



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique  
جامعة وهران 2 محمد بن أحمد  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
معهد الصيانة والأمن الصناعي  
Institut de Maintenance et de Sécurité Industrielle



**Département de Maintenance en Instrumentation Industrielle**

**Filière : Génie Industriel**

**Spécialité : Ingénierie de la Maintenance en Instrumentation**

## Thème

# Maison intelligente IOT

**Présenté et soutenu publiquement par :**

**HASSAIN ABDERRAHMANE**

**ADDA RANIA**

**Devant le jury composé de :**

<b>Nom et Prénom</b>	<b>Grade</b>	<b>Etablissement</b>	<b>Qualité</b>
ROUAN SERIK Mehdi	MCA	Univ Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.	<b>Président</b>
HASSINI Abdelatif	Professeur	Univ Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.	<b>Encadreur</b>
GUENDOZ Djilaliya	Professeur	Univ Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.	<b>Examineur</b>

**2023-2024**

# Sommaire

Sommaire .....	2
Résumé .....	3
Remerciment .....	10
Introduction General .....	16
<b>I. CHAPITRE 01 : Internet des objets (IDO).....</b>	<b>17</b>
<b>II. Internet des objets (IDO) .....</b>	<b>18</b>
<b>II.1. Introduction .....</b>	<b>18</b>
<b>II.2. Définition.....</b>	<b>19</b>
<b>II.3. Historique .....</b>	<b>20</b>
<b>II.4. Fonctionnement .....</b>	<b>20</b>
<b>II.5. Caractéristiques .....</b>	<b>21</b>
<b>II.6. Domaine d’application de l’internet des objets .....</b>	<b>25</b>
<b>II.7. Les composants de l’internet des objets.....</b>	<b>25</b>
<b>II.8. Les avantages et les inconvénients de l’Internet des objets .....</b>	<b>26</b>
<b>II.9. Internet des objets et Intelligence artificielle .....</b>	<b>28</b>
<b>I2. Industriel Internet des objets (IIDO) .....</b>	<b>28</b>
<b>I2.1. Définition.....</b>	<b>28</b>
<b>I2.2. Fonctionnement de la technologie IIDO .....</b>	<b>29</b>
<b>I.1. La différence entre l’IIDO et l’IDO .....</b>	<b>30</b>
<b>I.2. Conclusion .....</b>	<b>30</b>
<b>II. CHAPITRE 2 : La domotique et maison intelligente .....</b>	<b>31</b>
<b>III. Introduction.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2. Domotique.....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.1. Définition de la domotique .....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.2. Historique de la domotique .....</b>	<b>32</b>
<b>II.2.3. Structure d’un système domotique .....</b>	<b>33</b>
<b>II.2.3.1. CPU (The Central Processing Unit).....</b>	<b>33</b>
<b>II.2.3.2. Les capteurs.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.3.3. Les actionneurs.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.4. Les domaines d’application de la domotique.....</b>	<b>35</b>

<b>II25</b>	<b>Les protocoles de la domotique .....</b>	<b>37</b>
<b>II251</b>	<b>    Les protocoles à courte portée .....</b>	<b>37</b>
<b>II252</b>	<b>    Les protocoles à longues portée .....</b>	<b>39</b>
<b>II26</b>	<b>Les avantages et les inconvénients de la domotique .....</b>	<b>41</b>
<b>II261</b>	<b>    Les avantages.....</b>	<b>41</b>
<b>II262</b>	<b>    Les inconvénients .....</b>	<b>43</b>
<b>II3</b>	<b>Maison intelligente.....</b>	<b>44</b>
<b>II31</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>44</b>
<b>II32</b>	<b>Définition .....</b>	<b>44</b>
<b>II33</b>	<b>Les critères de la maison intelligente .....</b>	<b>44</b>
<b>II34</b>	<b>Les fonctionnalités des maisons intelligents.....</b>	<b>45</b>
<b>II341</b>	<b>    Gestion de l'énergie.....</b>	<b>45</b>
<b>II342</b>	<b>    Systèmes de chauffage.....</b>	<b>46</b>
<b>II343</b>	<b>    L'éclairage intelligent et leur produit .....</b>	<b>47</b>
<b>II344</b>	<b>    Système d'alarme et caméras de surveillance .....</b>	<b>49</b>
<b>II345</b>	<b>    Le contrôle de la température.....</b>	<b>51</b>
<b>II346</b>	<b>    Le contrôle d'air et d'humidité.....</b>	<b>52</b>
<b>II35</b>	<b>Les problèmes de la maison intelligentes .....</b>	<b>53</b>
<b>II36</b>	<b>Les avantages de la maison intelligente .....</b>	<b>53</b>
<b>II37</b>	<b>Maintenir votre maison connectée .....</b>	<b>55</b>
<b>II38</b>	<b>Améliorer votre maison connectée .....</b>	<b>55</b>
<b>II4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>56</b>
<b>III</b>	<b>Chapitre 3 : Matériels et logiciels du projet.....</b>	<b>57</b>
<b>III1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>58</b>
<b>III2</b>	<b>Les cartes .....</b>	<b>58</b>
<b>III21</b>	<b>    ArduinoUNO .....</b>	<b>58</b>
<b>III211</b>	<b>        Définition.....</b>	<b>58</b>
<b>III212</b>	<b>        La fiche technique .....</b>	<b>59</b>
<b>III213</b>	<b>        Fonctionnement.....</b>	<b>60</b>
<b>III214</b>	<b>        Architecture.....</b>	<b>61</b>
<b>III22</b>	<b>    Arduino MEGA .....</b>	<b>62</b>

<b>III221</b>	<b>Définition.....</b>	<b>62</b>
<b>III222</b>	<b>La fiche technique.....</b>	<b>62</b>
<b>III223</b>	<b>Fonctionnement.....</b>	<b>63</b>
<b>III.2.3</b>	<b>ESP8266.....</b>	<b>63</b>
<b>III.2.3.1.</b>	<b>Définition.....</b>	<b>63</b>
<b>III.2.3.2.</b>	<b>La fiche technique.....</b>	<b>64</b>
<b>III.2.3.3.</b>	<b>Fonctionnement.....</b>	<b>64</b>
<b>III3</b>	<b>Les capteurs.....</b>	<b>65</b>
<b>III31</b>	<b>Capteur de gaz MQ135.....</b>	<b>65</b>
<b>III311</b>	<b>Description.....</b>	<b>65</b>
<b>III312</b>	<b>Caractéristique technique du capteur de gaz.....</b>	<b>65</b>
<b>III313</b>	<b>Fiche technique.....</b>	<b>66</b>
<b>III314</b>	<b>Domaine d'utilisation.....</b>	<b>66</b>
<b>III32</b>	<b>Capteur de mouvement PIR SR-501.....</b>	<b>67</b>
<b>III321</b>	<b>Description.....</b>	<b>67</b>
<b>III322</b>	<b>Les caractéristiques techniques.....</b>	<b>68</b>
<b>III323</b>	<b>Utilisation.....</b>	<b>68</b>
<b>III33</b>	<b>Identification par radio fréquence RFID RC522.....</b>	<b>69</b>
<b>III331</b>	<b>Description.....</b>	<b>69</b>
<b>III332</b>	<b>Caractéristiques RFID RC522 Arduino.....</b>	<b>69</b>
<b>III34</b>	<b>Capteur de température et humidité DH11... ..</b>	<b>70</b>
<b>III341</b>	<b>Description.....</b>	<b>70</b>
<b>III342</b>	<b>Les caractéristiques techniques.....</b>	<b>70</b>
<b>III343</b>	<b>Domaine d'utilisation.....</b>	<b>71</b>
<b>III4</b>	<b>Les équipements.....</b>	<b>72</b>
<b>III41</b>	<b>Relais.....</b>	<b>72</b>
<b>III411</b>	<b>Description.....</b>	<b>72</b>
<b>III412</b>	<b>Caractéristique.....</b>	<b>73</b>
<b>III413</b>	<b>Domaine d'application.....</b>	<b>73</b>
<b>III42</b>	<b>Les piles.....</b>	<b>74</b>
<b>III421</b>	<b>Description.....</b>	<b>74</b>
<b>III422</b>	<b>Caractéristique.....</b>	<b>74</b>

<b>III43</b>	<b>Ventilateur .....</b>	<b>74</b>
<b>III431</b>	<b>Description .....</b>	<b>74</b>
<b>III432</b>	<b>Caractéristique de modèle .....</b>	<b>74</b>
<b>III433</b>	<b>Domaine d'utilisation .....</b>	<b>75</b>
<b>III44</b>	<b>Servomoteur Mini TowerPro SG90 9G.....</b>	<b>75</b>
<b>III441</b>	<b>Description .....</b>	<b>75</b>
<b>III442</b>	<b>Caractéristiques techniques.....</b>	<b>75</b>
<b>III443</b>	<b>Fonctionnement.....</b>	<b>75</b>
<b>III45</b>	<b>Panneau Solaire .....</b>	<b>75</b>
<b>III451</b>	<b>Description .....</b>	<b>75</b>
<b>III452</b>	<b>Fiche technique.....</b>	<b>77</b>
<b>III46</b>	<b>Serrure électromagnétique .....</b>	<b>77</b>
<b>III461</b>	<b>Description .....</b>	<b>77</b>
<b>III462</b>	<b>Fiche technique.....</b>	<b>78</b>
<b>III47</b>	<b>Afficheur LCD .....</b>	<b>78</b>
<b>III471</b>	<b>Description .....</b>	<b>78</b>
<b>III472</b>	<b>Caractéristiques.....</b>	<b>78</b>
<b>III48</b>	<b>Buzzer .....</b>	<b>79</b>
<b>III49</b>	<b>Plaque d'essai .....</b>	<b>80</b>
<b>III410</b>	<b>LED .....</b>	<b>80</b>
<b>III411</b>	<b>Câbles .....</b>	<b>81</b>
<b>III5</b>	<b>Les logiciels .....</b>	<b>81</b>
<b>III51</b>	<b>Arduino IDE .....</b>	<b>81</b>
<b>..III.5.2.</b>	<b>Fritzing .....</b>	<b>83</b>
<b>III.5.3.</b>	<b>Application mobile Remote XY.....</b>	<b>83</b>
<b>III6</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>84</b>
<b>IV.</b>	<b>Chapitre 04 : Conception et Réalisation du projet .....</b>	<b>85</b>
<b>IV1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>86</b>
<b>IV2</b>	<b>Les systèmes à réaliser.....</b>	<b>86</b>
<b>IV21</b>	<b>Système d'accès intelligent de porte principale .....</b>	<b>86</b>
<b>IV211</b>	<b>Définition du ce système.....</b>	<b>86</b>
<b>IV212</b>	<b>Schéma et conception du système .....</b>	<b>87</b>

<b>IV213</b>	<b>Organigramme de ce système .....</b>	<b>90</b>
<b>IV22</b>	<b>Détection de fuite de gaz.....</b>	<b>91</b>
<b>IV221</b>	<b>Définition de ce système .....</b>	<b>91</b>
<b>IV222</b>	<b>Schéma et conception du système .....</b>	<b>92</b>
<b>IV223</b>	<b>Organigramme de ce système .....</b>	<b>94</b>
<b>IV23</b>	<b>Eclairage intelligent.....</b>	<b>95</b>
<b>IV231</b>	<b>Définition de ce système .....</b>	<b>95</b>
<b>IV232</b>	<b>Schéma et conception du système .....</b>	<b>96</b>
<b>IV233</b>	<b>Organigramme de ce système .....</b>	<b>98</b>
<b>IV24</b>	<b>Climatisation et affichage de température et humidité.....</b>	<b>99</b>
<b>IV241</b>	<b>Définition de ce système .....</b>	<b>99</b>
<b>IV242</b>	<b>Schéma et conception du système .....</b>	<b>100</b>
<b>IV243</b>	<b>Organigramme de ce système .....</b>	<b>103</b>
<b>IV25</b>	<b>Alimentation par un panneau solaire.....</b>	<b>104</b>
<b>IV251</b>	<b>Définition de ce système .....</b>	<b>104</b>
<b>IV252</b>	<b>Schéma et conception du système .....</b>	<b>105</b>
<b>IV253</b>	<b>Organigramme de ce système .....</b>	<b>106</b>
<b>IV3</b>	<b>Schéma globale et conception du projet Maison intelligente.....</b>	<b>106</b>
<b>IV31</b>	<b>Description de projet.....</b>	<b>106</b>
<b>IV32</b>	<b>Organigramme générale de projet.....</b>	<b>108</b>
<b>IV33</b>	<b>Fabrication de la maison .....</b>	<b>109</b>
<b>IV331</b>	<b>Structure de la maison .....</b>	<b>109</b>
<b>IV332</b>	<b>Composants utilisées et leurs positions.....</b>	<b>110</b>
<b>IV333</b>	<b>Prototype de la maison.....</b>	<b>110</b>
<b>IV334</b>	<b>Présentation d'interfaces application remote XY .....</b>	<b>111</b>
<b>IV4</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>115</b>
	<b>Conclusion général.....</b>	<b>116</b>

## **RESUME**

Le but principal de ce mémoire de master académique est de concevoir et de mettre en œuvre un modèle d'une maison connectée intelligente à un coût minimal. La réalisation sera réalisée en utilisant la carte Arduino. Plusieurs systèmes sont inclus dans cette maison afin de rendre la vie plus agréable et d'optimiser l'énergie électrique en rechargeant les batteries à l'aide d'un panneau solaire. La maison bénéficie d'une grande sécurité et peut être supervisée. Ils peuvent être accédés en utilisant la norme RFID (Radio Frequency Identification) et en utilisant la climatisation et l'affichage de température et d'humidité par LCD. Les fuites de gaz entraîneront de nombreux dommages, c'est pourquoi un système complet de détection a été mis en place en utilisant le capteur MQ135. Le confort est toujours privilégié dans la maison.

## **ABSTRACT**

The main aim of this academic master's thesis is to design and implement a model of a smart connected home at minimal cost. The realization will be carried out using the Arduino board. Several systems are included in this house to make life more pleasant and optimize electrical energy by recharging batteries using a solar panel. The house is highly secure and can be supervised. They can be accessed using the RFID (Radio Frequency Identification) standard, as well as air-conditioning and LCD temperature and humidity displays. Gas leaks will cause a lot of damage, which is why a complete detection system has been set up using the MQ135 sensor. Comfort is always a priority in the home.

الملخص

# Dédicaces

*Last but not least, I want to thank me for believing in me.*

*I want to thank me for being a giver and trying to give more than I receive.*

*A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,*

*A mes chères sœurs **ISMAHEN** et **IMAN** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A mes chers frères **ISLAM** et **YOUNES**, je les remercie pour leur présence car ils sont la source de mon bonheur,*

*A ma chère tante **RAHMA** aucun langage ne saurait exprimer mon respect et ma considération pour votre soutien financier et morale. Que dieu le tout puissant vous garde toi et toute ta famille.*

*À mon binôme, **HASSAIN ABDERRAHMANE** compagnon de route et complice de chaque instant : ta présence illumine mes journées et rend chaque défi surmontable. Ensemble, nous traçons notre chemin, tissant des souvenirs précieux qui resteront gravés à jamais dans le livre de nos vies.*

**ADDA RANIA**

# Dédicaces

*A ma très chère mère Quoi que je fasse ou que je dise, je ne saurai point te remercier comme il se doit. Ton affection me couvre, ta bienveillance me guide et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles.*

*A mon très cher père Tu as toujours été à mes côtés pour me soutenir et m'encourager. Que ce travail traduit ma gratitude et mon affection.*

*A mes très chers frères **MOUHAMED** et **AMINA** et **IKRAM** et Puisse Dieu vous donne sante, bonheur, courage et surtout réussite.*

*A mes adorables nièces **AMANI** et **MALAK** et **MARAM** que chaque jour de votre vie soit rempli de rires, d'aventures et découvertes. Que vous grandissiez avec le cœur plein de joie, entourées de ceux qui vous aiment profondément.*

*À mon binôme, **ADDA RANIA** j'ai passé l'une des meilleures années durant mon cursus universitaire avec toi. Ce fut un plaisir de mettre fin avec vous à la dure lutte de mes années universitaires. Vous avez été le meilleur partenaire durant ces années. Nous avons partagé les bons moments et les tristes*

*And don't forget if you die fighting for your dreams, that's fine keep fighting*

**Hassain Abderrahmane**

## **Remerciements**

*Avant d'entrer profondément dans le vif du sujet, nous tenons à remercier toutes ces personnes qui d'une manière ou d'une autre a cru en nous et nous ont accompagnés dans cette aventure.*

*Nous exprimons notre gratitude envers **le Professeur Hassini Abdellatif** pour sa patience et son sens de l'écoute qui nous ont permis de surmonter la peur et D'affronter courageusement cette étape importante de notre cursus.*

*Merci au directeur de notre institut et le chef département et tout le personnel administratif.*

*Nous sommes également reconnaissant envers les membres de jury qui ont tout de suite accepté de corriger ce travail et de le mettre en forme selon les règles de l'art.*

*Merci à nos familles, frères et amis pour le soutien moral et émotionnel reçu depuis plusieurs mois.*

*Nous ne saurons terminer sans remercier toutes ces personnes que nous n'avons pas pu mentionner et qui de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce travail.*

# Liste des figures :

## Chapitre 1 :

Figure 01 : Une nouvelle dimension pour l'IdO

Figure 02 : Fonctionnement d'un écosystème IOT

## Chapitre 02 :

Figure 01 : Structure d'un système domotique

Figure 02 : les capteurs

Figure 03 : les actionneurs

Figure 04 : Le pilotage à distance

Figure 05 : La gestion de l'énergie dans L'Europe

Figure 06 : les types de modules IoT

Figure 07 : Le réseau zigbee

Figure 08 : LoRaWAN star network technology

## Chapitre 03 :

Figure 01 : Arduino UNO

Figure 02 : La fiche technique Arduino UNO

Figure 03 : Exemple d'un fonctionnement Arduino UNO avec un moteur pas à pas

Figure 04 : Architecture de l'Arduino UNO

Figure 05 : Arduino MEGA

Figure 06 : Brochage de l'Arduino MEGA

Figure 07 : Brochage de NodeMCU ESP8266

Figure 08 : NodeMCU ESP8266

Figure 09 : capteur de gaz MQ135

Figure 10 : Architecture du capteur de gaz MQ135

Figure 11 : Capteur de mouvement PIR SR-501

Figure 12 : Les caractéristiques technique du capteur PIR

Figure 13 : RFID RC 522

Figure 14 : Capteur température et d'humidité

Figure 15 : Les caractéristiques technique du capteur DHT11

Figure 16 : Module relais 4 chaines 5V

Figure 17 : Les caractéristiques du relais

Figure 18 : Pile au lithium 18650

Figure 19 : Mini ventilateur

Figure 20 : Servomoteur Mini TowerPro

Figure 21 : Datasheet de servomoteur Mini Tower Pro

Figure 22 : Panneau solaire

Figure 23 : Serrure électromagnétique

Figure 24 : Afficheur LCD

Figure 25 : Buzzer

Figure 26 : Plaque d'essai

Figure 27 : LED

Figure 28 : Câbles

Figure 29 : Arduino IDE LOGO

Figure 30 : Les fenêtres principales de l'IDE

Figure 31: logiciel fritzing logo

Figure 32: LOGO Application remote XY

#### **CHAPITRE 04 :**

Figure 01 : Réalisation système d'accès intelligent de porte principale

Figure 02 : Montage d'une carte Arduino avec RFID RC522

Figure 03 : Organigramme de fonctionnement du système accès intelligent Figure 04 :

Réalisation de système détection de gaz.

Figure 05 : Montage globale du système détection de gaz

Figure 06 : Organigramme du système détection de gaz.

Figure 07 : Réalisation de système éclairage intelligente.

Figure 08 : Montage d'éclairage intelligent dans la maison intelligente

Figure 09 : Organigramme d'éclairage intelligent.

Figure 10 : réalisation de système climatisation et affichage de température et humidité.

Figure 11 : Montage de ce système climatisation et affichage de température et humidité.

Figure 12 : organigramme de ce système température et humidité.

Figure 13 : réalisation de système alimentation par panneau solaire.

Figure 14 : Montage d'un système d'alimentation par un panneau solaire.

Figure 15 : Organigramme d'alimentation solaire.

Figure 16 : Montage globale de notre maison intelligente.

Figure 17 : Organigramme globale de projet.

Figure 18 : illustration de la maquette utilisée dans le projet.

Figure 19 : La maquette utilisé dans le projet.

Figure 20 : La maison intelligente dotée d'équipements.

Figure 21 : La page d'identification.

Figure 22 : Le menu de l'application.

Figure 23: Les pièces de la maison.

Figure 24 : Le seuil de tolérance de gaz.

Figure 25 : La climatisation dans la maison.

Figure 26 : La page d'accueil.

Figure 27 : Les paramètres.

### **Liste des tableaux :**

Tableau 01 : Les composants de l'IDO

Tableau 02 : Comparaison entre l'IDO et IA

Tableau 03 : Comparaison entre l'IDO et l'IIDO

# Abréviations

**IOT:** internet of things

**IIOT:** industrial internet of things

**IDO :** internet des objets

**IIDO :** industriel internet des objets

**ITU :** l'International Télécommunication Union

**IoT-GSI :** infrastructure mondiale au service de la société de l'information

**HTTP:** Hypertext Transfer Protocol

**COAP:** Constrained Application Protocol

**CERP-IoT :** Cluster des projets européens de recherche sur l'Internet des Objets

**M2M:** machine to machine

**IA:** intelligence artificielle

**ERP :** entreprise ressources planning

**CPU :** central processeur unit

**GND:** ground

**VCC:** Voice call continuity

**PIR:** passive infrared sensor

**NH3:** L'ammoniac

**CO:** monoxide de Carbone

**SO2:** Dioxyde de soufre

**MOS:** Metal oxide semiconductor

**H2S:** Hydrogène sulfuré

**NO2:** Dioxyde d'azot

**TTL :** temps de vie

**IDE :** Environnement de Développement Intégré

**RFID :** Identification par radiofréquence

**SPI:** Serial Peripheral Interface

## Introduction Générale

Le progrès et l'évolution dans le monde de l'électronique ainsi que dans le domaine de la technologie ont donné naissance à l'internet des objets (Internet Of Things IoT), ces derniers sont capables de communiquer entre eux, d'apprendre et s'adapter à leur environnement d'utilisation, et cela toujours dans l'optique d'améliorer le niveau de vie et de satisfaire les besoins du quotidien.

Cette avancée technologique que l'on retrouve dans de multiples domaines résulte de la propagation de moyens de communications, avec des composants de plus en plus petits et faciles à utiliser et grâce aux systèmes embarqués à faible coût, ainsi que la disponibilité des plateformes open source, ce qui a attiré l'attention des experts et passionnés, a titillé la curiosité des amateurs et les a poussés à créer des projets, développer des idées et mettre au point des langages de programmations pour offrir une large diversité .

Parmi les domaines d'utilisation de l'internet des objets, on peut citer la domotique ; ces nouvelles habitations dites intelligentes, qui ont pour principes d'établir une liaison entre les appareils et permettre la communication de ces derniers avec l'utilisateur, dans le but de rendre la vie facile aux occupants de ces logements, et cela dans différents aspects. Ce genre de maisons profitent beaucoup plus aux personnes âgées et à mobilité réduite pour tous les avantages qu'elles proposent à savoir : l'assistance, la sécurité des habitants et des biens, la réduction de la consommation d'énergie et enfin le confort et la tranquillité. En utilisant une télécommande ou bien un smartphone/tablette on arrive à contrôler l'ouverture et fermeture des fenêtres/volets, verrouiller les portes, allumer ou éteindre les lumières ou la télévision, réguler la température de la chaudière ou du système de climatisation, tous cela en un seul clic.

Dans le cadre de notre formation de Master en maintenance en instrumentation, notre projet de fin de cursus universitaire a pour but la réalisation d'une maison intelligente réduite basée sur des cartes Arduino embarquées. La maquette comptera cinq différents scénarios : un système intelligent basé sur la reconnaissance faciale pour l'ouverture automatique des portes, un éclairage intelligent intérieur et extérieure, la détection de fumée et de gaz enfin un système d'énergie renouvelable avec les panneaux solaire polycristallin ainsi que la conception d'une application Android pour gérer ce système.

Notre mémoire regroupe quatre chapitres, dans les trois premiers nous définirons les systèmes intégrés dans la maison intelligente, avec le matériel utilisé et les différentes technologies pour concevoir ces maisons.

Le quatrième chapitre traitera la réalisation finale de notre projet avec le système embarqué Arduino, la programmation de chaque système et également nous verrons le développement de l'application Android sur smartphone.

Enfin, nous terminerons sur une conclusion générale dans laquelle nous discuterons de nos impressions et le savoir que nous aurons acquis au terme de ce projet sans oublier d'éclairer quelques perspectives.

**I. CHAPITRE 01 : Internet des objets  
(IDO)**

### I.1. Internet des objets (IDO):

#### I.1.1. Introduction:

L'Internet des Objets (Ido) ou Internet Of Things (IoT) est une révolution numérique en cours, transformant notre manière d'interagir avec notre environnement. Au début de cette ère technologique, tous les objets, des petits appareils domestiques aux machines industrielles avancées, sont maintenant capables de se connecter à Internet, de partager des informations et de réaliser des tâches automatisées. Le lien omniprésent entre le monde physique et le monde numérique ouvre la voie à un avenir où les possibilités sont infinies.

L'Internet des objets repose sur le concept essentiel de relier des dispositifs entre eux et à Internet afin de recueillir, analyser et agir en fonction des informations produites. Cela offre non seulement la possibilité de surveiller en temps réel et de contrôler à distance, mais aussi de concevoir des services intelligents et sur mesure. Un réfrigérateur intelligent a la capacité de commander automatiquement des produits alimentaires lorsqu'ils sont épuisés, tandis que des capteurs environnementaux peuvent adapter les systèmes de chauffage et de climatisation en fonction des conditions météorologiques.

Toutefois, derrière cette garantie de praticité et d'efficacité se dissimulent également des défis importants. La multiplication des dispositifs connectés suscite des inquiétudes quant à la sécurité, à la confidentialité et à l'interopérabilité. De nos jours, les attaques cybernétiques contre les réseaux IoT sont fréquentes, mettant en danger la vie privée des personnes et la sécurité des infrastructures essentielles. En outre, l'intégration et l'interopérabilité des dispositifs IoT sont souvent complexes en raison de la variété des protocoles de communication et des plateformes.

Dans cette étude, nous examinerons en détail les divers aspects de l'Internet des objets, en soulignant ses utilisations, ses difficultés et ses conséquences. Notre étude portera sur la transformation de l'IoT dans différents domaines tels que la santé, l'agriculture, la logistique et l'industrie, tout en explorant les progrès technologiques qui y sont liés, tels que l'intelligence artificielle, l'apprentissage automatique et l'informatique en périphérie (Edge computing).

De plus, nous traiterons des enjeux éthiques et sociaux engendrés par la croissance de l'IoT, en particulier en ce qui concerne la protection de la vie privée, la sécurité et l'inclusion numérique. Enfin, nous aborderons les perspectives à venir de l'IoT, en soulignant les nouvelles opportunités ainsi que les actions à entreprendre pour surmonter les défis actuels.

Dans cette fascinante exploration de l'IoT, notre objectif est de mieux appréhender son potentiel révolutionnaire tout en repérant les méthodes pour optimiser ses bénéfices tout en réduisant ses risques. Venez nous accompagner dans cette aventure au cœur d'une révolution technologique qui influence déjà notre actualité et déterminera notre futur. I [1] .

I.1.2. Définition :

L'expression "Internet des Objets" Il n'y a pas encore de consensus sur la définition d'Ido (en anglais IoT), ce qui s'explique par la jeunesse de ce concept en constante évolution. Il y a donc autant de définitions que d'acteurs du processus de réflexion, de développement ou de normalisation de ce nouveau paradigme.

Selon l'International Télécommunication Union (ITU), le groupe de travail Internet of Things Global Standards Initiative (IoT-GSI) voit l'IoT comme une "infrastructure mondiale au service de la société de l'information" qui permet de "fournir des services évolués en connectant des objets (physiques et virtuels) grâce à l'interopérabilité des technologies de l'information et de la communication existantes ou en évolution".

Selon l'IEEE, l'IoT est défini comme un « réseau d'éléments équipés de capteurs qui sont connectés à Internet ».

Selon le CERP-IoT, qui est le Cluster des projets européens de recherche sur l'Internet des Objets, l'Internet des Objets est défini comme : « une infrastructure en constante évolution d'un réseau global ». La capacité d'autoconfiguration de ce réseau global repose sur des standards et des protocoles de communication interopérables. Les objets physiques et virtuels sont intégrés de manière transparente dans ce réseau, avec des identités, des attributs physiques, des personnalités virtuelles et des interfaces intelligentes.

