**

Les amateurs et les bricoleurs utilisent Arduino pour créer une multitude de projets, des robots aux contrôleurs d'éclairage en passant par les instruments de musique électroniques.

#### **II.1.3.3 Automatisation domestique :**

Arduino est couramment employé pour fabriquer des dispositifs d'automatisation résidentielle, comme des thermostats intelligents, des systèmes d'irrigation automatisés, et des dispositifs de surveillance.

#### **II.1.3.4 Systèmes de contrôle industriels :**

Bien que moins fréquent que dans d'autres domaines, Arduino est occasionnellement employé dans des applications de contrôle industriel qui requièrent des solutions à la fois économiques et adaptées sur mesure.

#### **II.1.3.5 Contrôle de capteurs et d'actionneurs :**

Arduino est utilisé pour contrôler une grande variété de capteurs (comme les capteurs de température, d'humidité, de lumière, etc.) et d'actionneurs (comme les moteurs, les relais, les LEDs, etc.) dans diverses applications.

### **II.1.4 Modèle de la carte arduino :**

L'arduino est disponible dans nombreuses variantes chacune dispose des caractéristiques spécifiques, voici les types de cartes Arduino les plus courants

**Arduino Uno :** C'est l'une des cartes Arduino les plus populaires et largement utilisées. Elle est équipée d'un microcontrôleur ATmega328P et offre un bon équilibre entre performances et polyvalence.

**Arduino Mega :** Cette carte est plus grande et dispose de plus de broches

d'entrée/sortie que l'Arduino Uno. Elle est généralement utilisée pour des projets nécessitant un plus grand nombre de connexions.

**Arduino Nano :** Une version compacte de l'Arduino Uno, idéale pour les projets où l'espace est limité. Elle est souvent utilisée dans les projets embarqués ou les projets portables.

**Arduino Due :** Cette carte est basée sur un microcontrôleur ARM Cortex-M3, offrant des performances plus élevées que les cartes basées sur AVR. Elle est utilisée pour les projets nécessitant une puissance de traitement supérieure.

**Arduino Leonardo :** Cette carte utilise un microcontrôleur ATmega32u4 avec prise en charge native de l'USB, ce qui la rend idéale pour les projets nécessitant une émulation de périphérique USB, tels que les claviers ou les souris.

**Arduino Pro Mini :** Une version miniaturisée de l'Arduino Uno, conçue pour être intégrée dans des projets où l'espace est très limité.

Il existe également de nombreuses autres variantes et versions spéciales d'Arduino, chacune offrant des fonctionnalités spécifiques pour répondre aux besoins des différents projets.

Ainsi que pour la programmation de ces carte il suffit d'utiliser logiciel arduino qui est disponible sur le site officiel appelé arduino **IDE** (Integrated Development Environment ), qui permet décrire et téléviser les programme sur tous les carte [10].

## **II.2. Logiciel arduino :**

Dans cette partie on va illustrer tous les étapes à comprendre sur le logiciel

### **II.2.1 Introduction**

L'IDE Arduino est un logiciel qui fournit un environnement de développement complet pour les projets basés sur Arduino. Il comprend un éditeur de code avec des fonctionnalités telles que la coloration syntaxique, l'achèvement automatique, et la numérotation des lignes,

facilitant ainsi l'écriture du code Arduino. De plus, l'IDE intègre un compilateur et un programmeur, ce qui permet de compiler le code source en langage machine compréhensible par la carte Arduino et de le téléviser sur la carte.

L'IDE Arduino sert principalement à développer des programmes pour les cartes Arduino. Que vous soyez débutant ou expert en programmation, l'IDE fournit un environnement simple et accessible pour créer des projets interactifs, des objets connectés, des robots, des capteurs, des systèmes de contrôle, et bien plus encore. Il permet de manipuler facilement les entrées et les sorties numériques et analogiques, de communiquer avec des périphériques externes, et de contrôler des actionneurs tels que des moteurs ou des LED.

Voici les étapes générales pour télécharger et installer l'IDE Arduino :

- a. Se rendre sur le site officiel d'Arduino à l'adresse <https://www.arduino.cc/en/software>.
- b. Télécharger la dernière version de l'IDE Arduino compatible avec le système d'exploitation utilisé (Windows, Mac OS X, ou Linux).
- c. Une fois le téléchargement terminé, ouvrir le fichier d'installation et suivre les instructions à l'écran pour installer le logiciel sur l'ordinateur.
- d. Pour commencer à programmer une carte Arduino, la connecter à l'ordinateur à l'aide d'un câble USB. Sélectionner le type de carte dans le menu "Outils > Type de Carte" et choisir le port correct dans le menu "Outils > Port".

Une fois ces étapes accomplies, il est possible de commencer à écrire et à téléverser du code sur la carte Arduino en utilisant l'IDE Arduino [10].

## **II.2.2 Etape de programmation sur un IDE :**

Voici les étapes essentielles

**II.2.2.1. Configuration de l'IDE :** Configuration des préférences selon les besoins, telles

que les thèmes, les raccourcis clavier, la police de texte, etc.

**II.2.2.2. Création d'un nouveau projet :** Création d'un nouveau projet dans l'IDE en sélectionnant le type de projet approprié pour le langage de programmation (par exemple, application web, application de bureau, application mobile, etc.).

**II.2.2.3. Écriture du code source :** Écriture du code source dans l'éditeur de texte de l'IDE. Activation de la coloration syntaxique et des suggestions de code pour faciliter la saisie.

**II.2.2.4. Débogage du code :** Utilisation des outils de débogage intégrés pour identifier et résoudre les erreurs dans le code. Cela peut inclure la mise en place de points d'arrêt, l'inspection des variables, l'exécution pas à pas, etc.

**II.2.2.5. Gestion des dépendances :** Utilisation des fonctionnalités de gestion des dépendances de l'IDE pour gérer les bibliothèques externes et les dépendances du projet.

**II.2.2.6. Test et validation :** Utilisation des fonctionnalités intégrées ou des plugins pour exécuter

Des tests unitaires et des tests d'intégration afin de valider le fonctionnement du code.

**II.2.2.7. Optimisation des performances :** Identification et optimisation des parties du code qui peuvent être améliorées en utilisant des outils de profilage intégrés ou des plugins.

**II.2.2.8. Gestion de la version :** Intégration du projet à un système de contrôle de version tel que Git pour gérer les modifications du code source et collaborer avec d'autres développeurs.

**II.2.2.9. Déploiement :** Utilisation des outils intégrés ou des plugins pour déployer l'application sur le serveur de production ou dans le magasin d'applications approprié [10].

**II.2.3. Identification de l'interface :**

Dans cette figure on va illustre tout la présentation de l'interface initiale de logiciel arduino

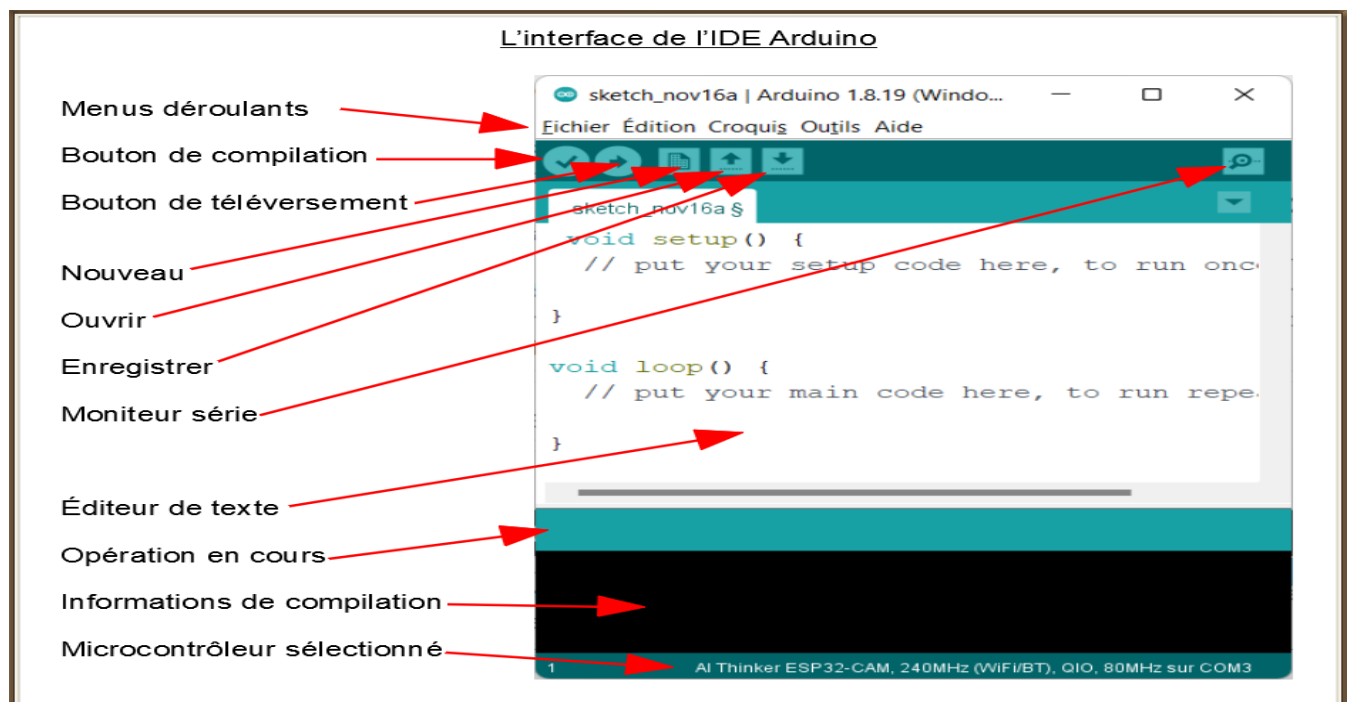


Figure II.2 : présentation générale de l'interface

## II.2.4. Fonction arduino :

Les fonction arduino ce décomposé en 4 partie essentielle sont :

### II.2.4.1. Fonctions de base :

**setup()** : Initialisation du programme.

**loop()** : Boucle principale du programme.

**pinMode(pin, mode)** : Configure une broche comme entrée ou sortie.

**digitalRead(pin)** : Lit l'état d'une broche numérique.

**digitalWrite(pin, value)** : Écrit une valeur sur une broche numérique.

**analogRead(pin)** : Lit une valeur analogique sur une broche.

**analogWrite(pin, value)** : Écrit une valeur analogique sur une broche PWM.

**delay(millisecods)** : Pause le programme pendant un certain nombre de millisecondes.

**delayMicroseconds(microseconds)** : Pause le programme pendant un certain nombre de microsecondes.

**millis()** : Renvoie le nombre de millisecondes écoulées depuis le démarrage du programme.

**micros()** : Renvoie le nombre de microsecondes écoulées depuis le démarrage du programme.

**Serial.begin(speed)** : Initialise la communication série avec une vitesse spécifiée.

**Serial.print(data)** : Envoie des données sur le port série.

**Serial.println(data)** : Envoie des données sur le port série avec un retour à la ligne [11].

#### II.2.4.2. Fonctions de conversion de type de données :

**int()** : Convertit une valeur en un entier.

**float()** : Convertit une valeur en un flottant.

**long()** : Convertit une valeur en un long entier.

**byte()** : Convertit une valeur en un octet [11].

#### II.2.4.3. Fonctions mathématiques :

**abs(x)** : Renvoie la valeur absolue d'un nombre.

**sqrt(x)** : Renvoie la racine carrée d'un nombre.

**pow(base, exponent)** : Renvoie la puissance d'un nombre.

**random(min, max)** : Génère un nombre aléatoire dans une plage spécifiée.

**map(value, fromLow, fromHigh, toLow, toHigh)** : Convertit une valeur d'une plage à une autre [11].

#### II.2.4.4. Fonctions de gestion des chaînes de caractères :

**strlen(str)** : Renvoie la longueur d'une chaîne de caractères.

**strcpy(dest, src)** : Copie une chaîne de caractères.

**strcat(dest, src)** : Concatène deux chaînes de caractères.

**strchr(str, character)** : Recherche la première occurrence d'un caractère dans une chaîne[11].

#### II.2.4.5. Gestion des mémoires :

**malloc(size\_t size)** :cette fonction alloue de la mémoire dynamiquement a partir du tas (heap) pour stoker un bloc de données de la taille spécifiée.

**Colloc(size\_t num,size\_t size)** :cette fonction alloue de la mémoire dynamiquement pour un tableau de num élément de taille size chacun .elle envoie un pointeur vers le début de tableau alloué

**Realloc(void\*ptr,size\_t size)** :cette fonction modifie la taille d'un bloc de mémoire alloué précédemment elle envoie un pointeur vers le début de bloc modifie.

**Free(void\*ptr)** : cette fonction libère un bloc de mémoire alloué précédemment à partir de tas

(heap).

**Pgm\_read\_byte(addr)** : cette fonction lit un octet de mémoire a partir la mémoire programme (flash) a l'adresse spécifiée[11].

#### II.2.4.6. Gestion du temps :

**delay(ms)**: Pause l'exécution du programme pendant un certain nombre de millisecondes.

**millis()**: Retourne le nombre de millisecondes écoulées depuis le démarrage du programme.

**micros()**: Retourne le nombre de microsecondes écoulées depuis le démarrage du programme[11].

#### II.2.4.7. Contrôle de flux :

**if, else**: Instructions conditionnelles.

**for, while**: Boucles de contrôle.

**switch, case**: Structure de sélection multiple[11].

#### II.2.4.8. Contrôle des interruptions :

##### 1. Attacher une interruption :

**attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(pin), ISR, mode)** :

Attache une fonction d'interruption à un pin spécifique.

**pin** : Numéro du pin auquel l'interruption est attachée.

**ISR** : Nom de la fonction à appeler lorsque l'interruption se produit.

**mode** : Mode de déclenchement de l'interruption (CHANGE, RISING, FALLING, ou LOW).

##### 2. Détacher une interruption :

**detachInterrupt(digitalPinToInterrupt(pin))** :

Détache une fonction d'interruption d'un pin spécifique.

**pin** : Numéro du pin auquel l'interruption est détachée[11].

### II.3. les capteur :

#### II.3.1. Introduction :

Dans l'ère numérique actuelle, les capteurs jouent un rôle vital et souvent méconnu dans

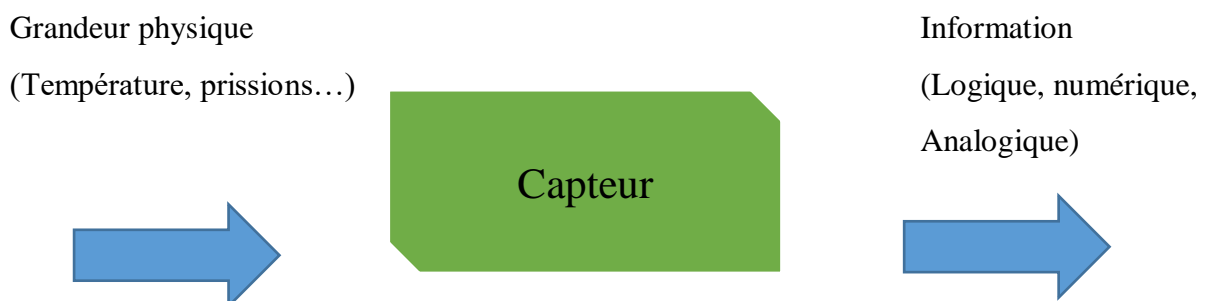
notre vie quotidienne. Ces petits dispositifs, souvent discrets mais incroyablement puissants, sont les yeux, les oreilles et les sens du monde moderne. De la surveillance de la qualité de l'air dans nos maisons à la navigation automatique des voitures, en passant par la mesure précise de la température dans les applications industrielles, les capteurs sont omniprésents et indispensables.

Mais qu'est-ce qu'un capteur exactement ? Dans sa forme la plus simple, un capteur est un dispositif conçu pour détecter et mesurer un phénomène physique, chimique ou biologique, et le convertir en un signal utilisable. Ce signal peut prendre de nombreuses formes, des variations de tension électrique aux impulsions lumineuses, en passant par les données numériques. Grâce à cette capacité à traduire les caractéristiques du monde réel en informations exploitables, les capteurs constituent la base de la technologie de détection moderne [21].

Notre projet explore le fascinant monde des capteurs, examinant leur fonctionnement, leurs types, leurs applications et leur importance croissante dans notre société interconnectée. Que ce soit un professionnel de l'ingénierie, un passionné de technologie ou simplement une personne curieuse des merveilles cachées qui façonnent notre monde moderne, l'invitation est faite de plonger dans ce voyage captivant à la découverte des capteurs

Finalement, le capteur est des éléments essentiels de la technologie moderne, offrant des avantages considérables dans des nombreux domaines. Leur utilisation est appelée à se développer encore davantage dans les années à venir, offrant de nouvelles possibilités pour améliorer la vie quotidienne et résoudre les problème plus dur de notre époque.

Voici une représentation de la fonction d'utilisation d'un capteur pet se faire comme ça :



## **II.3.2 Types des capteurs :**

### **II.3.2.1.les capteur binaire (tout-ou-rien) :**

Dans le domaine technologique contemporain, les capteurs tout ou rien occupe une place primordiale, bien que souvent négligée. Leur fonctionnement, pourtant élémentaire, revêt une importance cruciale : détecter la présence ou l'absence d'un événement spécifique et produire une réponse binaire en conséquence. Ces dispositifs, également désignés sous le nom de capteurs binaires, reposent sur un principe fondamental de seuil, où une condition est considérée comme remplie si une mesure franchit ou tombe en dessous d'une valeur seuil préétablie.

Que ce soit dans les sphères de la sécurité, du contrôle industriel, de l'automatisation domestique ou même de nos appareils électroniques de tous les jours, les capteurs tout ou rien joue un rôle essentiel. Leur apparente simplicité cache une sophistication ingénieuse, leur permettant d'offrir des réponses rapides et fiables dans des situations où la clarté et la précision sont impératives.

Dans cette exploration approfondie des capteurs tout ou rien, nous plongerons dans les principes sous-jacents de leur fonctionnement, examinerons diverses applications dans lesquelles ils s'avèrent utiles, et analyserons les avantages et les limites de cette technologie. En saisissant mieux ces capteurs fondamentaux, nous pourrons apprécier leur importance dans notre société moderne et envisager leur évolution future [12].

#### **➤ Principes de fonctionnement :**

Les capteurs tout ou rien fonctionne généralement selon le principe de seuil. Ils ont un seuil prédéfini au-dessus ou en dessous duquel un événement est considéré comme présent ou absent. Lorsque la grandeur mesurée dépasse ce seuil, le capteur produit une sortie logique haute (généralement "1"), indiquant la présence de l'événement. Sinon, il produit une sortie logique basse (généralement "0"), indiquant l'absence de l'événement [12].

#### **➤ Domaine d'application**

##### **1. Industrie manufacturière :**

Dans les processus de fabrication, les capteurs tout ou rien est utilisés pour détecter la présence ou l'absence de pièces ou de matériaux sur une chaîne de production. Ils sont

également utilisés pour surveiller les étapes critiques du processus et déclencher des actions telles que le démarrage ou l'arrêt de machines, le contrôle de la qualité et l'activation de dispositifs de sécurité.

## **2. Automatisation industrielle :**

Les capteurs tout ou rien est essentiels dans les systèmes d'automatisation industrielle pour détecter les limites physiques, les positions finales et les changements d'état dans les processus de production. Ils sont utilisés dans les convoyeurs, les robots, les machines-outils et d'autres équipements pour assurer un fonctionnement sûr et efficace des systèmes automatisés.

## **3. Domotique :**

Dans les applications domestiques, les capteurs tout ou rien est utilisés pour la détection d'ouverture/fermeture de portes et de fenêtres, la détection de présence dans les pièces, et le contrôle des systèmes d'éclairage et de chauffage en fonction de la présence des occupants.

## **4. Sécurité et surveillance :**

Les capteurs tout ou rien est utilisés dans les systèmes de sécurité et de surveillance pour détecter les mouvements, les intrusions et les ouvertures non autorisées. Ils sont intégrés dans les systèmes d'alarme, les caméras de surveillance, les détecteurs de fumée et d'autres dispositifs de sécurité pour assurer la protection des biens et des personnes.

## **5. Automobile :**

Dans l'industrie automobile, les capteurs tout ou rien sont utilisés pour détecter la présence d'obstacles lors du stationnement et du recul, pour activer les systèmes de sécurité tels que les airbags et les ceintures de sécurité, et pour contrôler les systèmes d'éclairage et d'essuie-glace en fonction des conditions de conduite.

## **6. Équipements médicaux :**

Dans les équipements médicaux, les capteurs tout ou rien sont utilisés pour détecter la présence de liquides, de médicaments ou de dispositifs médicaux dans les dispositifs de perfusion, les respirateurs et les systèmes de diagnostic.

## **7. Contrôle environnemental :**

Dans les applications de contrôle environnemental, les capteurs tout ou rien sont utilisés pour surveiller les niveaux de liquides, de gaz ou de substances chimiques dans les réservoirs, les cuves et les systèmes de distribution, ainsi que pour détecter les fuites et les déversements.

### **➤ Exemple des capteurs tout-ou-rien :**

### **1. Capteurs de détection de fumée :**

Ces capteurs sont utilisés dans les détecteurs de fumée résidentiels et commerciaux pour détecter la présence de fumée, déclenchant ainsi une alarme sonore pour avertir les occupants d'un incendie potentiel.

### **2. capteur de détection de niveau dans liquides :**

Ce type de capteur peut être détecter la présence d'un liquide a un niveau spécifique dans Recevoir. Lorsque le liquide atteint le niveau désire, le capteur envoie un signal binaire.

### **II.3.2.2. Capteur analogique :**

Les capteurs analogiques sont dispositif qui mesure une grandeur physique. Telle que la Température, la pression, la lumière ou le son, et produit signal électrique proportionnel à cette grandeur. Les capteurs analogiques produisant des signaux continus qui varient en fonction de la grandeur mesurée. Ces signaux peuvent être ensuite convertis en valeurs numérique pour être traités par un système électronique ou informatique [13].

#### **➤ Principe de fonctionnement**

Le principe de fonctionnement des capteurs analogiques repose sur la conversion d'une grandeur physique en un signal électrique continu proportionnel à cette grandeur voici les étapes essentielles

**Transduction de la grandeur physique :** Le capteur prend des choses comme la chaleur, la force ou la lumière, et les transforme en signaux que les ordinateurs peuvent comprendre et utiliser.

**Conversion en signal électrique ;** Le capteur prend des choses comme la chaleur, la force ou la lumière, et les transforme en signaux électriques que les ordinateurs peuvent utiliser. Par exemple, un capteur de température peut changer la façon dont l'électricité passe à travers lui en fonction de la chaleur, et ainsi envoyer des informations sur la température à un ordinateur.

**Transmission du signal :** Le signal électrique est transmis à un système de traitement ou d'acquisition de données. Dans de nombreux cas, ce signal peut être altéré par des interférences ou des perturbations, il est donc souvent nécessaire d'utiliser des techniques de filtrage et d'amplification pour améliorer sa qualité.

**Traitement du signal :** Une fois que le signal est transmis au système de traitement, il peut être conditionné, amplifié, filtré ou converti en d'autres formes selon les besoins de

l'application.

**Interprétation des données :** Enfin, le système électronique ou informatique utilise les données fournies par le capteur pour prendre des décisions ou effectuer des actions en fonction des informations recueillies [13]

➤ **Domaine d'application**

Ces domaines ne représentent qu'une partie des nombreuses applications des capteurs analogiques.

1. **Industrie manufacturière :** Les capteurs analogiques sont largement utilisés dans l'automatisation industrielle pour surveiller des variables telles que la température, la pression, le débit, le niveau, la force, etc. Ils sont essentiels dans les processus de contrôle de la qualité et de surveillance des équipements.
2. **Automobile :** Dans les véhicules, les capteurs analogiques sont utilisés pour surveiller les paramètres du moteur, la pression des pneus, la température, le niveau de carburant, etc. Ils contribuent à la sécurité, à la performance et à l'efficacité énergétique des véhicules.
3. **Électronique grand public :** Les capteurs analogiques sont présents dans de nombreux appareils électroniques grand public tels que les smartphones, les montres connectées, les appareils photo, les thermomètres, etc., où ils sont utilisés pour mesurer des paramètres tels que la lumière ambiante, la température, l'accélération, etc.
4. **Santé et dispositifs médicaux :** Les capteurs analogiques sont utilisés dans les dispositifs médicaux pour surveiller les signes vitaux tels que la pression artérielle, le rythme cardiaque, la saturation en oxygène, la température corporelle, etc. Ils sont également utilisés dans les appareils de diagnostic et de surveillance médicale.
5. **Environnement et météorologie :** Les capteurs analogiques sont utilisés pour surveiller et enregistrer divers paramètres environnementaux tels que la température, l'humidité, la qualité de l'air, la vitesse du vent, etc., ce qui est essentiel pour la surveillance de l'environnement, les prévisions météorologiques et la recherche scientifique.
6. **Énergie et utilities :** Dans le domaine de l'énergie et des services publics, les capteurs analogiques sont utilisés pour surveiller la consommation d'énergie, les niveaux de

liquides dans les réservoirs, les conditions météorologiques pour la production d'énergie renouvelable, etc.

7. **Équipements de laboratoire et scientifiques** : Ils sont utilisés dans des applications telles que la spectroscopie, la chromatographie, etc., pour mesurer et contrôler divers paramètres.
  
8. **Automatisation du bâtiment** : Ils sont utilisés pour contrôler l'éclairage, la température, l'humidité, etc., dans les bâtiments commerciaux et résidentiels.

➤ **Exemple des capteurs analogique :**

**1. Capteur de force** : Ces capteurs évaluent la pression exercée sur une surface. Ils peuvent utiliser des jauges de contrainte, des capteurs piézoélectriques ou des capteurs de pression pour détecter et quantifier cette force.

**2. Capteur de niveau** : Ces dispositifs mesurent le niveau d'un liquide ou d'un matériau granulaire dans un réservoir ou une trémie. Ils exploitent des méthodes variées telles que l'utilisation de flotteurs, de capteurs de pression, d'ultrasons ou de capteurs de conductivité pour déterminer ce niveau.

### II.3.2.3. Capteur numérique :

Les capteurs numériques sont des appareils électroniques qui mesurent des aspects physiques comme la température, la pression ou la luminosité, et fournissent en sortie une série de chiffres représentant cette mesure. Contrairement aux capteurs analogiques, qui donnent des signaux continus, les capteurs numériques convertissent la mesure en valeurs discrètes, souvent sous forme de chiffres binaires. Ces données sont ensuite plus faciles à traiter, stocker et envoyer via des systèmes électroniques ou informatiques. Grâce à cette conversion, les capteurs numériques offrent une précision accrue et une meilleure résistance aux interférences électromagnétiques. Leur utilisation est répandue dans des secteurs tels que l'automobile, l'électronique grand public, l'industrie, la santé et l'environnement, où une mesure précise et une gestion efficace des données sont cruciales [14].

➤ **Principe de fonctionnement**

Ce processus global permet aux capteurs numériques de mesurer avec précision les grandeurs physiques et de fournir des données numériques qui peuvent être facilement

traitées, stockées et transmises par des systèmes électroniques ou informatiques.

**Transduction de la grandeur physique** : Le capteur reçoit la grandeur physique à mesurer, comme la température, la pression, la lumière, etc., puis la convertit en un signal électrique.

**Conversion analogique-numérique (CAN)** : Ensuite, le signal électrique analogique est converti en un signal numérique par un convertisseur analogique-numérique (CAN). Ce processus consiste à échantillonner le signal analogique à des intervalles réguliers et à attribuer une valeur numérique à chaque échantillon.

**Traitement numérique** : Les valeurs numériques résultantes peuvent être traitées par un système électronique ou informatique. Cela peut inclure des opérations telles que le filtrage, l'amplification, la correction des erreurs.

**Interprétation des données** : Enfin, les données numériques obtenues sont interprétées et utilisées pour prendre des décisions, afficher des informations, contrôler des systèmes.

#### ➤ **Domaine d'application**

Les capteurs numériques sont des dispositifs électroniques essentiels dans divers domaines, offrant une mesure précise et un contrôle efficace des grandeurs physiques. Dans l'industrie, ils garantissent la qualité des produits en surveillant la température, la pression et d'autres paramètres. Dans l'automobile, ils contrôlent les moteurs et assurent la sécurité. En santé, ils surveillent les signes vitaux des patients. Dans l'électronique grand public, ils alimentent des fonctionnalités avancées. Ils sont également cruciaux dans l'environnement, l'énergie et la recherche scientifique. En résumé, les capteurs numériques jouent un rôle vital dans la société moderne en fournissant des solutions précises et fiables pour répondre aux besoins technologiques actuels [22].

#### ➤ **Exemple des capteurs numérique**

1. **Capteur de lumière numérique** : Ces capteurs mesurent la luminosité ambiante ou la quantité de lumière incidente et produisent une sortie numérique représentant cette luminosité. Ils utilisent généralement des photorésistances ou des photodiodes pour détecter la lumière.
2. **Capteur de mouvement numérique** : Ces capteurs détectent les mouvements et les changements de position et produisent une sortie numérique indiquant ces mouvements. Ils sont souvent utilisés dans les systèmes de sécurité, les consoles de jeux vidéo

Ce tableau offre un aperçu des principales différences entre ces trois types de capteurs en termes de signal produit, de conversion de la grandeur mesurée, de précision, d'immunité aux interférences, de manipulation des données, de coût, de flexibilité et d'applicabilité.

<b>Critère</b>	<b>Capteur analogique</b>	<b>Capteur numérique</b>	<b>Capteur tout-ou-reine</b>
Principe de fonctionnement	Mesure une grandeur physique et produit une sortie proportionnelle à cette grandeur.	Convertit la grandeur physique en données numériques.	Déclenche une sortie seulement lorsque la grandeur physique dépasse un seuil prédéfini.
Précision	Moins précis en raison des interférences et des variations.	Plus précis car les données sont numériques et peuvent être traitées avec précision.	Très précis dans la détection des états binaires, mais moins précis dans la mesure de valeurs continues.
Gamme de mesure	Généralement limitée par la résolution et le bruit.	Peut être étendue grâce à la conversion et à la manipulation numériques.	Limitée à la détection de deux états : présent/absent, haut/bas, etc.
Sensibilité aux interférences	Plus sensible aux interférences électromagnétiques et au bruit.	Moins sensible aux interférences en raison du traitement numérique et des filtres.	Moins sensible aux interférences car il ne répond qu'à des conditions spécifiques.
Coût	Souvent moins cher à produire en raison de la simplicité de conception.	Peut-être plus coûteux en raison de la nécessité de composants de conversion et de traitement numériques.	Peut varier en fonction de la complexité du mécanisme de détection et des options de sortie.

Utilisation commune	Utilisé dans des applications telles que les thermomètres à mercure, les jauges de contrainte, etc.	Prédominant dans les domaines de l'électronique grand public, des capteurs de smartphone, des capteurs de véhicules.	Utilisé dans les applications de détection binaire telles que les capteurs de proximité, les interrupteurs de fin de course, etc.

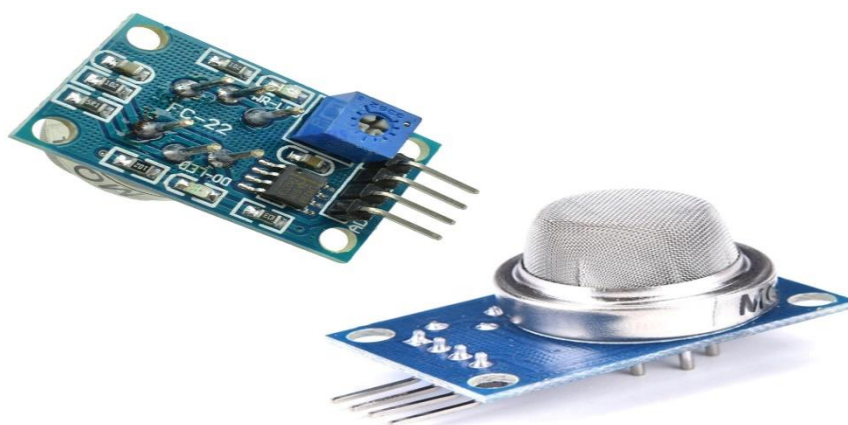
**Tableaux II.1 :** Différence entre les trois types des capteurs

### II.3.3. Présentation quelques capteurs :

Cette partie va présenter l'ensemble des capteurs utilisé

#### II.3.3.1. Capteur de gaz MQ9 :

Le capteur de gaz MQ-9 est un composant électronique conçu pour détecter divers types de gaz dans l'air, tels que le monoxyde de carbone (CO), le méthane (CH<sub>4</sub>) et le propane (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>). Il est fabriqué avec un tube en céramique AL<sub>2</sub>O<sub>3</sub> qui est revêtu d'une couche sensible en dioxyde d'étain. Ce capteur comprend également une électrode de mesure et un réchauffeur. Ce dernier assure les conditions de fonctionnement optimales pour les composants sensibles du capteur [15].



**Figure II.3 :** capteur de gaz

#### ➤ Principe de fonctionnement :

Le capteur de gaz MQ-9 fonctionne selon un principe en trois étapes. Tout d'abord, un élément chauffant intégré maintient une température constante à l'intérieur du capteur, garantissant des conditions optimales pour la réaction des gaz avec les matériaux sensibles.

Ensuite, un tube en céramique recouvert d'une couche sensible, généralement composée de dioxyde d'étain, adsorbe les gaz présents dans l'air, ce qui entraîne une variation de sa conductivité électrique.

Enfin, un circuit électronique mesure cette conductivité modifiée et la convertit en un signal électrique interprétable, permettant ainsi de déterminer la concentration des différents gaz détectés. Cette approche en trois étapes permet au capteur de gaz MQ-9 de fournir une détection précise et efficace des gaz tels que le monoxyde de carbone, le méthane et le propane, contribuant ainsi à la surveillance de la qualité de l'air.

➤ **Caractéristiques :**

Voilà la caractéristique de capteur résume dans ces tableaux

<b>Caractère</b>	<b>Description</b>
Game de détection	0 à 1000 ppm de CO, 0 à 10000 ppm pour le CH4
Sensibilité	2.5 ppm de CO, 1 ppm de CH4
Temps de réponse	<10 secondes pour CO, <30 seconde pour CH4
Température de fonctionnement	-10°C a 50°C
Humidité de fonctionnement	20% a 90% HR
Alimentation	5 V DC
Consommation électrique	<150 mW
Sortie analogique	Signal proportionnel à la concentration de gaz

Durée de vie	Environ 5 ans
Dimensions	350mm×20mm×18mm

**Tableaux II.2 :** les caractéristiques techniques de capteur de gaz

### II.3.3.2. Capteur de flamme :

Un capteur de flamme est un dispositif conçu pour repérer la présence de flammes. Il fonctionne en détectant la lumière émise par la flamme ou en remarquant les changements dans les propriétés thermiques ou chimiques de l'environnement lorsque celle-ci est présente. Ces capteurs sont utilisés dans les systèmes de sécurité incendie, les équipements industriels et les appareils domestiques afin de détecter rapidement les départs de feu et de prendre des mesures adéquates pour protéger les personnes et les biens [16].



**Figure II.4 :** Capteur de flamme

#### ➤ Principe de fonctionnement :

Son principe de fonctionnement peut se faire en deux méthode

Premièrement, la détection de la lumière repose sur le fait que les flammes émettent de la lumière dans différentes longueurs d'onde. Les capteurs de flamme utilisent des photos détectrices sensibles à ces longueurs d'onde spécifiques pour détecter la présence de flammes.

Deuxièmement, certains capteurs de flamme détectent les changements thermiques ou chimiques associés à la présence de flammes. Par exemple, une flamme produit une augmentation soudaine de température dans son environnement immédiat.

➤ **Caractéristique :**

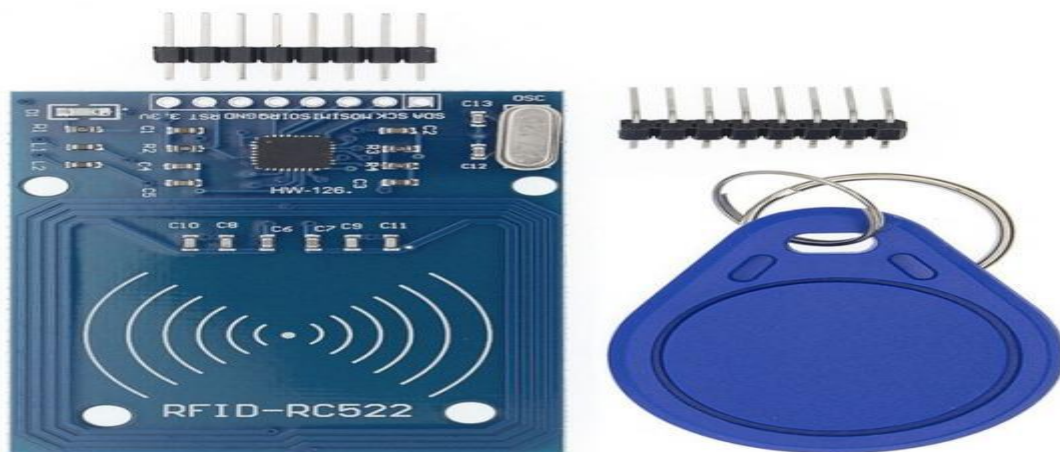
Caractère	Description
Tension d'alimentation	3V à 32V
Courant de repos	0.2 mA
Courant de sortie	6 mA
Plage de température	-40°C à 125°C
Nombre de comparateurs	2
Boîtier	DIP (Dual Inline Package), SOIC (Small Outline Integrated Circuit) et autres types disponibles
Dimensions physiques	Variables selon le boîtier
Applications typiques	Capteurs, amplificateurs de signal...

**Tableaux II.3 :** les caractéristiques techniques de capteur de flamme

### II.3.3.3. Le capteur Radio Fréquence Identification(RFID) :

Un capteur RFID est un appareil électronique utilisé pour lire (et parfois écrire) des informations stockées sur une étiquette ou une étiquette RFID. Il utilise des ondes radio pour communiquer avec ces tags, qui contiennent des données numériques telles que des identifiants uniques ou d'autres informations spécifiques. Les capteurs RFID comprennent généralement des antennes pour envoyer et recevoir des signaux radio, ainsi que des circuits électroniques pour traiter les données lues à partir des étiquettes RFID.

Ces capteurs sont utilisés dans diverses applications, notamment la gestion des stocks, le suivi des actifs, le contrôle d'accès, les péages routiers et les paiements sans contact.



**Figure II.5 :** le capteur RFID avec son badge RFID

➤ **Principe de fonctionnement :**

Les capteurs RFID fonctionnent sur le principe de la communication sans fil par ondes radio entre le capteur et l'étiquette RFID. Lorsqu'une étiquette RFID arrive à portée du capteur, celui-ci émet un signal radio à une fréquence spécifique, activant l'étiquette.

À son tour, l'étiquette reflète le signal radio reçu et le module avec les données qu'il contient. Le capteur reçoit ensuite ces signaux réfléchis, les décode et extrait les informations stockées dans l'étiquette. Ces données peuvent être traitées localement par le capteur ou transférées vers un système informatique central pour un traitement ultérieur.

Dans certains cas, les capteurs RFID peuvent également écrire des informations sur des étiquettes RFID, permettant ainsi la mise à jour des données. Dans l'ensemble, les capteurs RFID constituent une méthode efficace et sans contact pour le suivi, le contrôle d'accès et

d'autres applications nécessitant une identification automatique.

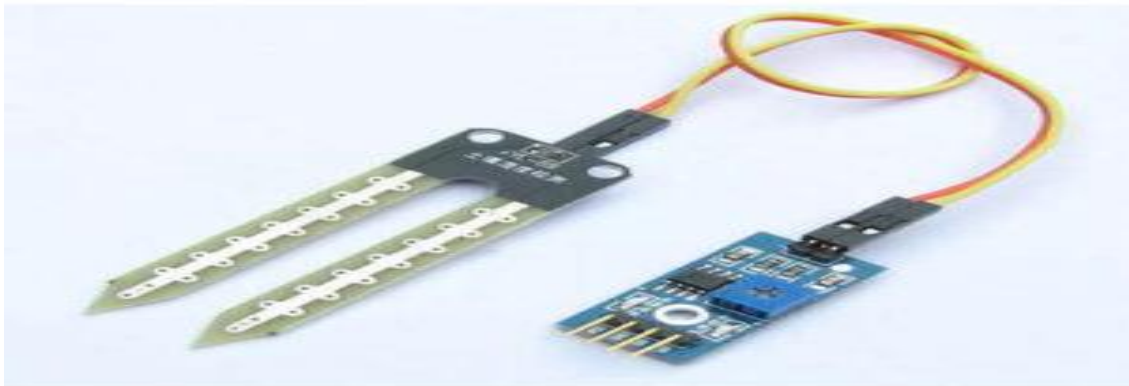
➤ **Caractéristique :**

1. **Fréquence de fonctionnement :** Cela détermine à quelle distance le système peut lire les étiquettes et à quel point il peut traverser certains matériaux.
2. **Puissance du lecteur :** C'est ce qui dit à quelle distance le lecteur peut "parler" aux étiquettes pour les lire.
3. **Vitesse de lecture :** C'est la rapidité avec laquelle le lecteur peut lire les étiquettes, important pour les endroits où beaucoup d'étiquettes doivent être lues rapidement.
4. **Protocole de communication :** C'est la façon dont le lecteur et les étiquettes "se parlent" pour échanger des informations.
5. **Mémoire des étiquettes RFID :** C'est la capacité de stockage des étiquettes, comme combien d'informations elles peuvent contenir.
6. **Interfaces de données :** Ce sont les différentes manières dont le lecteur peut se connecter à d'autres appareils ou systèmes.
7. **Environnement de travail :** C'est l'endroit où le système RFID va être utilisé, et les conditions comme la température ou l'humidité qui pourraient affecter son fonctionnement.
8. **Sécurité :** Ce sont les moyens mis en place pour protéger les informations stockées sur les étiquettes, comme les rendre difficiles à lire pour quelqu'un qui n'est pas autorisé.