L'Internet des Objets apportera une nouvelle dimension aux technologies de l'information et de la communication : en plus des deux dimensions temporelle et spatiale qui permettent aux individus 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 (Figure 1). I[2]

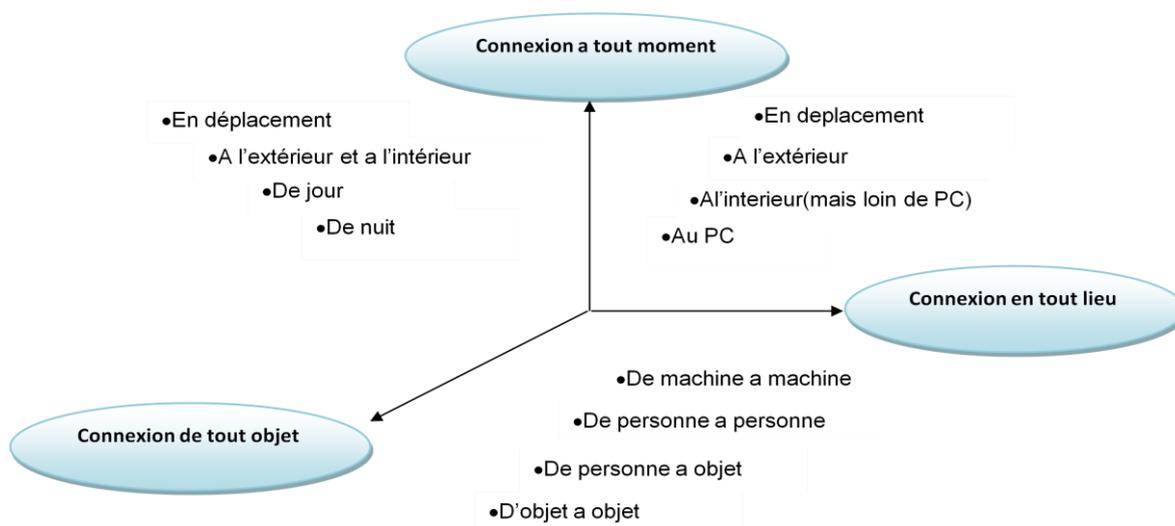


Figure I.1 : Une nouvelle dimension pour l'IdO

### I.1.3. Historique :

L'expression « Internet des Objets » a été créée en 1999. La machine à Coca-Cola, qui a été installée à l'université Carnegie Mellon dans les années 80, est le premier appareil IoT à pouvoir transmettre ses niveaux de stock via l'ARPANET. Ce concept a connu une évolution continue au fil du temps. C'est en 2010 que la volonté de l'humanité de connecter tous les appareils électroménagers à Internet a véritablement commencé à se manifester pour faciliter la vie quotidienne. Du réfrigérateur au grille-pain connecté, l'IoT a donc attaqué tous nos appareils, même s'il peut parfois être ridicule... Le quotidien est véritablement plus confortable grâce à cette innovation, qui a rapidement attiré l'attention du grand public. En 2018, une enceinte connectée était utilisée par plus de 47 millions d'Américains.

De la même manière, l'IoT permet aux Smart Cities de mieux gérer le trafic routier et la consommation d'électricité. Cela entraîne la création de villes plus plaisantes à vivre, plus respectueuses de l'environnement et plus sécurisées. Les véhicules autonomes, équipés de divers capteurs IoT pour repérer les obstacles et se localiser sur les routes, témoignent également de l'efficacité réelle de cette technologie. Ces véhicules autonomes vont améliorer la sécurité sur les routes et nous permettre de gagner un temps considérable car nous n'aurons plus besoin de conduire.

### I.1.4. Fonctionnement :

L'écosystème internet des objets intègre divers technologies et domaines de compétences. Un système IDO constitué généralement, du hardware, du software, des protocoles de communication, du Cloud et du mobile. Un système IoT se décompose en 4 fonctionnalités comme la montre la figure ci-dessous :

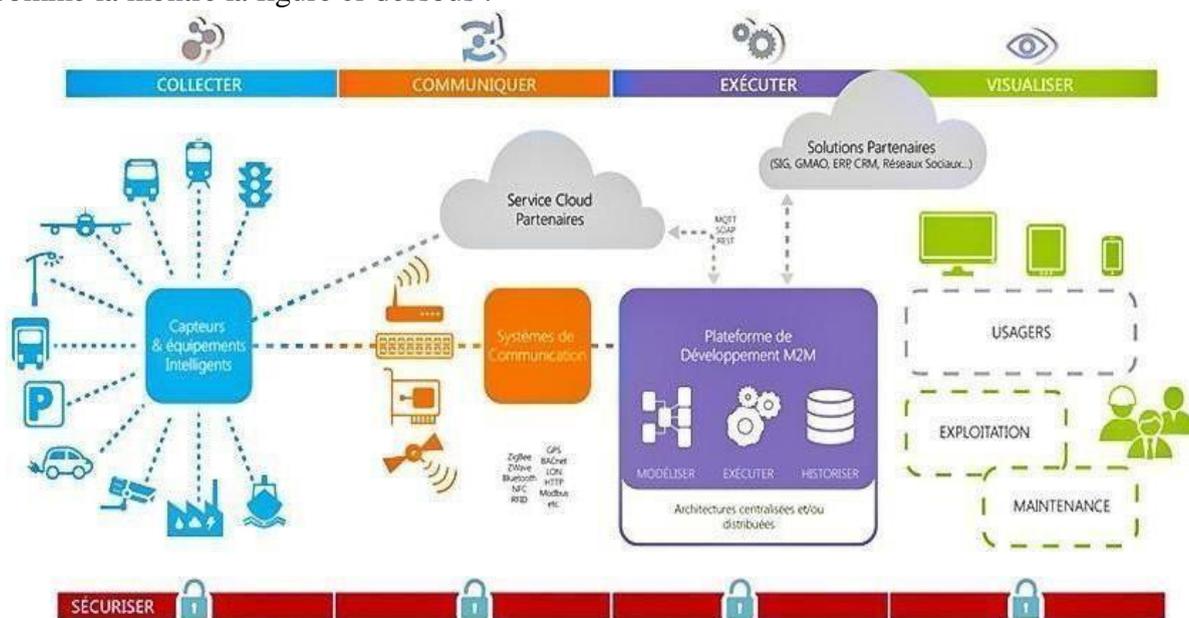


Figure I.2 : Fonctionnement d'un écosystème IOT

### ❖ **Collecter / Actionner :**

Nous sommes à la première étape en ce qui concerne les objets connectés. Les capteurs peuvent inclure des mesures de l'environnement physique telles que la température et l'humidité, ainsi que des actionneurs qui peuvent agir sur l'environnement (comme des moteurs pour fermer ou ouvrir la porte de la chambre).

De nombreux objets possèdent des capacités et des ressources matérielles indispensables pour être connectés directement à Internet. Cependant, habituellement, étant donné des limitations matérielles, les objets connectés mettent en place des protocoles de communication à faible énergie/bas débit et utilisent une Gateway pour se connecter à Internet. Il peut s'agir d'un Smartphone, d'un Arduino ou on peut classer les protocoles de communication basse énergie / bas débit en fonction de leur portée : courte (ex : BLE, NFC), moyenne (ex : Zigbee) ou longue (ex. : Sigfox et LoRa).

### ❖ **Communiquer :**

À cette étape, les données sont envoyées du réseau local vers le Cloud. Deux modèles de protocoles peuvent être distingués pour le transport de données : le modèle Publish / Subscribe qui utilise des protocoles MQTT, et le modèle REST qui utilise des protocoles tels que HTTP ou CoAP.

Exécuter : Cette étape est chargée de la conservation et du traitement des informations. À ce stade, la Plate-forme IoT, une solution Cloud, joue un rôle essentiel en connectant plusieurs objets connectés, en traitant et en stockant leurs données, en les analysant et en les présentant à travers diverses applications. Les plateformes de l'IoT offrent également la possibilité de faire interagir des objets qui utilisent des protocoles variés.

### ❖ **Visualiser :**

L'objectif de cette étape est de présenter les services des objets connectés à travers diverses applications spécifiques. En utilisant une application mobile, un utilisateur a la possibilité de communiquer avec ses objets en examinant leurs données ou en envoyant des actions vers ceux-ci. [4]

## **I.1.5. Caractéristiques :**

### ❖ **Connectivité :**

La connectivité est la première caractéristique de l'IoT. Avec la montée en puissance de l'internet des objets, la connectivité des dispositifs n'a jamais été aussi élevée. La connectivité désigne la faculté de transmettre et de partager des données entre deux ou plusieurs dispositifs. C'est ce qui facilite la communication entre les appareils. Grâce à cette connexion, les entreprises ont de

Nombreuses possibilités pour concevoir de nouveaux produits et services. L'émergence de l'internet des objets a engendré un univers où tout est connecté, ce qui offre de nombreuses opportunités pour le futur. La nature de ces objets peut varier, allant de votre réfrigérateur à votre voiture, voire même votre chien. Ces objets peuvent être contrôlés à distance grâce à cette connectivité, et ils peuvent également échanger des données avec d'autres objets. Au cours des prochaines années, on prévoit une croissance exponentielle de l'internet des objets, qui sera un moyen essentiel pour les entreprises d'atteindre leurs clients et d'accroître leurs ventes.

La connectivité est possible grâce à un réseau local câblé ou à des technologies sans fil telles que WiFi, LPWAN, LoRa, ZigBee, etc.

### **❖ L'identité des objets et des appareils :**

La singularité d'une personne, d'un groupe, d'un lieu ou d'une chose est l'identité. Il existe un nom et un numéro d'identification pour chaque identité. L'identité est la combinaison du nom et du numéro. Cela facilite l'identification des individus et des objets sur Internet. Si l'identité est l'une des caractéristiques de l'IoT, c'est parce que c'est un concept que l'on retrouve dans de nombreux domaines de l'IdO. La seule chose qui rend un dispositif IoT unique et identifiable est son identité. L'identité peut servir à différencier divers appareils, à leur attribuer un nom et à leur donner un pouvoir de contrôle.

Par exemple, l'adresse IP d'un appareil est un identifiant unique qui représente un appareil dans un réseau. Il peut s'agir d'une adresse IP dynamique publique, d'une adresse IP fixe publique ou d'une adresse IP fixe privée.

### **❖ Données :**

Par la suite, abordons la troisième caractéristique de l'IoT. L'Internet des objets est constitué de dispositifs interconnectés qui peuvent échanger des informations entre eux. Il est possible d'utiliser les données de ces appareils afin d'améliorer leurs performances et de les rendre plus efficaces.

Des informations sont maintenant recueillies sur Internet des objets. Cela implique que vous avez maintenant la possibilité de surveiller votre condition physique, vos activités physiques et vos habitudes de sommeil à l'aide d'appareils intelligents tels que Fitbit, Apple Watch et les trackers médicaux. Cela revêt une grande importance car cela vous permet de déterminer quelles habitudes vous devez modifier afin d'améliorer votre santé.

Les thermostats intelligents, les réfrigérateurs intelligents et même les voitures intelligentes sont parmi les exemples de cette technologie. L'Internet des objets permettra aux entreprises de surveiller de manière plus efficace leurs stocks et leurs employés, ce qui leur permettra de prendre

des décisions plus éclairées. Les informations recueillies par l'Internet des objets peuvent aussi servir à anticiper des événements à venir.

Selon certains capteurs/appareils, il est essentiel d'interpréter les données recueillies à l'aide d'un logiciel d'analyse qui transforme les données en aperçus ou rapports pertinents.

### ❖ **Intelligence :**

L'intelligence fait partie intégrante de l'IoT. La capacité d'intelligence des dispositifs IoT réside dans la détection des données, l'interaction entre eux et la collecte d'une grande quantité de données à analyser. Il est nécessaire d'utiliser des logiciels, des algorithmes et des protocoles complexes afin de connecter les appareils IoT aux réseaux et de traiter les données provenant de millions de nœuds.

L'intelligence qui constitue l'internet des objets détermine la qualité de celui-ci. Si on souhaite que notre appareil IoT soit intelligent, il est essentiel de veiller à ce qu'il soit constamment à jour avec les logiciels et micrologiciels les plus récents...

### ❖ **Réseau – Communication :**

L'internet des objets ne se résume pas à un phénomène isolé. Il connaît une croissance rapide et il est prévu que d'ici 2030, 29 milliards d'appareils seront connectés à Internet. En présence d'un tel nombre d'appareils, il est crucial de pouvoir interagir avec ces appareils pour garantir leur bon fonctionnement. Il y a différentes manières de communiquer avec ces dispositifs. L'une d'entre elles est l'utilisation d'un service en cloud, un logiciel qui permet à l'appareil de se connecter à Internet. Une alternative consiste à utiliser une passerelle IoT, qui est un dispositif qui se connecte à d'autres dispositifs afin de faciliter la communication entre eux.

La communication est l'un des aspects de l'Internet des objets. La plupart du temps, un appareil peut exploiter la connectivité d'un autre appareil afin de créer une connexion réseau, même si le second appareil n'est pas connecté à un réseau. La possibilité de communiquer entre eux rend l'Ido plus performant et plus flexible que les autres technologies existantes.

L'utilisation de l'Ido permettra aussi de diminuer le temps et les ressources requis pour concevoir un produit ou un service. L'Internet des objets est principalement un réseau de dispositifs interconnectés qui peuvent échanger des données en ligne, souvent sans collaboration humaine. Au fur et à mesure que ces appareils se multiplient, il devient plus aisé de les relier les uns aux autres et de former des réseaux plus étendus.

### ❖ **Évolutivité :**

Par la suite, nous aborderons la sixième caractéristique de l'IoT. Alors que l'Internet des objets est de plus en plus présent, il est devenu de plus en plus crucial de considérer l'évolutivité lors de la conception de notre système. On définit généralement l'évolutivité comme la faculté d'un système à se développer sans altérer ses performances. On peut accomplir cela en augmentant les ressources matérielles ou en intégrant des couches logicielles supplémentaires à un système déjà en place. Autrement dit, le système a la capacité de gérer un plus grand nombre d'utilisateurs et de données sans compromettre ses performances.

L'Internet des objets est une technologie en plein essor qui transforme notre mode de vie et de travail. Il y a plusieurs manières d'utiliser l'IoT. Une option est de l'ajuster à l'entreprise.

### ❖ **Architecture – Écosystème commun :**

Dans l'internet des objets, il existe de nombreux fabricants et produits qui utilisent l'architecture pour prendre en charge leurs propres appareils. Avec l'augmentation du nombre de dispositifs, l'importance de l'architecture est hétérogène ; capacité à prendre en charge diverses technologies, protocoles et dispositifs.

L'architecture IoT est principalement chargée de s'assurer que les appareils fonctionnent ensemble et communiquent entre eux. Elle est également un élément clé pour s'assurer que les dispositifs n'interfèrent pas les uns avec les autres.

### ❖ **Sécurité :**

Finalement, la sécurité est la dernière caractéristique de l'IoT. L'internet des objets connaît une croissance exponentielle. Cela implique que de plus en plus d'appareils et de dispositifs sont connectés à Internet. De plus en plus de cyberattaques se produisent également sur ces appareils et dispositifs. C'est la raison pour laquelle la sécurité M2M et IoT est cruciale lors de la création d'un produit ou d'un service. La vision de l'internet des objets consiste à connecter tout ce qui nous entoure à l'internet, ce qui nous simplifiera la vie. Toutefois, cette nouvelle technologie présente également de multiples dangers. Pour éviter ces dangers, il est crucial de mettre en place des mesures de protection des données personnelles.

La préservation des données est un enjeu crucial avec l'internet des objets, car les données personnelles peuvent être recueillies et partagées sans l'accord du destinataire. Il y a aussi d'autres obstacles tels que la protection de la vie privée, la protection des données et le piratage. I [5]

**I.1.6. Domaine d'application de l'internet des objets :**

Les applications IoT interviennent dans la gestion des patients à distance, les nouveaux appareils de surveillance connectés, la collecte régulière de constantes vitales, la chirurgie à distance, etc.

Quelques exemples d'applications IoT sur le marché de la santé et du bien-être :

- Défibrillateurs connectés,
- Bracelets connectés à une plateforme téléphonique d'urgence,
- Télédiagnostic ou vidéo-assistance,
- Podomètre, tensiomètre,
- Casque de réalité augmentée.

**I.1.7. Les composants de l'internet des objets :**

Voici une représentation des composants de l'IDO

**Tableau 01 : les composants de l'IDO**

<b>Composants</b>	<b>Définition</b>
Objets physique	Un objet connecté est un objet physique équipé de capteurs ou d'une puce qui lui permettent de transcender son usage initial pour proposer de nouveaux physiques services. Il s'agit d'un matériel électronique capable de communiquer avec un ordinateur, un smartphone ou une tablette via un réseau sans fil (Wi-Fi, Bluetooth, réseaux de téléphonie mobile réseau radio à longue portée de type Sigfox ou LoRa, etc.), qui le relie à Internet ou à un réseau local
Capteurs	Ils sont installés sur les objets connectés, ils sont plus ou moins intelligents, selon qu'ils intègrent ou non eux-mêmes des algorithmes d'analyse de données, et qu'ils soient pour certains auto-adaptatifs. Les capteurs connus sont : Capteurs de température et thermostats, Capteurs de pression, Humidité / niveau d'humidité, Détecteurs d'intensité lumineuse, Capteurs d'humidité, Détection de proximité, Étiquettes RFID
Gens	Exemple : Les humains peuvent contrôler l'environnement via des applications mobiles
Présentation de service	Exemple : Services Cloud - peuvent être utilisés pour : <ul style="list-style-type: none"><li>• Traiter les Big Data et les transformer en informations précieuses</li><li>• Construire et exécuter des applications innovantes</li><li>• Optimiser les processus métier en intégrant les données de l'appareil</li></ul>
Platforms	Elle est considérée comme un type d'intergiciel utilisé pour connecter les composants IDO (objets, personnes, services, etc.) à l'environnement l'IDO.
Réseaux	Les composants IDO sont liés entre eux par des réseaux, utilisant diverses technologies, normes et protocoles sans fil et filaire.

### I.1.8. Les avantages et les inconvénients de l'Internet des objets :

#### ▪ **Avantages :**

Voici quelques avantages de l'IDO

##### ❖ **Communication :**

L'Internet des objets favorise la communication entre les dispositifs, aussi appelée communication Machine-to-Machine (M2M). Ainsi, les dispositifs physiques peuvent demeurer connectés, ce qui permet d'obtenir une transparence totale avec moins d'inefficacités et une qualité améliorée.

##### ❖ **Automatisation et contrôle :**

L'automatisation et le contrôle de l'IDO dans les maisons intelligentes révolutionnent la manière dont nous interagissons avec notre environnement domestique. Grâce à des capteurs et des dispositifs connectés, les occupants peuvent surveiller et ajuster différents aspects de leur maison, tels que la température, l'éclairage, la sécurité et même les appareils électroménagers, à distance et de manière automatisée. Cette technologie offre un niveau de confort et de commodité sans précédent, tout en améliorant l'efficacité énergétique et la sécurité des foyers. Cependant, elle soulève également des préoccupations quant à la vie privée et à la sécurité des données, nécessitant une gestion et une réglementation appropriées pour garantir une utilisation responsable et sécurisée.

##### ❖ **Information :**

Il est clair que disposer de plus d'informations favorise la prise de décisions plus éclairées. Que ce soit des choix ordinaires tels que la nécessité de savoir quoi acheter à l'épicerie ou si notre entreprise dispose de widgets et de fournitures adéquats, la connaissance est le pouvoir et il est préférable d'avoir davantage de connaissances.

##### ❖ **Temps :**

Comme indiqué dans les exemples précédents, le gain de temps grâce à l'IDO pourrait être assez important. Et dans la vie moderne d'aujourd'hui, nous pourrions tous utiliser plus de temps

##### ❖ **Économise d'argent :**

Il est possible d'optimiser l'utilisation de l'énergie et des ressources en adoptant cette technologie et en surveillant les appareils. Nous pouvons être prévenus en cas de problèmes potentiels, de pannes et de dommages au système. Ainsi, il est possible de réaliser des économies en utilisant cette technologie.

### ❖ **Meilleure qualité de vie :**

Toutes les applications de cette technologie aboutissent à un confort accru, à une commodité et à une meilleure gestion, améliorant ainsi la qualité de vie

### ▪ **Inconvénients :**

Voici quelques inconvénients de l'IDO :

### ❖ **Compatibilité :**

Étant donné que les appareils provenant de divers fabricants seront connectés, il est important de prendre en compte la compatibilité dans le marquage et la surveillance. Malgré la disparition de cet inconvénient si tous les fabricants s'accordent sur une norme commune, des problèmes techniques persisteront même après cette étape. De nos jours, il existe des appareils Bluetooth compatibles et il existe même des problèmes de compatibilité avec cette technologie. Les personnes peuvent être contraintes d'acheter des appareils auprès d'un fabricant spécifique, ce qui entraîne son monopole sur le marché.

### ❖ **Complexité L'IDO :**

Est un réseau diversifié et complexe toute panne ou bogue dans le logiciel ou le matériel aura de graves conséquences. Même une panne de courant peut causer beaucoup de désagréments

### ❖ **Confidentialité/Sécurité :**

Avec la transmission de toutes ces données IDO, le risque de perte de confidentialité augmente. Par exemple, dans quelle mesure les données seront-elles conservées et transmises ?

### ❖ **Sécurité :**

Prenons l'exemple d'un pirate informatique connu qui modifie notre ordonnance. Si un magasin nous envoie automatiquement un produit similaire auquel nous avons une allergie, une saveur que nous n'apprécions pas, ou un produit déjà en période de conservation. Par conséquent, le consommateur est finalement responsable de la sécurité en vérifiant toute automatisation.

À l'instar de tous les appareils électroménagers, des machines industrielles, des services publics tels que l'approvisionnement en eau et le transport, et de nombreux autres appareils, Internet offre une multitude d'informations. Il est possible que ces données soient attaquées par des pirates. Le fait que des intrus non autorisés puissent accéder à des informations privées et confidentielles serait extrêmement préoccupant. I [6]

**I.1.9. Internet des objets et Intelligence artificielle :**

Le tableau 02 affiche la différence entre IDO et IA

**Tableau 02 : Comparaison entre l'IDO et IA**

	<b>IDO</b>	<b>IA</b>
Données	Permet de traiter tout type de données créées par les humains ainsi que les machines.	Analyse et interprétation des données pour des décisions intelligentes
Temps réel	Le traitement de grandes quantités de données ne se fait pas en temps réel. La collecte des données intervient d'abord, suivie de leur analyse après un certain laps de temps.	Utilisation de données en temps réel pour des décisions instantanées
Objectif	Grâce à l'analyse des Big Data, nous pouvons comprendre en profondeur un problème en explorant les quantités énormes de données déjà collectées.	Objectif d'automatiser des tâches, prédire des résultats ou optimiser des processus.
Résultat	Avoir la capacité de bien traiter les données remontées par les machines et les capteurs sur terrain.	Fournit des recommandations, des prédictions ou des actions basées sur l'analyse des données.

**I.2. Industriel Internet des objets (IIDO):****I.2.1. Définition :**

IIDO, pour Internet industriel des objets ou Industrial internet of things (IIOT), désigne l'utilisation de la technologie de l'Internet des objets (machines, appareils et capteurs connectés) dans les applications industrielles, comme son nom l'indique. Quand les données générées par les terminaux IIOT sont gérées par un ERP moderne équipé de fonctionnalités d'IA et de Machine Learning, il est possible d'analyser et d'exploiter ces données afin d'améliorer leur efficacité, leur productivité, leur visibilité, etc. En général, les réseaux IIOT offrent la possibilité de communiquer entre machines et transmettre régulièrement des données entre le système central et tous les dispositifs intégrés à IIOT. La technologie IIOT joue aussi un rôle essentiel dans les avancées technologiques de l'Industrie 4.0.

### I.2.2. Fonctionnement de la technologie IIDO :

Au premier abord, le fonctionnement de l'IIDO peut sembler complexe, mais lorsqu'on le divise en ses différents éléments, il devient plus facile à comprendre. Des systèmes sophistiqués sont au cœur de l'IIDO, qui rassemblent, transmettent et analysent de grandes quantités de données afin d'améliorer les processus industriels. Mais comment est-ce que tout cela est organisé ?

#### ❖ La collecte de données

Au sein d'une installation industrielle qui utilise l'IIDO, chaque machine, équipement ou système est équipé de différents capteurs. Ces capteurs collectent en permanence diverses informations, telles que la température, la pression, la vitesse, le taux d'humidité ou toute autre variable pertinente. Les informations ainsi recueillies constituent la fondation sur laquelle repose l'ensemble du système.

#### ❖ La transmission des données

Après avoir recueilli les données, il est nécessaire de les transférer vers des systèmes centraux ou des plateformes IIDO afin de les traiter. En général, cela est effectué à l'aide de réseaux sans fil ou filaires, qui peuvent être adaptés à l'installation ou reposer sur des technologies courantes telles que le Wi-Fi, le LoRaWAN ou la 5G.

#### ❖ Le stockage et le traitement :

Par la suite, les informations collectées sont conservées dans des bases de données, généralement hébergées sur des serveurs sur place ou dans le cloud. Ces données sont traitées par des logiciels d'analyse avancés afin d'en extraire des informations pertinentes, repérer des tendances, anticiper des pannes ou proposer des améliorations...

#### ❖ L'action et l'automatisation :

En se basant sur les analyses réalisées, il est possible de mettre en place des mesures. Prenons l'exemple d'un capteur qui détecte une surchauffe dans un moteur. Le système peut alors réduire automatiquement la charge ou arrêter le moteur afin d'éviter tout dommage. L'un des principaux bénéfices de l'IIDO réside dans sa capacité à prendre des mesures préventives sans l'intervention humaine, ce qui permet d'augmenter la réactivité et de réduire les risques.

#### ❖ Interface utilisateur :

Finalement, afin de faciliter l'interaction des humains avec ces systèmes, des interfaces utilisateurs, généralement sous la forme de tableaux de bord ou d'applications, sont créées. Grâce à ces interfaces, les opérateurs peuvent surveiller le bon fonctionnement des machines, recevoir des alertes, prendre des décisions éclairées et ajuster les paramètres si besoin. [7]

**I.3. La différence entre l'IIDO et l'IDO :**

Le tableau ci-dessous représente la comparaison entre l'IDO et l'IIDO

**Tableau 03 : Comparaison entre l'IDO et l'IIDO**

<b>Perspective</b>	<b>IDO</b>	<b>IIDO</b>
Objet connecté	Appareils grand public, généralement moins chers	Machines, capteurs, systèmes critique, généralement d'un haut degré de complexité
Modèle de service	Centré sur l'humain	Centré sur la machine
Application	Applications orientées consommateur	Applications orientées industrie
Communication infrastructure	Essentiellement sans fil	Sans fil et filaire
Communication capacités	Un petit nombre de normes de communication	Un grand nombre de normes et de technologies de connectivité
Quantité de données	Moyen à élevé	Elevé à très élevé
Criticité	Pas rigoureux	Critique pour la mission (synchronisation, fiabilité, sécurité, confidentialité)
Temps réel exigence	Généralement non, il s'agit de systèmes moins sensibles au facteur	A le plus souvent un rôle clé

**I.4. Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons exposé l'internet des objets, ainsi que quelques définitions de ses concepts fondamentaux et de son fonctionnement. Nous avons également abordé ses composantes et les avantages et les inconvénients. Enfin, nous avons présenté un nouveau concept industriel, industriel internet des objets, ainsi que sa définition et son fonctionnement. Ainsi que la distinction entre l'IDO et l'IIDO. Le prochain chapitre portera sur l'analyse de la domotique et de la maison intelligente.

## **II. CHAPITRE 02 : La domotique et maison intelligente.**

### **II.1. Introduction**

L'arrivée de la technologie dans notre société contemporaine a entraîné des changements importants, non seulement dans nos interactions avec le monde extérieur, mais aussi dans le fonctionnement de nos foyers. Le concept de domotique, également connu sous le nom de technologie de maison intelligente, est devenu une manifestation concrète, offrant des solutions inventives pour rationaliser et améliorer nos expériences quotidiennes. Cette section explore les subtilités de la domotique et explore comment cette technologie révolutionnaire remodèle à la fois nos espaces de vie et notre mode de vie.

Dans ce chapitre on va vous présenter comment gérer la consommation d'énergie et assurer la sécurité, le confort et la commodité et aussi les avantages et les objectifs de la domotique comme l'optimisation de l'efficacité, la sécurité et la connectivité de nos maisons comme jamais auparavant.

### **II.2. La domotique :**

#### **II.2.1. Définition :**

Le concept de domotique combine diverses méthodes pour gérer, planifier et mécaniser efficacement les tâches ménagères. Son nom est dérivé du mot latin « domus », qui signifie maison, et du suffixe « -tique », faisant référence aux techniques. En conséquence, il intègre et utilise les disciplines de l'électronique, de l'informatique, des télécommunications et de l'automatisation.

Le domaine de la domotique englobe un large spectre de compétences techniques et informatiques. Il offre la possibilité de programmer une large gamme d'appareils et d'appareils électroménagers, tels que l'éclairage, le chauffage, les équipements audiovisuels et même les fenêtres. De plus, il permet un contrôle pratique des systèmes de sécurité domestique, des mesures de prévention des incendies et de la gestion de la température ambiante. [II.1]

#### **II.2.2. Historique de la domotique :**

L'invention par Nikola Tesla en 1898 d'un téléphone pour un jouet a marqué le début de la technologie de télécommande accessible au public. En 1930, les inventeurs avaient déjà imaginé la maison automatisée et les appareils intelligents. L'Exposition universelle a introduit le concept de maison automatisée, démontrant que l'idée de la maison du futur n'était pas une invention récente.

Dans les années 1960, le développement de la télécommande a commencé avec l'introduction de prototypes de maisons intelligentes. Le projet ECHO IV en 1966 visait à créer une maison intelligente avec des systèmes de contrôle et d'automatisation. Le premier protocole de contrôle à

distance, X10, a été créé en 1975, en utilisant une armoire électrique pour la transmission des données.

Dans les années 1980, l'essor du contrôle à distance a été facilité par des technologies telles que le WiFi et Internet. Les années 1990 ont vu l'émergence d'un contrôle à distance moderne, intégrant des systèmes de gestion de l'énergie et de la sécurité. En 2000, la technologie actuelle de contrôle à distance a émergé, avec des objets connectés et des systèmes de gestion de l'énergie, permettant une plus grande personnalisation et efficacité dans les maisons. [II.2]

### II.2.3. Structure d'un système domotique :

Pour automatiser une maison, nous devons mettre en place un système domotique. Un tel système est toujours constitué du même équipement, quel que soit le système et technologies utilisées



**Figure II.1 : Structure d'un système domotique**

#### II.2.3.1. CPU (The Central Processing Unit):

Qu'il s'agisse d'automates, d'ordinateurs ou plus courants aujourd'hui "Boîtier domotique". Il centralisera toutes les informations dans votre logement, action de déclenchement. On l'appelle un cerveau parce que c'est littéralement un cerveau qui donne maison intelligente.

### II.2.3.2. Les capteurs :

Les capteurs sont des équipements qui apporteront une signification à votre domicile : Analyser les paramètres de température, d'humidité, de luminosité, de CO2, de bruit, identifier la présence de fumée, de fuite de gaz, surveiller la consommation électrique des appareils, etc... Avec eux, la maison sera informée de tout ce qui se déroule.

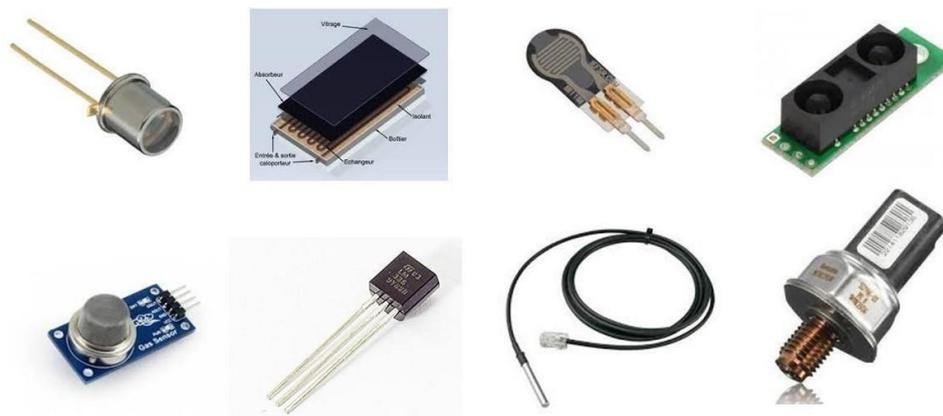


Figure II.2 : Les capteurs

### II.2.3.3. Les actionneurs :

Les actionneurs sont donc des dispositifs qui permettent de contrôler des appareils tels que les radiateurs, les chaudières, la télévision, les machines à laver, les lampes, ainsi que des automatismes tels que les volets, les portes de garage, les store bannes, etc. Le « cerveau », en utilisant les données collectées par les divers capteurs répartis dans la maison, pourra prendre des mesures en conséquence. Par exemple, si aucun système de détection de présence n'est présent dans la maison ne détecte personne, le « cerveau » pourra demander aux radiateurs de passer en mode éco et aux lampes de s'éteindre.



Figure II.3 : Les actionneurs

## II.2.4. Les domaines d'application de la domotique :

L'avantage de la domotique est que tout est envisageable et possible puisqu'elle convient à un large panel d'applications. En voici quelques exemples.

- **Le pilotage à distance**

Ce dispositif est idéal pour intervenir en urgence ou à un moment précis à distance. Par exemple, il est possible de permettre à nos enfants de rentrer à la maison s'ils ont oublié leur clé, ou à un livreur de vous déposer votre commande. Il est également possible de mettre en marche l'arrosage de votre jardin ou de préparer votre maison pour votre arrivée en réglant le chauffage, la ventilation et/ou l'ouverture et la fermeture des volets.

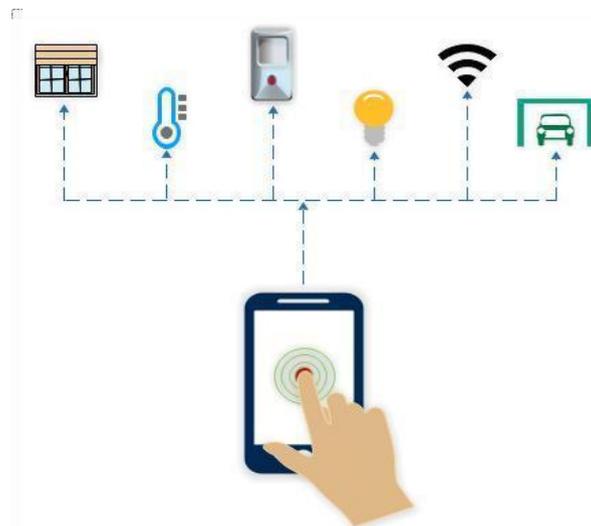


Figure II.4 : Le pilotage à distance

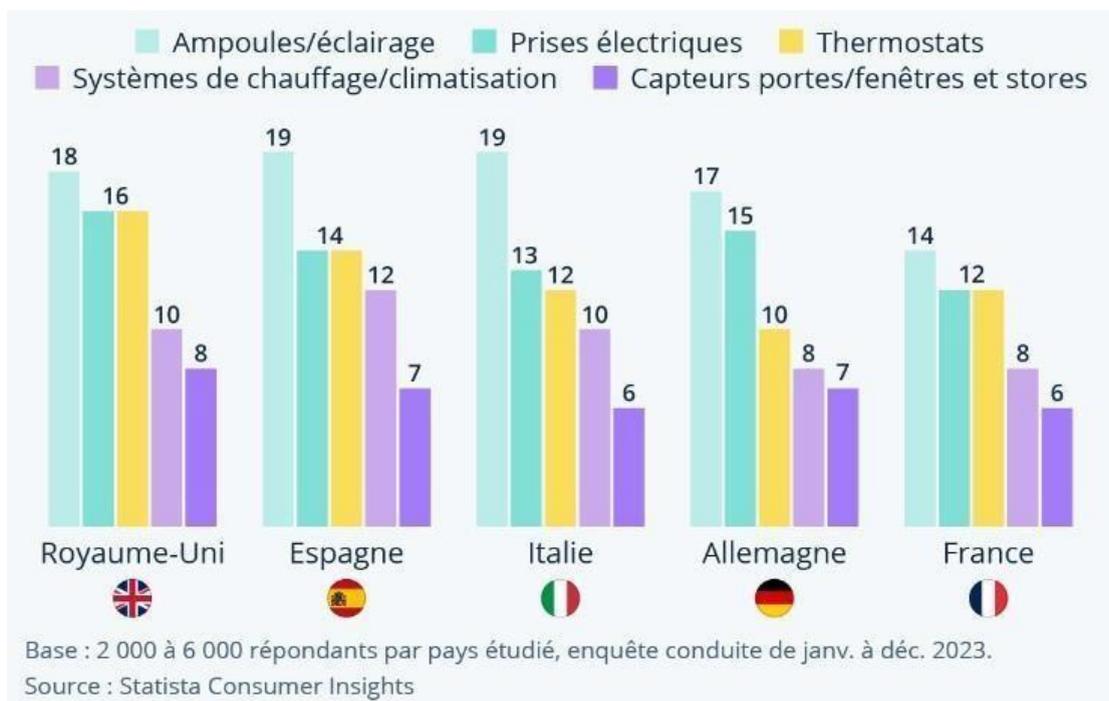
- **Le pilotage des appareils électriques de la maison**

La domotique permet le réglage, le contrôle et la gestion de tout appareil électrique au sein de l'habitation. Heures, programmes, fonctionnalités, mise en route, arrêt, etc. Tout est possible à distance et en un simple geste. Ce dispositif ne nous permet pas simplement de programmer notre cafetière pour profiter d'un café chaud à notre réveil ! nous pouvons également gérer tous les médias visuels et sonores de notre habitation en simultanément. Musique, radio, vidéo, home cinéma, images, tout est connecté pour nous permettre de programmer ou mettre en route nos médias préférés, où que nous soyons.

- **La gestion de l'énergie :**

La domotique nous permet de gérer les sources d'énergie de notre domicile. Chauffage, climatisation, éclairage, ouverture et fermeture des stores, température et remplissage de l'eau, chargement des appareils fonctionnant sur batterie, etc. Tout est conçu pour nous faciliter la vie, tenir notre maison prête et confortable pour notre arrivée et nous permettre de réaliser des économies en programmant ces actions lors des heures creuses par exemple.

Cette gestion s'étend même jusqu'au jardin, puisqu'il est possible de contrôler et de programmer notre système d'arrosage à distance, par internet depuis notre smartphone, notre ordinateur ou notre tablette.



**Figure II.5 : La gestion de l'énergie dans L'Europe**

- **Confort :**

La domotique contribue à améliorer le confort de la vie quotidienne en automatisant des tâches quotidiennes. Les volets et rideaux automatiques permettent de contrôler l'ouverture et la fermeture des fenêtres à distance. Les systèmes de divertissement à domicile, tels que les télévisions et les chaînes hi-fi, peuvent être contrôlés à distance. Les systèmes de climatisation intelligents peuvent être programmés pour maintenir une température agréable dans la maison.

- **Communication :**

La communication est un autre domaine d'application important de la domotique. Grâce à la connexion internet, il est possible de contrôler à distance les appareils de la maison, ce qui est particulièrement utile lorsque l'on est en déplacement. Les appareils peuvent également communiquer entre eux pour une meilleure coordination. Les services de communication pour personnes âgées et handicapées permettent d'offrir un soutien supplémentaire à ces personnes.

- **La sécurité de l'habitat :**

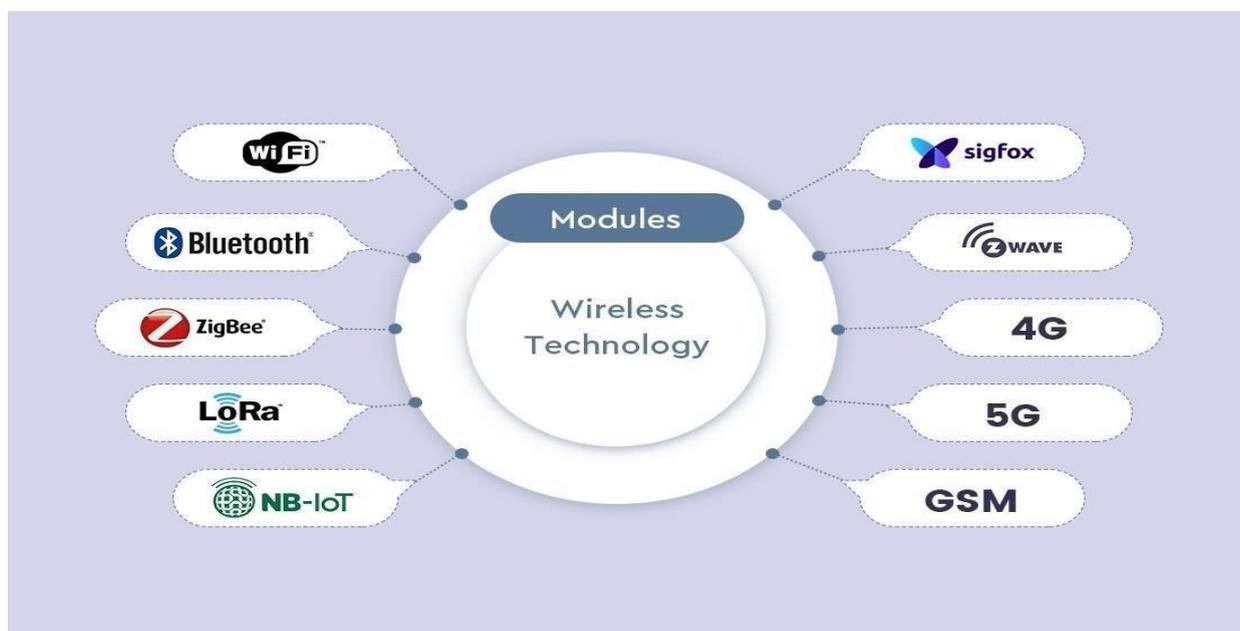
La domotique permet de gérer la sécurité d'une habitation, de ses occupants et de ses biens en contrôlant les alarmes, les autorisations d'accès par reconnaissance vocale ou carte magnétique, les digicodes, les interphones, les détecteurs de mouvements et les dispositifs anti-incendie et inondation, parmi tant d'autres exemples.

- **L'assistance à la vie quotidienne :**

La domotique a pour avantage de faciliter le quotidien des personnes dépendantes et/ou dont la mobilité est réduite ou compromise, de manière temporaire ou permanente. En effet, elle permet d'assurer leur sécurité au moyen de systèmes de détection et de leur faciliter l'utilisation des appareils de la maison au quotidien grâce à une gestion centrale.

### II.2.5. Les protocoles de la domotique :

L'essence même d'une installation domotique est la communication entre ses différents éléments. Pour cela, beaucoup de protocoles sont nés, car chaque constructeur a réalisé son protocole de communication, ce qui a conduit à une situation très complexe. Les protocoles présentés ci-dessous ne sont pas des protocoles propriétaires : la plupart sont standardisés et/ou ouverts.



**Figure II.6 : les types de modules IoT**

#### II.2.5.1. Les protocoles à courte portée :

- **Z-Wave :**

Z-Wave est un protocole de communication dédié à la domotique. Ce protocole sans fil est facile à installer et offre une portée de 30 mètres. Z-Wave est un réseau maillé, impliquant que tous les objets connectés au système émettent des données et peut relayer celles émises par ses voisins. Le réseau maillé va permettre d'élargir la portée des appareils.

Le Z-Wave est une technologie bidirectionnelle à retour d'état permettant de garantir la bonne exécution des ordres. Très rapide et beaucoup plus sûre par l'utilisation d'un code sur 32 bits qui bloque tout équipement ne disposant pas du bon code. Z-Wave utilise une technologie radio de faible puissance dans la bande de fréquence de 868,42 MHz. Ce protocole permet de connecter jusqu'à 232 appareils. Le Z-Wave est utilisé par un large éventail de produit et permet d'équiper

sa maison pour un budget bien inférieur à certaines technologies filaires tout en garantissant fiabilité et sécurité. De plus, Z-wave utilise un protocole bien plus simple que les autres permettant un développement plus simple et plus rapide.

- **Zigbee :**

Comme le Z-wave, Zigbee est un réseau maillé. Zigbee permet de transférer un nombre de données plus important que le Z-wave et est moins chère et plus facile d'utilisation pour les fabricants d'objet connecté que le Z-wave ou Bluetooth.

Cependant, la portée moyenne pour le Zigbee n'est que de 100 mètres. Zigbee est basé sur le protocole IEEE802.15.4, un réseau sans fil industriel qui opère à 2.4Hz ciblant les applications qui reçoivent une faible quantité de données sur une zone limitée comme une maison ou un bâtiment. Zigbee présente de nombreux avantages tel qu'un fonctionnement basse consommation, sécurité, robustesse, une grande évolutivité et se retrouve en bonne position pour les systèmes machine to machine et applications IoT.

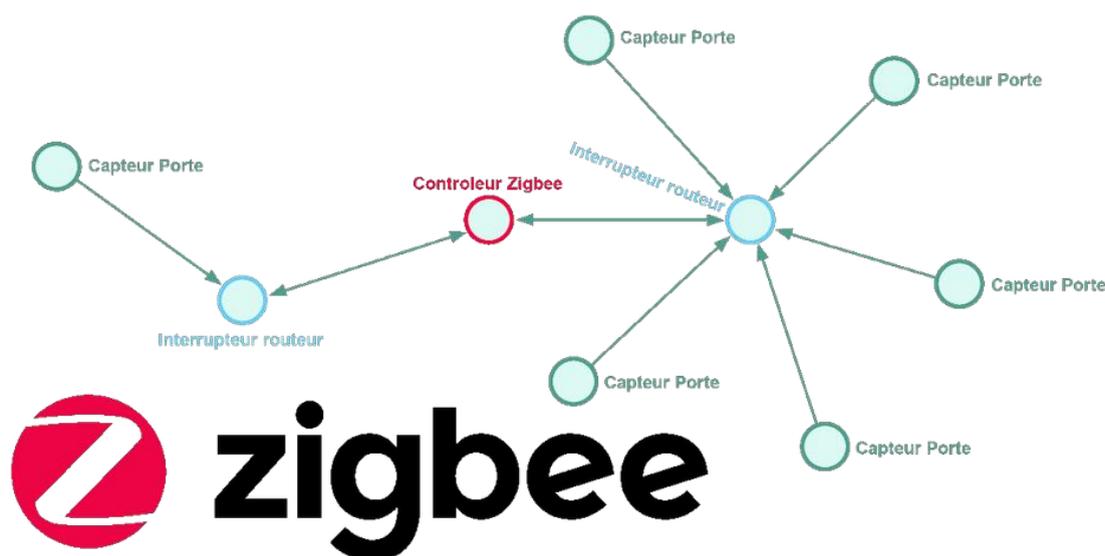


Figure II.7 : Le réseau zigbee

- **WI-FI :**

Le Wi-Fi permet de transférer rapidement un grand nombre de données. Le Wi-Fi est une technologie de transmission haut-débit sans fil qui utilise les ondes radio. Il s'agit de la dénomination de la norme IEEE 802.11 qui est le standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (WLAN). Le protocole 802.11b autorise un débit de 11 Mbits à 22 Mbits par seconde, alors que le protocole 802.11g permet d'atteindre un débit théorique de 54 Mbits/s. La technologie utilise la radio fréquence pour permettre à deux appareils de communiquer entre eux. Cette technologie est communément utilisée pour connecter des routeurs

Aux ordinateurs, tablettes et smartphones. Le Wi-Fi peut également être utilisé pour connecter des objets. La technologie Wi-Fi est la technologie la plus répandue. Cette technologie utilise une large bande passante et requiert une importante quantité d'énergie. Cette solution consomme donc beaucoup d'énergie et les composants nécessaires sont coûteux ce qui fait que la plupart des concepteurs d'objets connectés évitent cette technologie.

- **Bluetooth :**

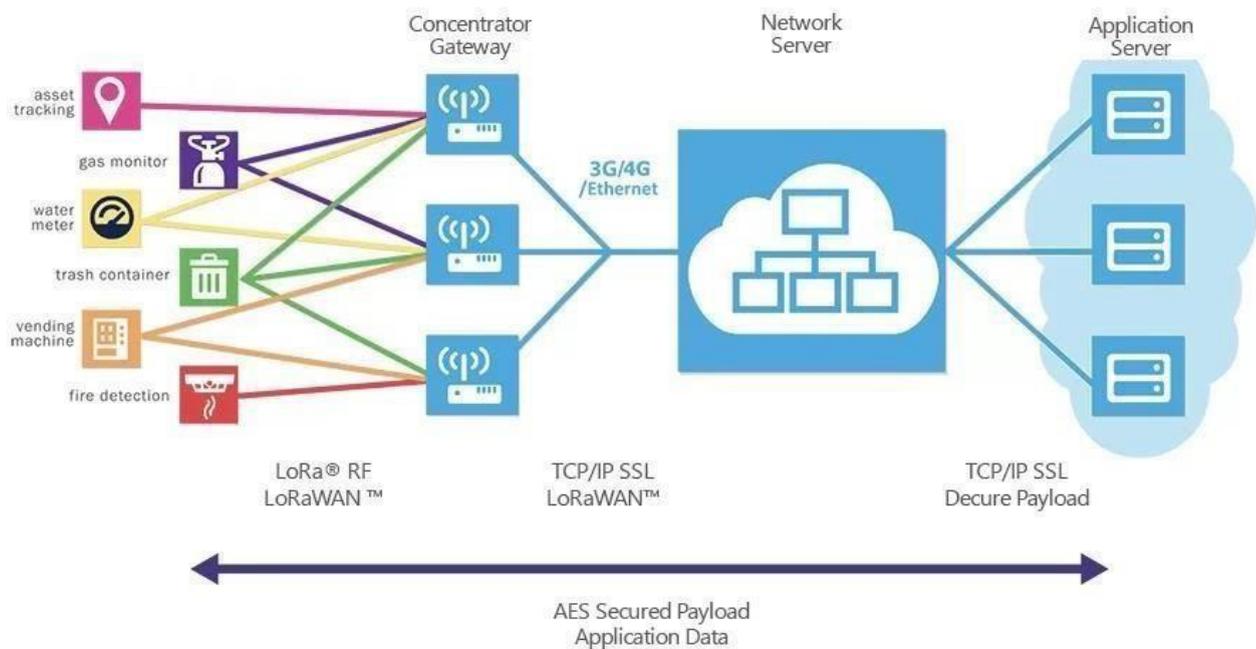
Le Bluetooth établit une connexion sécurisée de proximité. L'unique problème de cette technologie est que les objets connectés doivent être proche et à distance réduite. Cependant, le fait que la connexion se fasse sur une courte distance va réduire les risques d'interception du signal. Le système Bluetooth opère dans les bandes de fréquences ISM (Industrial, Scientific and Medical) 2,4 GHz dont l'exploitation ne nécessite pas de licence vu la faible puissance d'émission et le risque faible d'interférences.

Cette bande de fréquences est comprise entre 2 400 et 2 483,5 MHz. Le Bluetooth est une technologie utilisée pour envoyer des informations sur de courtes distances. Cette technologie est en général utilisée sur des appareils connectés aux téléphones et tablette. Le Bluetooth Low-Energy utilise lui moins d'énergie que le Bluetooth standard et est utilisé en général sur des objets connectés dans le but de transmettre des données sans compromettre la batterie. Le Bluetooth Low Energy est très largement utilisé dans le monde. Pratiquement tous les smartphones sont équipés de cette technologie qui offre une portée d'environ 60 mètres et qui consomme moins d'énergie que le Wifi. Aujourd'hui le Bluetooth low energy, appelé Bluetooth Smart, est supporté par la majorité des smartphones, ordinateurs et systèmes d'exploitation. Cela lui offre un avantage notable dans le cadre des objets connectés étant donné son intégration répandue dans les smartphones et autres appareils mobile.

### II.2.5.2. Les protocoles à longues portée :

- **Lora :**

Lora est un protocole basse consommation, à faible coût et qui permet un transfert des données sur des distances de 2 à 5 kilomètres en milieu urbain et jusqu'à 45 kilomètres en milieu rural. Lora cible une large gamme d'applications et est conçu pour offrir une connexion de faible puissance avec des caractéristiques favorables pour supporter une communication bidirectionnelle sécurisée mobile pour les objets connectés, le machine to machine et autres. Lora est optimisée pour une faible consommation et supporte de larges réseaux avec des millions d'appareils et de données. Ce réseau est intéressant pour faire transférer une faible quantité de données mais ne peut faire transiter que 0,3 à 0,5 kilobits par secondes.



**Figure II.8 : LoRaWAN star network technology**

- **Sigfox :**

Sigfox termes de portée se positionne entre La Wi-Fi et la connexion cellulaire. En ville, Sigfox à une portée de 10Km et peut atteindre jusqu'à 50km en campagne. Il utilise des bandes ISM, lesquelles sont libres d'utilisation, pour transmettre des données d'un spectre très étroit à ou depuis des objets connectés. Avec une grande quantité d'applications machine to machine qui fonctionnent avec une batterie faible et qui ne peuvent faire transiter qu'un faible volume de données Sigfox apparait comme une solution intéressante. En effet, la portée de la Wi-Fi est trop courte, la technologie cellulaire trop chère et les deux consomment trop d'énergie. Sigfox utilise une technologie appelée Ultra Narrow Band et est uniquement conçu pour gérer une faible vitesse de transfert des données. Il consomme seulement 50 microwatts comparé à 5000 microwatts pour la communication cellulaire. En contrepartie de sa faible consommation d'énergie, Sigfox ne permet de transporter que de très faibles quantités de données, entre 10 et 100 bits par seconde maximum (bps).

Monodirectionnel au départ, il permet désormais d'envoyer des informations à ses objets connectés, même s'il est impossible de réaliser rapidement d'importantes mises à jour. Déjà déployé dans plus de 10 000 objets connectés, ce réseau est utilisé dans les principales villes d'Europe. Ce réseau est robuste et peu communiquer avec des millions d'appareils fonctionnant sur batteries sur des distances de plusieurs kilomètres carré, en faisant un réseau intéressant pour les applications machine to machine.

- **Cellulaire :**

Le principal avantage des réseaux cellulaires est qu'ils permettent de transférer d'importantes quantités de données. Très gourmands en énergie ces réseaux sont à réserver à des appareils branchés au secteur. Le prix des abonnements (qui dépend de l'opérateur choisi) est nettement plus élevé que ceux de Sigfox et Lora.

- **EnOcean :**

EnOcean est basée sur un protocole de communication demandant très peu d'énergie pour envoyer ses trames radio sans fil et sans pile. EnOcean utilise la bande des 868MhZ. La technologie EnOcean est autonome et puise l'énergie de son environnement pour émettre un signal et communiquer avec d'autres produits EnOcean. Il s'agit d'un protocole de communication sans fil et donc facile à installer. La maintenance des périphériques équipés d'un protocole EnOcean est proche de zéro car ils n'utilisent aucune pile contrairement aux capteurs Z-wave, très gourmand en énergie. La durée de vie des objets connectés est donc rallongée Son principe de fonctionnement est extrêmement simple et ne nécessite pas obligatoirement de contrôleur domotique. II[3]

### II.2.6. Les avantages et les inconvénients de la domotique :

#### II.2.6.1. Les avantages :

- ❖ **Commodité :**

Contrôler des objets dans la maison avec un seul bouton ou une commande vocale semble être un rêve. Les gens oublient souvent d'éteindre les lumières, la télévision, le four, un fer à repasser, un lave-linge ou une radio lorsqu'ils quittent leur domicile. Avec les technologies de la maison intelligente, ils ne sont plus obligés de s'inquiéter de s'endormir devant la télé ou de laisser le four allumé. La domotique peut permettre le contrôle à distance à partir d'un appareil personnel. Cela est grandement utile lorsque on a un handicap car on peut contrôler toute la maison sans de se déplacer.

- ❖ **Ecologique :**

Les ressources énergétiques sont limitées et la population mondiale augmente rapidement. Les thermostats intelligents optimisent la température dans la maison. Ils prennent même en compte vos habitudes, créant des conditions plus confortables pour les périodes d'hiver ou d'été. Si vous souhaitez à tout moment faire des économies, la consommation d'énergie peut baisser automatiquement. Les ampoules intelligentes s'allument et s'éteignent en réagissant au mouvement dans une pièce. Des robinets intelligents empêchent la mauvaise utilisation de l'eau.

Les téléviseurs intelligents peuvent même s'éteindre lorsque leurs propriétaires s'endorment. Ainsi toute votre maison est optimisée pour ne pas gaspiller d'énergie.

### ❖ **Économiser de l'argent :**

Moins de consommation d'énergie signifie des factures d'électricité et d'eau moins élevées. Certains appareils ménagers intelligents peuvent également éviter à leurs propriétaires très occupés d'engager du personnel supplémentaire pour les aider dans leurs tâches ménagères. Il existe de nombreux appareils de cuisine automatisés, aquarium connecté, aspirateurs robotiques, nettoyeurs de piscines et systèmes d'arrosage automatique. L'investissement initial dans ces produits vous feront économiser sur le temps par rapport au prix d'un employé. Enfin, si votre maison est équipée de certaines technologies intelligentes, elle se vendra à meilleur prix si nous décidons de déménager.

### ❖ **Sécurité :**

La domotique peut également rendre notre maison plus sûre en nous offrant la possibilité de la visualiser à tout moment. Nous pouvons avoir des caméras de surveillance avec des alertes, des détecteurs de mouvements et des serrures installés qui nous permettront de contrôler les portes de votre maison où que nous sommes. Les dispositifs de surveillance intelligents peuvent permettre au propriétaire de garder un œil sur sa maison quand il est dehors ou en vacances. Les serrures intelligentes, les contrôles de mouvement et les caméras améliorent la sécurité de la maison et détectent les intrus potentiels. Les visiophones permettent au propriétaire de répondre aux invités via l'interphone de la porte d'entrée pendant leur absence.