#### **II.3.3.4. Capteur d'humidité de sol :**

Un capteur d'humidité du sol est un dispositif électronique qui mesure la quantité d'eau présente dans le sol. Il utilise différentes techniques pour cette mesure, comme la conductivité électrique ou la permittivité diélectrique du sol.

Ces capteurs sont largement utilisés dans l'agriculture et d'autres domaines pour aider à gérer l'irrigation des cultures et à optimiser l'utilisation de l'eau. En fournissant des informations précises sur l'humidité du sol, ces capteurs permettent aux agriculteurs de prendre des décisions éclairées sur la manière de gérer leurs cultures de manière plus efficace et durable [23].



**Figure II.6 :** le capteur d'humidité de sol

➤ **Principe de fonctionnement :**

Le capteur d'humidité du sol fonctionne en suivant quelques étapes simples. Tout d'abord, il est installé dans le sol à l'endroit où vous souhaitez mesurer l'humidité. Une fois en place, le capteur utilise des sondes ou des électrodes pour détecter la présence d'eau dans le sol. Ces électrodes envoient ensuite un petit courant électrique à travers le sol.

Ensuite, le capteur mesure la façon dont le sol réagit à ce courant. Si le sol est sec, il résiste davantage au passage du courant. En revanche, s'il est humide, il conduit mieux l'électricité. Cette réaction est mesurée par le capteur, qui la traduit en une lecture d'humidité du sol.

Enfin, le capteur envoie cette lecture à un système de collecte de données, où elle peut être enregistrée et utilisée. Cela permet aux agriculteurs et aux jardiniers de surveiller l'humidité de leur sol et de prendre des décisions éclairées sur l'arrosage de leurs cultures.

➤ **Caractéristique :**

Caractère	Description
Méthode de mesure	Deux méthode sont Mesure de la permittivité diélectrique Mesure de la conductivité électrique

Plage de mesure	La plage de valeurs d'humidité du sol que le capteur est capable de mesurer, par exemple, de 0% à 100%.
Précision	La précision de la mesure, exprimée en pourcentage ou en valeur absolue, indiquant la fiabilité des données fournies par le capteur.
Profondeur d'installation	La profondeur à laquelle le capteur est installé dans le sol, ce qui peut affecter la représentativité des mesures.
Temps de réponse	Le temps nécessaire au capteur pour fournir une lecture d'humidité après avoir été exposé à des changements dans les conditions du sol
Interface de sortie	Le type d'interface utilisé pour transmettre les données du capteur à d'autres systèmes, telles que l'USB, UART, I2C
Alimentation	Le type d'alimentation nécessaire au fonctionnement du capteur, comme une alimentation par batterie ou par câble
Environnement de travail	Les conditions environnementales dans lesquelles le capteur peut fonctionner de manière fiable

**Tableaux II.4 :** Caractéristique technique le capteur d'humidité de sol

### II.3.3.5. Capteur magnétique MC 38 :

Le capteur magnétique MC38 est un type de capteur de proximité utilisé pour détecter la présence ou l'absence de champs magnétiques. Il est souvent utilisé dans des applications telles que les systèmes de sécurité, les interrupteurs de porte, les compteurs, etc.

Le MC38 est généralement composé d'un commutateur à lames magnétiques et d'un relais à l'intérieur d'un boîtier cylindrique. Lorsqu'un champ magnétique est présent à proximité, le commutateur réagit en changeant d'état, ce qui permet de détecter la présence du champ

magnétique. Ces capteurs sont simples à utiliser et fiables dans diverses applications.



**Figure II.9 :** le capteur magnétique MC 38

➤ **Principe de fonctionnement :**

Son principe se décompose en 4 parties :

1. **Élément semi-conducteur sensible à l'effet Hall :** À l'intérieur du capteur MC38, il y a un élément semi-conducteur, généralement en silicium, qui est sensible à l'effet Hall. Cet élément est placé entre deux bornes électriques.
2. **Effet Hall :** Lorsqu'un champ magnétique externe est appliqué perpendiculairement au plan de l'élément semi-conducteur, il se produit une déviation des porteurs de charges (électrons ou trous) à travers l'élément. Cela crée une différence de potentiel électrique entre les bornes de l'élément, connue sous le nom de tension Hall.
3. **Mesure de la tension Hall :** La tension Hall est mesurée électroniquement à travers les bornes de l'élément semi-conducteur à l'aide d'un circuit intégré dédié. Cette tension varie proportionnellement à la force et à la direction du champ magnétique appliqué.
4. **Seuil de détection :** Le capteur est configuré avec un seuil de détection prédéterminé. Lorsque la tension Hall induite dépasse ce seuil en raison de la présence d'un champ magnétique externe, le capteur déclenche une action, comme une commutation ou un signal électrique.

➤ **Caractéristique :**

Caractère	Description
Tension de fonctionnement	5V DC
Courant de fonctionnement	moins de 20mA
Type de sortie	contact sec (NO/NF) ou signal numérique
Distance de détection	Variable selon la force de l'aimant et le modèle
Température de fonctionnement	-20°C à +70°C
Matériau de l'enceinte	plastique ou métal
Durée de vie mécanique	Typiquement des millions de cycles
Dimensions	Variable selon le modèle
Applications typiques	Interrupteurs de porte, systèmes de sécurité

**Tableaux II.5** : les caractéristiques techniques de capteur magnétique

## II.4. Présentation de la carte Arduino mega :

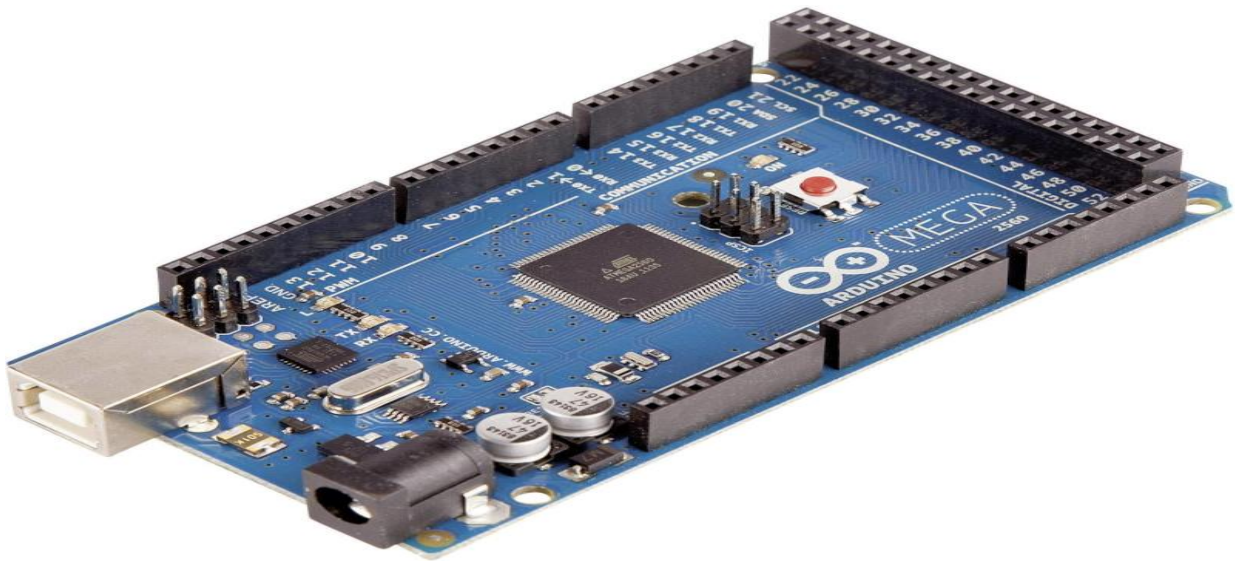
### II.4.1. Description :

La carte Arduino Mega 2560 est une carte de développement basée sur le microcontrôleur ATmega2560, couramment utilisée dans les projets nécessitant un grand nombre de broches d'entrées/sorties numériques et analogiques, ainsi qu'une capacité mémoire supérieure à celle des modèles de base tels que l'Arduino Uno. Elle est particulièrement appréciée pour sa polyvalence et ses capacités étendues [17].

Dans notre cas on a besoin d'un grand nombre d'entrées/sorties dans notre projet alors on a utilisé cette carte grâce à ces avantages suivants :

- **Grande capacité de mémoire et de stockage :** Pratique pour les applications nécessitant de grandes quantités de code.
- **Nombre élevé de broches E/S :** Permet de connecter un grand nombre de capteurs et d'actionneurs.

- **Compatibilité avec les shields Arduino** : Pour une expansion facile des fonctionnalités.



**Figure II.10** : Description de la carte Arduino mega

## II.4.2.les caractéristique technique d la carte

**II.4.2.1. Alimentation de carte arduino** : L'alimentation de la carte Arduino Mega 2560 peut se faire de plusieurs manières, offrant flexibilité et adaptabilité selon les besoins du projet, sont :

### 1. Alimentation par USB

Port USB : La carte peut être alimentée directement via le port USB. Cela permet non seulement d'alimenter la carte, mais aussi de la programmer et de communiquer avec un ordinateur. La tension fournie est de 5V régulés par le régulateur intégré de la carte [18].

### 2. Alimentation par une Source Externe

Connecteur d'alimentation (Jack) : La carte dispose d'un connecteur d'alimentation externe de type jack. Vous pouvez utiliser un adaptateur secteur (prise murale) ou une batterie pour alimenter la carte. La tension d'entrée acceptable est comprise entre 7V et 12V. Cette tension est régulée en interne pour fournir les 5V nécessaires au fonctionnement de la carte.

Broche Vin : La broche Vin permet de connecter une alimentation externe directement à la carte. La tension d'entrée acceptable est également comprise entre 7V et 12V. La tension

fournie sur cette broche passe par le régulateur interne pour fournir les 5V nécessaires [18].

### **3. Broches de Tension Régulée**

**Broche 5V :** Cette broche fournit une tension régulée de 5V. Elle peut être utilisée pour alimenter des composants externes à la carte. Attention, il ne faut pas alimenter la carte directement par cette broche sans passer par un régulateur adéquat, car cela pourrait endommager la carte.

**Broche 3.3V :** Cette broche fournit une tension régulée de 3.3V pour alimenter des périphériques nécessitant une tension plus faible. La capacité de courant est limitée (jusqu'à 50 mA), donc elle ne doit pas être utilisée pour des composants nécessitant beaucoup de courant [18].

### **4. Broche GND (Ground)**

**Broches GND :** Ce sont les broches de référence de la terre (masse). Elles sont utilisées pour fermer le circuit électrique avec les composants connectés à la carte [18].

## **II.4.2.2. les entres/sortie de la carte :**

### **II.4.2.2.1. Broches Numériques**

- Nombre de broches : 54
- Fonctionnalité : Chaque broche numérique peut être utilisée comme entrée ou sortie en utilisant les fonctions `pinMode()`, `digitalWrite()`, et `digitalRead()`.
- Tension : 5V
- Courant maximal : 40 mA par broche
- Pull-up interne : Résistances pull-up internes disponibles sur chaque broche numérique (désactivées par défaut) [19].

### **II.4.2.2.2. Broches PWM (Modulation de Largeur d'Impulsion)**

- Nombre de broches PWM : 15
- Broches concernées : 2 à 13, et 44 à 46
- Fonctionnalité : Les broches PWM peuvent générer des signaux analogiques par modulation de largeur d'impulsion en utilisant la fonction `analogWrite()`.
- Applications typiques : Contrôle de la luminosité des LEDs, vitesse des moteurs, etc) [19].

### **II.4.2.2.3. Broches Analogiques**

- Nombre de broches : 16
- Noms des broches : A0 à A15
- Résolution : 10 bits (valeurs de 0 à 1023)
- Tension d'entrée maximale : 5V
- Fonctionnalité : Ces broches sont utilisées pour lire des signaux analogiques (tension variable) à l'aide de la fonction `analogRead()` [19].

#### **II.4.2.2.4. Broches d'Alimentation**

- Broche Vin : Utilisée pour alimenter la carte avec une tension externe de 7 à 12V.
- Broche 5V : Fournit une tension régulée de 5V, peut être utilisée pour alimenter des composants externes.
- Broche 3.3V : Fournit une tension régulée de 3.3V, avec une capacité de courant limitée à 50 mA.
- Broches GND : Plusieurs broches de masse (terre) pour fermer le circuit.
- Broche IOREF : Fournit la référence de tension avec laquelle la carte fonctionne, ce qui peut être utilisé par les shields pour s'adapter à la tension de la carte) [19].

#### **II.4.2.2.5. Broches de Communication**

- UART : 4 ports série matériels (Serial0 à Serial3)
  - Serial0 : RX0 (0), TX0 (1)
  - Serial1 : RX1 (19), TX1 (18)
  - Serial2 : RX2 (17), TX2 (16)
  - Serial3 : RX3 (15), TX3 (14)
- I2C : Bus de communication pour les périphériques I2C
  - SDA : 20
  - SCL : 21
- SPI : Interface pour les périphériques SPI
  - MISO : 50
  - MOSI : 51
  - SCK : 52
- SS : 53 ) [19].

#### **II.4.2.2.6. Broches d'Interruption**

- Broches d'interruption externes : 2, 3, 18, 19, 20, 2) [19].
-

### II.4.2.3. Le microcontrôleur ATmega2560 :

Le microcontrôleur ATmega2560, central à la carte Arduino Mega 2560, est un composant 8 bits de la famille AVR d'Atmel. Il se distingue par sa grande capacité mémoire, comprenant 256 Ko de mémoire flash pour les programmes, 8 Ko de SRAM pour les variables en cours d'exécution, et 4 Ko d'EEPROM pour les données non volatiles.

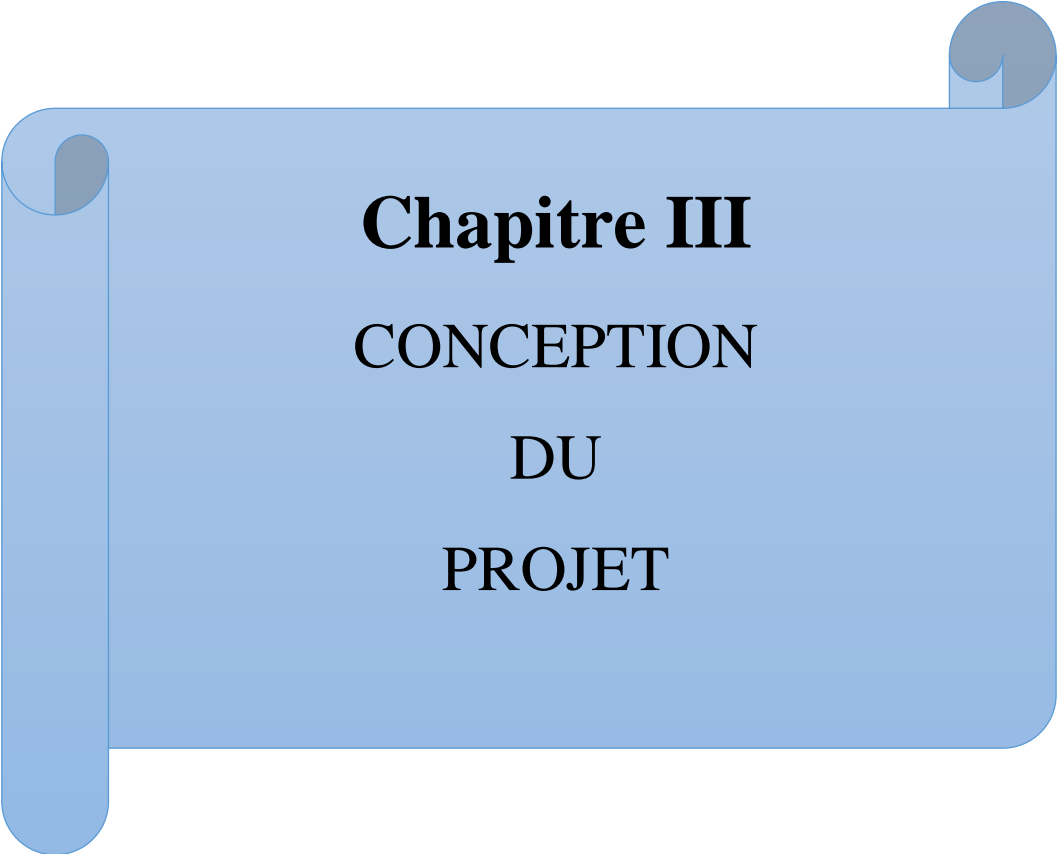
Fonctionnant à 16 MHz, il offre une exécution rapide des instructions. Le microcontrôleur dispose de 86 broches d'entrées/sorties, incluant 15 canaux PWM pour la modulation de largeur d'impulsion et 16 canaux analogiques avec une résolution de 10 bits. Il supporte diverses interfaces de communication, telles que 4 ports série matériels (UART), I2C, SPI, et JTAG pour le débogage et la programmation. Avec 6 timers (4 de 16 bits et 2 de 8 bits), il gère efficacement les événements temporels. L'ATmega2560 intègre un watchdog timer pour la surveillance et le redémarrage en cas de défaillance, ainsi que plusieurs modes d'économie d'énergie. Alimenté en 5V, il est idéal pour des projets complexes nécessitant de nombreuses connexions et une grande capacité mémoire, tels que la robotique, la domotique et le prototypage rapide [20].



Figure II.11 : Le microcontrôleur ATmega2560

## **II.6. Conclusion :**

Les composants électroniques sont comme les briques de base de la recherche moderne. Ils nous aident à explorer de nouvelles idées et à créer des inventions en utilisant des circuits électroniques. Que ce soit pour mesurer des choses, contrôler des machines, comprendre des signaux ou fabriquer des prototypes, ces composants sont super importants. De simples résistances aux circuits compliqués, chacun de ces composants nous aide à mieux comprendre le monde qui nous entoure. En utilisant les dernières avancées dans ce domaine, les chercheurs peuvent découvrir de nouvelles choses et inventer des trucs incroyables dans toutes sortes de domaines, comme la science et la technologie.



**Chapitre III**  
CONCEPTION  
DU  
PROJET

### **III.1. Introduction :**

Une fois que nous avons exposé les systèmes d'alarmes dans les chapitres précédents, nous allons maintenant nous pencher sur la conception et la mise en œuvre d'un système d'alarme utilisant les outils présentés dans le deuxième chapitre. La solution à une telle problématique

Il faut suivre plusieurs étapes. Dans les prochains paragraphes, nous allons exposer les diverses étapes de conception et de mise en œuvre du système.

### **III.2. Cahier de charge de projet :**

**III.2.1. L'objectif de projet :** le but principal de ce projet est de créer un système de sécurité capable de détecter et de signaler les intrusions et les situations d'urgence dans un environnement donné.

#### **III.2.2. Le matériel utiliser :**

- La carte arduino méga
- Capteur de gaz MQ2
- Module RFID
- Capteur de flamme
- Afficheur LCD
- Servo moteur
- Capteur de mouvement
- Capteur magnétique
- Capteur d'humidité de sol
- Buzzer
- Ventilateur
- Module relais
- Led
- Sim 800L
- Clavier matriciel
- Pompe à eau
- Capteur de température DHT22

#### **III.2.3. Le contexte de projet :**

La sécurité à domicile est une priorité essentielle pour les propriétaires et les locataires, qui cherchent à protéger leurs biens et leurs proches contre les intrusions, les cambriolages, et les urgences telles que les incendies ou les fuites de gaz. L'augmentation des cambriolages dans les zones résidentielles souligne l'importance d'un système de sécurité fiable. Grâce à la prolifération des appareils connectés et des solutions de domotique, il est désormais possible de concevoir des systèmes d'alarme sophistiqués et abordables. Dans ce contexte, un projet de centrale d'alarme basé sur Arduino vise à fournir une solution de sécurité intégrée, facile à installer et à utiliser, permettant aux résidents de surveiller et de protéger leur domicile de manière proactive et efficace.

### III.2.4. Fonction de projet :

#### III.2.4.1. Dispositif d'alerte :

- Détection de flamme et déclenchement d'une alarme sonore et envoi d'un message au propriétaire
- Détection de gaz et déclenchement d'une alarme sonore et envoi d'un message au propriétaire
- La présence devant la porte et afficher sur l'écran lcd
- Détection de manque d'eau dans le sol et activation d'une petite pompe pour arrosage
- Détection de forçage des fenêtres et déclenchement d'une alarme sonore et informer le propriétaire par message
- Température excessive déclenchement de ventilateur

#### III.2.4.2. Contrôle de volets et éclairage

- Contrôle d'ouverture et fermeture des portes.

### III.3. Gestion des brochages des capteurs :

#### III.3.1. Capteur de gaz :

On a utilisé le capteur MQ2

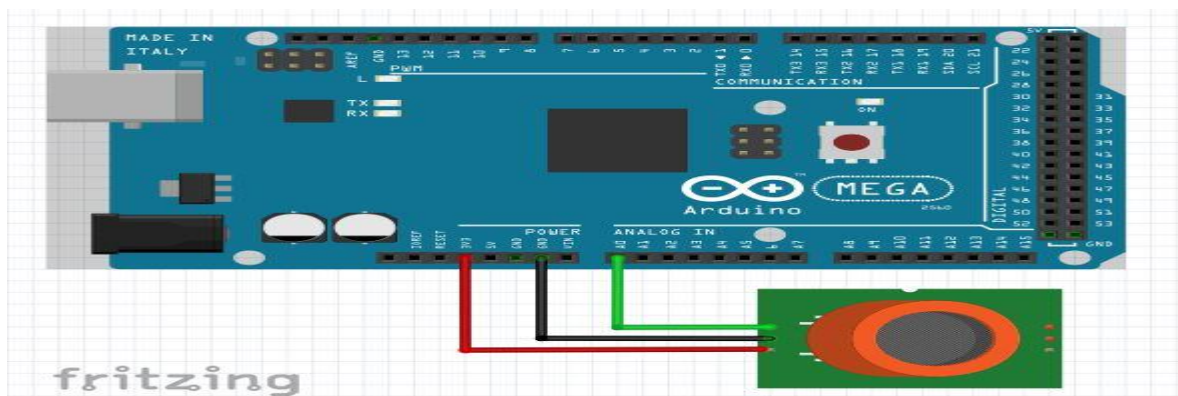
Lorsque la concentration de gaz est inférieure au seuil défini, une alarme sonore sera déclenchée, envoi d'un message au propriétaire

##### III.3.1.1. Le branchement de MQ2 :

Il contient 4 broches

- **VCC** : Connectez la broche VCC du capteur à la broche 5V de l'Arduino Mega.
- **GND** : Connectez la broche GND du capteur à la broche GND de l'Arduino Mega
- **AO** : Connectez la broche AO à une entrée analogique de l'Arduino Mega
- **DO** : Vous pouvez également connecter la broche DO à une entrée digitale

La figure (figure III.1) présente le branchement du capteur de gaz



**Figure III.1** : Branchement de capteur de gaz avec la carte sur fritzing

L'organigramme du fonctionnement du capteur de gaz est représenté ci-dessous

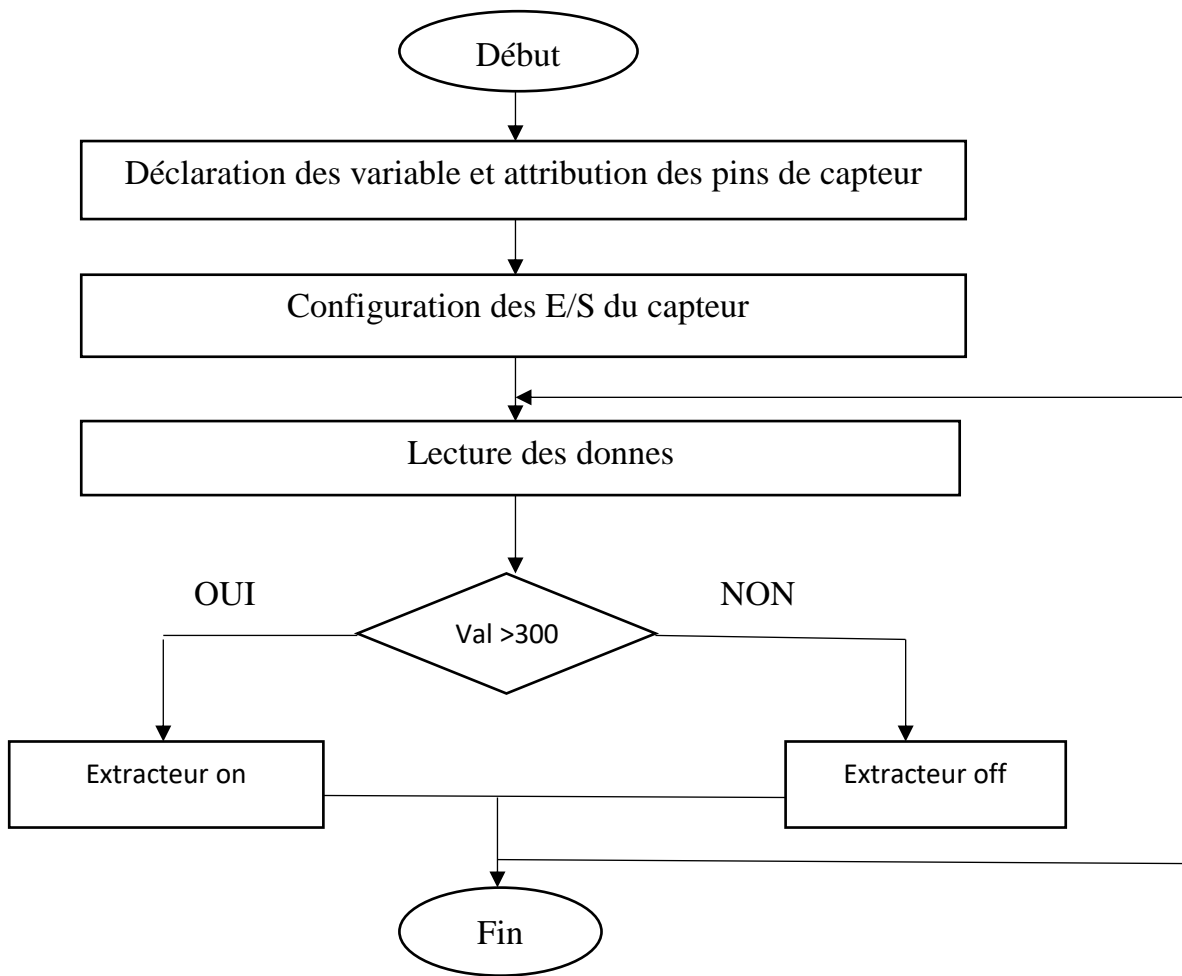


Figure III.2 : Organigramme de capteur de gaz

### III.3.2. Capteur de flamme :

On a utilisé un capteur infrarouge référence KY-026 pour détecter la flamme dans la maison une fois le seuil est dépassé un message d'information d'existence d'un incendie sera envoyer au propriétaire

#### III.3.2.1. Les branchements

- Connectez la broche VCC du capteur de flamme à la broche 5V de l'Arduino Mega.
- Connectez la broche GND du capteur de flamme à une broche GND de l'Arduino Mega.
- Connectez la broche DO du capteur de flamme à une des broches digitales de l'Arduino Mega

La figure (FigureIII.3) présente le branchement du capteur de Flamme

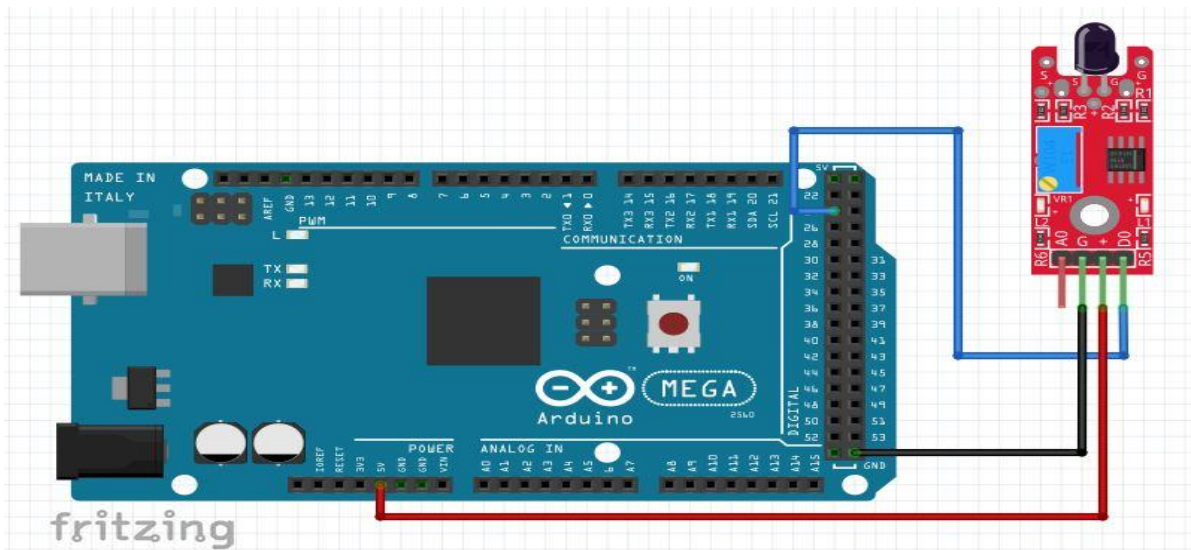


Figure III.3 : Branchement de capteur de flamme sur fritzing

L’organigramme du fonctionnement du capteur de flamme est représenté ci-dessous

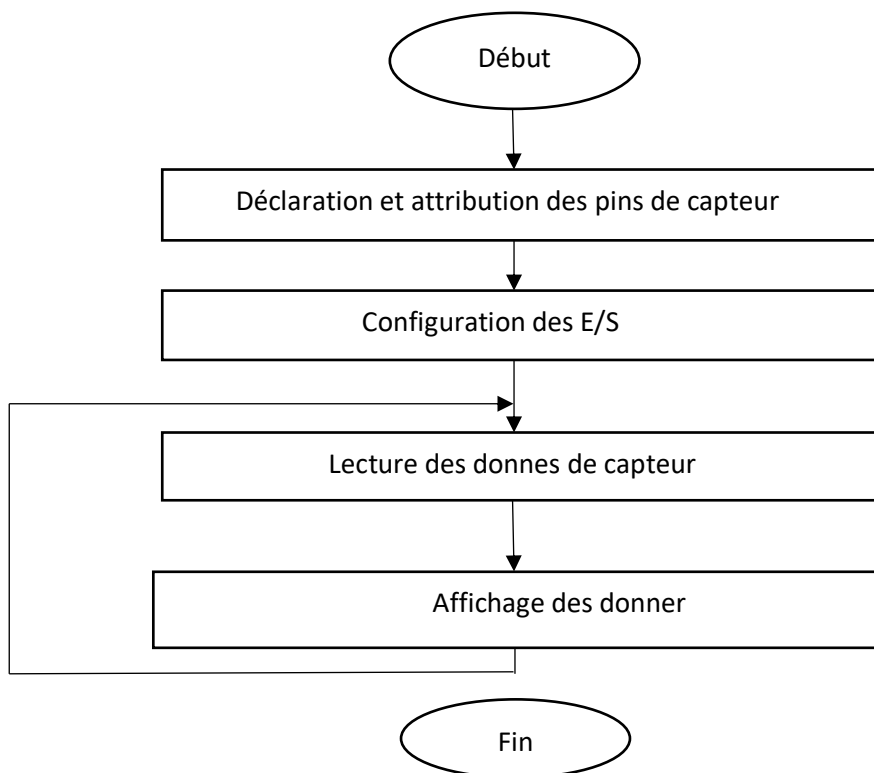


Figure III.4 : l’organigramme de fonctionnement de capteur de flamme

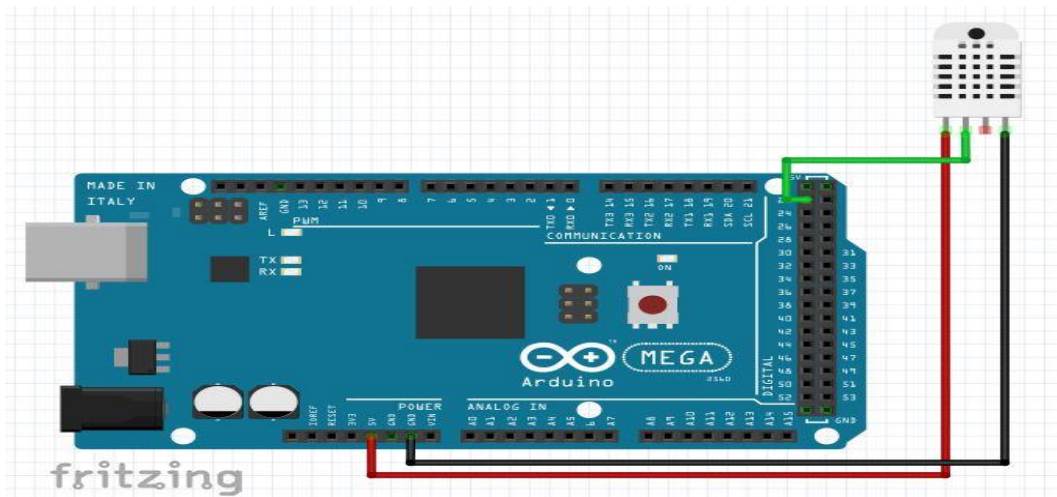
### III.3.3. Capteur de température DHT22 :

#### III.3.3.1.les branchement de DHT22

- VCC du DHT22 → 5V de l'Arduino Mega

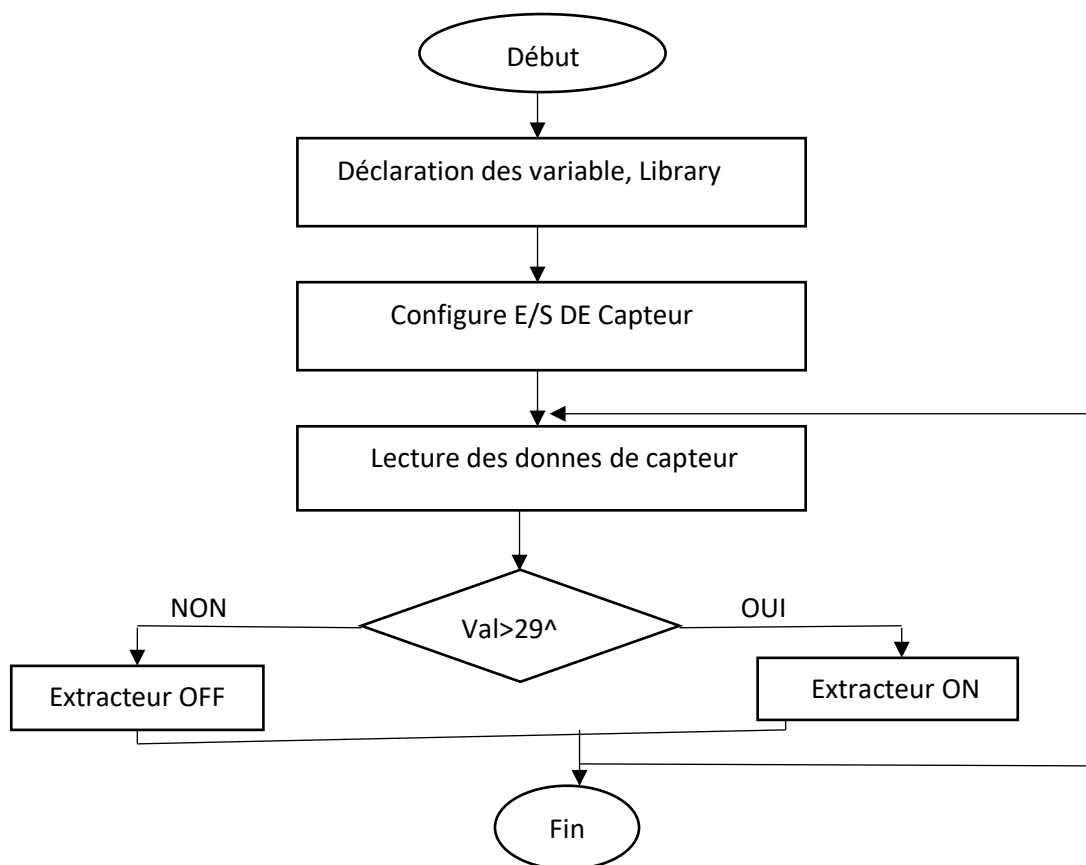
- GND du DHT22 → GND de l'Arduino Mega
- Data du DHT22 → Une des broches numériques de l'Arduino Meg

La figure (Figure) présente le branchement du capteur DHT22



**Figure III.5** : branchement de capteur de température sur fritzing

L'organigramme du fonctionnement du capteur de température est représenté ci-dessous



**Figure III.6** : l'organigramme de fonctionnement de capteur de température

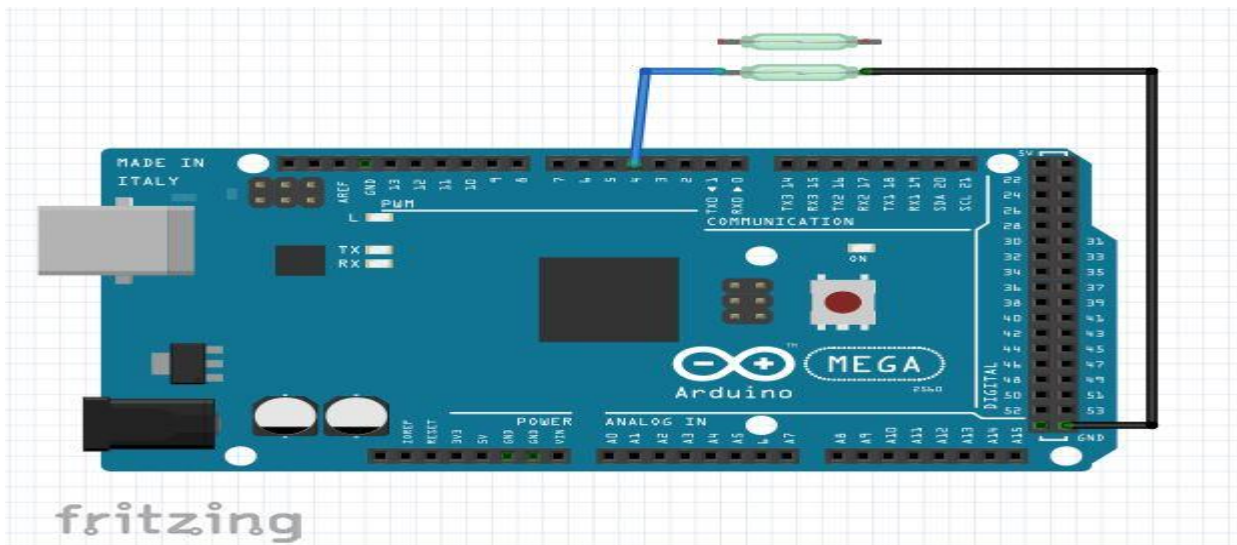
### III.3.4. Capteur magnétique

On a utilisé le capteur magnétique de référence MC38 pour détecter le forçage de la fenêtre on cas il y a une tentative d'accès a la maison par la fenêtre un message sera envoyer au propriétaire