### ❖ **Personnalisation**

La domotique s'adapte aux besoins, aux habitudes et aux routines de leurs propriétaires. Ils sont facilement personnalisables. Ils peuvent suivre les habitudes individuelles de santé, de sommeil et de mouvement. Ils peuvent être programmés pour suivre le programme de n'importe qui. Enfin, les objets connectés intelligents peuvent modifier leurs activités parallèlement au changement de mode de vie. Ils sont très flexibles. Propriétaires très occupés d'engager du personnel supplémentaire pour les aider dans leurs tâches ménagères. Il existe de nombreux appareils de cuisine automatisés, aquarium connecté, aspirateurs robotiques, nettoyeurs de piscines et systèmes d'arrosage automatique. L'investissement initial dans ces produits vous feront économiser sur le temps par rapport au prix d'un employé. Enfin, si notre maison est équipée de certaines technologies intelligentes, elle se vendra à meilleur prix si nous décidons de déménager.

### II.2.6.2. Les inconvénients :

#### ❖ Le piratage :

Tous les appareils contrôlés via Internet peuvent potentiellement être piratés. Des activités malveillantes peuvent mettre en danger la sécurité de la maison. Les intrus peuvent avoir accès à l'emploi du temps, désactiver le système de sécurité et cambrioler une maison. Étant donné que les technologies intelligentes continuent de se développer et que l'art du piratage évolue constamment, il est difficile de dire s'ils peuvent protéger leurs propriétaires mieux que les systèmes de sécurité traditionnels.

#### ❖ Le Prix :

Malgré leur potentiel d'économie d'énergie ultime, de nombreuses technologies de la maison intelligente sont assez chères. Faire une maison entièrement intelligente n'est pratique que pour la population plus aisée. Mais on peut évidemment commencer utiliser des enceintes connectées ou des ampoules intelligentes.

#### ❖ Certains objets connectés ne sont pas faciles à utiliser :

Bien que certaines des technologies intelligentes soient simples et dotées d'interfaces de navigation intuitives, d'autres fonctionnent d'une manière assez compliquée. Nous devons peut-être maîtriser les technologies pour nous conformer aux instructions.

#### ❖ Le manque de communication entre les appareils :

De nombreuses entreprises sont impliquées dans la production d'appareils ménagers intelligents. Leurs appareils ne communiquent pas nécessairement les uns avec les autres. Bien que beaucoup de gens préfèrent programmer toutes leurs technologies intelligentes avec une seule télécommande, ils peuvent être amenés à utiliser plusieurs applications différentes séparément pour chaque appareil. Dans ce cas, la commodité n'est pas si évidente.

#### ❖ Intelligence artificielle :

Pour couronner le tout, la science-fiction et les médias de masse se demandent souvent à quel point la robotique peut être intelligente. Dans le pire des scénarios, les maisons intelligentes asserviront facilement leurs propriétaires, en surveillant chaque mouvement et chaque son, voire même en prédisant leur comportement. Pourtant, cet argument est trop farfelu pour s'opposer aux avantages réels des technologies de la maison intelligente. Mais l'IA des objets connectés est de toute évidence restreinte. Elles ne peuvent uniquement faire les actions pour lesquelles elles ont été programmées. II [4]

### II.3. Maison intelligente :

#### II.3.1. Introduction :

Imaginez qu'un seul bouton active votre alarme, baisse le chauffage, vérifie que toutes les ouvertures sont fermées, que les éclairages sont éteints, et active le renvoi d'appels téléphoniques... Bienvenue dans le monde de la maison intelligente où tous les appareils sont intégrés au sein d'un même système et peuvent ainsi s'échanger des informations, transmettre et recevoir des données. Ce n'est pas de la science-fiction, désormais, grâce à l'avancée technologique de pointe, on peut s'offrir la maison de ses rêves, pour y retrouver confort et épanouissement. L'informatique moderne s'oriente vers la communication, la technologie embarquée a atteint le summum, permettant à tout appareillage électronique de communiquer et de s'interagir avec les autres composants. L'ensemble est en permanente interaction, permettant aux occupants de la maison un confort jamais atteint.

Ce chapitre présente une vue d'ensemble de la "maison intelligente", c'est-à-dire une maison dotée d'un système intelligent qui peut gérer de multiples appareils et services présents dans la maison. De plus, dans ce chapitre, nous exposerons les définitions des termes essentiels liés à une maison intelligente, les bénéfices qu'elle offre à un résident, ainsi que les avantages et les désavantages.

#### II.3.2. Définition:

Une maison connectée ou "intelligente" désigne une maison dont les occupants peuvent gérer à distance leur utilisation. La domotique (du latin domus, « maison ») est utilisée pour cela, c'est-à-dire toutes les technologies qui permettent de regrouper et d'automatiser les opérations liées à l'habitat : chauffage, éclairage, système de sécurité, communication... Auparavant, le contrôle des appareils était réalisé par des câbles reliés à un système central, mais l'émergence de l'internet mobile et des objets connectés a modifié la situation. Maintenant, l'habitant d'une maison connectée a la possibilité de gérer l'ensemble de son domicile à partir de son smartphone.

#### II.3.3. Les critères de la maison intelligente :

- **Connectivité réseau** : La maison doit être équipée d'un réseau Wi-Fi solide et fiable pour connecter tous les appareils intelligents.
- **Appareils intelligents** : Intégrer des appareils compatibles avec les technologies domotiques telles que les thermostats, les ampoules, les serrures, les caméras de sécurité, les détecteurs de mouvement, etc.
- **Système de gestion centralisé** : Un hub ou un système de gestion centralisé est nécessaire pour contrôler et coordonner tous les appareils connectés dans la maison.

- **Capteurs** : L'utilisation de capteurs pour surveiller différents aspects de la maison tels que la température, l'humidité, la qualité de l'air, etc., est importante pour automatiser les réponses et optimiser les réglages.
- **Intelligence artificielle et apprentissage automatique** : Les systèmes dotés de fonctionnalités d'intelligence artificielle peuvent apprendre les préférences des habitants et ajuster les paramètres en conséquence pour améliorer le confort et l'efficacité énergétique.
- **Contrôle à distance** : La possibilité de contrôler les appareils et les systèmes à distance via une application mobile ou une interface web est un aspect important de la maison intelligente.
- **Sécurité** : La sécurité des données et des appareils connectés est primordiale. Des mesures de sécurité telles que le cryptage des données, l'authentification à deux facteurs et les mises à jour régulières des logiciels doivent être mises en place.
- **Compatibilité et interopérabilité** : Les appareils et les systèmes doivent être compatibles entre eux et capables de communiquer efficacement pour garantir une expérience utilisateur fluide et cohérente.
- **Personnalisation** : La capacité à personnaliser les réglages et les automatisations en fonction des besoins spécifiques des habitants est un aspect important pour une expérience utilisateur optimale. II [5]

### II.3.4. Les fonctionnalités des maisons intelligentes :

#### II.3.4.1. Gestion de l'énergie :

Les coûts de la consommation d'énergie font partie des dépenses de tous les ménages. Le plus souvent, cette dépense est considérée comme inévitable. Le ménage dépend en effet de l'énergie pour ses activités quotidiennes. Cependant, cela ne signifie pas qu'il est impossible de réduire ces factures d'énergie. Gérer l'énergie dans une maison intelligente permet aux propriétaires d'optimiser leur consommation d'énergie et de diminuer leurs dépenses.

Les habitations intelligentes sont généralement associées à leurs fonctionnalités d'automatisation et de contrôle qui rendent la vie de tous les jours plus pratique et confortable. Mais outre ces aspects, les maisons intelligentes donnent aux propriétaires une vue détaillée de la consommation d'énergie de leur maison. Cela ouvre la porte à une gestion de l'énergie comme première étape pour comprendre le comportement de consommation de chacun. Ces données sont collectées grâce aux compteurs d'énergie intelligents, qui sont le fondement de la gestion de l'énergie.

Non seulement les systèmes de gestion de l'énergie consommée dans les habitations permettent de comprendre comment améliorer l'efficacité énergétique, mais ils automatisent également certaines fonctionnalités sources d'économies d'énergie. Les propriétaires peuvent ainsi mieux comprendre

leur comportement grâce aux informations fournies par le système, tout en s'assurant que de nombreuses actions directes sont prises en charge par la maison intelligente elle-même. Par exemple, un système intelligent peut automatiquement allumer et éteindre la lumière ou le chauffage selon le degré d'occupation de l'habitation. De plus, lorsque la maison intelligente est connectée à un téléphone mobile, l'utilisateur peut en permanence garder un œil sur le statut de la maison et contrôler tous les besoins à distance. Le système peut en outre en apprendre davantage sur le comportement des habitants pour prendre des décisions plus intelligentes.

Alors qu'en général les maisons intelligentes ont pour objectif d'optimiser la consommation d'énergie achetée, celles de nouvelle génération passent au niveau supérieur de la gestion de l'énergie en devenant autonomes. L'installation de panneaux solaires permet à l'habitation elle-même de générer la plupart des besoins en énergie d'une habitation. Cela peut faire nettement chuter les factures d'énergie, et avec une unité de stockage en batteries, la maison intelligente peut presque devenir indépendante de toute source d'énergie externe.

Avec l'installation de panneaux solaires, un système de stockage de l'énergie et une isolation efficace, les habitations peuvent générer plus d'électricité que leurs besoins habituels. Le chauffage est généralement très coûteux. Les systèmes susmentionnés permettent de réduire l'utilisation de l'énergie de cette application de manière drastique. De plus, les ménages propriétaires de véhicules électriques peuvent charger intelligemment leur voiture sans interférer avec les besoins en énergie des appareils électriques de la maison, tout en garantissant un chargement optimal du véhicule jusqu'à l'utilisation suivante. II [6]

### **II.3.4.2. Systèmes de chauffage :**

Le chauffage intelligent : également appelé chauffage connecté ou domotique de chauffage, fait référence à l'utilisation de technologies intelligentes et connectées pour gérer et contrôler le système de chauffage d'une maison de manière plus efficace et personnalisée. Voici quelques caractéristiques et avantages du chauffage intelligent :

- **Automatisation :**

Les systèmes de chauffage intelligents peuvent être programmés pour s'ajuster automatiquement en fonction de nos préférences et de l'emploi du temps. Ils peuvent apprendre nos habitudes et s'adapter pour optimiser le confort tout en économisant de l'énergie.

Contrôle à distance : on peut contrôler le système de chauffage à distance à l'aide d'une application sur notre smartphone. Cela permet de réguler la température de la maison même lorsque nous n'y sommes pas.

- **Capteurs intelligents :**

Comme déjà expliqué, les différents capteurs de température, de présence ou de fenêtres ouvertes peuvent être utilisés pour ajuster le chauffage en fonction des conditions ambiantes et de l'occupation de la maison.

- **Intégration avec d'autres technologies :**

Les systèmes de chauffage intelligents peuvent être intégrés à d'autres dispositifs domotiques, tels que des thermostats intelligents, des assistants vocaux (comme Alexa ou Google Home) ou des systèmes de surveillance à domicile.

- **Analyse des données :**

Certains systèmes de chauffage intelligent offrent des fonctionnalités d'analyse des données pour vous aider à comprendre et à optimiser notre consommation d'énergie. Nous pouvons recevoir des rapports détaillés sur l'utilisation de l'énergie et identifier des moyens d'améliorer l'efficacité.

En résumé, le chauffage intelligent vise à rendre le chauffage résidentiel plus pratique, personnalisé et écoénergétique grâce à l'intégration de technologies avancées. II [7]

### **II.3.4.3. L'éclairage intelligent et leur produit :**

L'éclairage domestique intelligent fait référence à une technologie qui permet aux utilisateurs de contrôler à distance l'éclairage de leur maison. La technologie est basée sur des appareils d'éclairage qui se connectent à un réseau Wi-Fi et peuvent être contrôlés à l'aide d'une application pour smartphone ou tablette. Les utilisateurs peuvent également contrôler l'éclairage à distance via des commandes vocales, en utilisant des assistants virtuels tels qu'Amazon Alexa ou Google Assistant.

La technologie d'éclairage intelligent permet également aux utilisateurs de définir des heures personnalisées pour allumer et éteindre les lumières dans leur maison. Par exemple, un utilisateur pourrait programmer les lumières de son salon pour qu'elles s'allument automatiquement à 7 h 00 tous les soirs et s'éteignent automatiquement à 10 h 00. Cette fonctionnalité peut être très utile pour les utilisateurs qui souhaitent économiser de l'énergie et réduire leur électricité factures.

L'éclairage intelligent dans les maisons offre une série d'avantages pour les utilisateurs, parmi lesquels nous pouvons citer :

- **Économie d'énergie :**

L'éclairage domestique intelligent utilise des ampoules LED économes en énergie. Il offre aux utilisateurs la possibilité de contrôler la luminosité et l'intensité de la lumière. Cela signifie que les utilisateurs peuvent régler l'éclairage en fonction de leurs besoins et réduire leur consommation d'énergie. Cela peut les aider à économiser de l'argent sur leurs factures d'électricité. Confort et commodité : Il offre également aux utilisateurs plus de confort et de commodité en leur permettant de contrôler l'éclairage de leur maison de n'importe où et à tout moment. Les utilisateurs peuvent contrôler l'éclairage à distance via une application pour smartphone ou tablette, ou via des commandes vocales à l'aide d'assistants virtuels tels qu'Amazon Alexa ou Google Assistant.

- **Personnalisation :**

L'éclairage domestique intelligent offre une multitude d'options de personnalisation pour les utilisateurs. Les utilisateurs peuvent régler l'intensité lumineuse, définir des heures personnalisées pour allumer et éteindre les lumières et régler la température de couleur de la lumière. Cela signifie que les utilisateurs peuvent adapter l'éclairage de leur maison à leurs besoins et préférences personnels.

- **Sécurité :**

L'éclairage domestique intelligent peut améliorer la sécurité de la maison en permettant aux utilisateurs d'allumer et d'éteindre à distance l'éclairage de leur maison lorsqu'ils sont loin de chez eux. Les utilisateurs peuvent également programmer les lumières pour qu'elles s'allument automatiquement à intervalles réguliers, ce qui peut dissuader les cambrioleurs d'entrer dans la maison.

- **Santé et bien-être :**

L'éclairage domestique intelligent peut améliorer la santé et le bien-être des utilisateurs en leur permettant d'ajuster la température de couleur de la lumière. La lumière blanche froide peut augmenter la vigilance et la concentration, tandis que la lumière blanche chaude peut vous aider à vous détendre et à vous endormir. En ajustant la température de couleur de la lumière, les utilisateurs peuvent adapter leur éclairage à leurs besoins et améliorer leur santé et leur bien-être.

Il existe une grande variété de produits d'éclairage domestique intelligent disponibles sur le marché. Certains des types de produits les plus populaires incluent :

- **Ampoules intelligentes :**

Les ampoules intelligentes sont des ampoules LED qui peuvent être contrôlées à distance à l'aide d'une application pour smartphone ou tablette. Les utilisateurs peuvent également contrôler à distance les ampoules via des commandes vocales à l'aide d'assistants virtuels tels qu'Amazon Alexa ou Google Assistant. Les ampoules intelligentes permettent également aux utilisateurs de régler l'intensité lumineuse et la température de couleur.

- **Interrupteurs et prises intelligents :**

Les interrupteurs et prises intelligents permettent aux utilisateurs d'allumer et d'éteindre l'éclairage de leur maison à distance à l'aide d'une application pour smartphone ou tablette. Les utilisateurs peuvent également contrôler les commutateurs et les prises à distance via des commandes vocales à l'aide d'assistants virtuels tels qu'Amazon Alexa ou Google Assistant.

- **Systèmes d'éclairage ambiant :**

Les systèmes d'éclairage ambiant sont des systèmes d'éclairage qui peuvent être programmés pour modifier automatiquement l'intensité et la température de couleur de la lumière tout au long de la journée. Par exemple, les systèmes d'éclairage d'ambiance peuvent ajuster la lumière pour qu'elle soit plus brillante et blanche froide pendant la journée et plus faible et blanche chaude la nuit.

- **Détecteurs de mouvement :**

Les détecteurs de mouvement peuvent activer automatiquement l'éclairage lorsqu'ils détectent un mouvement dans une pièce. Ces capteurs sont utiles dans les zones où les mains sont prises ou pour les personnes âgées qui ne peuvent pas facilement atteindre un interrupteur. II[8]

#### **II.3.4.4. Système d'alarme et caméras de surveillance :**

Les systèmes d'alarme et caméra de surveillance pour les maisons intelligentes sont des composants essentiels de la sécurité résidentielle moderne.

- **Systèmes d'alarme :**

- Les systèmes d'alarme de maison intelligente sont conçus pour détecter toute intrusion ou activité suspecte dans et autour de la maison.

- Ils comprennent des capteurs de mouvement, des capteurs de porte et de fenêtre, des détecteurs de bris de verre, et d'autres dispositifs de détection.

- Lorsqu'une intrusion est détectée, le système déclenche des alarmes sonores et/ou visuelles pour alerter les occupants de la maison et dissuader les intrus.

- Certains systèmes offrent également des fonctionnalités de surveillance professionnelle, où une équipe de sécurité surveille en temps réel les alarmes et peut contacter les autorités si nécessaire.

- **Caméras de surveillance :**

- Les caméras de surveillance pour maison intelligente sont utilisées pour surveiller l'intérieur et l'extérieur de la maison.

- Elles peuvent être équipées de fonctionnalités telles que la vision nocturne, la résolution HD, la détection de mouvement et l'enregistrement en continu.

- Les caméras peuvent être placées stratégiquement pour couvrir les points d'entrée, les zones sensibles et les zones extérieures de la maison.

- Certaines caméras offrent un accès à distance via des applications mobiles ou des interfaces web, ce qui permet aux utilisateurs de surveiller leur maison où qu'ils soient.

- **Intégration et fonctionnement conjoint :**

- Dans une maison intelligente, les systèmes d'alarme et les caméras de surveillance peuvent être intégrés pour offrir une sécurité optimale.

- Par exemple, les caméras peuvent être configurées pour enregistrer automatiquement lorsqu'une alarme est déclenchée, fournissant ainsi une preuve visuelle de toute activité suspecte.

- Les notifications d'alarme peuvent également être envoyées aux appareils mobiles des utilisateurs, leur permettant de visualiser en direct les images des caméras et de prendre des mesures si nécessaire.

Ensemble, les systèmes d'alarme et les caméras de surveillance fournissent une protection complète pour une maison intelligente, offrant à ses occupants tranquillité d'esprit et sécurité.

- **Le confort :**

Bien sûr, automatiser notre maison peut avoir un réel impact sur le confort que nous trouverons. Les stores peuvent être ouverts le matin sans s'enrhumer et les portes peuvent être ouvertes

Sous une pluie battante quand nous rentrons chez nous sans nous mouiller avec une goutte d'eau. Pour profiter de la lumière et de la chaleur des rayons du soleil en hiver, ou inversement, nous pouvons fermer les stores des fenêtres exposées au soleil en été, donc les stores peuvent être

Ouverts et fermés en fonction de l'intensité de la lumière du soleil, et peuvent même s'adapter à la saison et à la météo. Avec le système intelligent, nous pouvons arroser automatiquement notre jardin en tenant compte des prévisions météo des prochains jours pour éviter les arrosages inutiles. Grâce à notre Smartphone et au système intelligent installé, nous pouvons être chez nous et effectuer toutes les tâches nécessaires sans notre présence physique.

- **La sécurité :**

Avec "la maison intelligente", les volets restent ouverts ou s'ouvrent et se ferment de temps en temps, les lumières s'allument de manière aléatoire, et de la musique peut être jouée dans la maison... Alors, de l'extérieur, il est difficile de percevoir que la maison est inhabitée donnant l'illusion aux cambrioleurs que la maison est habitée. Avec la "maison intelligente", par exemple, les volets peuvent être automatiquement ouverts, les portes et la sortie éclairée pour faciliter le processus d'évacuation. Le domaine d'application de la domotique le plus important est la sécurité des personnes et leurs biens. Les systèmes d'alarme qui, d'une part, préviennent les risques techniques (dysfonctionnements matériels) et d'autre part l'éventuelle intrusion dans la maison (cambriolage), en général on trouve :

- **Alarmes techniques :**

Avec la "maison intelligente", par exemple, lorsqu'une fuite de gaz ou une fuite d'eau est détectée, il est possible de fermer automatiquement le robinet de gaz ou de couper l'alimentation d'eau pour éviter les gros dégâts. En cas de détection d'incendies, déclencher l'alarme pour demander de l'aide.

- **Alarmes anti-intrusion :**

Ce sont généralement des capteurs devant les entrées (détection d'ouverture) ou des capteurs dans la pièce (détection de présence) sont également reliés à une sirène. Ces capteurs peuvent être combinés avec un réseau de caméras de surveillance numériques. De plus, des messages d'alerte peuvent être envoyés à notre téléphone portable. II [9]

### **II.3.4.5. Le contrôle de la température :**

Au sein de notre société contemporaine, où la technologie est présente partout, il est maintenant envisageable de réguler la température de sa maison depuis Internet. Que nous sommes un amateur de travaux ménagers occasionnels ou expérimenté, cette fonctionnalité nous procure un véritable confort.

Contrôler la température de la maison à distance présente de nombreux avantages. Tout d'abord, cela nous permet de préchauffer ou de refroidir notre maison avant d'y arriver, nous offrant ainsi un accueil chaleureux ou une fraîcheur bienvenue. Cela est particulièrement utile lorsque nous êtes en voyage et que nous souhaitons retrouver un intérieur agréable dès notre retour.

Ensuite, cette fonctionnalité nous permet de faire des économies d'énergie importantes. En ajustant la température de notre maison selon nos besoins réels, nous évitez les gaspillages inutiles. Par exemple, si nous partons en vacances, nous pouvons programmer notre système de chauffage ou de climatisation pour qu'il se mette en veille ou qu'il fonctionne à une température minimale, nous permettant ainsi de réaliser des économies substantielles.

Enfin, contrôler la température de la maison à distance offre une plus grande flexibilité et liberté. Nous pouvons régler la température selon notre humeur ou nos préférences, sans avoir à nous déplacer. Cette fonctionnalité nous offre également un plus grand confort, en nous permettant de nous réchauffer ou de nous rafraîchir à tout moment, sans avoir à toucher à notre thermostat manuellement.

### **II.3.4.6. Le contrôle d'air et d'humidité :**

Il existe de nombreux capteurs que nous pouvons installer dans une maison pour contrôler la température, l'humidité, détecter la fumée... Ils sont utiles pour prévenir en cas de problème et pour que nous puissions intervenir au plus vite. C'est aussi le but de capteurs de qualité de l'air. Nous pourrions les installer n'importe où dans une maison et cela nous aiderons à savoir si l'air est bon ou si nous devons faire quelque chose.

Pensez, par exemple, à une zone fermée d'une maison. La qualité de l'air peut être mauvaise. Peut-être qu'il accumule de la saleté, de la fumée provenant de certains extracteurs, etc. Un capteur de qualité de l'air peut vous avertir d'ouvrir la fenêtre et d'air frais. Ces appareils sont capables de mesurer les niveaux de COV ou de composés organiques volatils, en plus de l'humidité éventuellement présente.

Connaître la quantité de CO<sub>2</sub> dans une pièce est important de savoir si l'air est adéquat ou on pourrait essayer de l'améliorer. Il y a certains endroits où la qualité de l'air peut être très mauvaise et poser un problème de santé. Par exemple dans un garage, dans un sous-sol humide, dans une cuisine mal aérée...

Pour éviter les risques, ces capteurs agissent comme une alarme. Ils alerteront s'ils détectent un niveau inadéquat et de cette façon nous pouvons essayer de l'améliorer le plus tôt possible afin qu'il ne nous affecte pas. II [10]

### II.3.5. Les problèmes de la maison intelligentes :

Rien n'est parfait, et cela inclut, malheureusement, les maisons intelligentes.

Une vulnérabilité accrue : Du point de vue de la cybersécurité, un seul appareil vulnérable entraîne la vulnérabilité de tous les autres, y compris notre PC, notre téléphone ou tout autre appareil sur lequel sont stockées des informations sensibles. Les appareils intelligents sont souvent moins sécurisés que les ordinateurs et les téléphones, ce qui les rend plus vulnérables aux malwares ou au piratage et à l'inclusion dans un botnet, qui servira à lancer une attaque DDoS.

- **La dépendance énergétique** : la plupart des appareils intelligents essentiels peuvent également être utilisés manuellement, de sorte que nous n'avons jamais à nous soucier d'être enfermé hors de notre maison parce que le courant est coupé. Mais si jamais Internet, ou l'électricité, venait à subir une panne, certains appareils pourraient devenir de coûteux presse-papiers.
- **Un réseau surchargé** : la robustesse de la maison intelligente dépend de la capacité de votre réseau à prendre en charge tous ces éléments. Si les appareils utilisant le réseau sans fil sont trop nombreux, ils vont considérablement ralentir Internet pour d'autres appareils (comme les téléviseurs intelligents, les ordinateurs portables et les tablettes). Cette situation est particulièrement problématique aux États-Unis, où les réseaux sont, en moyenne, plus lents et plus coûteux.
- **Plus de comptes** : un grand nombre de nos appareils, en particulier ceux disposant de leur propre page Web ou application, nécessiteront que nous disposions d'un compte pour les utiliser, et plus nous avons de comptes, plus nos informations personnelles risquent d'être exposées lors d'une atteinte à la protection des données, surtout si nous partageons un mot de passe entre plusieurs comptes (ce que nous ne devrions pas faire !).
- **Le coût** : Au États unis on estime que la construction d'une maison intelligente entièrement nouvelle peut coûter entre 10 000 et 250 000 dollars de plus (9 250 et 230 000 euros), selon le type de technologie recherchée. Cela représente beaucoup d'argent pour un peu de commodité. Heureusement, les maisons existantes peuvent être modernisées grâce à des technologies de domotique très simples moyennant des frais beaucoup plus abordables.

### II.3.6. Les avantages de la maison intelligente :

La domotique a fait son entrée dans les maisons résidentielles il y a environ 20 ans. Le nombre d'adeptes était alors restreint en raison du prix de ces systèmes. Désormais, avoir une maison intelligente est beaucoup plus accessible. Les façons d'utiliser la technologie domotique à la maison sont nombreuses : choisissez les paramètres qui vous conviennent.

- **Se faciliter la vie :** Les façons de transformer une maison (ou un bâtiment) pour la rendre intelligente sont nombreuses. En fait, l'idée derrière la domotique est de gérer le plus de composantes de la résidence possible, sans effort grâce à l'Internet. On peut notamment gérer l'éclairage, la température des pièces, le système d'alarme, l'ouverture et la fermeture des rideaux, les appareils électroniques, etc. Tout ou presque peut être géré à distance à partir d'un téléphone intelligent, d'une tablette ou d'un ordinateur. Le but : générer un grand confort pour les résidents.
- **Gagner du temps :** Plusieurs se tournent vers la domotique pour avoir davantage de temps libre. Une maison ainsi connectée permet aux propriétaires de se décharger de tâches. On peut penser aux gicleurs sur le terrain pour arroser le gazon et les fleurs. Plusieurs municipalités ne permettent que de courtes périodes d'arrosage par semaine. C'est donc pratique de pouvoir les préprogrammer. Préprogrammer le robot nettoyeur de la piscine pour qu'il se mette en action tous les deux jours est aussi une belle façon de gagner du temps. Plusieurs appareils électroniques peuvent être ainsi configurés.
- **Adapté à tous les membres de la famille :** Ce qui est bien avec ces systèmes est qu'ils sont adaptatifs. Chaque membre de la famille peut définir ses propres réglages. L'un aime sa douche plus chaude, l'autre une lumière tamisée au salon, l'un souhaite entendre de la musique classique lorsqu'il arrive à 18 h, l'autre que les stores s'ouvrent automatiquement lorsque sonne le réveille-matin... Il est possible de respecter chaque goût et besoin.
- **Un plus pour la planète :** La gestion par la domotique du chauffage, de la climatisation et de l'éclairage intérieur et extérieur est écologique. Grâce à la configuration, on peut s'assurer que l'énergie est utilisée sans perte. Par exemple, on peut fermer à distance la lumière de la chambre de son adolescent qui est parti de la maison trop vite ou encore réduire le chauffage de toute la maisonnée une fois arrivé au bureau.
- **Plus de sécurité :** Posséder une maison intelligente peut aussi améliorer la sécurité des résidents grâce à la gestion à distance du verrouillage des portes et des fenêtres, l'observation par caméra de surveillance des intrus qui se trouvent sur le terrain ou les alertes en tout genre sur le téléphone. Ce peut aussi être pratique pour protéger un proche en perte d'autonomie : s'il chute ou a besoin d'aide, nous serons avertis par une alarme. Nous partons en voyage ? Notre système peut reproduire la routine de la maison pour donner l'impression que nous y sommes : téléviseur qui allume après le souper, musique d'ambiance qui joue à l'étage pendant une période donnée, lumière qui s'éteint à 22 h... Même si nous sommes loin de notre maison intelligente, nous pouvons la contrôler à distance. II [11]

### II.3.7. Maintenir votre maison connectée :

Maintenir une maison connectée implique de surveiller et mettre à jour les logiciels de vos dispositifs, de s'assurer que tous les appareils fonctionnent correctement et de résoudre les problèmes potentiels avant qu'ils ne se transforment en problèmes majeurs. Les étapes à suivre pour maintenir efficacement la maison connectée sont les suivantes :

- **Surveillez l'état de vos appareils :**

Les appareils connectés peuvent parfois subir des problèmes de connexion ou rencontrer des problèmes de logiciel. Il faut vérifier régulièrement l'état de nos appareils et de garder une liste à jour des appareils qui peuvent nécessiter une attention particulière.