#### III.3.4.1. Les branchements de capteur magnétique

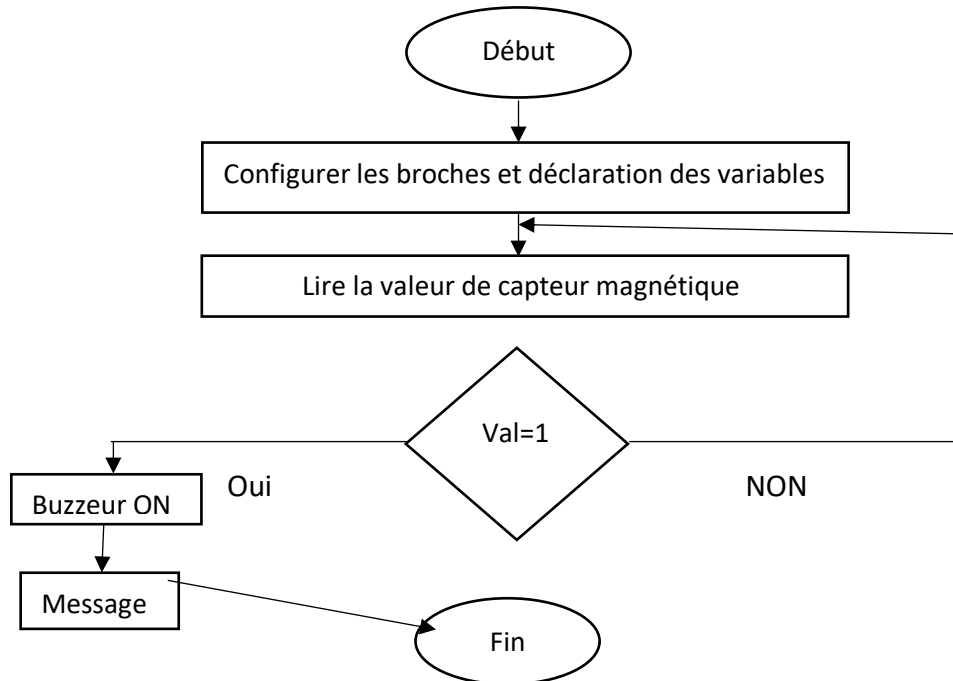
- Connecter GND de capteur au GND de la carte arduino
- Connecter VCC de capteur a la branche 4 de pwm de la carte arduino mega

La figure (FigureIII.6) présente le branchement du capteur magnétique



**Figure III.6 :** Branchement de capteur magnétique sur fritzing

L'organigramme du fonctionnement du capteur magnétique est représenté ci-dessous

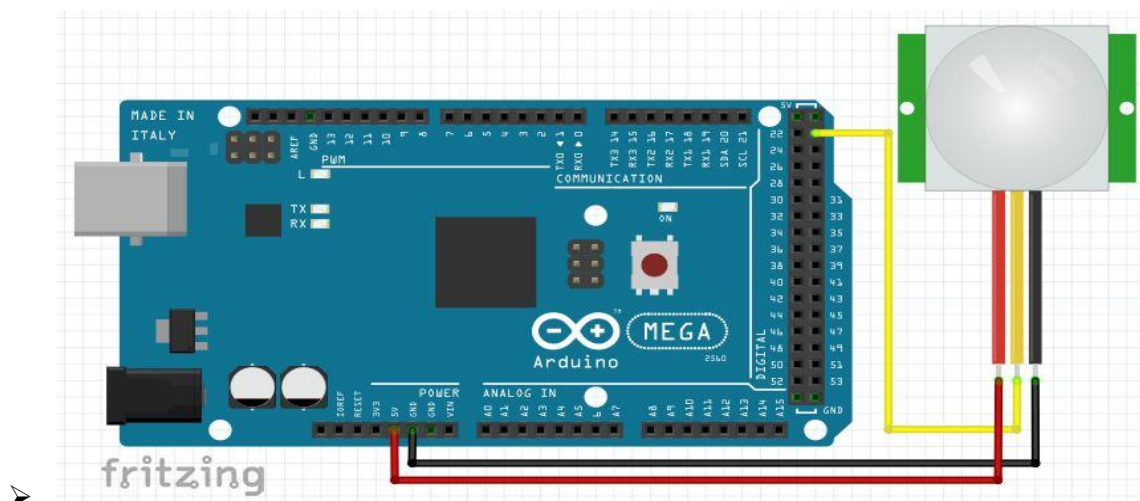


**Figure III.7 :** Organigramme de fonctionnement de capteur magnétique

### III.3.5. Capteur de mouvement (PIR) :

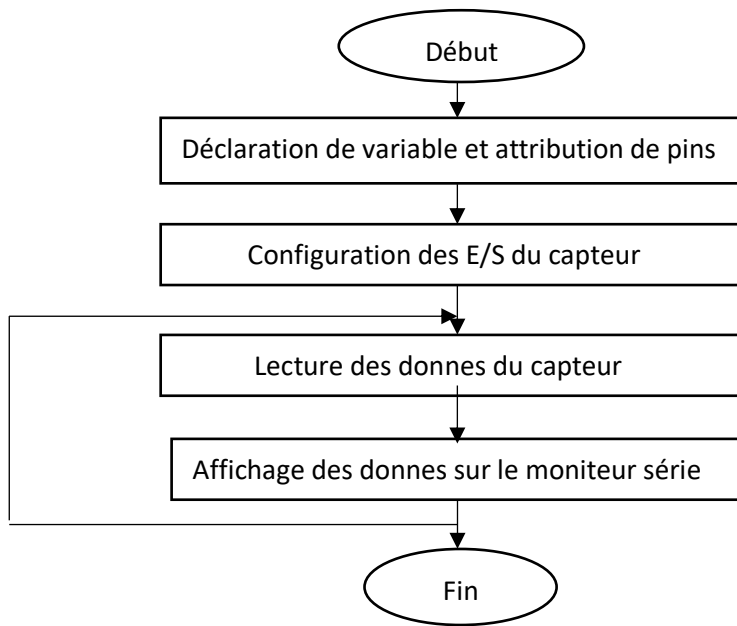
- Connectez la broche VCC du capteur PIR à la broche 5V de l'Arduino Mega.
- Connectez la broche GND du capteur PIR à la broche GND de l'Arduino Mega.
- Connectez la broche OUT du capteur PIR à une des broches d'entrée numérique

La figure (FigureIII.8) présente le branchement du capteur de PIR



**Figure III.8 :** Branchement de capteur de mouvement sur fritzing

L'organigramme du fonctionnement du capteur de mouvement est représenté ci-dessous



**Figure III.9 :** organigramme de fonctionnement de capteur de mouvement

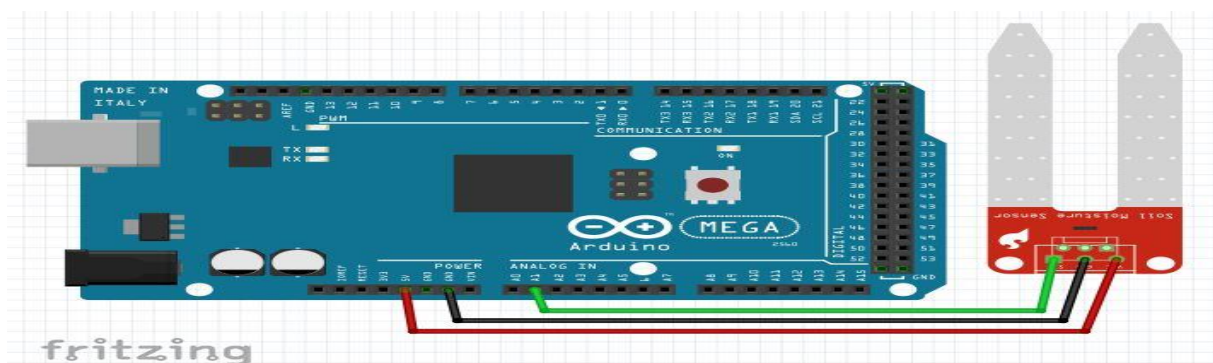
### III.3.6 : le capteur d'humidité de sol

On a utilisé le capteur H-SOL référence FC-28 pour détecter le manque d'eau dans le sol de jardin lorsque l'humidité est supérieure au seuil défini une pompe sera déclencher pour l'arrosage automatique.

#### III.3.6.1. Les branchements :

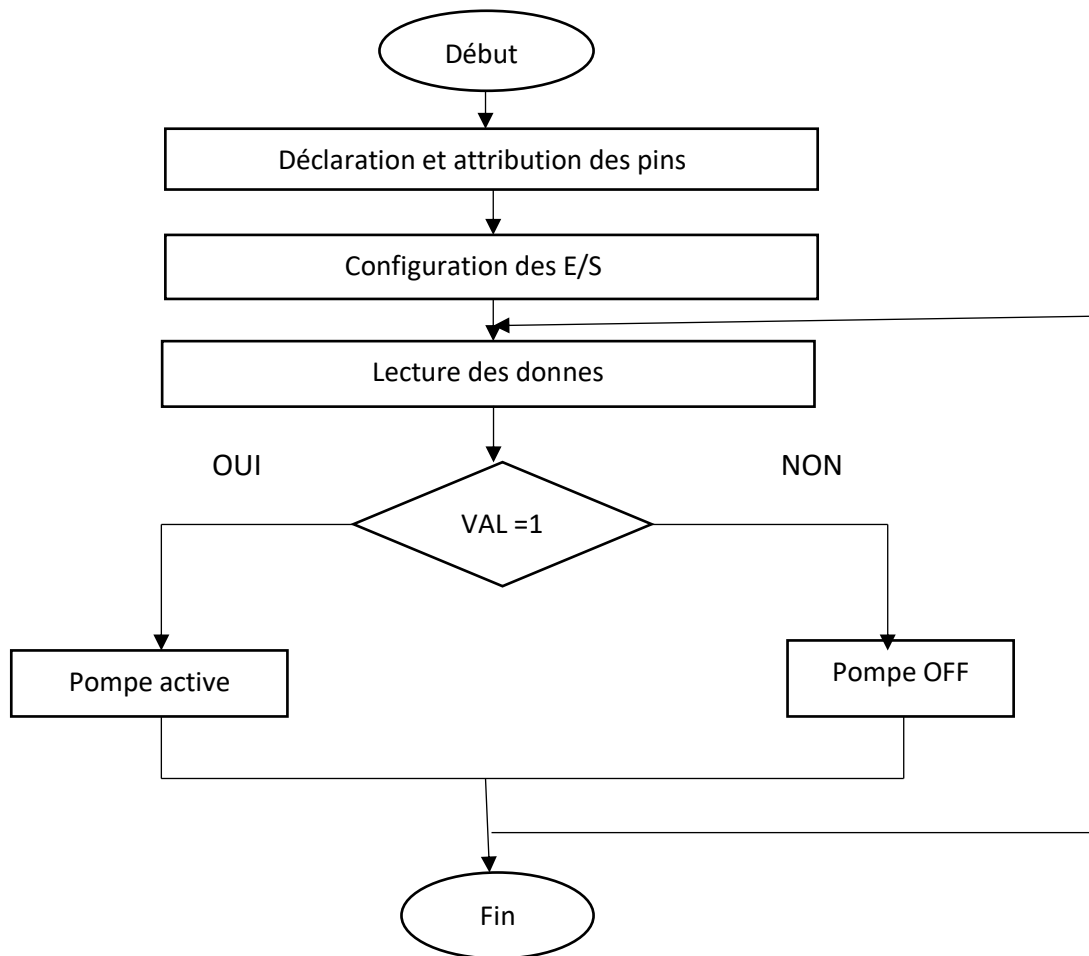
- Connecter la broche VCC du capteur a 5V de la carte
- Connecter la broche GND du capteur au GND de la carte
- Connecter la broche SIG du capteur au broche analogique de la carte (A1)

La figure (FigureIII.10) présente le branchement du capteur H-SOL



**Figure III.10 :** le branchement de capteur H\_SOL avec la carte sur fritzing

L'organigramme du fonctionnement du capteur de H-SOL est représenté ci-dessous



**Figure III.11** : Organigramme de capteur H-sol

### III.3.7. Le capteur radio fréquence (RFID) :

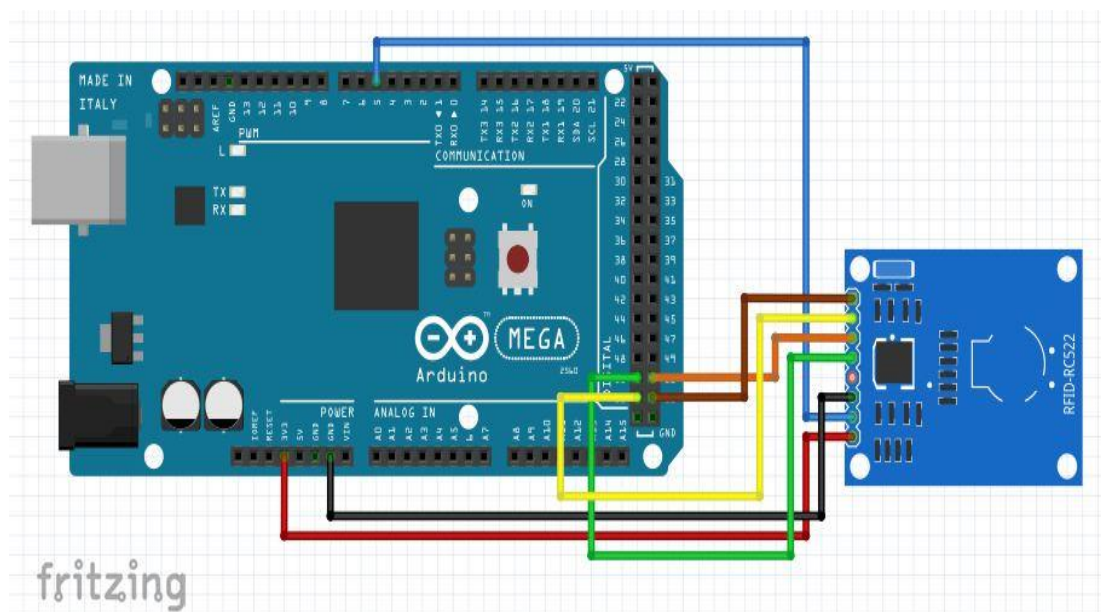
On a utilisé le capture RFID de référence RC522 pour la sécurité a l'entrée principale de la maison si quelqu'un essaye de rentrer avec des fausses donnes plus de deux fois un message d'erreur sera envoyé au propriétaire

Le tableaux (tableaux III.1) présente les branchements de capteur RFID

RFID	ARDUINO MEGA
SDA	PIN 53
SCK	PIN 52
MOSI	PIN 51
MISO	PIN 50
IRQ	N'est pas brancher
GND	GND
RST	PIN 5
3.3V	3.3V

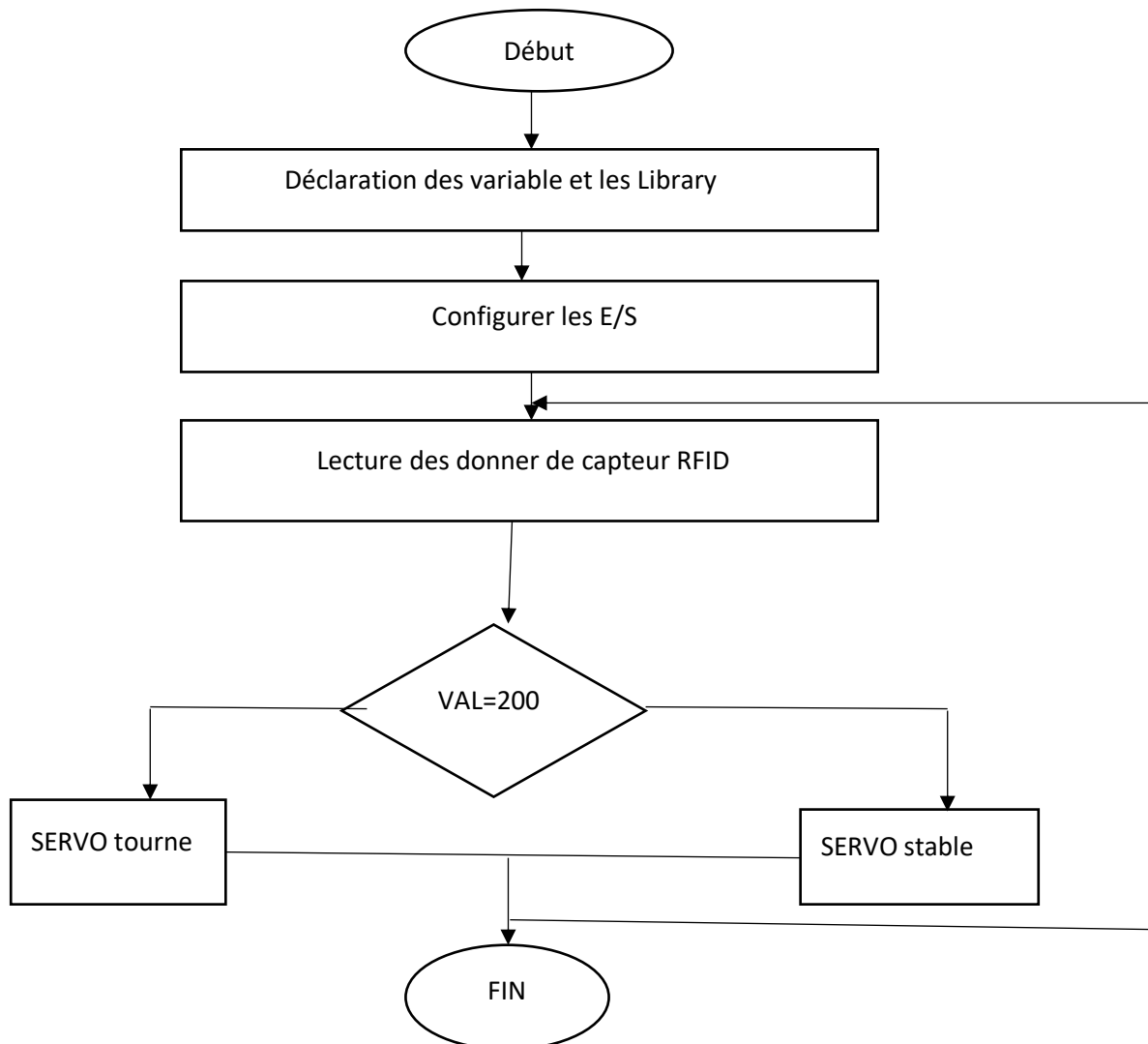
**Tableaux III.1 :** les branchements de capteur RFID avec la carte arduino mega

La figure (FigureIII.12) présente le branchement du RFID



**Figure III.12 :** Branchement RFID avec la carte arduino mega sur fritzing

L'organigramme du fonctionnement du capteur de gaz est représenté ci-dessous



**Figure III.13 :** l'organigramme de fonctionnement de RFID

### III.4. Gestion de branchement des actionneurs

#### III.4.1. Le ventilateur avec relais et une batterie

Vcc de relais à 5V de la carte

GND au GND de la carte

IN de relais a D8 de la carte

Une borne de ventilateur a com de relais

Autre borne de ventilateur au (-) de la batterie

(+) de batterie a NO de relais

Le (-) de batterie vers (-) du ventilateur

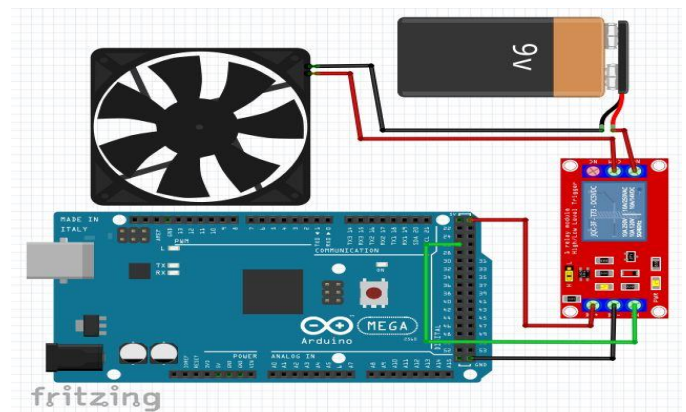


Figure III.14 : le branchement de ventilateur

#### III.4.2. Le servomoteur

- Signal de servomoteur à la broche 8 pwm de la carte
- VCC vers 5V de la carte
- GND au GND de la carte

La figure (FigureIII.15) présente le branchement servomoteur

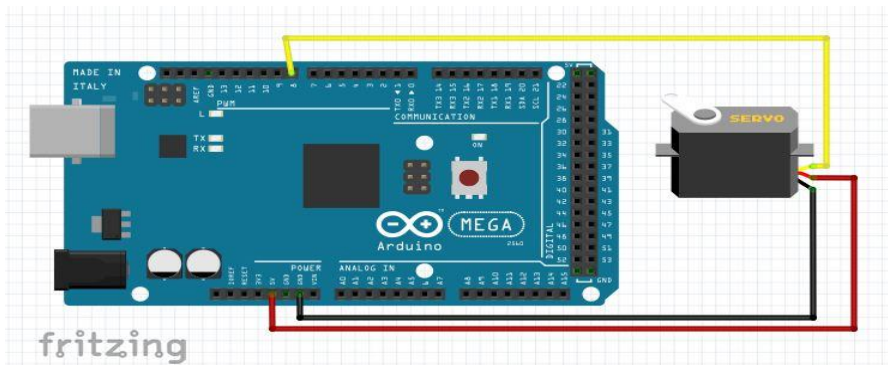


Figure III.15. Le branchement de servomoteur sur fritzing

#### III.4.3. Le buzzer

- Positif du buzzer à la broche 13 de la carte
- Négatif du buzzer au GND de la carte

La figure (FigureIII.16) présente le branchement buzzer

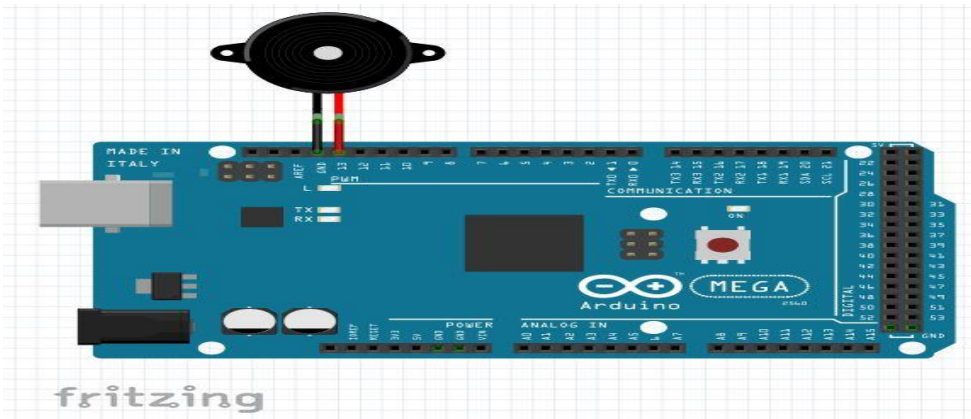


Figure III.16 : Branchement du buzzer avec la carte sur fritzing

### III.4.4. Le clavier matriciel 4\*4 :

La ligne	Broche arduino	La colonne	La broche arduino
Row 1	A8	Col 1	A12
Row 2	A9	Col 2	A13
Row 3	A10	Col 3	A14
Row 4	A11	Col 4	A15a

Tableaux III.2 : les branchements de clavier avec la Catre

La figure (FigureIII.17) présente le branchement de clavier 4\*4

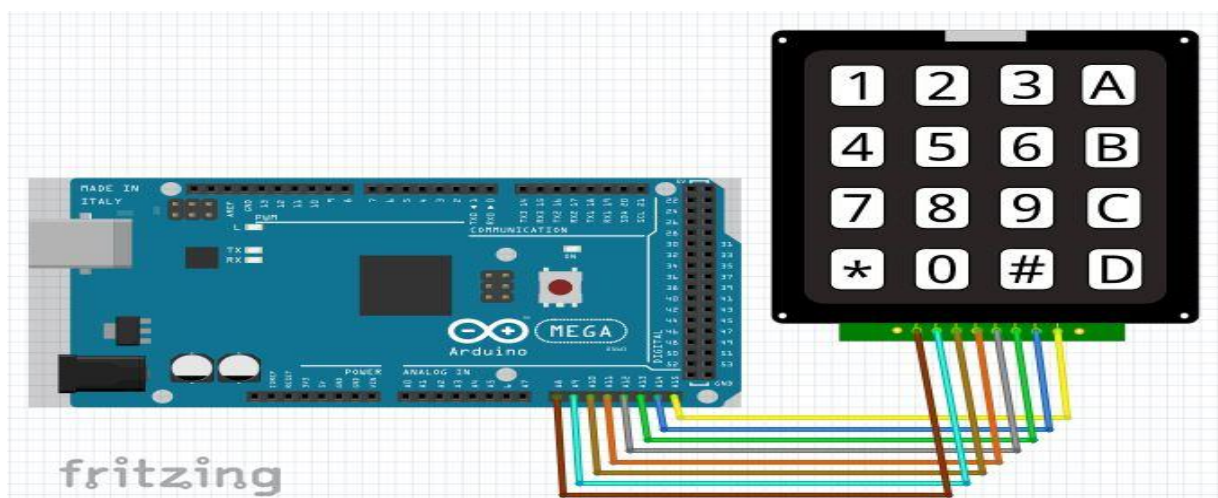


Figure III.17 : le branchement de clavier avec la Catre sue fritzing

### III.4.5. L'afficheur lcd :

- VCC vers 5V de la carte
- GND vers le GND de la carte
- SDA vers la broche SDA 20 de la carte
- SCL vers la broche SCL 21 de la carte

La figure (FigureIII.18) présente le branchement du capteur de gaz

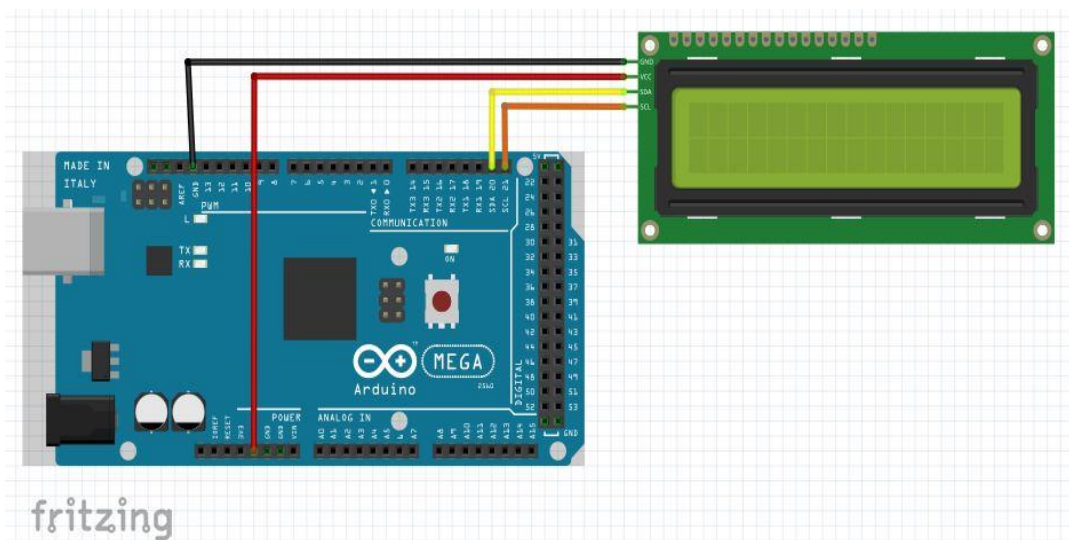


Figure III.18 : Branchement de LCD avec de la carte sur fritzing

## III.5. Description des actionneurs

### III.5.1. Module GSM SIM 800L :

Le module GSM est un module de communication sans fil permettre de aux appareille de communiquer et de transmettre des données via GSM pour envoyer des SMS au passé des appelle [24]

La figure (Figure III.19) présente un exemple de SIM 800L



**Figure III.19 :** la sim 800 L

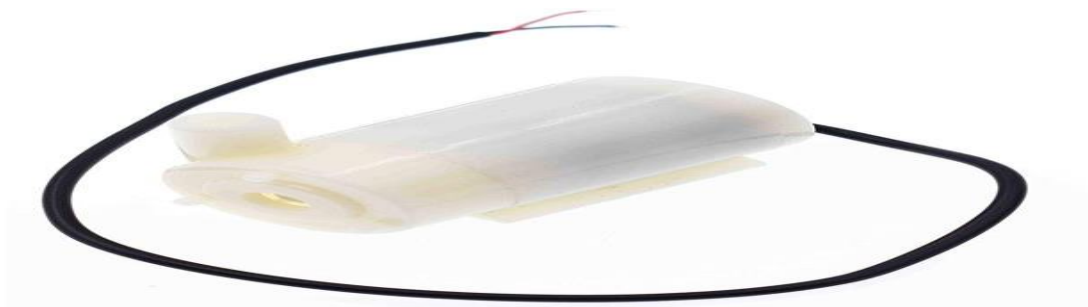
#### III.5.1.1. Caractéristique de la « SIM 800 L »

- Alimentation :5V
- Recherche automatique des réseaux
- Transite des données à longue distance [25]

#### III.5.2.la pompe à eau

Une pompe à eau est un appareil qui utilise des mécanismes mécaniques ou électromécaniques pour déplacer de l'eau d'une zone de faible pression vers une zone de haute pression, permettant ainsi le transport ou la circulation de l'eau à travers des systèmes de tuyauterie ou des canalisations [26]

La figure (Figure III.20) présente un exemple d'une pompe à eau



**Figure III.20 :** une pompe à eau

### III.5.2.1.les caractéristique de la pompe

- Tension de fonctionnement :3-6V
- Courant de fonctionnement :125 mA
- Puissance : environ 1.4 W
- Durée de vie :450 h

### III.5.3. Le servomoteur

Un servomoteur est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées puis le maintenir de manière semblable aux moteur a courant continue il dispose d'un axe de rotation qui est en revanche entravé par un système de bridage



Figure III.21. Le servomoteur

#### III.5.3.1.les caractéristique

- Alimentation : 4,5 V à 6 V.
- Couple : 1,2 kg/cm sous 4,5 V
- Vitesse : 0,12 sec/60° sous 4,5 V,  
0,10 sec/60° sous 6.0 V.
- Longueur du fil : 19 cm.
- Rotation : 180°.
- Dimensions : 22,8 x 11,6 x 23,6 mm
- Poids : 9 g.

**III.6. Conclusion :**

Dans ce chapitre on a présenté notre système notre façon de travail avec tout le matériel et on a respecté les branchements pour la sécurité du matériel ainsi que les caractéristiques des actionneurs utilisés. Le résultat du travail on le voit dans le dernier chapitre



**CHAPITRE IV**  
**TEST ET ESSAIS**

### IV.1. Le schéma global de projet :

La figure (IV1) présente le schéma synoptique de la carte électronique a réalisé pour la gestion de cette centrale d'alarme ainsi les connexions nécessaires pour son bon fonctionnement

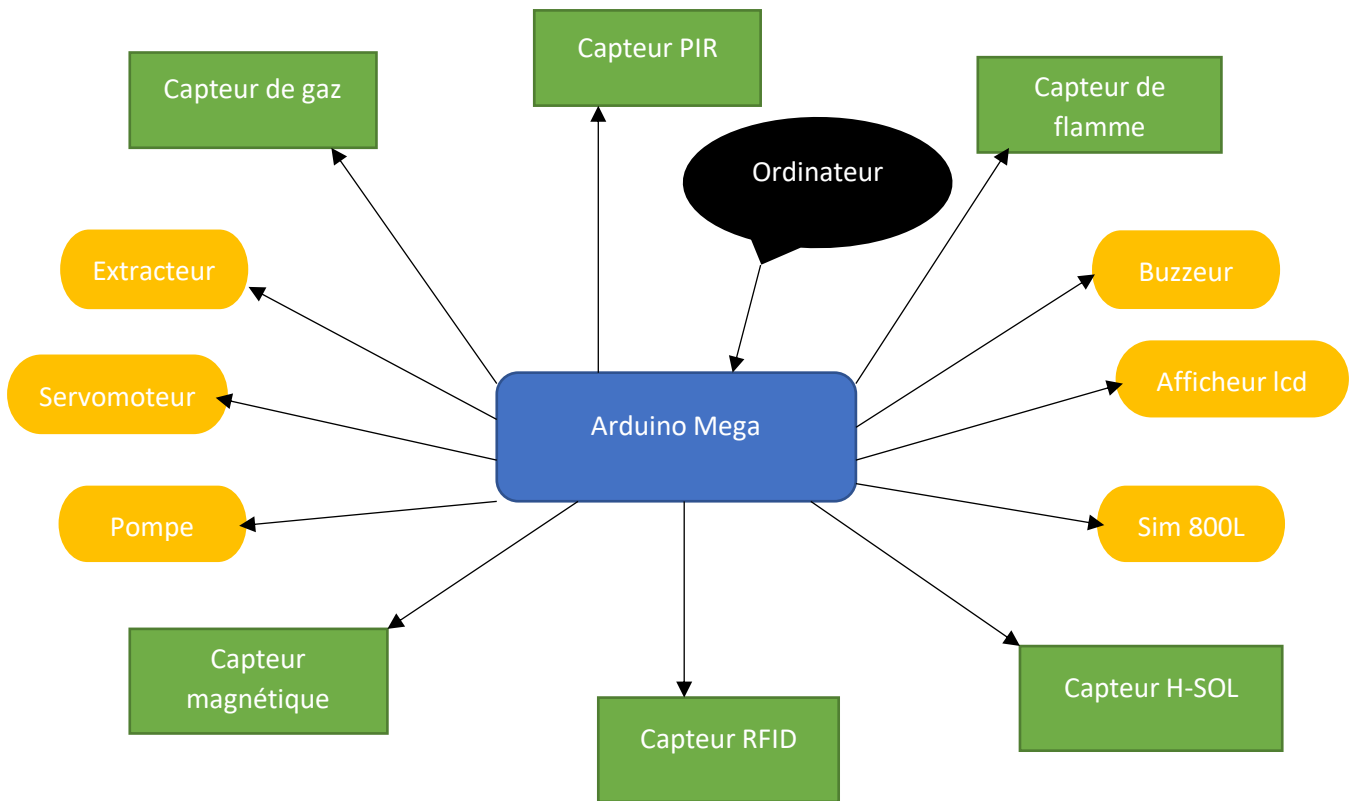


Figure IV.1 : schéma synoptique de Project

### IV.2. Résultat et test

Dans cette partie on va voir tous les résultats du travail

#### IV.2.1. Test de clavier matriciel

Dans ce test on va essayer de montrer comment activer l'alarme avant la sortie de la maison et ça avec un code (1234) va être afficher sur l'écran LCD que l'alarme et activer après chaque alarme activer on va réactiver aussi le lancement dans le clavier simultanément.

Figure (Figure IV.1) présente activation d'alarme insèrent le code « 1234 » avant de sortir.



**Figure IV.2 :** activation d'alarme avec le code « 1234 »

(Figure IV.3) présente la réussite d'activation sur le LCD



**Figure IV.3 :** Réussite d'activation affiché sur LCD

Voici les résultats de test sur moniteur sérié (Figure IV.4)



**Figure IV.4 :** résultat de test du clavier sur moniteur sérié

### IV.2.2. Test capture RFID avec servomoteur

Dans ce test on va essayer de rentrer à la maison avec le badge c'est l'accès est autorisé alors le servomoteur va tourner a  $90^\circ$  la porte sera ouverte et dans le cas contraire une LED rouge sera allumer

Cette figure (Figure IV.5) présente l'accès non autorisé avec la porte ferme

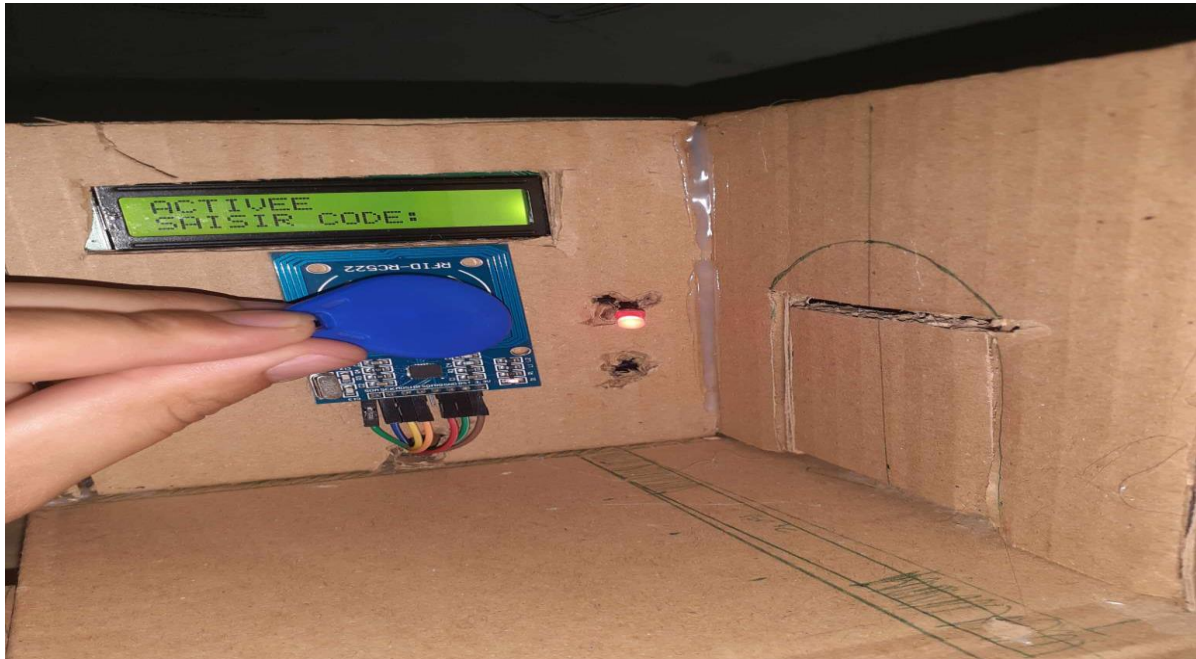
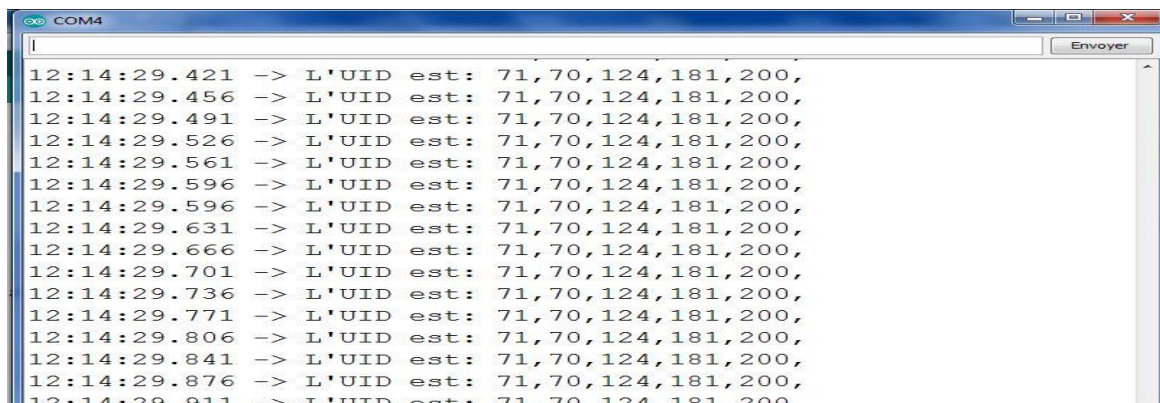


Figure IV.5 : l'accès avec un faux badge au domotique



Figure IV.6 : Accès autorise avec le vrai badge et l'ouverture de la porte

Le seuil RFID autorise et dans la figure (Figure IV.7) qui le représente sur moniteur série



```
COM4
12:14:29.421 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.456 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.491 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.526 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.561 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.596 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.631 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.666 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.701 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.736 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.771 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.806 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.841 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.876 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
12:14:29.911 -> L'UID est: 71,70,124,181,200,
```

**Figure IV.7:** teste de RFID sur moniteur série

### IV.2.3. Test de capteur magnétique

Dans ce test on va essayer de montrer fonctionnement de son capteur lorsque la fenêtre et ouverte rein sa ce passe dans le cas les deux plaques se sépare et le champs magnétique et absent un message sera envoyer et afficher sur l'écran lcd

Cette Figure (figure IV.8) résultats des deux plaques sont coller afficher sur moniteur série



```
COM4
12:27:11.491 -> 0
12:27:11.491 -> 0
12:27:11.456 -> 0
12:27:11.456 -> 0
12:27:11.456 -> 0
12:27:11.456 -> 0
```