- **Effectuer des mises à jour de logiciel :**

De nombreux appareils intelligents nécessitent des mises à jour de logiciel pour rester sécurisés et fonctionnels. Il faudra s'assurer mettre régulièrement à jour nos appareils et de vérifier que tous les logiciels sont à jour.

#### **Augmenter la sécurité :**

Comme tout appareil connecté à Internet, les appareils intelligents de notre maison sont susceptibles de subir des attaques de cyber-criminels. Pour nous protéger, il est essentiel d'améliorer la sécurité de tous nos appareils connectés. Cela peut inclure l'utilisation de mots de passe forts, la mise à jour régulière de notre logiciel et l'installation de systèmes de sécurité à domicile.

### II.3.8. Améliorer votre maison connectée :

Après avoir mis en place la maison connectée et d'être assuré de son bon fonctionnement, il est temps de réfléchir à l'amélioration. Cela peut signifier l'ajout de nouveaux appareils, le remplacement d'appareils obsolètes ou l'optimisation de l'efficacité de notre maison. Voici quelques conseils pour améliorer notre maison connectée :

- **Intégrer de nouveaux appareils :**

Les marques comme Google, Amazon et Apple offrent une variété d'appareils qui peuvent rendre votre maison encore plus connectée. Cela peut inclure des thermostats intelligents, des serrures de porte intelligentes, des systèmes d'éclairage automatisés et bien plus encore.

- **Remplacer les appareils obsolètes :**

Comme pour tout appareil, les appareils connectés peuvent devenir obsolètes avec le temps. Si un appareil ne fonctionne plus aussi efficacement que nous le souhaitons ou s'il n'est plus aussi sécurisé qu'il le devrait, il peut être temps de le remplacer.

- **Optimiser l'efficacité :**

L'une des grandes promesses des maisons connectées est l'efficacité énergétique. Les appareils comme les thermostats intelligents et les ampoules LED connectées peuvent aider à réduire notre consommation d'énergie et à économiser de l'argent sur nos factures.

En résumé, l'entretien et l'amélioration de notre maison connectée peuvent nous aider à tirer le meilleur parti de la technologie. N'oubliez pas de surveiller l'état de nos appareils, de faire régulièrement des mises à jour de logiciel et d'augmenter la sécurité. De plus, n'hésitez pas à intégrer de nouveaux appareils, à remplacer les anciens et à optimiser l'efficacité de notre maison pour une expérience de vie encore meilleure. II [12]

### **II.4. Conclusion :**

Pour conclure un chapitre qui associe la domotique aux maisons intelligentes, il serait judicieux de mettre l'accent sur les avancées remarquables et les possibilités captivantes offertes par cette technologie.

En résumé, la combinaison de la domotique et des maisons intelligentes ouvre la voie à un avenir où nos espaces domestiques deviennent plus intuitives, efficaces et sécurisés que jamais auparavant. En explorant divers domaines d'application, protocoles de communication et bénéfices de la domotique, nous avons réalisé l'étendue de son potentiel de transformation. De la même manière, en étudiant les caractéristiques et en analysant les défis et les bénéfices des maisons intelligentes, nous avons pu constater la diversité des opportunités offertes par ces logements technologiquement avancés.

Mais malgré ces bénéfices, il est essentiel de prendre conscience des obstacles auxquels ils font face.

### **III. Chapitre 3 : Matériels et logiciels du projet.**

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

Imaginez une maison où chaque élément est conçu pour anticiper vos besoins et améliorer votre quotidien. Bienvenue dans le futur de l'habitation entrez dans un espace où la technologie répond à vos commandes vocales, où les capteurs détectent vos mouvements pour ajuster l'éclairage et la température selon vos préférences. Contrôlez vos appareils électroménagers à distance, surveillez votre consommation d'énergie et assurez la sécurité de votre domicile, le tout depuis votre smartphone. Bienvenue dans notre prototype de maison intelligente, où l'avenir de l'habitation prend vie, redéfinissant la manière dont nous interagissons avec notre environnement domestique.

### **III.2. Les carts :**

#### **III.2.1.Arduino UNO :**

##### **III.2.1.1. Définition :**

Arduino UNO est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega328P. Il dispose de 14 broches d'entrée/sortie numériques (dont 6 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 6 entrées analogiques, un résonateur céramique 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), une connexion USB, une prise d'alimentation, un en-tête ICSP et un bouton de réinitialisation... Il contient tout le nécessaire pour prendre en charge le microcontrôleur ; il est connecté simplement à un ordinateur avec un câble USB ou alimentez avec un adaptateur AC-DC ou une batterie pour commencer. On peut bricoler notre l'UNO sans trop se soucier de faire quelque chose de mal, dans le pire des cas, on peut remplacer la puce et recommencer.



**Figure III.1 : Arduino UNO**

"UNO" signifie un en italien et a été choisi pour marquer la sortie du logiciel Arduino (IDE) 1.0. La carte UNO et la version 1.0 du logiciel Arduino (IDE) étaient les versions de référence d'Arduino, qui ont désormais évolué vers des versions plus récentes. La carte UNO est la première d'une série de cartes USB Arduino et le modèle de référence pour la plateforme Arduino.

III.2.1.2. La fiche technique

- ATmega328P Processor
- ❖ **Memory**
- AVR CPU at up to 16 MHz
- 32KB Flash
- 2KB SRAM
- 1KB EEPROM
- ❖ **Security**
- Power On Reset (POR)
- Brown Out Detection (BOD)

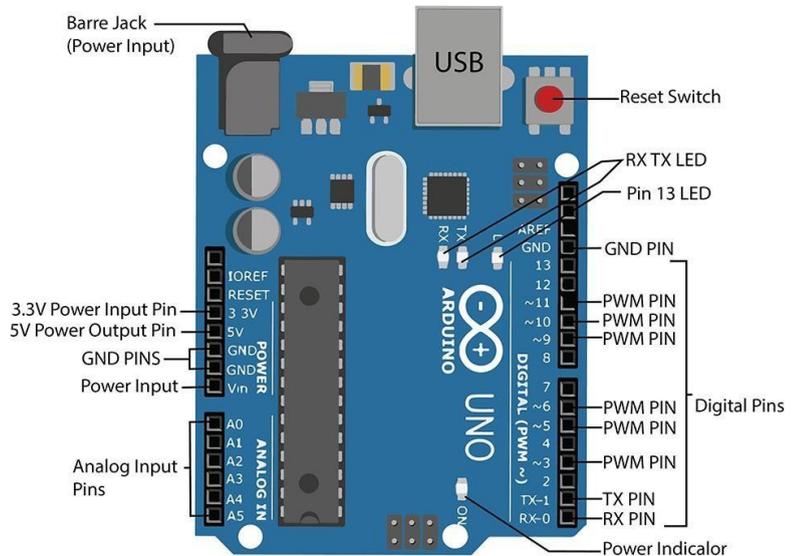


Figure III.2 : La fiche technique Arduino UNO

- 2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels.
- 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels.
- 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection.
- 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI)
- 1x Dual mode controller/peripheral I2C
- 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input
- Watchdog Timer with separate on-chip oscillator.
- Six PWM channels
- Interrupt and wake-up on pin change.

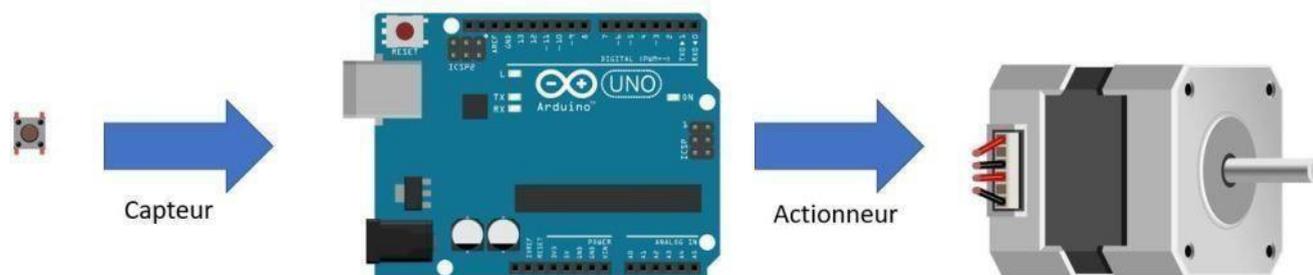
- ATmega16U2 Processor
- 8-bit AVR® RISC-based microcontroller
- ❖ **Memory**
- 16 KB ISP Flash
- 512B EEPROM
- 512B SRAM
- debug WIRE interface for on-chip debugging and programming.
- Power
- 2.7-5.5 volts

### III.2.1.3. Fonctionnement :

La carte Arduino est une petite carte électronique équipée d'un microcontrôleur.

Celui-ci va permettre de traiter l'information entrante, comme la valeur d'un capteur grâce à un programme et de commander des actionneurs (=sorties de la carte).

Ci-dessous vous avez un exemple de ce que l'on peut faire avec cette carte. Le projet que l'on vous propose est d'allumer un moteur en appuyant sur un bouton poussoir :



**Figure III.3 : Exemple d'un fonctionnement Arduino UNO avec un moteur pas à pas**

Pour que ce projet fonctionne, vous aurez besoin de programmer la carte :

- Quand le bouton poussoir est appuyé, on allume le moteur.
- Quand le bouton poussoir n'est pas appuyé, le moteur est éteint.

Le programme devra être téléversé dans la carte pour que le projet fonctionne. Pour cela vous aurez besoin d'un logiciel de programmation, appelé Arduino IDE, qui va transformer votre code en langage machine et le copier dans la carte. Comment la carte Arduino se rend compte que l'on a appuyé sur le bouton poussoir par exemple ? Comme tout ordinateur, la carte Arduino fonctionne avec des 0 et des 1. Pour la carte :

- 0 => état bas : 0V
- 1 => état haut : 5V ou 3,3V

En ce qui concerne notre projet, on va alimenter le bouton poussoir en 5V. En appuyant sur celui-ci, cela ferme le circuit et la carte Arduino va détecter un changement de tension (de 0V à 5V) et allumer le moteur. Une fois que le bouton poussoir n'est plus appuyé, le circuit est réouvert et la tension aux bornes du bouton poussoir retombe à 0V et le moteur est éteint. Le bouton poussoir et le moteur ne se trouve pas sur les mêmes types de broches sur la carte. Les pins, appelé AnalogWrite, permettent de recevoir des informations de la part des capteurs et d'autres pins, appelé digitalWrite, permettent de commander des composants. III [1]

III.2.1.4. Architecture :

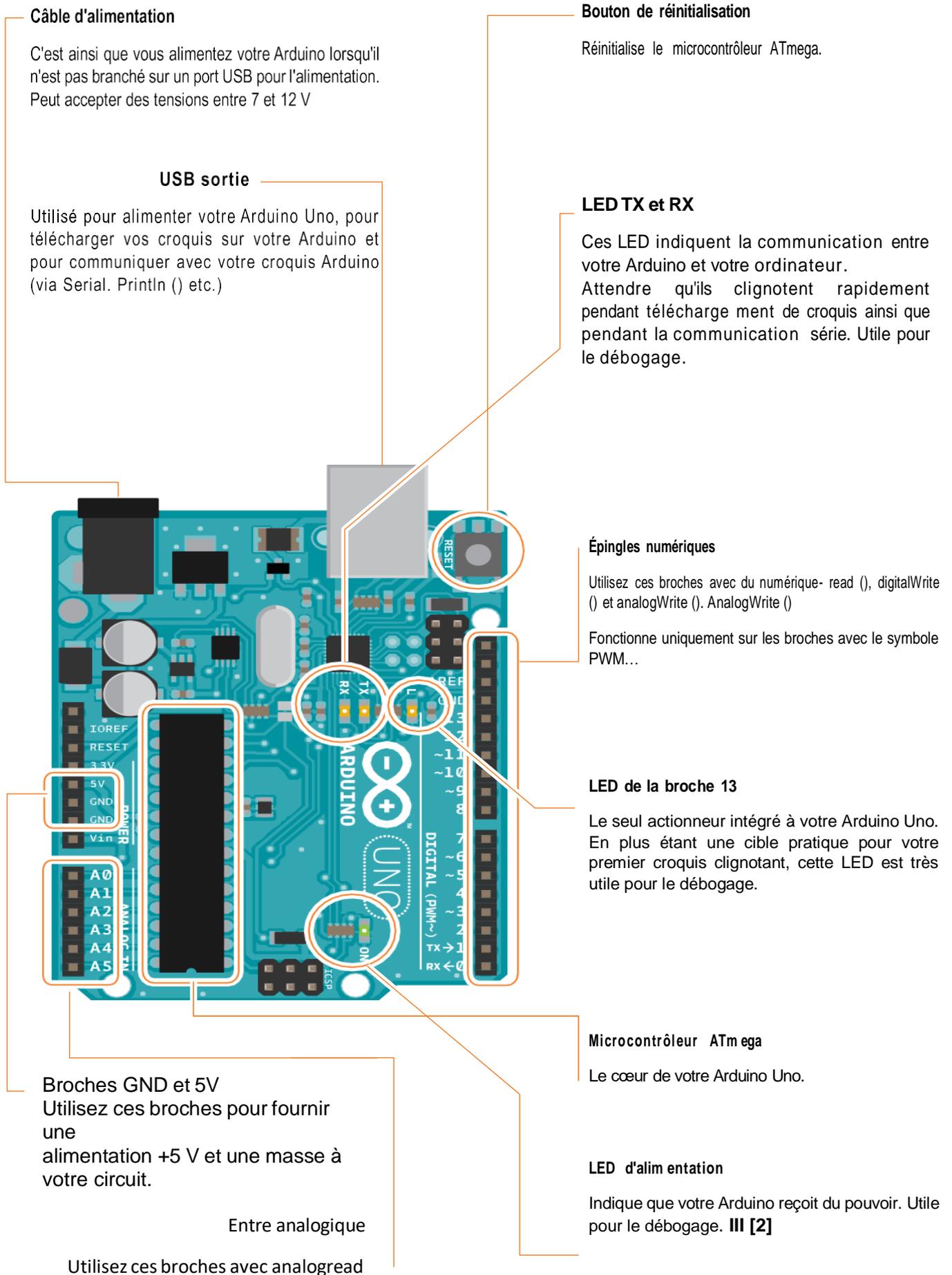


Figure III.4 : Architecture de l'Arduino UNO

### III.2.2. Arduino MEGA :

#### III.2.2.1. Definition:

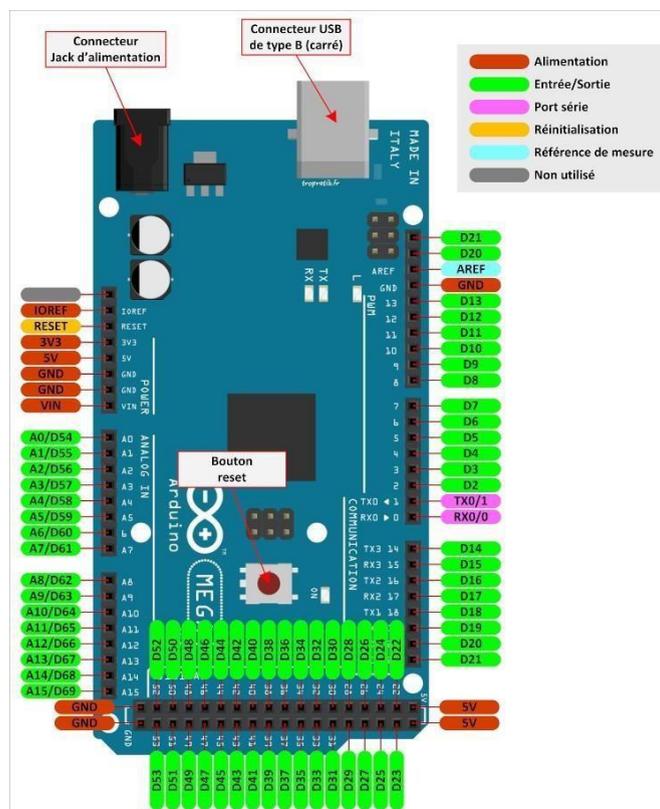
L'Arduino MEGA 2560 est une carte microcontrôleur basée sur l'ATmega2560. Il dispose de 54 broches d'entrée/sortie numériques (dont 15 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 16 entrées analogiques, 4 UART (ports série matériels), un oscillateur à cristal de 16 MHz, une connexion USB, une prise d'alimentation, un en-tête ICSP, et un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour prendre en charge le microcontrôleur ; connectée simplement à un ordinateur avec un câble USB ou alimentée avec un adaptateur AC-DC ou une batterie pour commencer. La carte MEGA 2560 est compatible avec la plupart des boucliers conçus pour l'UNO et les anciennes cartes Duemilanove ou Décimal. Le MEGA 2560 est une mise à jour de l'Arduino MEGA, qu'il remplace.



Figure III.5 : Arduino MEGA

#### III.2.2.2. La fiche technique :

- Microcontrôleur ATmega2560
- Tension de fonctionnement 5 V
- Tension d'entrée (recommandée) 7-12 V
- Tension d'entrée (limite) 6-20 V
- Broches d'E/S numériques 54 (dont 15 fournissent une sortie PWM)
- Broches d'entrée analogique 16
- Courant CC par broche d'E/S 20 mA
- Courant CC pour broche 3,3 V 50 mA
- Mémoire Flash 256 Ko dont 8 Ko utilisés par le chargeur de démarrage
- SRAM 8 Ko
- EEPROM 4 Ko
- Vitesse d'horloge 16 MHz
- LED\_BUILTIN 13



- Longueur 101,52 mm
- Largeur 53,3 mm
- Poids 37g

### III.2.2.3. Fonctionnement :

Afin d'être reliée à un ordinateur, la carte Mega présente quatre ports série pour des raccordements généraux, une connexion USB (avec un processeur ATmega16U2 dédié pour l'interface avec votre ordinateur), un bouton de réinitialisation et un port d'alimentation.

Comme la carte Uno, la carte Mega fonctionne dans l'environnement de développement intégré (IDE) d'Arduino. Le logiciel de codage libre offre des caractéristiques diverses qui le rende accessible autant aux débutants qu'aux experts de la programmation, notamment la librairie de projets et de syntaxe associés à l'IDE créés par la communauté d'utilisateurs Arduino. Avec ce logiciel, n'importe qui peut ajouter du code ou se servir des nombreux codes proposés et ainsi profiter des possibilités de programmation infinies.

Les blindages Arduino constituent un autre atout majeur des cartes Arduino, y compris de la carte Mega. Les cartes de circuits imprimés s'interfacent directement dans les embases de la carte Mega, ce qui lui confère des capacités incroyables malgré sa taille réduite. Avec le blindage, votre carte Mega vous permet de disposer en toute simplicité de plusieurs options d'affichage, de la connectivité Wi-Fi et même d'un logiciel d'émulation de jeu vidéo. Le choix de blindage disponible inclut tous les blindages compatibles avec les cartes Arduino Duemilanove et Diecimila.

La carte Arduino Mega 2560 est idéale pour le prototypage, en particulier pour les imprimantes 3D et la robotique, pour lequel la carte Uno n'est tout simplement pas suffisante. Pour plus d'informations sur la carte Uno, jetez un coup d'œil à cet article. III [3]

### III.2.3. ESP8266:

#### III.2.3.1. Définition :

Le ESP8266 est une micropuce Wi-Fi système sur puce (SOC) pour les applications de l'Internet des objets (IoT) produite par Espressif Systems. Compte tenu de son faible coût, de sa petite taille et de son adaptabilité avec les appareils embarqués, le ESP8266 est désormais largement utilisé sur les appareils IoT. Bien qu'il ait maintenant été remplacé par la puce de microcontrôleur ESP32 de nouvelle génération, le ESP8266 est toujours un choix populaire pour les développeurs et les fabricants IoT.

### III.2.3.2. Fiche technique :

- TX : Broche d’envoi (transmission) de données UART0, également connue sous le nom de GPIO1.
- RX : Broche de réception de données UART0, également connue sous le nom de GPIO3.
- CH : Mise hors tension de la puce (également connue sous le nom de CH\_EN ou Chip Enable) – Broche d’activation de la puce, active haute
- RST : Broche de réinitialisation externe, basse active
- GPIO2 : Entrée/sortie à usage général
- GPIO0 : Entrée/sortie à usage général
- VCC : +3,3 volts d’alimentation positive
- GND : Sol – Offre négative III [4]

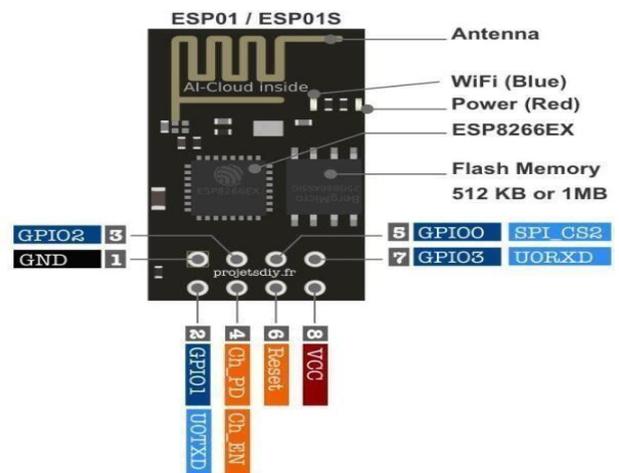


Figure III.7: Brochage de NodeMCU ESP8266

### III.2.3.3. Fonctionnement :

En principe, le NodeMCU ESP8266 se programme via le port USB. L’ordinateur communique le programme au microcontrôleur. Lorsque deux appareils sont connectés au même réseau Wifi, ils peuvent communiquer ensemble. On peut donc téléverser un code grâce au réseau Wifi sans avoir à se connecter à chaque microcontrôleur. Il est aussi possible de téléverser un code sur le NodeMCU lorsqu’il est configuré comme Point d’Accès Wifi. Dans ce cas, l’ordinateur, utilisé pour la programmation, doit être connecté au réseau du NodeMCU.

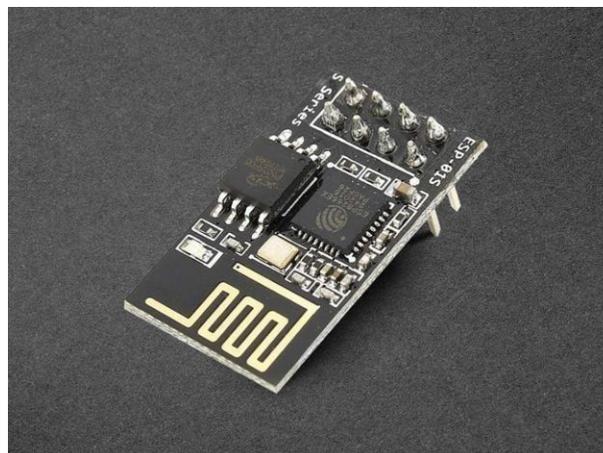
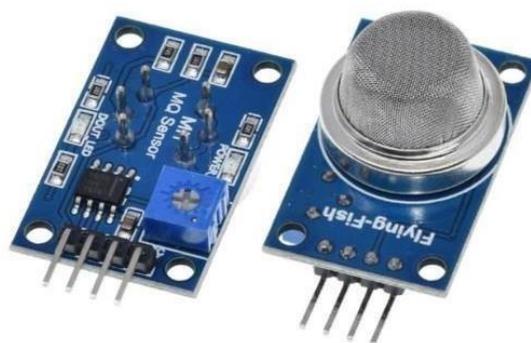


Figure III.8: NodeMCU ESP8266

**III.3. Les capteurs :****III.3.1. Capteur de gaz MQ135:****III.3.1.1. Description:**

Le MQ-135 est un module de capteur de gaz qui permet de détecter différents gaz tels que l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ), le dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) et le monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ). C'est un capteur de gaz à semi-conducteur à oxyde métallique (MOS) qui détecte les gaz en utilisant un matériau semi-conducteur.

Le MQ135 est un capteur de gaz très sensible à l'ammoniac, au sulfure, à la vapeur de benzène, à la fumée et à d'autres gaz pleins dangereux. Il est abordable et convient à diverses utilisations.



**Figure III.9 : capteur de gaz MQ135**

Le module MQ135 de capteur de gaz offre une surveillance fiable et de qualité supérieure de la qualité de l'air. Le module est parfaitement conçu pour une utilisation dans les domaines industriels et commerciaux qui exigent des lectures précises de différents gaz. Il se sert d'un dispositif de détection sophistiqué afin de repérer la présence de gaz combustibles inflammables tels que le  $\text{CO}$ , le  $\text{H}_2\text{S}$  et le  $\text{NO}_2$ .

Le module MQ 135 de capteur de gaz offre la possibilité de fournir des données fiables rapidement et avec un effort minimal.

**III.3.1.2. Caractéristique technique du capteur de gaz :**

- Ce détecteur de gaz fonctionne entre 2,5V et 5,0V.
- Il consomme environ 150mA d'énergie pendant le jeu.
- Il est capable de détecter des gaz tels que  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}_2$ , alcool, benzène et fumée.
- Lorsqu'il est alimenté à 5V, il émet un signal numérique de 0V à 5V en logique TTL.
- Il offre également une sortie analogique dans le même voltage. En général, il fonctionne à 5V

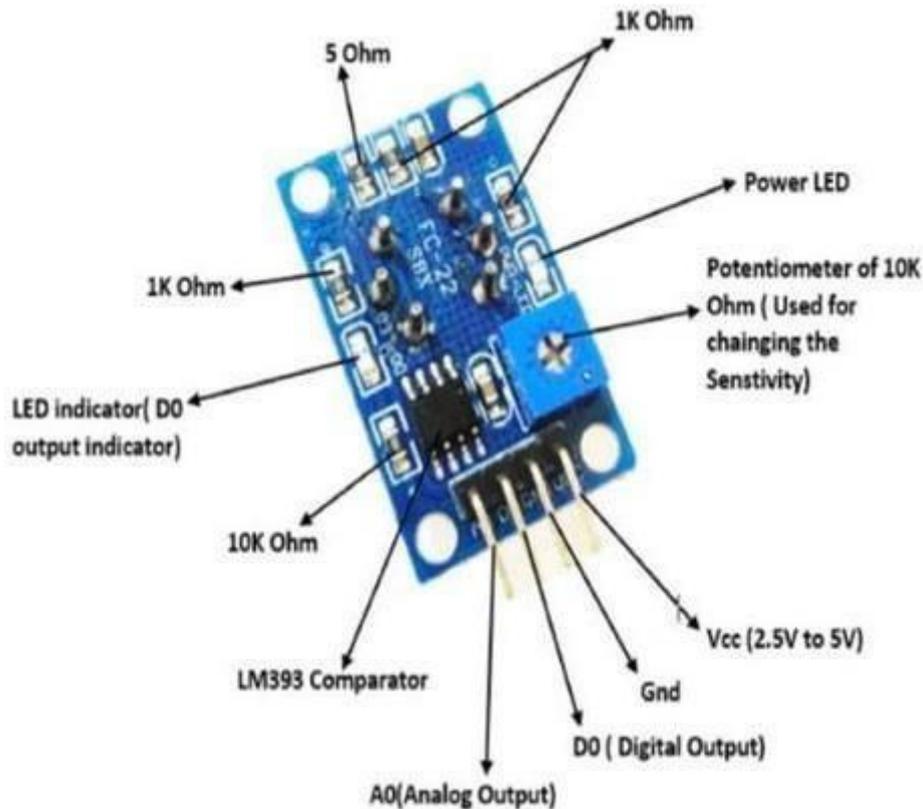


Figure III.10: Architecture du capteur de gaz MQ135

#### III.3.1.3. Fiche technique :

- Interface : n'importe quel port analogique peut être utilisé.
- Tension de fonctionnement : DC 5V
- Courant de travail : 150mA
- Détection de concentrations : 300 ~ 5000ppm
- Humidité fonctionnante : 95% hr (humidité nominale 65%)
- Dimensions : 32 x 21 x 20 mm
- Poids : 9.00g

#### III.3.1.4. Domaine d'utilisation :

- Ce module ne peut pas être utilisé pour des applications de sécurité.
- Ce capteur peut devenir chaud en utilisation.
- Pour une utilisation avec une carte Raspberry Pi, il est nécessaire d'utiliser un convertisseur analogique I2C et un convertisseur de niveau. III [7]

### III.3.2. Capteur de mouvement PIR SR-501 :

#### III.3.2.1. Description :

Le capteur de mouvement PIR HC-SR501 est un capteur infrarouge passif qui détecte les variations de température causées par les mouvements de personnes ou d'objets dans son champ de détection. Il peut être utilisé pour détecter les intrusions, commencer des alarmes ou allumer des lumières en réponse à des mouvements. Il est facile à utiliser et à intégrer dans divers projets grâce à ses bornes simples et à sa faible consommation d'énergie.

Il utilise un capteur infrarouge sensible à la chaleur pour détecter les mouvements dans son champ de détection. Il dispose de deux lentilles pour couvrir une zone d'environ 110 degrés, ce qui en fait un choix populaire pour la détection de mouvements dans des pièces de taille moyenne.

Lorsqu'un mouvement est détecté, le capteur envoie un signal à un microcontrôleur ou à un autre dispositif pour déclencher une action. Les réglages du capteur, tels que la durée de la détection et le temps de réinitialisation, peuvent être ajustés pour s'adapter à divers environnements et applications.

Le HC-SR501 est alimenté par un voltage de 3 à 5V et peut être facilement connecté à un microcontrôleur ou une carte de développement tel que l'Arduino, à un module relais, à un module d'alarme ou à tout autre dispositif pour une utilisation dans des projets DIY ou industriels.

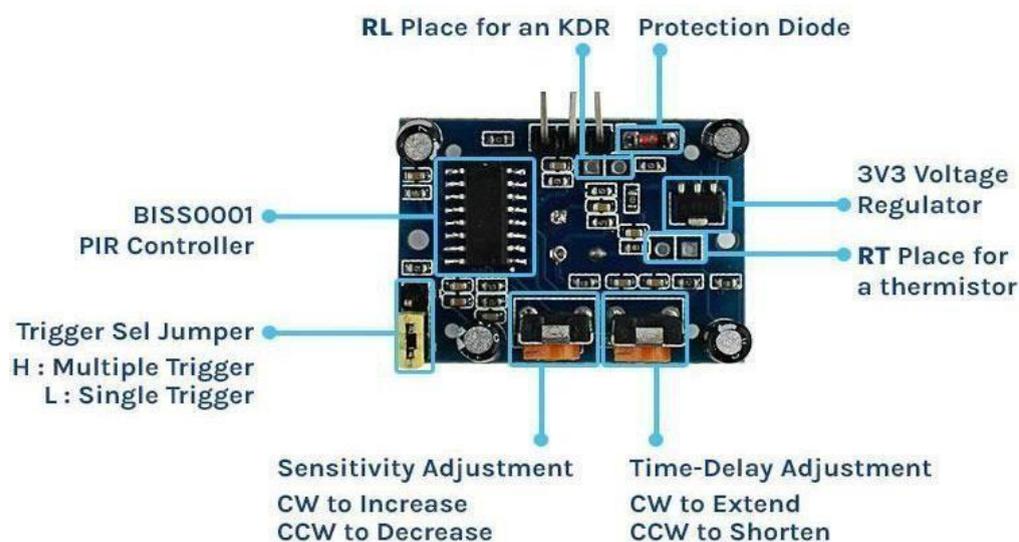
Le capteur de mouvement PIR (Passive Infrared) HC-SR501 possède 3 broches : VCC, GND, et SIGNAL.



**Figure III.11: Capteur de mouvement PIR SR-501**

### III.3.2.2. Les caractéristiques techniques :

- Tension d'alimentation : DC 4,5 V à 20 V
- Courant de fonctionnement :  $\leq 65$  mA
- Fréquence de détection :  $< 50$  Hz
- Angle de détection :  $\leq 110^\circ$
- Distance de détection :  $\leq 7$  m
- Temps de réponse :  $< 1$  seconde
- Temps de délai réglable : 3 s à 5 min
- Niveau de sensibilité réglable
- Sortie : niveau logique haut/bas
- Taille : 3.2 x 3.2 x 4.5 cm.



**Figure III.12: Les caractéristiques technique du capteur PIR**

### III.3.2.3. Utilisation :

Le capteur de mouvement PIR HC-SR501 peut être utilisé dans de nombreuses applications, notamment :

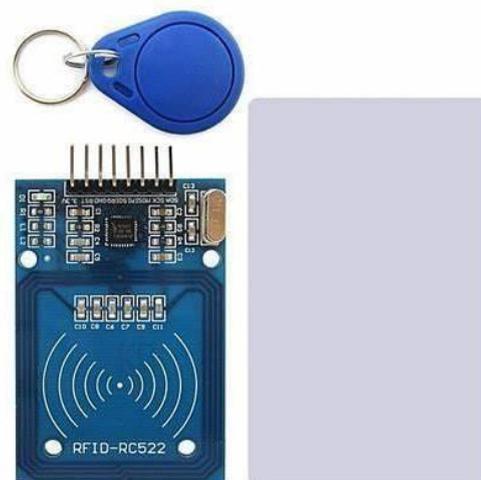
1. Sécurité et surveillance : Il peut être utilisé pour détecter les mouvements et déclencher une alarme ou enregistrer des images vidéo.
2. Contrôle d'éclairage : Il peut être utilisé pour allumer et éteindre les lumières en fonction de la présence de personnes dans un endroit.
3. Automatisation du domicile : Il peut être intégré à des systèmes d'automatisation du domicile pour détecter les mouvements et activer différents appareils.

4. Robotics : Il peut être utilisé pour détecter les mouvements dans les robots et les contrôler en conséquence.
5. Systèmes de comptage de personnes : Il peut être utilisé pour compter les personnes entrantes et sortantes d'un bâtiment ou d'une zone déterminée. III [8]

### **III.3.3. Identification par radiofréquence RC522 :**

#### **III.3.3.1. Description :**

Pour les cartes Arduino, le système RFID est composé de deux composants : un transpondeur (tag) qui peut être une carte plastique ou un fob, ainsi qu'un lecteur de carte (tag reader). Chaque étiquette RFID possède un identifiant unique (standard Epc-96 sur 96 bits) qui sert à l'identification. Le module RFID RC522 Arduino génère des ondes électromagnétiques et les étiquettes transmettent leur numéro d'identification, les informations de leur mémoire, et bien d'autres informations.



**Figure III.13 : RFID RC522**

#### **III.3.3.2. Caractéristiques RFID RC522 Arduino :**

- Alimentation : 3,3 V
- Fréquence : 13,56 MHz
- Distance optimale : 10 mm
- Interface : SPI
- Protocole : Mifare
- Dimensions (sans les broches) : 61 x 40 mm

Les étiquettes RFID peuvent être actives ou passives (sans source d'énergie, donc c'est autonome et inusable) et fonctionnent à différentes fréquences : LF (125 à 134 kHz), HF (13,56 MHz), UHF (860 à 960 MHz). Les modules qui lisent et écrivent des informations sur les étiquettes sont appelés lecteurs. Les modules RC522 basé sur la puce MFRC522 utilisent des champs électromagnétiques pour transférer des données entre la carte et le lecteur. III [9]

**III.3.4. Capteur de température et humidité DH11 :****III.3.4.1. Description :**

DHT11 est un capteur de température et d'humidité unique et compact qui se connecte facilement à une plage de microcontrôleurs tels que les microcontrôleurs Arduino et Raspberry Pi. Il utilise une méthode de mesure numérique pour mesurer la température et l'humidité ambiantes avec une précision élevée.

Ce module est équipé d'une interface de communication numérique qui permet une transmission rapide et fiable des données. De plus, il est doté d'un boîtier en plastique robuste qui le protège des dommages environnementaux tels que la poussière et l'eau.

DHT11 est un choix idéal pour les applications nécessitant une surveillance en temps réel de la température et de l'humidité, telles que les systèmes de contrôle de l'environnement pour les serres, les systèmes de climatisation et de ventilation, les systèmes de surveillance de la santé pour les animaux et les systèmes de contrôle de la qualité de l'air.

En résumé, le module DHT11 est un produit unique qui offre une solution simple et fiable pour mesurer la température et l'humidité ambiantes, avec une interface de communication numérique rapide et une protection robuste contre les dommages environnementaux.

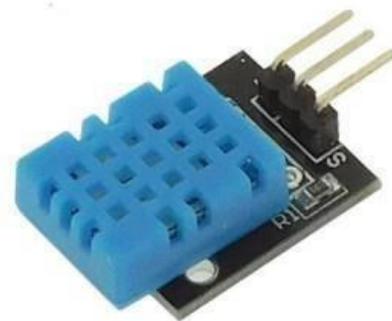
DHT11 est un capteur numérique de petite taille qui peut mesurer l'humidité relative et la température ambiante.

Il est généralement utilisé dans les projets de domotique et de contrôle de l'environnement, tels que les systèmes de surveillance de la température et de l'humidité dans les maisons, les serres et les entrepôts.

C'est un capteur numérique, ce qui signifie qu'il utilise une interface de communication numérique pour envoyer ses données à un microcontrôleur ou à un autre dispositif de traitement de données. Il est facile à utiliser et ne nécessite pas de calibration préalable.

**III.3.4.2. Les caractéristiques techniques :**

- Gamme de mesure de température : de 0 à 50 degrés Celsius ;
- Précision de mesure de température : +/- 2 degrés Celsius ;
- Gamme de mesure d'humidité : de 20% à 80% d'humidité relative ;
- Précision de mesure d'humidité : +/- 5% ;
- Alimentation : 3,3 à 5,5 volts ;



**Figure III.14 : Capteur température et d'humidité**

- Interface de communication : numérique ;
- Température de fonctionnement : de 0 à 50 degrés Celsius ;
- Sortie de signal : le DHT11 utilise une sortie de signal numérique pour envoyer ses données à un microcontrôleur ou à un autre dispositif de traitement de données ;
- Humidité de fonctionnement : de 20% à 80% d'humidité relative ;
- Taille : environ 15 mm x 12 mm x 5,5 mm ;
- Poids : environ 2 grammes ;

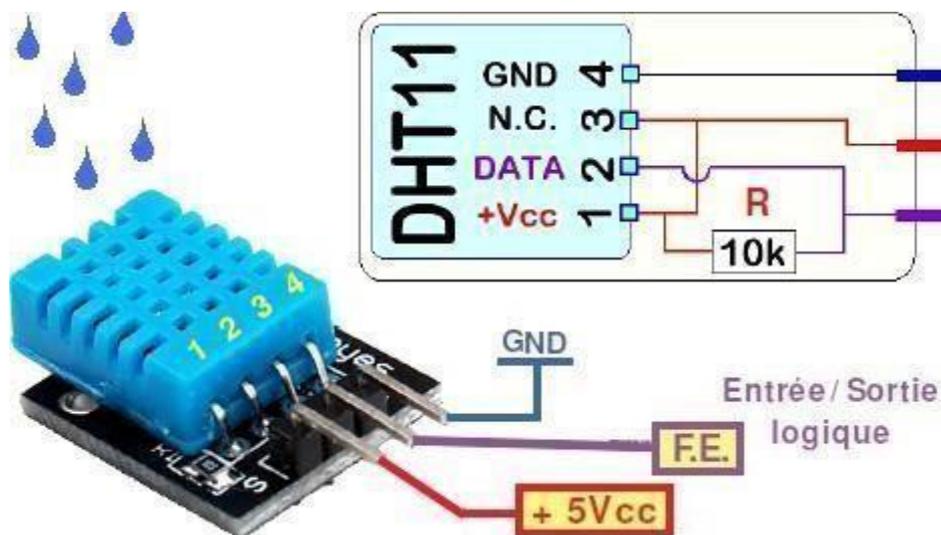


Figure III.15 : Les caractéristiques technique du capteur DHT11

#### III.3.4.3. Domaine d'utilisation :

Domotique : Afin de contrôler le climat des maisons intelligentes en ajustant le chauffage, la ventilation et la climatisation en fonction des conditions intérieures. Dans le domaine de l'agriculture, il est essentiel de surveiller les conditions environnementales dans les serres et d'autres environnements agricoles afin de maximiser la croissance des cultures. Dans les stations météorologiques personnelles, les amateurs de météorologie peuvent observer les conditions météorologiques locales. Afin de garantir des conditions environnementales optimales lors de la production de produits électroniques qui sont sensibles à l'humidité et à la température, la fabrication électronique est essentielle.

La surveillance environnementale est essentielle dans des environnements sensibles tels que les musées, les entrepôts d'archives et les laboratoires afin de repérer les conditions environnementales indésirables.

Élevage : Pour assurer le bien-être des animaux en surveillant et en contrôlant les conditions environnementales dans les installations d'élevage. III [10]

### III.4. Les équipements :

#### III.4.1. Relais :

##### III.4.1.1. Description :

Le module de 4 relais 5V contient des composants de commutation et d'isolement associés, ce qui facilite l'interfaçage avec un microcontrôleur ou un capteur avec un minimum de composants et de connexions. Les contacts de chaque relais du module de 4 relais 5V sont spécifiés pour 250VAC et 30VDC et 10A dans chaque cas, comme indiqué sur le corps des relais. Si on cherche à contrôler 4 appareils haute tension tels que des pompes et des actionneurs, nous pouvons utiliser plusieurs modules de relais. Cependant, il existe un moyen plus simple d'utiliser un module 4 relais 5V qui combine 4 relais sur une seule carte. Le module de relais à quatre canaux contient quatre relais 5 V et les composants de commutation et d'isolement associés, ce qui facilite l'interfaçage avec un microcontrôleur ou un capteur avec un minimum de composants et de connexions. Il y a deux borniers avec six bornes chacun, et chaque bloc est partagé par deux relais. Les bornes sont de type à vis, ce qui rend les connexions au câblage secteur faciles et modifiables. Les voyants LED s'allument lorsque la bobine du relais respectif est excitée, indiquant que le relais est actif. Les optocoupleurs forment une couche supplémentaire d'isolation entre la charge commutée et les entrées.

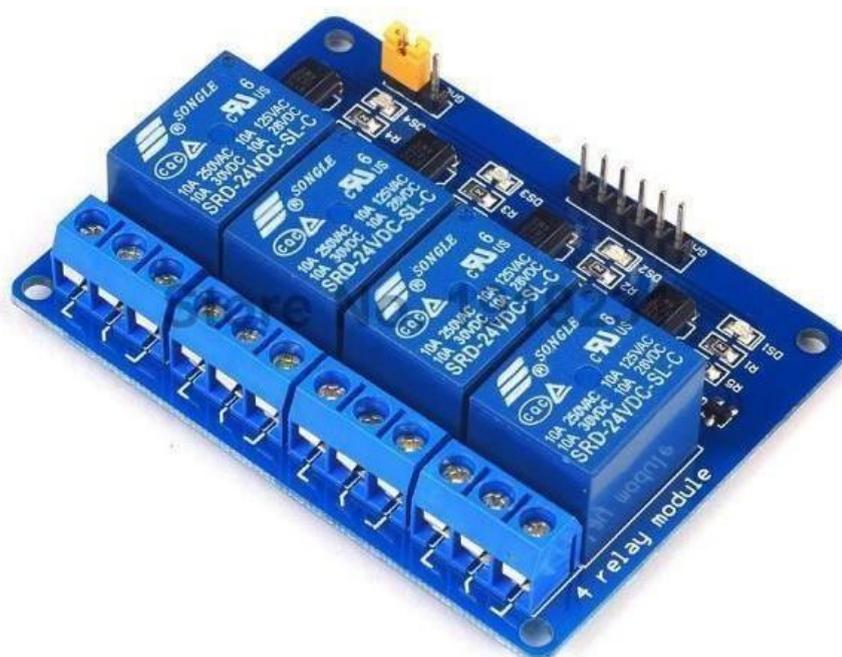


Figure III.16 : Brochage des relais 4 chaines 5V

### III.4.1.2. Caractéristique :

- 5V RELAIS MODULE 4 CANAUX POUR ARDUINO PIC ARM AVR DSP
- Contrôlez 4 circuits indépendant avec MODULE relai DE 4 chanel 5V
- Dimensions : 92 x 46 x 20 mm
- Equipé avec relais AC250V 10A, DC30V 10A
- Isolation par Optocoupleur
- Compatible Arduino

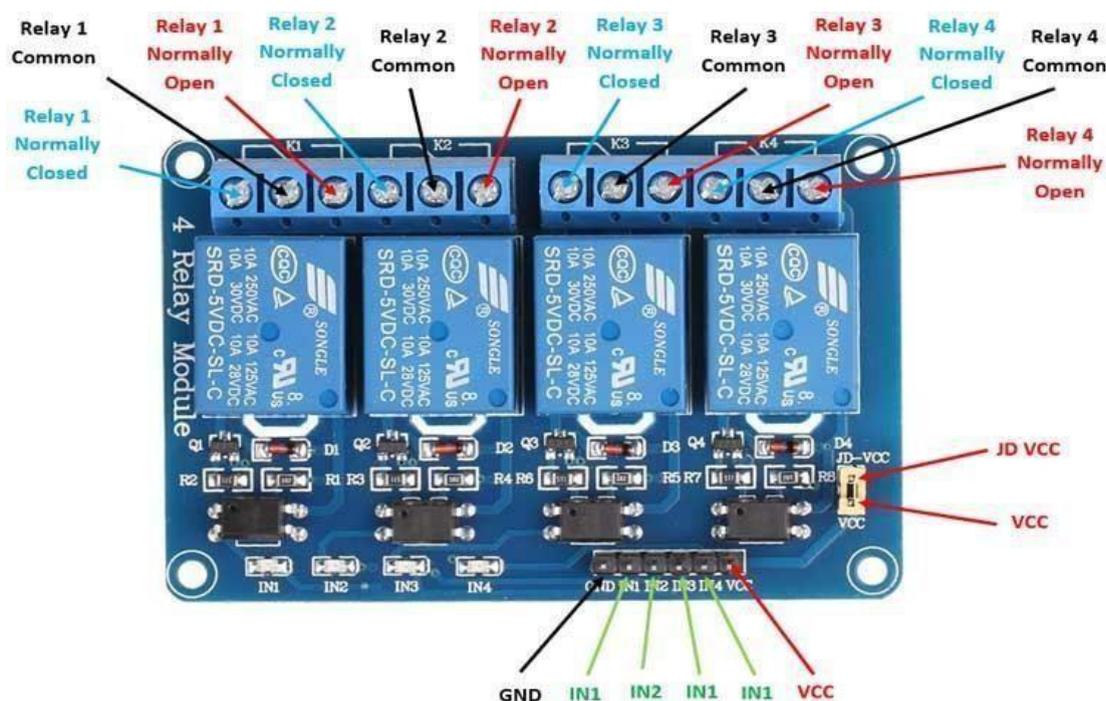


Figure III.17 : Les caractéristiques du relais

### III.4.1.3. Domaine d'application :

- Protection contre les sous-tensions et les surtensions ;
- Commutation avec un courant élevé ;
- Appareils électriques automatiques ;
- Contrôle de la vitesse du moteur ;
- Contrôler les lumières ;
- Alimentation isolée ;
- Les domotiques III [11]

**III.4.2. Les piles :****III.4.2.1. Description :**

Dans le domaine des batteries rechargeables, les accus 18650 et 21700 sont couramment prisés et fréquemment employés. Les batteries au lithium-ion, qu'elles soient destinées aux cigarettes électroniques, aux lampes de poche ou aux outils électriques, garantissent une performance fiable et une durée de vie prolongée.

**III.4.2.2. Caractéristique :**

- Capacité : Généralement entre 3000 mAh et 5000 mAh.
- Tension : Environ 3.6/3.7V.
- Courant de décharge : Peut aller jusqu'à 40A, ce qui en fait un choix idéal pour les appareils à haute consommation d'énergie.
- Cycle de vie : Plus de 500 cycles de charge-décharge.
- Longueur avec PCB : Environ 6.5 cm. III [12]

**Figure III.18 : Pile au lithium 18650****III.4.3. Ventilateur :****III.4.3.1. Description :**

Le ventilateur permet l'extraction de l'air contaminé par le gaz (réduction du taux du gaz nocif dans l'air). Dans la réalisation de notre prototype, nous utiliserons un ventilateur 12 volts.

**III.4.3.2. Caractéristique de modèle :**

- Modèle : GDT5010S12B
- Connecteur : XH2.0-2P
- Tension nominale DC : 5V
- Courant nominal : 0,1 A
- Vitesse nominale :  $4500 \pm 10\%$  tr / min
- Débit d'air : 9.55CFM
- Bruit :  $25 \pm 10\%$  dBA
- Type de roulement : manchon
- Vie : 35000 heures
- Longueur du câble : 17 cm
- Poids : 18 g / pcs
- Dimensions : 50x50x10 mm

**Figure III.19 : Mini ventilateur**

### III.4.3.3. Domaine d'utilisation :

- **Refroidissement Efficace** : Avec sa conception optimisée, ce ventilateur offre un flux d'air constant pour empêcher la surchauffe.
- **Compact et Puissant** : Malgré sa petite taille, ce ventilateur 5V est capable de fournir des performances fiables et constantes.
- **Installation Facile** : Les dimensions de 30x30x7mm le rendent facile à intégrer dans vos différents projets électroniques.
- **Faible Consommation d'Énergie** : Fonctionnant à 5V, ce ventilateur est économe en énergie tout en offrant des performances exceptionnelles.

Que vous construisiez un ordinateur miniature, une imprimante 3D ou tout autre appareil électronique nécessitant un refroidissement efficace, le Ventilateur 5V Réf 3010 D=30x30x7mm est le choix idéal. III [13]

### III.4.4. Servomoteur Mini TowerPro SG90 9G :

#### III.4.4.1. Description :

Servomoteur Mini TowerPro SG90 9G s'agit d'un servomoteur numérique qui reçoit et traite le signal PWM plus rapidement et mieux. Il équipe des engrenages en fibre de carbone qui le rendent beaucoup plus léger que le même motoréducteur métallique. C'est un kit de 3 extrémités en plastique et une vis est fourni avec le micro-servomoteur pour pouvoir facilement le relier à l'univers mécanique. Il dispose d'une connectique standard 3 points. C'est un choix idéal pour réaliser vos projets de robotique et mécatronique piloté par Arduino (Avions RC, bateaux, etc.)

#### III.4.4.2. Caractéristiques techniques :

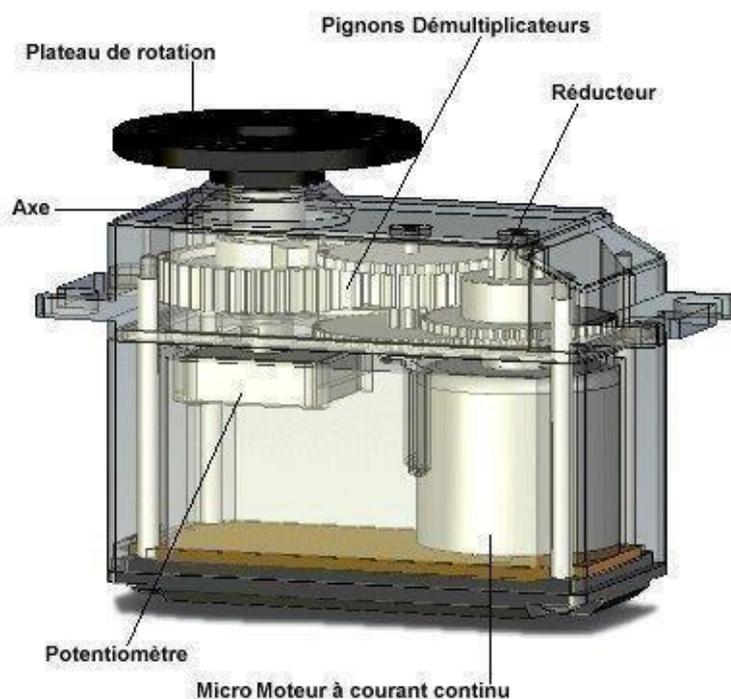
- **Type** : TowerPro SG90
- **Dimensions** : 22 x 11,5 x 27 mm
- **Poids** : 9g
- **Vitesse** : 0.12 sec/60° sous 4.8V
- **Couple** : 1.2Kg/cm sous 4.8V
- **Tension** : 4.8V – 6V
- **Prise type** : Graupner UNI



Figure III.20: Servomoteur Mini TowerPro

### III.4.4.3. Fonctionnement :

Les servomoteurs sont largement utilisés pour simuler les mouvements mécaniques des robots. Un servomoteur se compose d'un capteur (vitesse, position, etc.), d'une unité de commande d'entraînement provenant d'un système mécanique et de circuits électroniques. Les boîtes de vitesses du dispositif sont en métal, en carbone ou en plastique. Les engrenages en plastique du servomoteur ne peuvent pas résister aux charges lourdes et aux chocs. III [14]



*Eric G.*

Figure III.21 : Datasheet de servomoteur Mini Tower Pro

### III.4.5. Panneau Solaire:

#### III.4.5.1. Description :

Le panneau solaire polycristallin est un moyen de production d'électricité. Il produit un courant continu. Celui-ci peut être stocké dans des batteries. Il peut également être consommé directement, redressé ou non. Il peut être de petite taille, pour alimenter différents appareils électroniques en site isolé. Il est très souvent utilisé pour les équipements autonomes non reliés au réseau électrique.

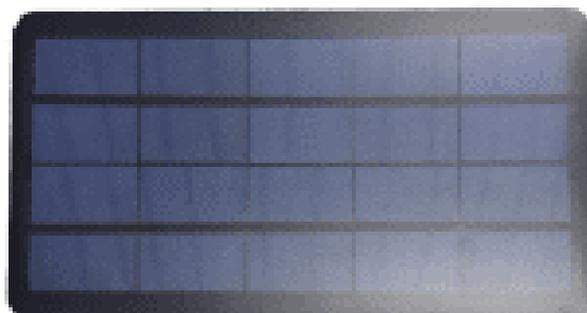


Figure III.22: Panneau solaire

### III.4.5.2. Fiche technique :

- Tension nominale : 5V
- Courant nominal : 2A
- Puissance maximale : 10W
- Tension à vide : 6V
- Courant de court-circuit : 1,1A
- Dimension : 210x130x1.5mm III [15]

### III.4.6. Serrure électromagnétique :

#### III.4.6.1. Description :

C'est une grande serrure électrique pour verrouiller vos portes, armoires, coffres-forts, fenêtres, tiroirs, etc. dans vos maisons ou lieux de travail. Avec multi-usages, une installation facile et un faible coût d'utilisation. Mérite d'acheter !

- Il est largement utilisé dans toutes sortes d'endroits, comme la maison, les centres commerciaux, les écoles, les entreprises, etc.

- Utilisé pour la porte d'échappement, la porte coupe-feu, le système électronique contrôlé, les armoires de rangement, les armoires de distribution d'électricité, les coffres-forts, Armoires de rangement, etc.

- C'est avec une structure simple, facile à installer, facile à utiliser.

- Fabriqué en alliage d'aluminium. Il est résistant à la rouille, robuste et durable, peut facilement et en toute sécurité protéger vos objets précieux.

- Avec un faible coût d'utilisation.

- Ce verrou électrique utilise une puissance instantanée, qui permet d'économiser de l'énergie.

- Il est de petite taille et léger donc prend juste un petit espace.



Figure III.23 : Serrure électromagnétique

**III.4.6.2. Fiche technique :**

- Voltage : 12v DC
- Courant : 0.6A
- Consommation électrique : 7.5w
- Temps de déverrouillage : 1s
- Puissance continue : <10s
- Forme motorisée : interruption
- Matériau : alliage d'aluminium
- Taille : 6.6 x 4.2 x 2.7cm
- Poids : 153g III [16]

**III.4.7. Afficheur LCD :****III.4.7.1. Description :**

Afficheur LCD 1602 avec I2C s'agit d'une interface I2C, un module d'affichage LCD 16×2, un module LCD 2 lignes 16 caractères de haute qualité intégré avec le réglage du contrôle du contraste, rétroéclairage et interface de communication I2C.

Pour les débutants Arduino, fini la lourdeur et connexion complexe du circuit de pilote LCD. Les avantages réels de ce module LCD série I2C seront simplifier la connexion du circuit, enregistrer certaines broches d'e/s sur la carte Arduino, développement de micrologiciel simplifié avec la disponibilité d'une large bibliothèque Arduino. III[18]

**Figure III.24 : Afficheur LCD****III.4.7.2. Caractéristiques :**

- Nombre de ligne : 2
- Nombre de caractères par ligne : 16
- Contrôleur : SPLC780D
- Rétroéclairage : LED Jeune-Vert
- Dimension : 80 x 11 x 36mm
- Bus I2C
- Compatible Arduino

### III.4.8. Buzzer :

Un buzzer est une partie électronique qui génère un son ou une alarme lorsqu'elle est alimentée par un courant. Il sert fréquemment de signal d'alarme dans les systèmes électroniques comme les alarmes, les avertisseurs sonores, les jouets électroniques, les horloges et les chronomètres, et ainsi de suite.

En appliquant une tension alternative (AC) ou continue (DC) à ses bornes, on peut activer le buzzer. La fréquence de l'onde appliquée influence le son produit, qui se situe habituellement dans la plage des fréquences audibles pour les êtres humains (20 Hz – 20 kHz).

Les buzzers peuvent être de différentes formes, telles que les buzzers piézoélectriques, magnétiques et électromécaniques. Les buzzers piézoélectriques se distinguent par leur popularité et leur économie. Une plaque piézoélectrique vibre pour produire un son en réponse à une tension électrique. III [17]



**Figure III.25 : Buzzer**

### III.4.9. Plaque d'essai :

Breadboard est un élément clé pour les amateurs et les professionnels de l'électronique. Il permet de créer des circuits sans avoir à souder les composants ensemble, ce qui facilite la mise en place rapide et facile de circuits électroniques. Ce produit est particulièrement utile pour les prototypes, les tests et les expérimentations.