**Figure IV.8 :** résultats avant la séparation des deux plaques

(Figure IV.9) montre la séparation des deux plaques de capteur après l'accès



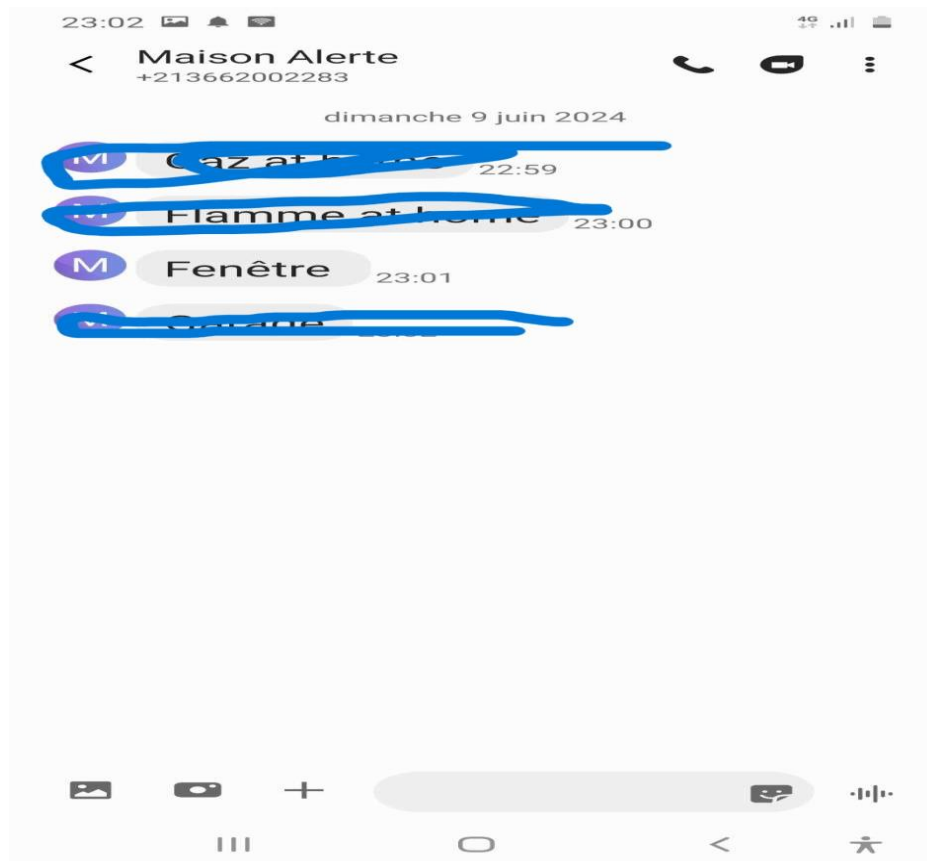
**Figure IV.9 :** accès par fenêtre séparation de capteur magnétique

Les résultats après la séparation qui son afficher sur moniteur série représente dans la (figureIV.10)



**Figure IV.10 :** Résultat de séparation sur moniteur série

Figure (IV.11) présente le message reçu qui indique qu'il Ya une tentative d'accès par la fenêtre

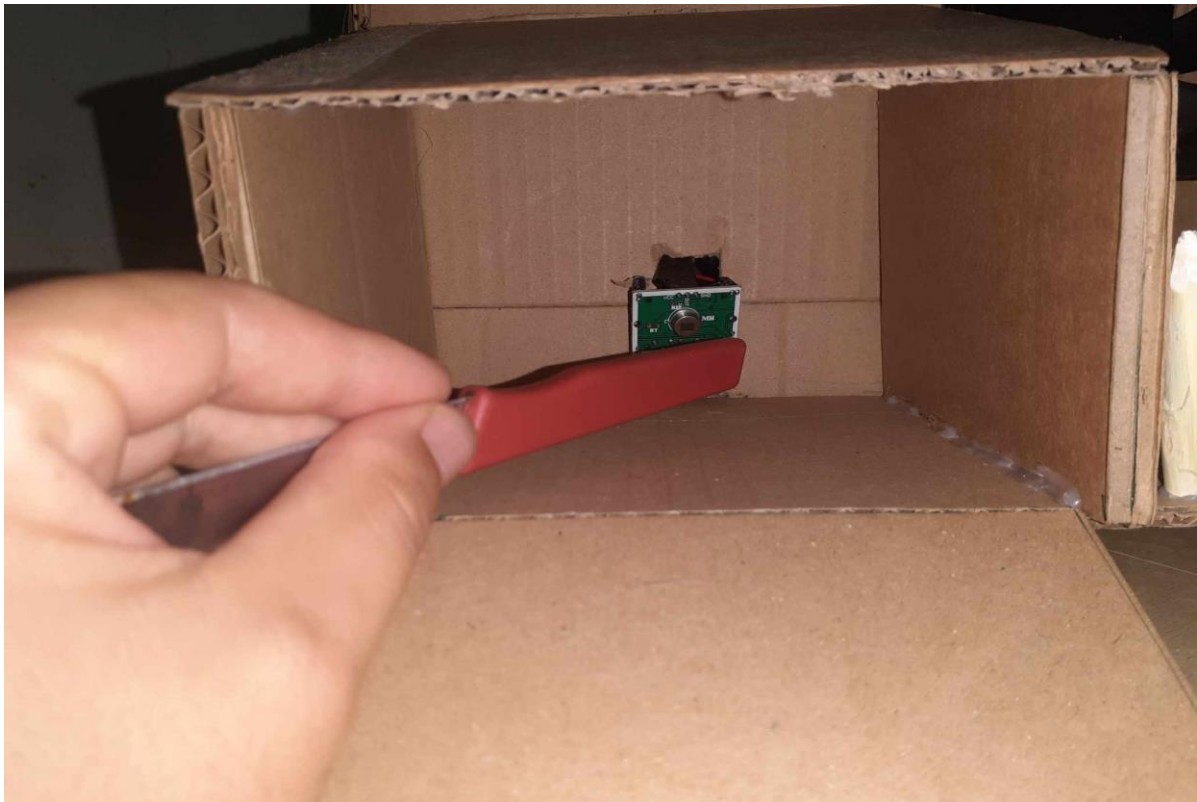


**Figure IV.11 :** message d'alerte pour l'accès par la fenêtre

#### IV.2.4. Test de capteur PIR dans le garage

Dans ce test on va montrer fonctionnement des deux capteurs de mouvement soit sur le toit et le garage dès qu'il détecte un mouvement il va afficher sur LCD le buzzer déclenche et un message d'alerte au propriété

Voici la (figure IV.12) montre la détection d'un mouvement dans garage



**Figure IV.12 :** un mouvement dans le garage

Figure IV.13. Représente l'affichage de déclenchement d'alarme dans le garage



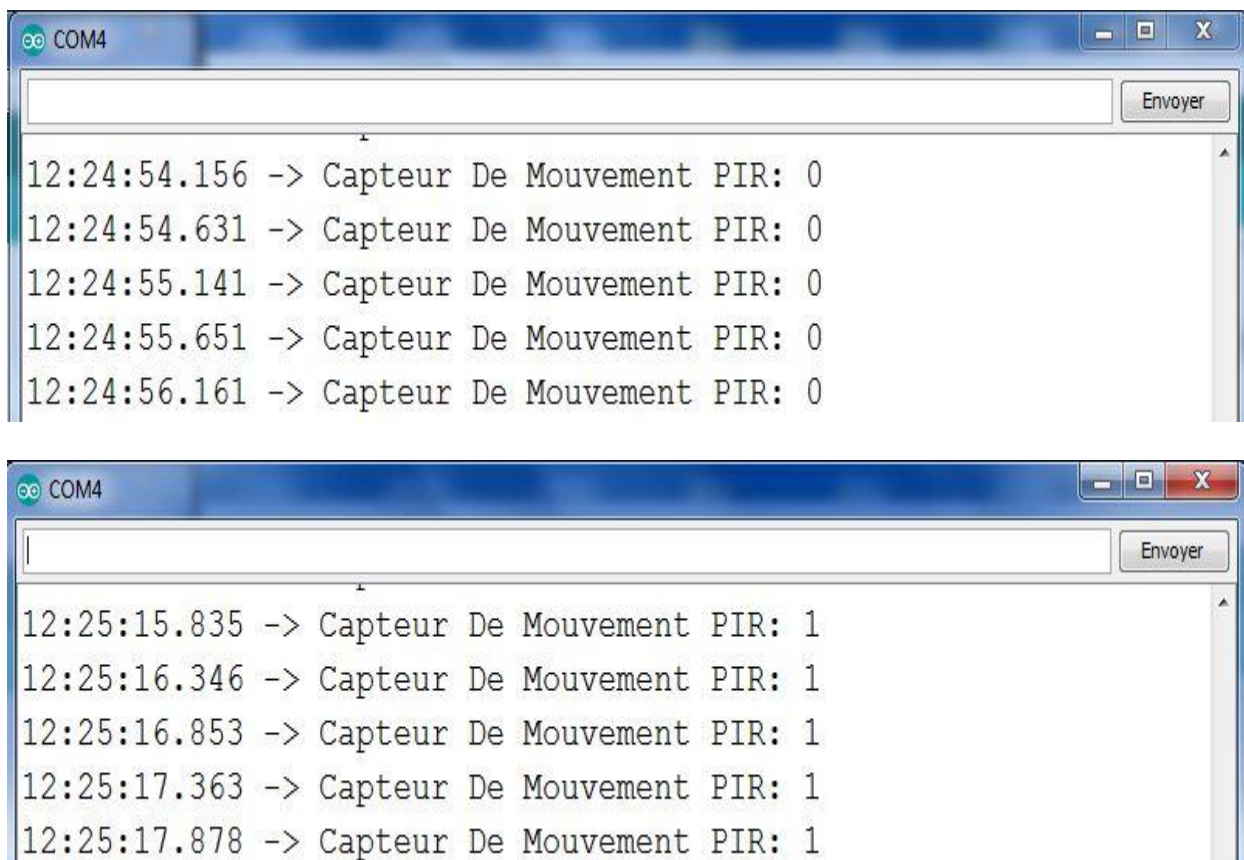
**Figure IV.13 :** représente l'affichage d'alarme sur le LCD

Cette figure IV.14. Représente le message d’alerte reçu par le GSM pour informer qu’il y a quelque mouvement dans le garage



**Figure IV.14 :** le message d’alerte du garage

Résultat affiché sur le moniteur série sur la (figure IV.15) si déçu

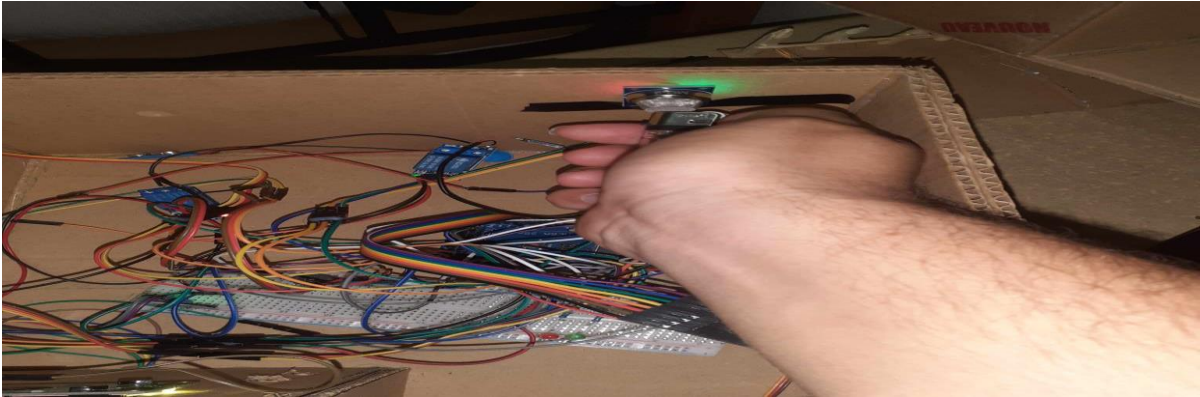


**Figure IV.15 :** les résultats de capteur de mouvement avant et après la détection

### IV.2.5. Détection de gaz

Dans ce test on va voir le teste de gaz lorsque la concentration de gaz et dépassé au seuil définie une alarme sera déclencher va être afficher sur LCD le buzzeur sonne, extracteur va déclencher ainsi un message d'alerte sera envoyé au propriétaire

La Figure (Figure IV.16) présente le test de gaz avec un briquer



**Figure IV.16** : test de gaz à l'aide d'un briquer

Les (FigureIV.17) montre le déclenchement de ventilateur après la détection de gaz



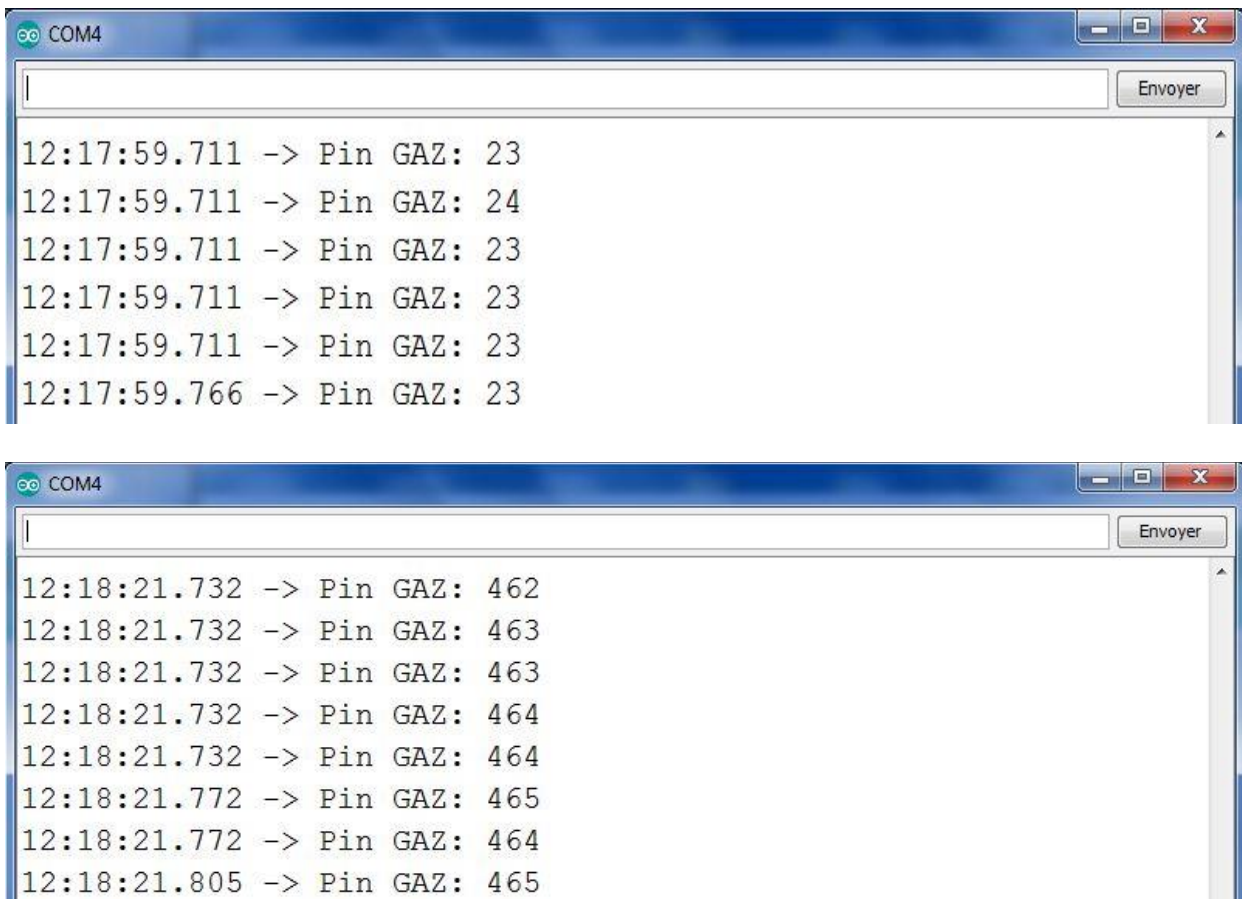
**Figure IV.17** : déclenchement automatique de ventilateur

La (Figure IV .18) montre le message reçu avec la SIM800



**Figure IV.18** : le message reçu par GSM après la détection de gaz

Les résultats du capteur de gaz sur moniteur série dans la (Figure IV.19)

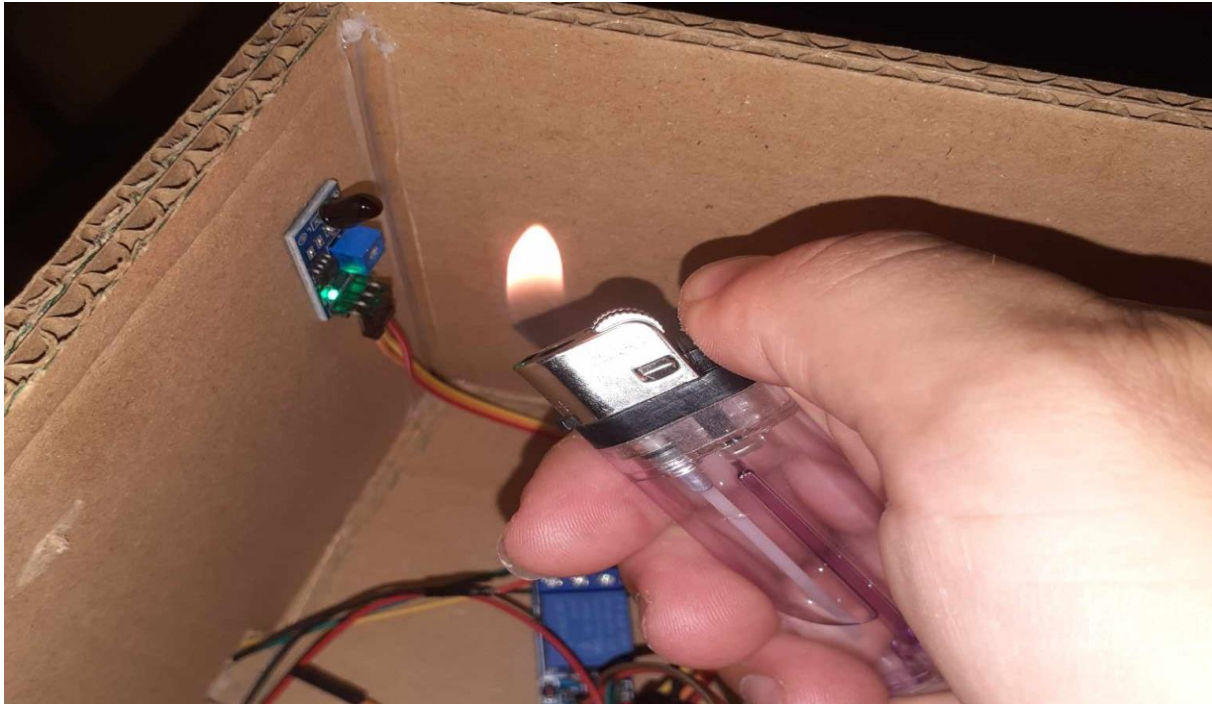


**Figure IV.19** : résultats de test de gaz sur le moniteur série

#### IV.6. Test de capteur de flamme

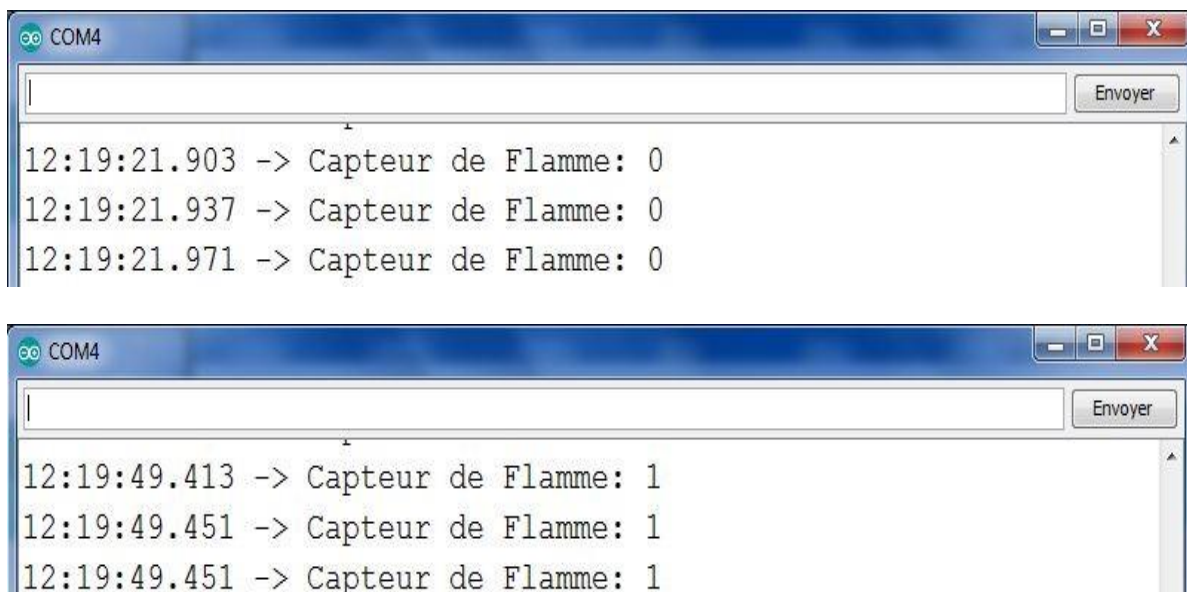
Dans ce test on va montrer la détection de la flamme dans la maison lorsque la flamme et détecter le buzzer sonne un message pour le propriétaire pour appeler la protection civile