Le mesure environ 21,5 cm x 13 cm, ce qui le rend portable et pratique à utiliser en déplacement ou en laboratoire. Il comporte des trous standard pour accueillir les composants électroniques, ce qui en fait un produit compatible avec un large éventail de composants standard, facile à utiliser pour tous les niveaux d'utilisateurs.

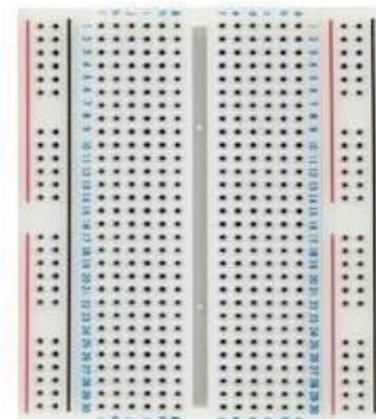


Figure III.26 : Plaque d'essai

Il offre une grande flexibilité pour la mise en place de différents types de circuits, grâce à ses lignes conductrices horizontales et verticales qui permettent de relier facilement les composants entre eux. Les lignes conductrices sont séparées en sections distinctes pour éviter les interférences entre les circuits.

Fabriqué à partir de matériaux de haute qualité, le Breadboard est résistant à la chaleur et à l'usure. Il est également doté d'un revêtement en plastique de haute qualité qui protège les composants électroniques des dommages causés par les chocs et les rayures. III [19]

### III.4.10. LED :

Une LED est un composant électronique qui émet de la lumière d'une certaine longueur d'onde, selon l'énergie absorbée.

Dans le marché il existe un assortiment de LED de 5 mm de haute qualité dans une variété de couleurs au choix, idéales pour les projets Arduino Couleur : Blanc Jaune Rouge Vert Bleu leur principales caractéristiques sont :

- Durable et super lumineux, faible chaleur et économie d'énergie, petite taille et longue durée de vie.
- Large application, adaptée aux projets LED de bricolage, aux expériences scientifiques scolaires, aux décorations de voitures, aux expériences électroniques et électriques, aux indicateurs de signal, y compris les projets Arduino.

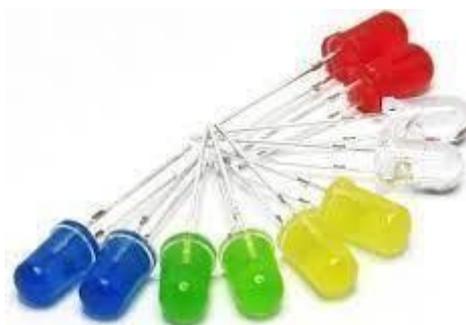


Figure III.27 : LED

### III.4.11. Câbles :

Accessoire indispensable pour tout passionner d'électricité et d'électronique. Ces fils souples de haute qualité, d'une longueur de 20 cm, offrent une connectivité fiable et sécurisée pour vos montages Arduino.

- Longueur : 20 cm
- Type de connecteur : Mâle-Mâle / Male-femelle / Femelle-femelle
- Matériaux : Cuivre, PVC
- Couleurs assorties pour une meilleure organisation III [20]



**Figure III.28 : Câbles**

### III.5. Les logiciels :

#### III.5.1.Arduino IDE :

Le logiciel Arduino est un Environnement de Développement Intégré (IDE)

L'IDE Arduino permet :

- D'éditer un programme : un programme est composé de croquis (sketch en Anglais), les programmes sont écrits en langage C
- De compiler ce programme dans le langage « machine » de l'Arduino, la compilation est une traduction du langage C vers le langage du microcontrôleur
  - La zone de sortie donne des informations sur le déroulement de la compilation et affiche les messages d'erreur et diverses notifications.
- De téléverser le programme dans la mémoire de l'Arduino, le téléversement (upload) se passe via le port USB de l'ordinateur un fois dans la mémoire de l'Arduino, le logiciel s'appelle un microgiciel.
  - La zone de sortie donne des informations sur le déroulement du téléversement et affiche les messages d'erreur et diverses notifications.

- De communiquer avec la carte Arduino grâce au terminal (ou moniteur série).  
Pendant le fonctionnement du programme en mémoire sur l'Arduino, il peut communiquer avec l'ordinateur tant qu'une section est active (câble USB, ...) III [5]



Figure III.29 : Arduino IDE LOGO

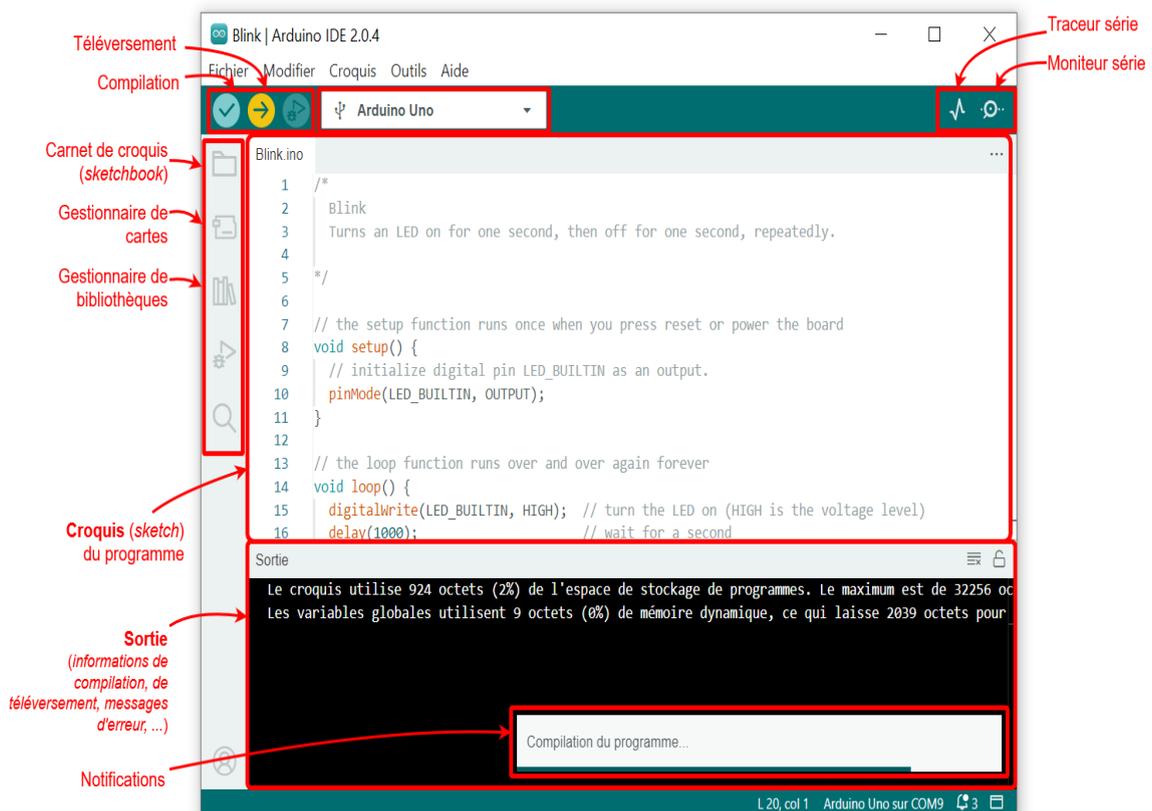


Figure III.30 : Les fenêtres principales de l'IDE (version 2.0.4)

### III.5.2. Fritzing :

Fritzing est un logiciel open source spécialement conçu pour ceux qui ont besoin de créer des projets électroniques, notamment hardware libre, et qui n'ont pas accès au matériel nécessaire. Il peut également être utilisé pour réaliser vos créations, capturer des exemples pour des tutoriels, etc. De plus, cet outil dispose d'une grande communauté derrière lui qui le tient à jour ou est prêt à vous aider si vous rencontrez des problèmes. Il peut même être un excellent outil pour les cours, aussi bien pour les étudiants en électronique que pour les enseignants, pour les utilisateurs souhaitant partager et documenter leurs prototypes, et même pour les professionnels. III [6]



**Figure III. 31 : logiciel fritzing logo**

### III.5.3. Application mobile Remote XY :

Difficile de parler ARDUINO sans aborder la liaison ARDUINO SMARTPHONE. La difficulté de la manip étant la partie soft du smartphone pour communiquer avec ARDUINO IDE.

Coté microcontrôleur, le soft est compatible avec ARDUINO, ESP8266, ESP32, coté smartphone il est compatible avec ANDROID et IOS.

Coté protocole de communication, il supporte :

- Bluetooth via module HC-05, HC-06, HM-10 ou module intégré au microcontrôleur
- Wi-Fi via ESP8266 ou module WIFI intégré (ESP32 par exemple)
- Ethernet via Ethernet Shield W5100
- USB sur Android uniquement et via câble OTG internet à distance.

Le principe est simple, une fois l'interface conçue via l'éditeur en ligne, le programme génère le code source ARDUINO qu'il ne reste plus qu'à télécharger dans l'ARDUINO via l'IDE ARDUINO. Une fois le programme remote XY démarré sur le smartphone et la connexion Bluetooth établie avec l'Arduino.

C'est le programme Arduino qui va envoyer à l'application remote XY sur Le smartphone les paramètres de configuration graphique et le smartphone va ensuite afficher l'écran graphique de communication avec l'Arduino. III [21]



**Figure III.32: LOGO Application remote XY**

### III.6. Conclusion

Pour conclure le chapitre sur le matériel du projet Arduino, il est important de souligner l'importance de choisir les composants adéquats en fonction des spécifications du projet. Une compréhension approfondie des capteurs, des actionneurs et des composants électroniques est essentielle pour concevoir un système robuste et efficace.

De plus, la compatibilité et l'interfaçage entre les différents éléments matériels doivent être pris en compte dès la phase de conception. La documentation technique et les tutoriels disponibles en ligne peuvent s'avérer précieux pour maîtriser l'utilisation de chaque composant.

Enfin, l'expérimentation et les tests sont indispensables pour valider le bon fonctionnement de l'ensemble du système. La phase de prototypage permet de détecter et de corriger les éventuels problèmes dès le départ, ce qui facilite le développement ultérieur du projet.

En résumé, le choix judicieux du matériel, une bonne compréhension de son fonctionnement et des tests rigoureux sont les clés pour mener à bien un projet Arduino avec succès.

## **IV. Chapitre 04 : Conception et Réalisation du projet.**

**IV.1. Introduction :**

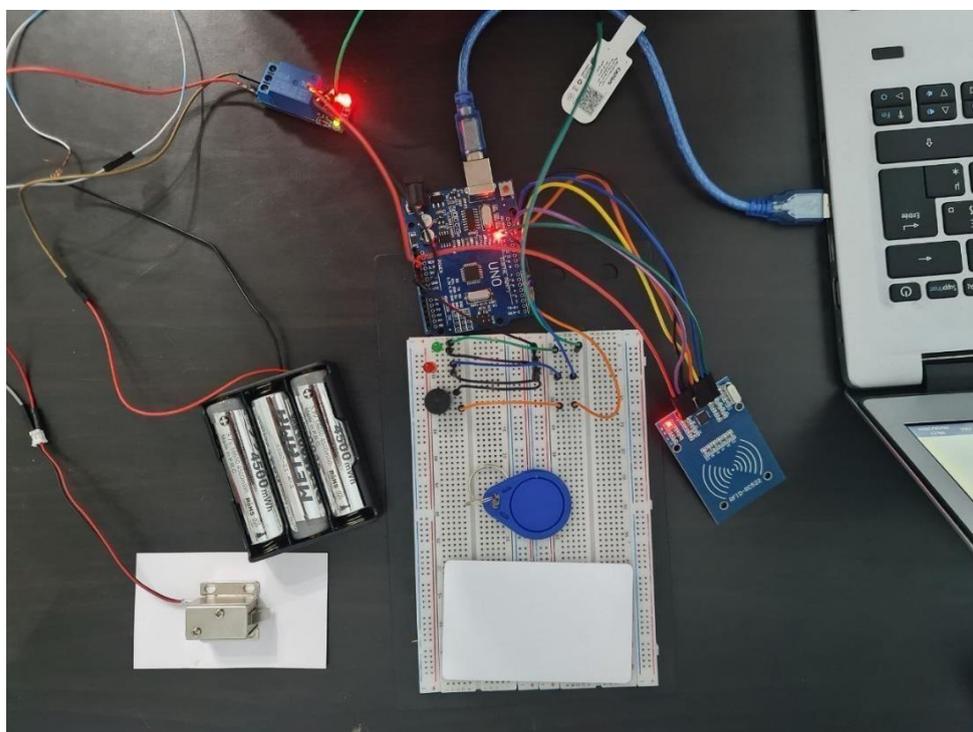
La conception est l'une des étapes les plus importantes pour l'analyse des composants et données de la réalisation, elle vise à faire une étude complète de la réalisation.

Ce chapitre examine les différentes étapes requises pour atteindre notre but et simplifier la mise en œuvre de notre projet (maison intelligente).

Nous allons initier notre projet en suivant ces étapes méthodiques : - Tout d'abord, nous entreprenons une recherche approfondie d'informations bibliographiques et techniques pertinentes pour atteindre nos objectifs. - Ensuite, nous procédons à l'assemblage complet sur une plaque d'essai dans le cadre de la deuxième étape. - La troisième étape implique la programmation de l'Arduino à l'aide de l'IDE, une fois que le programme a été compilé avec succès. - Nous passons ensuite à la quatrième étape où nous réalisons l'assemblage complet sur une maquette. - Enfin, dans la cinquième étape, nous nous attelons à la conception et au développement d'une application mobile dédiée

**IV.2. Les systèmes à réaliser :****IV.2.1. Système d'accès intelligent de porte principale :****IV.2.1.1. Définition du ce système :**

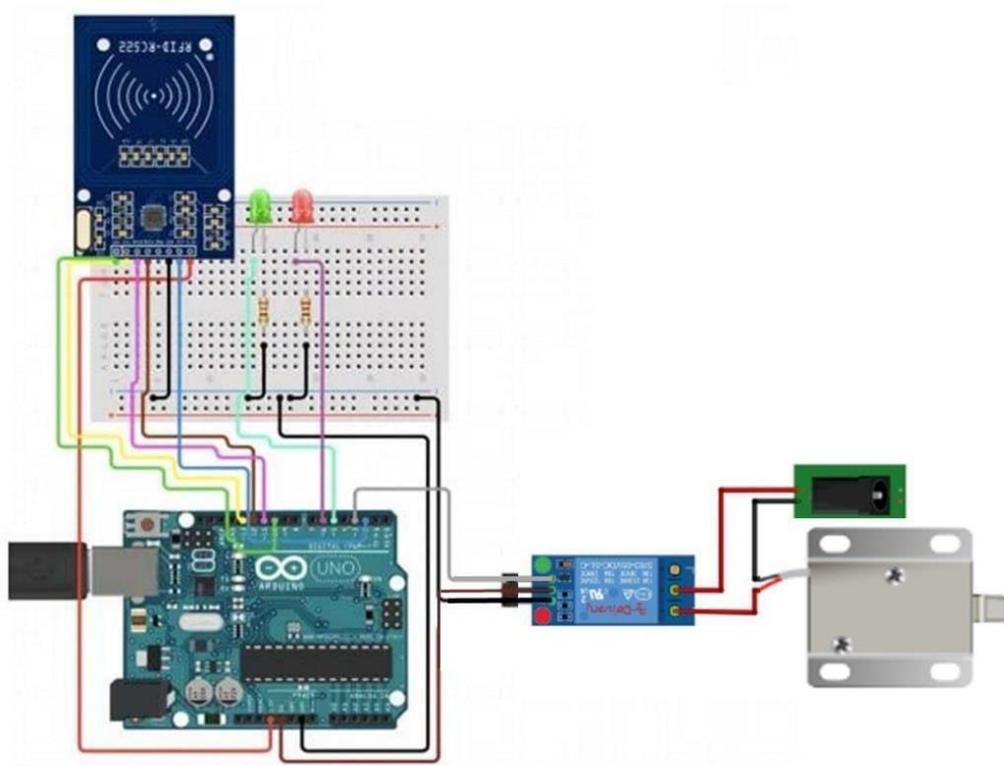
Le dispositif électronique appelé système d'accès intelligent à domotique permet de verrouiller ou déverrouiller tous les ouvrants de manière flexible et sécurisée. Disponible dans le logiciel IDE, il offre un confort et une sécurité accrues à domicile en utilisant le système Arduino, le RFID et d'autres composants. Il permet de vérifier un badge pour confirmer l'identité ou de lancer une alarme en cas d'intrusion. IV [1]



**Figure IV.1 : Réalisation système d'accès intelligent de porte principale**

**IV.2.1.2. Schéma et conception du système :**

Le montage ci-dessous comprend une carte Arduino connecté à un lecteur RFID RC522 et une serrure électrique, pour autoriser l'accès à une maison intelligente.



**Figure IV.2: Montage d'une carte Arduino avec RFID RC522**

Le module RFID RC522 est un lecteur de carte à puce qui, permet entre autres, d'activer un mécanisme lorsque la bonne carte est présentée au lecteur. Nous allons utiliser ici le module RC522 qui est le plus courant.

Le module RFID RC522 utilise la protocole SPI (Cette bibliothèque vous permet de communiquer avec des périphériques, avec l'Arduino comme périphérique de contrôle) pour communiquer avec Arduino. La communication SPI utilise des broches spécifiques des microcontrôleurs Arduino.

Le brochage se fait comme suit (à gauche côté RC522, à droite côté Arduino UNO) :

- Vcc = 3V3 (ou 5V selon la version du module)
- RST (Reset) = 9
- GND (Masse) = GND
- MISO (Master Input Slave Output) = 12
- MOSI (Master Output Slave Input) = 11

- SCK (Serial Clock) = 13
- SS/SDA (Slave select) = 10
- PWM = 6

Pour le programme, nous allons réutiliser le code de lecture de carte RFID et nous allons comparer la valeur lue à celle que nous souhaitons utiliser pour l'ouverture du système. Si la valeur est correcte, nous activons la serrure électrique et allumons la LED embarquée. IV [2]

➤ **Le code :**

```
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>

/*****PARAMETERS*****/
const int ipadd[4] = {103, 97, 67, 25}; // Adresse IP à modifier selon la
carte
int delayBeforeClosing = 1000;
/*****/

// INPUT
#define SS_PIN 10
#define RST_PIN 9

// OUTPUT
const int lockPin = 6; // Utilisez la même broche utilisée pour le servo-
moteur
const int ledPin = 13;

MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN);
bool approved = 0, oldApproved = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  SPI.begin(); // Init SPI bus
  rfid.PCD_Init(); // Init MFRC522
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  pinMode(lockPin, OUTPUT); // Configure la broche de la serrure électrique
en sortie
```

```
    digitalWrite(lockPin, LOW); // Assurez-vous que la serrure électrique est
    initialement fermée
    Serial.println(F("Scan RFID NUID..."));
}

void loop() {
    readRFID();
    if (approved) {
        if (!oldApproved) {
            Serial.println(F("Card approved!"));
            digitalWrite(ledPin, HIGH);
            digitalWrite(lockPin, HIGH); // Déclenche l'ouverture de la serrure
            électrique
            delay(delayBeforeClosing);
        }
        } else {
        if (oldApproved) {
            Serial.println(F("Card incorrect!"));
            digitalWrite(ledPin, LOW);
            digitalWrite(lockPin, LOW); // Assurez-vous que la serrure électrique
            est fermée
        }
    }
    oldApproved = approved;
}

void readRFID() {
    // Look for new cards
    if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent())
        return;
    // Verify if the NUID has been read
    if (!rfid.PICC_ReadCardSerial())
        return;
    approved = true;
}
```

IV.2.1.3. Organigramme de ce système :

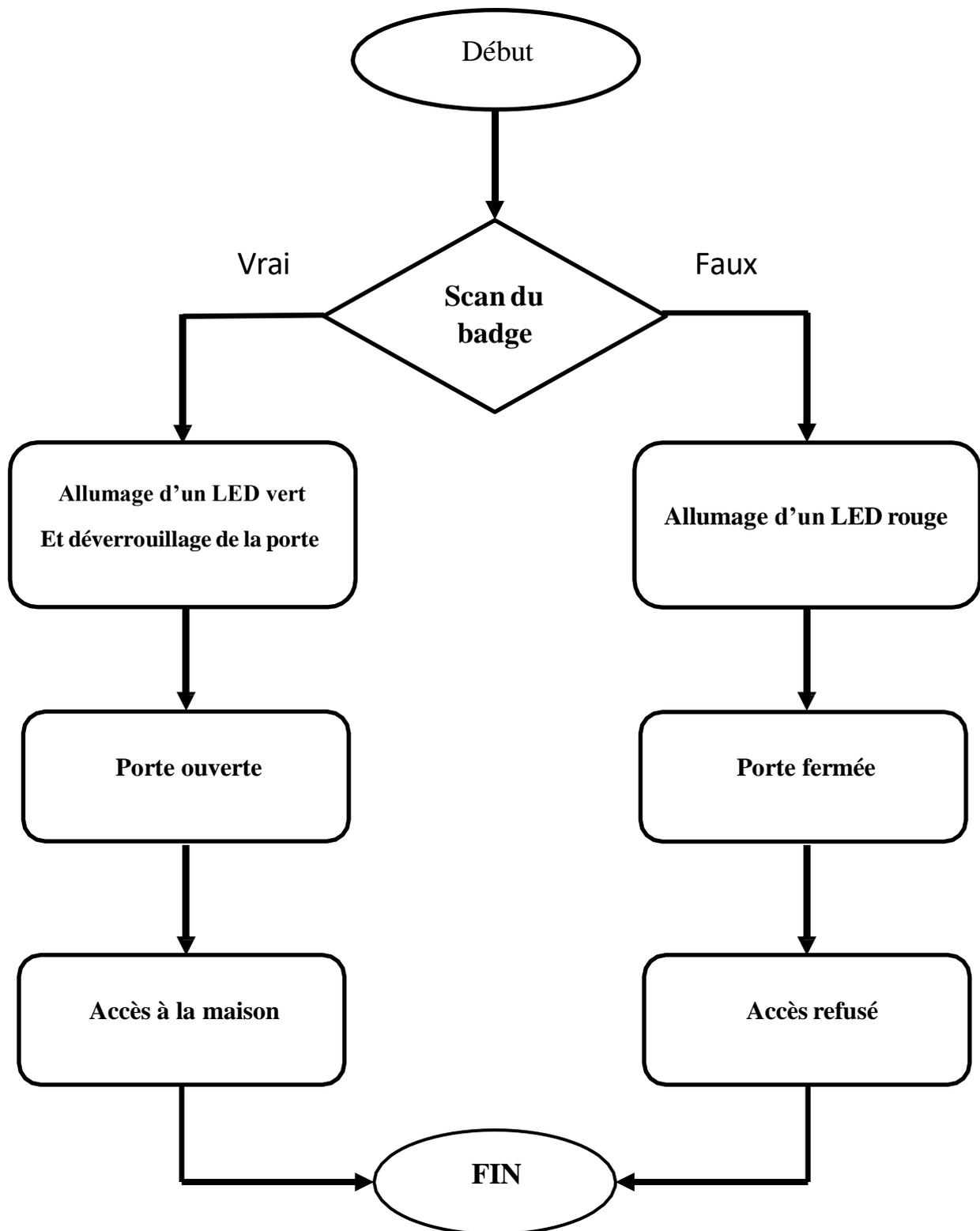


Figure IV.3 : Organigramme de fonctionnement du système accès intelligent

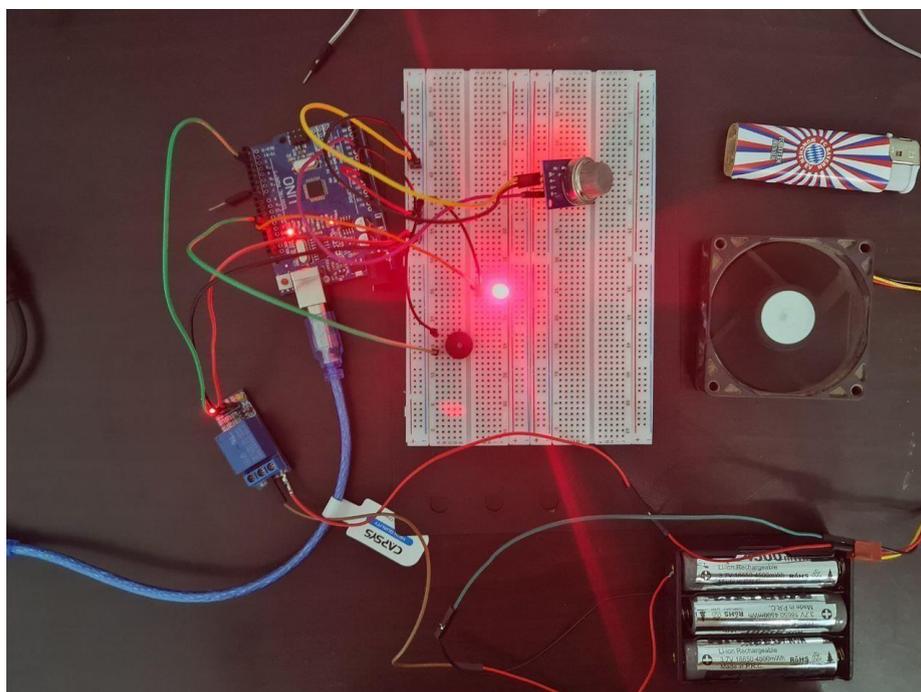
**IV.2.2. Détection de fuite de gaz :**

Dans ce projet on va réaliser un système de détection de fuite de gaz contrôlé par la carte Arduino connecté à l'Internet. Il utilise principalement un capteur de gaz MQ-135. Lorsque le capteur détecte une fuite de gaz, la carte Arduino envoie une alerte sur l'application Remote XY.

**IV.2.2.1. Définition de ce système :**

La concentration de gaz est mesurée par le capteur MQ135, qui émet un signal analogique proportionnel à la concentration. Les alarmes sonores et visuelles sont émises par des buzzers et des LED lorsque le niveau de gaz dépasse le seuil. Le contrôle du ventilateur consiste à allumer un ventilateur afin de dégager la zone lorsque la présence d'une forte concentration de gaz est détectée. On utilise un transistor afin de réguler le ventilateur 12V en utilisant le signal 5V de l'Arduino. Les différentes étapes pour assembler ce système : • Connectez les éléments selon les instructions du schéma électrique. • Installez le code sur l'Arduino en utilisant l'IDE Arduino. • Assurez-vous d'avoir une alimentation adéquate pour l'Arduino et le ventilateur 12V. • Effectuez un test du système en appliquant une petite quantité de gaz cible à proximité du capteur et surveillez la réaction.

Cette configuration devrait vous aider à construire un système de détection de gaz de base avec un capteur MQ135, fournissant des alertes et activant un ventilateur pour la ventilation lorsque des niveaux de gaz dangereux sont détectés.



**Figure IV.4 : Réalisation de système détection de gaz.**

IV.2.2.2. Schéma et conception du système :

Le montage ci-dessous comprend une carte Arduino connecté à un capteur de gaz MQ135 et un relai, buzzer et batterie 9V et un ventilateur pour l'évacuation de gaz, pour assurer la surveillance de qualité d'air et la détection de gaz.