La (Figure IV.20) montre ce teste à l'aide d'un briquer



**Figure IV.20** : test de flamme avec un briquer

La (Figure IV.21) montre les résultats sur moniteur série avant et après la détection de la flamme



**Figure IV.21** : Résultat de test sur moniteur série

La (Figure IV.22) présente le message reçu



**Figure IV .22 :** le message reçu par le GSM après la détection de la flamme

#### IV.2.7. Test du capteur de température

Pour ce test, lorsqu'une température élevée est détectée, un ventilateur se déclenche automatiquement. Le capteur surveille en continu la température ambiante et, dès que celle-ci dépasse un seuil prédéterminé, il envoie un signal électrique au ventilateur. Le ventilateur se met alors en marche pour aider à refroidir l'environnement. La (Figure IV.23) représente le test avec un briquet pour augmenter la température



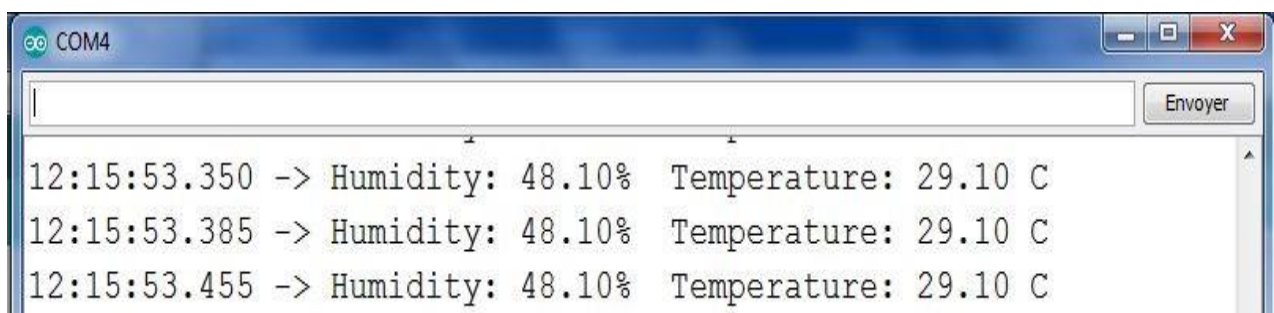
**Figure IV 23 :** Test de capteur de température

La (Figure IV.24) Représente le déclenchement de l'extracteur après l'augmentation de température

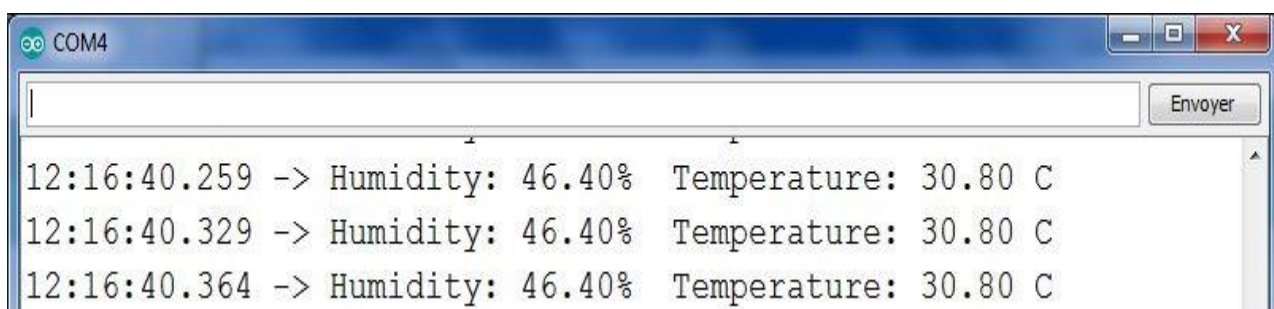


**Figure IV.24 :** déclenchement de ventilateur

Les résultats affichés sur le moniteur série de ce capteur sont représenté dans la (Figure IV.25) après et avant dépassé le seuil



```
COM4
12:15:53.350 -> Humidity: 48.10%  Temperature: 29.10 C
12:15:53.385 -> Humidity: 48.10%  Temperature: 29.10 C
12:15:53.455 -> Humidity: 48.10%  Temperature: 29.10 C
```



```
COM4
12:16:40.259 -> Humidity: 46.40%  Temperature: 30.80 C
12:16:40.329 -> Humidity: 46.40%  Temperature: 30.80 C
12:16:40.364 -> Humidity: 46.40%  Temperature: 30.80 C
```

**Figure IV.25 :** les résultats de DHT22 sur moniteur série

### IV.2.8. Test d'humidité de sol

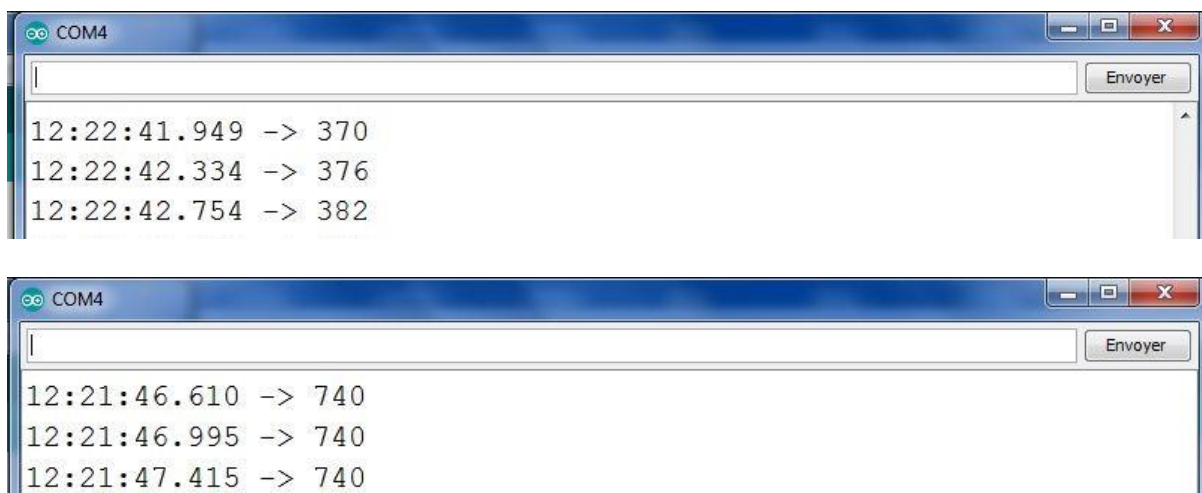
Le capteur surveille en continu l'humidité du sol et, dès qu'il détecte une sécheresse excessive, il envoie un signal à un contrôleur. Cette dernière active alors une pompe à eau, qui arrose le sol jusqu'à ce que l'humidité retourne à un niveau acceptable. Ce processus assure que le sol reste toujours suffisamment humide pour les plantes

(Figure IV.26) représenté le pompage d'eau lorsque le capteur détecte le manque d'eau dans le jardin



**Figure IV.26 :** le pompage d'eau lorsque le capteur détecte un manque

(Figure IV.27) représenté les résultats afficher sur moniteur sérié



**Figure IV.27 :** les résultats de test H\_SOL sur moniteur sérié

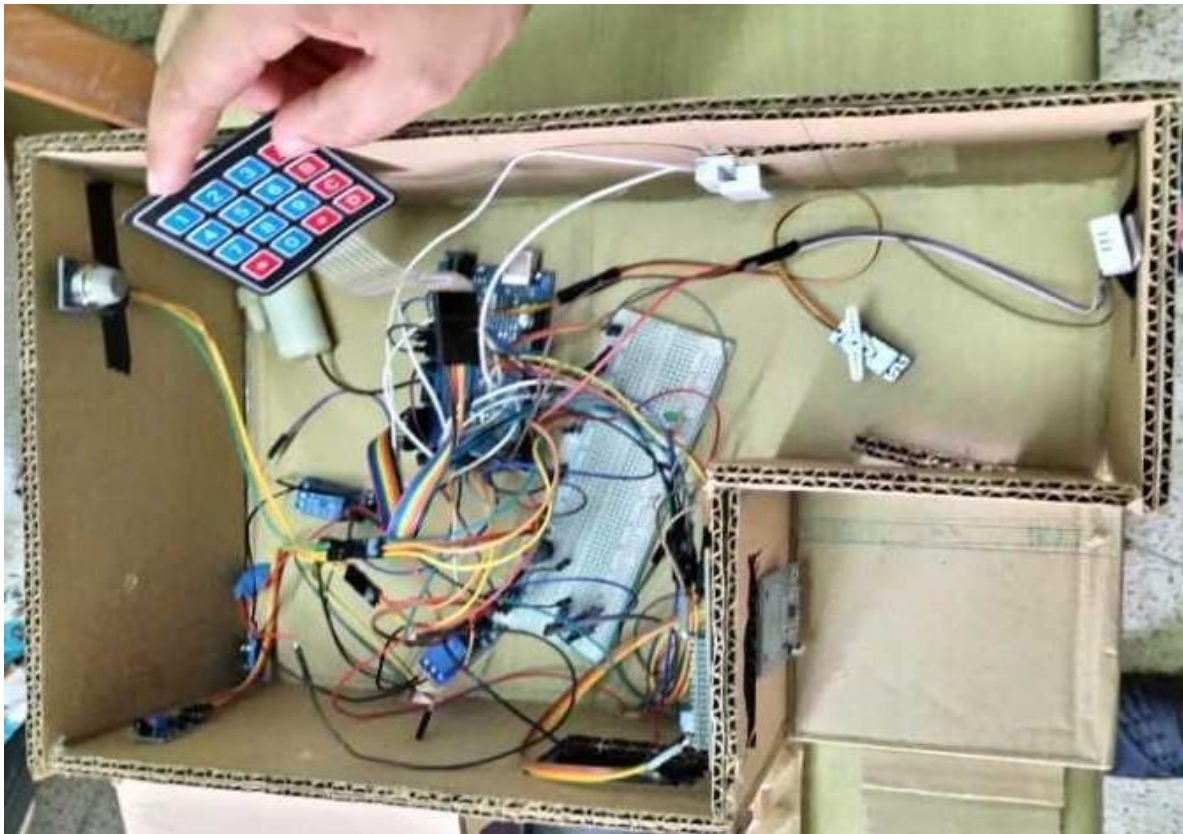
### IV.3. La maquette finale :

La maquette que nous avons réalisée et représenté dans la (Figure IV.28)



**Figure IV.28** : la maquette finale

La réalisation câblée à l'intérieur de la maquette et représenté dans la (Figure IV.29)



**Figure IV.29** : les branchements finals de la maquette à l'intérieur

#### **IV.4. Conclusion :**

La réalisation et les tests de la centrale d'alarme à base d'Arduino Mega ont été concluants. Le système développé répond aux exigences de sécurité et de fiabilité attendues pour une application domestique ou commerciale. Cette centrale d'alarme offre une solution économique et flexible, facile à personnaliser selon les besoins spécifiques des utilisateurs.

Les perspectives d'amélioration incluent l'optimisation de la consommation énergétique, l'intégration de nouvelles fonctionnalités telles que la reconnaissance faciale ou l'analyse vidéo, et l'amélioration de l'interface utilisateur pour une gestion plus intuitive

# CONCLUSION GENERALE

L'élaboration de ce mémoire de fin d'études sur la réalisation d'une centrale d'alarme à base d'Arduino a permis de démontrer la puissance et la flexibilité de l'Internet des objets (IoT) appliquée au domaine de la sécurité. À travers ce projet, nous avons réussi à concevoir, développer et tester un système de sécurité innovant, modulaire et économique.

En intégrant une carte Arduino avec une variété de capteurs et de modules de communication, nous avons montré qu'il est possible de créer un système de sécurité performant, sans nécessiter des ressources financières importantes. Le choix d'Arduino s'est avéré judicieux grâce à sa simplicité d'utilisation, sa large communauté de support et son coût réduit, rendant notre solution accessible à un large public.

Les tests réalisés sur la centrale d'alarme ont validé son efficacité et sa robustesse. Ces essais ont permis de vérifier le bon fonctionnement des différents composants et modules, ainsi que la capacité du système à détecter et à réagir aux intrusions de manière fiable. Bien que les résultats soient positifs, ils ont également mis en lumière certaines améliorations potentielles pour optimiser encore davantage les performances du système, telles que l'intégration de technologies de communication plus avancées ou l'amélioration de la gestion de l'alimentation pour une autonomie accrue.

Ce projet a également été une opportunité pour approfondir nos connaissances en électronique, en programmation et en systèmes embarqués. Il a mis en évidence les défis techniques et les solutions possibles dans la conception de systèmes IoT, nous offrant une expérience pratique précieuse et concrète.

En conclusion, la réalisation de cette centrale d'alarme basée sur Arduino témoigne du potentiel immense des technologies IoT pour créer des solutions de sécurité innovantes et accessibles. Notre travail fournit une base solide pour des développements futurs, en incitant à explorer davantage les applications de l'IoT dans divers domaines. Cette expérience enrichissante ouvre des perspectives prometteuses pour des innovations technologiques continues, en réponse aux besoins croissants de sécurité dans un monde de plus en plus connecté.



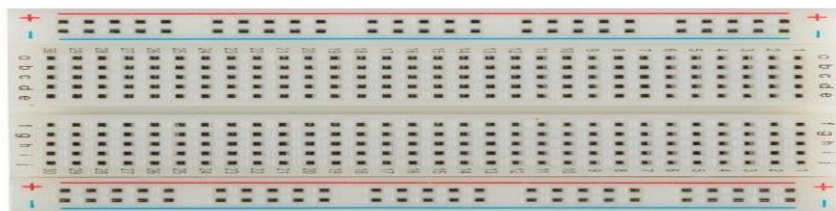
# **Annexes**

### Annexes 1 : plaque d'essai

La plaque d'essai est un outil très pratique qui permet aux scientifiques et aux techniciens de réaliser des tests et des expériences. Elle est composée d'une surface plane et d'un système de fixation qui permet de maintenir des échantillons et des instruments en place.

Une plaque d'essai, aussi connue comme breadboard ou proto-board, est un tableau composé d'orifices électriquement connectés entre eux de façon interne. Sur cette plaque on peut insérer les éléments électroniques et les fils pour le montage et prototypage de circuits électroniques

Cette Figure (Figure 22) représente une plaque d'essai électronique



**Figure 22 :** plaque d'essai électronique

### Annexes 2 : les résistances

La résistance est une mesure de l'opposition appliquée au courant dans un circuit électrique. La résistance est mesurée en ohms, dont l'unité est symbolisée par la lettre grecque oméga ( $\Omega$ )

La résistance, au moment où elle est traversée par le courant, connaît une collision entre les charges électriques (électrons ou ions) avec les atomes du conducteur. Cette collision convertit son énergie cinétique en chaleur. Autrement dit, l'effet du passage du courant dans le conducteur est son échauffement.

Une résistance est un composant électrique qui réduit le passage du courant dans un circuit électrique

Figure (Figure 23) représente des résistances



**Figure 23 :** les résistances

### **Annexes 3 :** les led

C'est une diode électroluminescente, appelée le plus souvent sous l'anglicisme LED (Light-Emitting Diode), composant électronique émettant de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. Une LED ne possède pas de filament qui chauffe à la manière d'une ampoule incandescente.

Une diode électroluminescente, plus connue sous l'appellation Del ou Led (light-emitting diode), désigne un composant optoélectronique qui permet l'émission de lumière monochromatique.

Cette figure (figure 24) représente des led



**Figure 24 :** les led

### **Annexes 3 :** les batteries

Une batterie est une source d'énergie électrique portable généralement utilisée dans une variété d'appareils électroniques. Elle est nommée d'après sa tension nominale de 9 volts, qui est la différence de potentiel électrique entre ses bornes positive et négative. Les batteries 9V sont souvent utilisées dans les dispositifs électroniques compacts tels que les télécommandes, les détecteurs de fumée, les jouets, les instruments de musique électroniques et bien d'autres. Elles sont généralement constituées de six cellules électrochimiques reliées en série pour fournir la tension nominale de 9 volts. Les types de cellules utilisées peuvent varier, mais les batteries 9V sont souvent disponibles en versions alcalines, au lithium ou rechargeables

On a utilisé la batterie pour éviter la charge sur la carte arduino et de ne pas crier bug dans le système

La figure (Figure 25) présente des exemples de batterie



Figure 25 : Batterie 9V



REFERENCE

Bibliographique

- [1] Christophe Baland, Damien Cauquil, Thomas Gayet, Julia Juvigny, Renaud Lipchitz, Nha-Khanh Nguyen , la sécurité de l'Internet des Objets, livre blanc.
- [2] Yacine Challal. Sécurité de l'Internet des Objets : vers une approche cognitive et systémique. Réseaux et télécommunications [cs.NI]. Université de Technologie de Compiègne, 2012
- [3] Imad Saleh Laboratoire Paragraphe, Université Paris 8. Internet des Objets (IdO) : Concepts, Enjeux, Défis et Perspectives
- [4] <https://fr.scribd.com/doc/47361726/Les-Objets-Intelligents-Veille-Technologique>
- [5] <https://laradioactivite.com/articles/le-phenomene/lacaptureelectronique-2>
- [6] <https://www.picomto.com/m2m-et-iot-quelle-est-la-difference>
- [7] Dave Evans, Livre blanc : L'Internet des Objets, Comment l'évolution actuelle d'Internet transforme-t-elle le monde ?
- [8] <http://www.smartgrids-cre.fr/index.php?p=objets-connectes-technologies>
- [9] [https://www.google.com/search?q=debit+de+la+zigbee+en+mbit/s&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwixszKgvPiAhXJKewKHV8PCggQ\\_AUIECgB&biw=1242&bih=524#imgre=qCEYEmM\\_MB7iEM](https://www.google.com/search?q=debit+de+la+zigbee+en+mbit/s&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwixszKgvPiAhXJKewKHV8PCggQ_AUIECgB&biw=1242&bih=524#imgre=qCEYEmM_MB7iEM):
- [10] <https://www.arduino.cc/>
- [11] <https://www.arduino.cc/reference/fr/>
- [12] <https://www.application-iot.fr/glossaire/capteur-tout-ou-rien-ou-capteur-tor/>
- [13] <https://www.maxicours.com/se/cours/les-grandes-familles-de-capteurs/>
- [14] <https://fr.norton.com/blog/privacy/fingerprinting>
- [15] <https://www.gotronic.fr/art-capteur-de-gaz-mq2-sen0127-22964.htm>
- [16] <https://www.crowcon.com/fr/blog/what-is-a-flame-detector-and-how-does-it-work/>
- [17] Jean- Noël, « livret Arduino en français » , centre de ressources art sensitif
- [18] Le grand livre d'Arduino
- [19] <https://locoduino.org/spip.php?article57>

- [20] <https://www.lextronic.fr/carte-arduino-mega-2560-rev3-a000067-2986.html#:~:text=L'Arduino%20Mega%202560%20et,%C3%A0%20l'Arduino%20Uno%20328.>
- [21] <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/capteur/13016#:~:text=Organe%20qui%20%C3%A9labore%2C%20%C3%A0%20partir,de%20mesure%20ou%20de%20commande.>
- [22] <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/archives-th12/archives-environnement-tiag0/archive-1/microcapteurs-chimiques-en-micropoutres-silicium-pour-regime-dynamique-in84/domaines-d-applications-potentiels-des-capteurs-chimiques-en-milieu-gazeux-in84niv10001.html>
- [23] [Wessel-Bothe, Weihermüller \(2020\): Field Measurement Methods in Soil Science \[archive\]](#) : Guide pratique en anglais des mesures du sol explique les principes de fonctionnement des différents types de capteurs d'humidité (indépendamment du fabricant), leur précision, les domaines d'application et la manière dont ces capteurs sont installés, ainsi que les subtilités des données ainsi obtenues. Traite également d'autres paramètres du sol liés aux cultures
- [24] [Union Internationale des Télécommunications \[archive\]](#), Mise en œuvre des capacités des systèmes 3G dans les pays en développement.
- [25] « détecteur de position à l'aide de GPS et GSM » université SAAD DAHLAB de BLIDA (1), licence académique en télécommunication ,2016/2017
- [26] <https://chatgpt.com/?oai-dm=1>