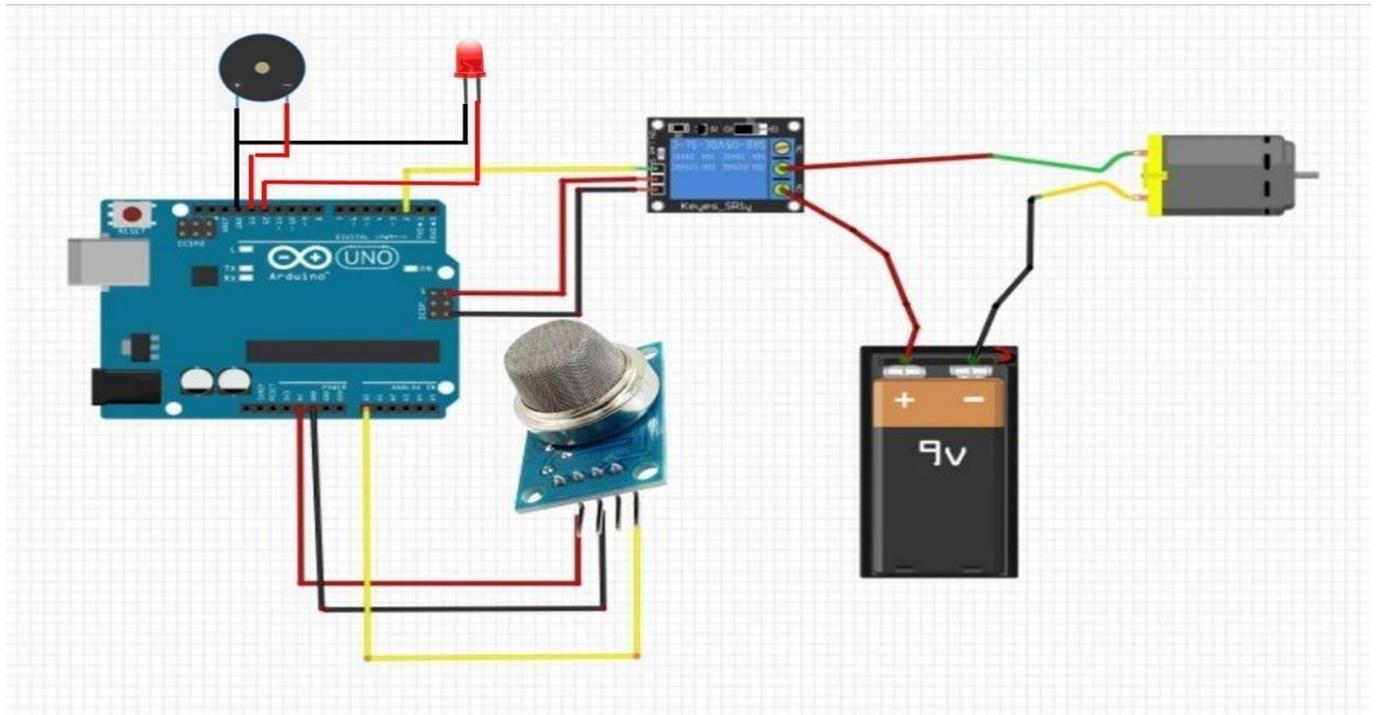


Figure IV.5 : Montage globale du système détection de gaz

Le brochage se fait comme suit :

- **Vcc** = fournit l'alimentation au comparateur de capteur et doit être connecté au **5V** de l'Arduino ;
- **GND** = est la broche de masse et doit être connectée à la broche **GND** de l'Arduino ;
- **Buzzer** = doit être connectée à la broche **13** de l'Arduino ;
- **GAS A0** = est la broche de sortie analogique à partir de laquelle nous pouvons détecter le type de gaz en analysant les valeurs analogiques ;
- **Ventilateur** = doit être connectée à la broche **2** de l'Arduino ;
- **LED** = doit être connectée à la broche **12** de Arduino ; IV [3]

➤ **Le code :**

```
int buzzer = 13;
int GASA0 = A0;
int fan = 2;
int LED = 12;

void setup() {
    pinMode(buzzer, OUTPUT);
    pinMode(fan, OUTPUT);
    pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop() {
    int analogSensor = analogRead(GASA0);
    // Checks if it has reached the threshold value
    if (analogSensor >= 75)
    {
        digitalWrite(fan, HIGH);
        tone(buzzer, 1000, 200);
        digitalWrite(LED, HIGH);
    }
    else
    {
        digitalWrite(fan, LOW);
        noTone(buzzer);
        digitalWrite(LED, LOW);
    }
    delay(500);
}
```

IV.2.2.3. Organigramme de ce système :

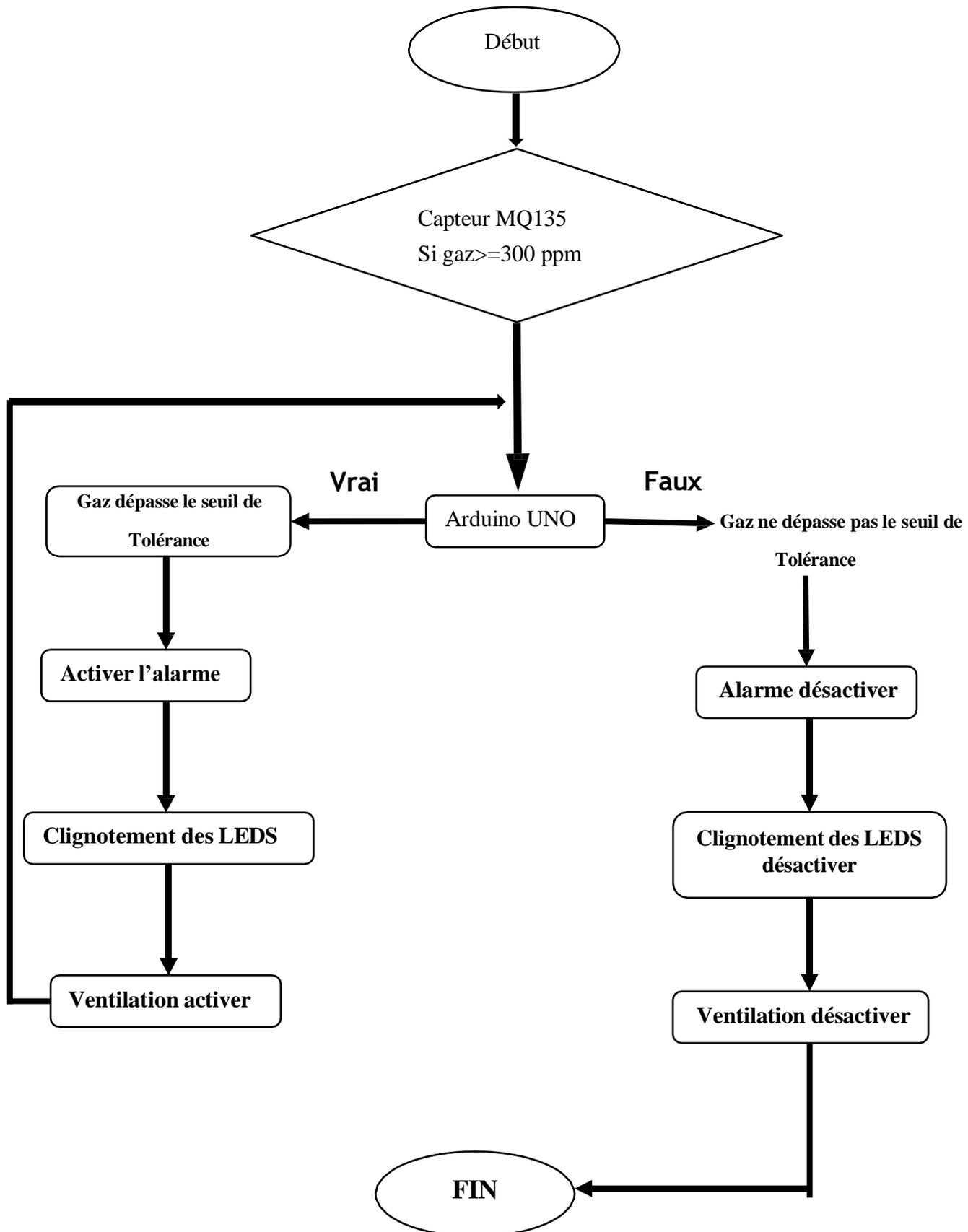


Figure IV.6: Organigramme du système détection de gaz

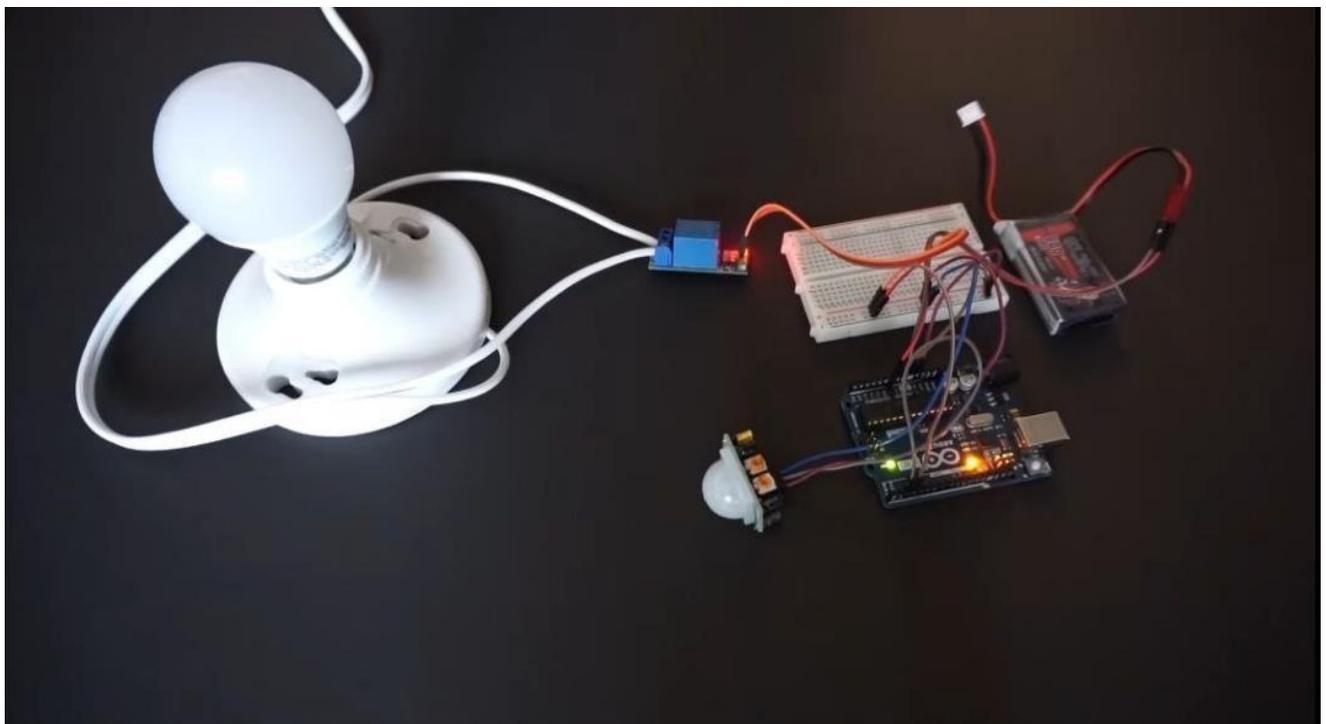
**IV.2.3. Eclairage intelligent :**

**IV.2.3.1. Définition de ce système :**

Il s'agit d'un dispositif automatisé pour détecter les mouvements qui utilise un capteur de mouvement PIR (Sensor Infrared Passive), un Arduino, un relais et une lampe à courant alternatif (AC). Ce système permet d'allumer une lampe automatiquement lorsque le capteur PIR détecte un mouvement, ce qui offre une solution de sécurité ou d'éclairage automatique dans différents environnements, comme les couloirs, les jardins ou les entrepôts.

**Matériel requis :**

- Capteur de mouvement PIR
- Arduino Uno (ou tout autre modèle compatible)
- Module relais
- Lampe AC
- Alimentation 12V DC
- Résistances (selon les besoins)
- Câbles de connexion



**Figure IV.7: Réalisation de système éclairage intelligente.**

### IV.2.3.2. Schéma et conception du système :

Le montage ci-dessous comprend une carte Arduino connecté à un capteur de mouvement PIR HC-SR501 et un relai, lampe AC et batterie 12V pour assurer la surveillance de l'énergie et l'éclairage intelligent.

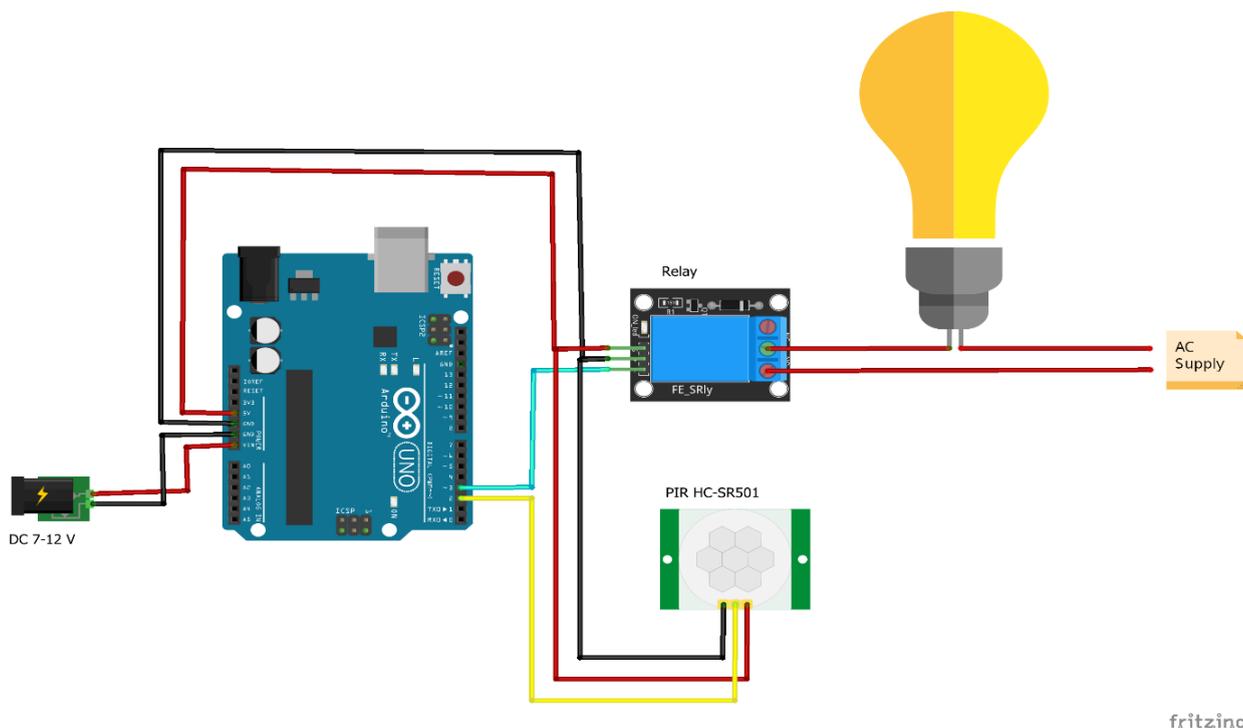


Figure IV.8: Montage d'éclairage intelligent dans la maison intelligente

Voici les étapes à suivre pour réaliser ce système :

#### 1. Connexion du capteur PIR à l'Arduino :

- Alimenter le capteur PIR avec 5V à partir de l'Arduino.
- Connecter la broche de sortie du capteur PIR à une broche numérique de l'Arduino 2.

#### 2. Connexion du relais à l'Arduino :

- Alimenter le module relais avec l'Arduino.
- Connecter la broche de commande du relais à une broche numérique de l'Arduino 3.

#### 3. Connexion de la lampe AC au relais :

- Connecter la lampe AC au module relais. Assurez-vous de respecter les spécifications électriques du relais et de la lampe.

#### 4. Alimentation de l'Arduino et du relais :

- Utiliser une alimentation externe 12V DC pour alimenter à la fois l'Arduino et le relais. Assurez-vous de respecter les besoins en courant de chaque composant.

#### 5. Programmation de l'Arduino :

- Utilisez le logiciel Arduino IDE pour écrire le code.
- Programmez l'Arduino pour surveiller en permanence l'état de sortie du capteur PIR.
- Lorsqu'un mouvement est détecté (c'est-à-dire que la sortie du capteur PIR devient HIGH), l'Arduino doit activer le relais en mettant sa broche de commande à HIGH.
- Lorsque le mouvement cesse (la sortie du capteur PIR devient LOW), l'Arduino doit désactiver le relais en mettant sa broche de commande à LOW.
- La commande du capteur PIR devient LOW après un délais de 5min.

➤ **Le code :**

```
#define SENSOR_PIN 2
#define RELAY_PIN 3

void setup()
{
  pinMode(RELAY_PIN, OUTPUT);
  pinMode(SENSOR_PIN, INPUT);
  //Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
  //If object movement is detected then the sensor value will be 1
  else the value will be 0
  int sensorValue = digitalRead(SENSOR_PIN);
  //Serial.println(sensorValue);
  if (sensorValue == HIGH)
  {
    digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); //Relay is low level triggered
    relay so we need to write LOW to switch on the light
  }
  else
  {
    digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH);
  }
}
```

IV.2.3.3. Organigramme de ce système :

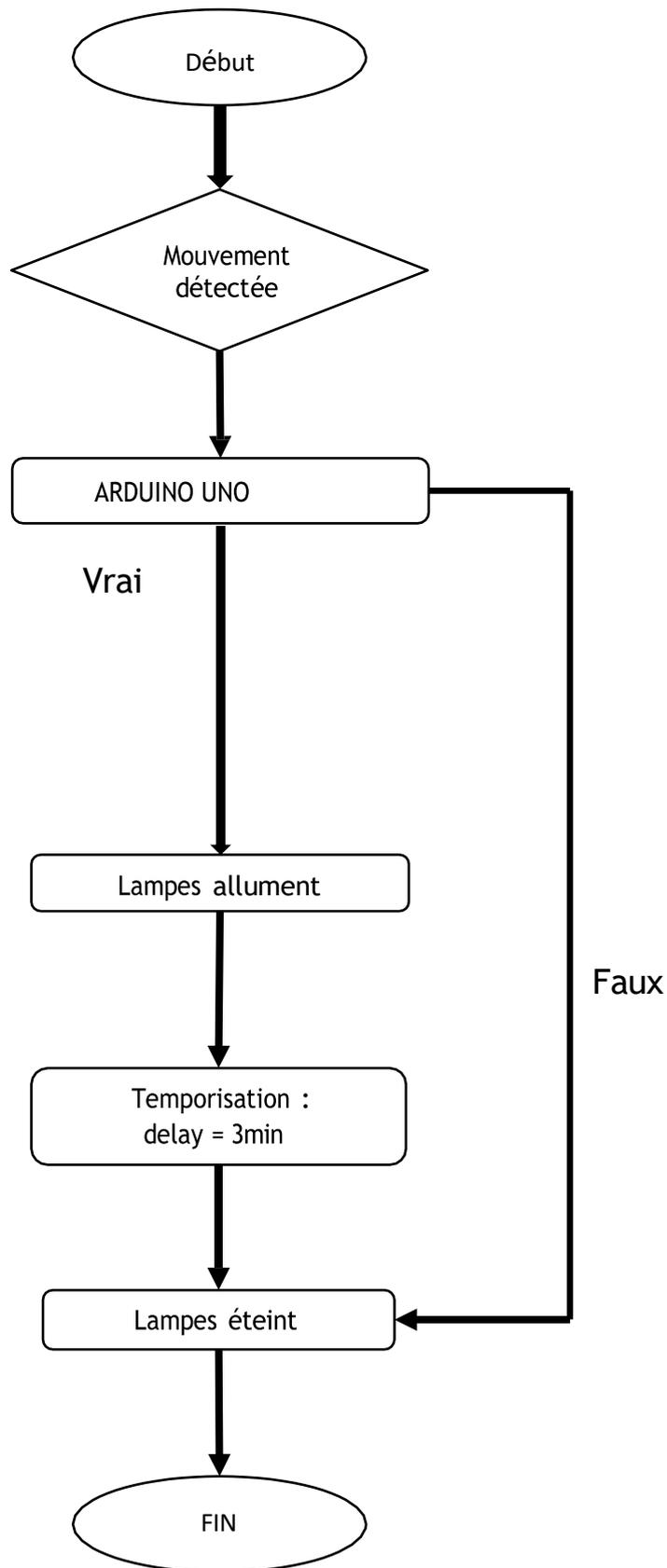


Figure IV.9 : Organigramme d'éclairage intelligent

#### IV.2.4. Climatisation et affichage de température et humidité :

##### IV.2.4.1. Définition de ce système :

Le système mentionné est un dispositif de surveillance et de régulation de l'environnement intérieur qui comprend un capteur de température et d'humidité (DHT11), un écran LCD équipé d'un module d'interface I2C, un ventilateur pour la climatisation et un Arduino. Ce dispositif instaure un climat intérieur agréable en surveillant les températures et l'humidité, en les affichant sur un écran LCD et en régulant un ventilateur pour maintenir des conditions de climatisation optimales.

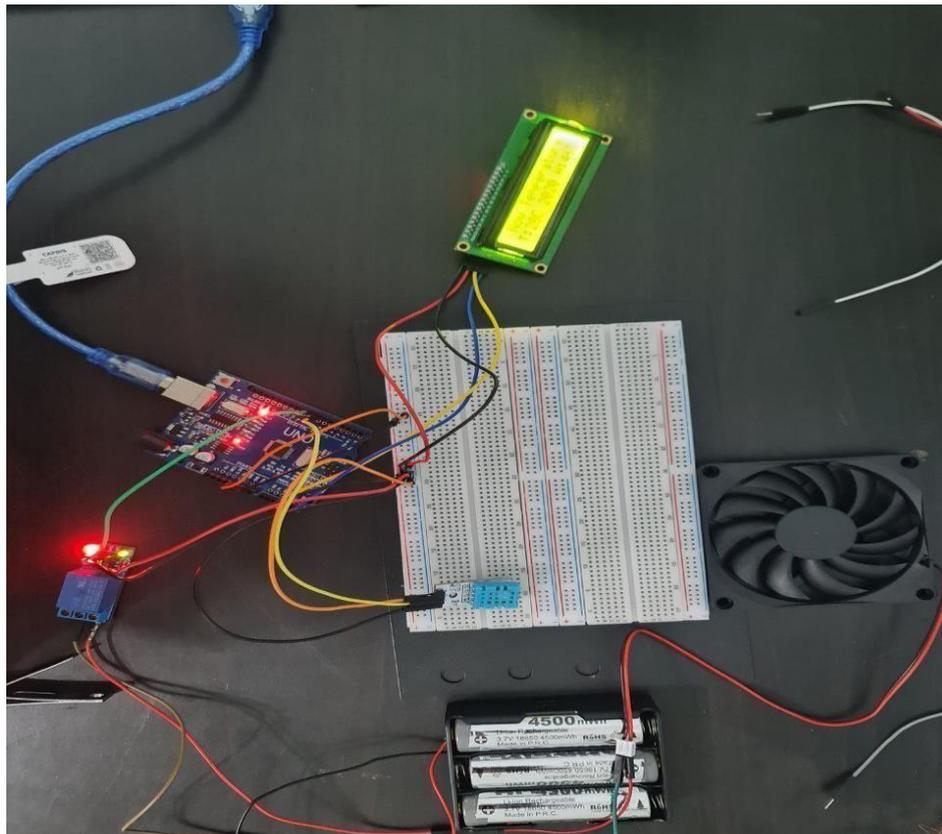


Figure IV.10 : réalisation de système climatisation et affichage d'humidité et température.

##### Matériel nécessaire :

1. Capteur de température et d'humidité DHT11
2. Écran LCD avec module I2C
3. Ventilateur pour la climatisation
4. Arduino Uno (ou tout autre modèle compatible)
5. Fils de connexion

#### IV.2.4.2. Schéma et conception du système :

Le montage ci-dessous comprend une carte Arduino connecté à un capteur de gaz température et humidité DHT11 et un relai, buzzer et batterie 9V et un ventilateur pour La climatisation, pour assurer la surveillance et de contrôle de l'environnement intérieur dans notre maison.

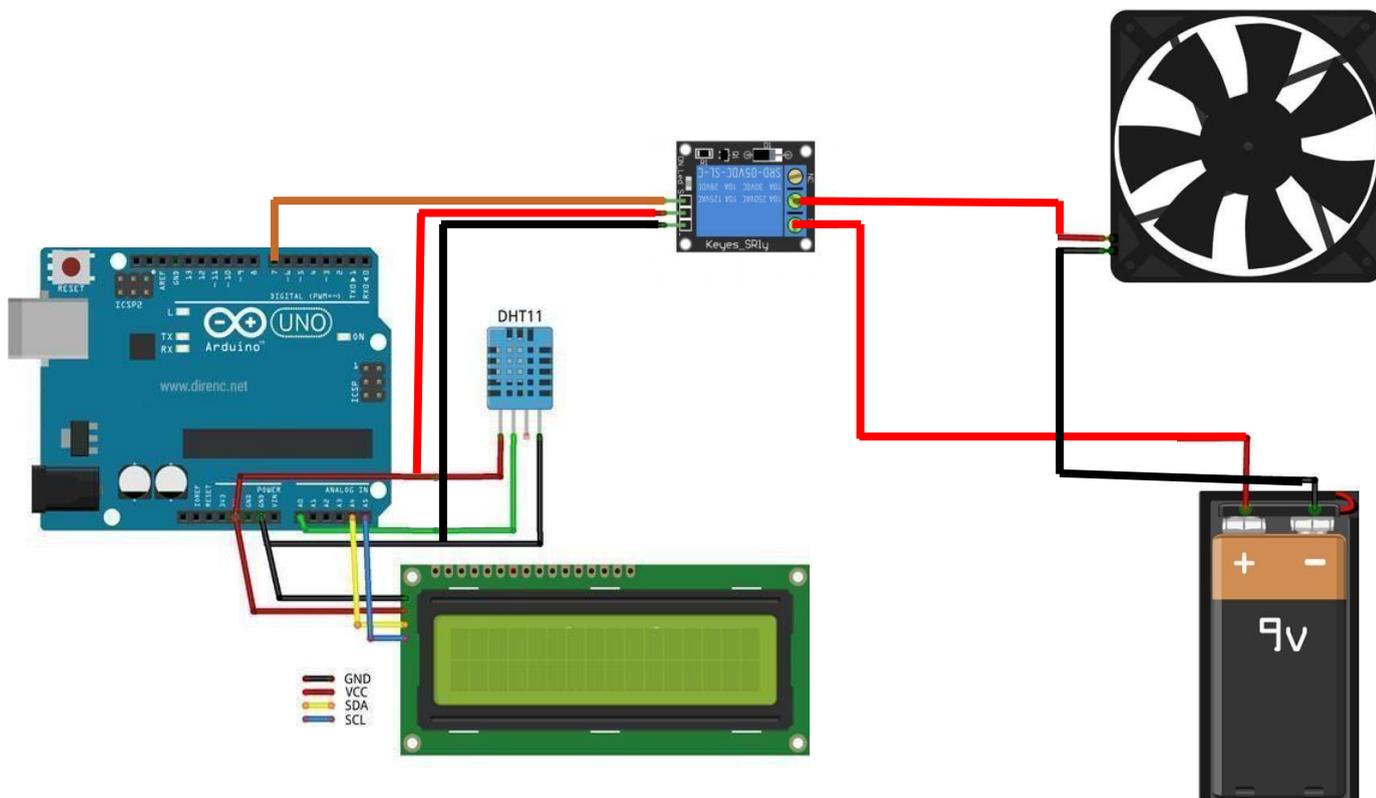


Figure IV.11 : Montage de ce système climatisation et affichage de température et humidité.

Étapes pour réaliser ce système :

#### 1. Configurer le capteur DHT11 :

- Connectez le capteur DHT11 à l'Arduino.
- Le capteur DHT11 a trois broches : VCC, données et GND.
  1. Connectez VCC à 5V sur l'Arduino
  2. GND à GND
  3. La broche de données à n'importe quelle broche numérique de l'Arduino (par exemple, la broche2).

#### 2. Configurer l'écran LCD :

- Connectez l'écran LCD avec le module I2C à l'Arduino.
- Le module I2C simplifie la connexion en ne nécessitant que quatre fils : VCC, GND, SDA et SCL.

1. Connectez VCC à 5V
2. GND à GND
3. SDA à A4 sur l'Arduino
4. SCL à A5 sur l'Arduino

### 3. Configurer le ventilateur :

- Connectez le ventilateur à l'Arduino. Selon le type de ventilateur que vous avez, vous aurez peut-être besoin d'un transistor ou d'un module relais pour le contrôler. Connectez la broche de contrôle du transistor ou du relais à n'importe quelle broche numérique de l'Arduino (par exemple, la broche 7).

### 4. Écrire le code Arduino :

- Utilisez la bibliothèque DHT pour lire les données de température et d'humidité à partir du capteur DHT11.
- Utilisez la bibliothèque LiquidCrystal\_I2C pour contrôler l'écran LCD.
- Programmez l'Arduino pour afficher les lectures de température et d'humidité sur l'écran LCD.
- En fonction de la lecture de température, contrôlez le ventilateur pour le mettre en marche ou l'arrêter pour la climatisation.

#### ➤ Le code :

```
/* How to use the DHT-11 sensor with Arduino
// Temperature and humidity sensor and
// I2C LCD1602
// SDA --> A4
// SCL --> A5

//Libraries
#include <DHT.h>;
//I2C LCD:
#include <LiquidCrystal_I2C.h>;
#include <Wire.h>;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F,16,2); // set the LCD address to 0x3F for a 16
chars and 2 line display

//Constants
#define DHTPIN 7 // what pin we're connected to
#define DHTTYPE DHT11// DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //// Initialize DHT sensor for normal 16mhz Arduino

//Variables
//int chk;
int h; //Stores humidity value
```

```
int t; //Stores temperature value

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Temperature and Humidity Sensor Test");
  dht.begin();
  lcd.init(); //initialize the lcd
  lcd.backlight(); //open the backlight
}

void loop()
{
  //Read data and store it to variables h (humidity) and t (temperature)
  // Reading temperature or humidity takes about 250 milliseconds!
  h = dht.readHumidity();
  t = dht.readTemperature();

  //Print temp and humidity values to serial monitor
  Serial.print("Humidity: ");
  Serial.print(h);
  Serial.print(" %, Temp: ");
  Serial.print(t);
  Serial.println(" ° Celsius");

  // set the cursor to (0,0):
  // print from 0 to 9:

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.println(" Now Temperature ");

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("T:");
  lcd.print(t);
  lcd.print("C");

  lcd.setCursor(6, 1);
  lcd.println("2020 ");

  lcd.setCursor(11, 1);
  lcd.print("H:");
  lcd.print(h);
  lcd.print("%");

  delay(1000); //Delay 1 sec.
}
```

IV.2.4.3. Organigramme de ce système

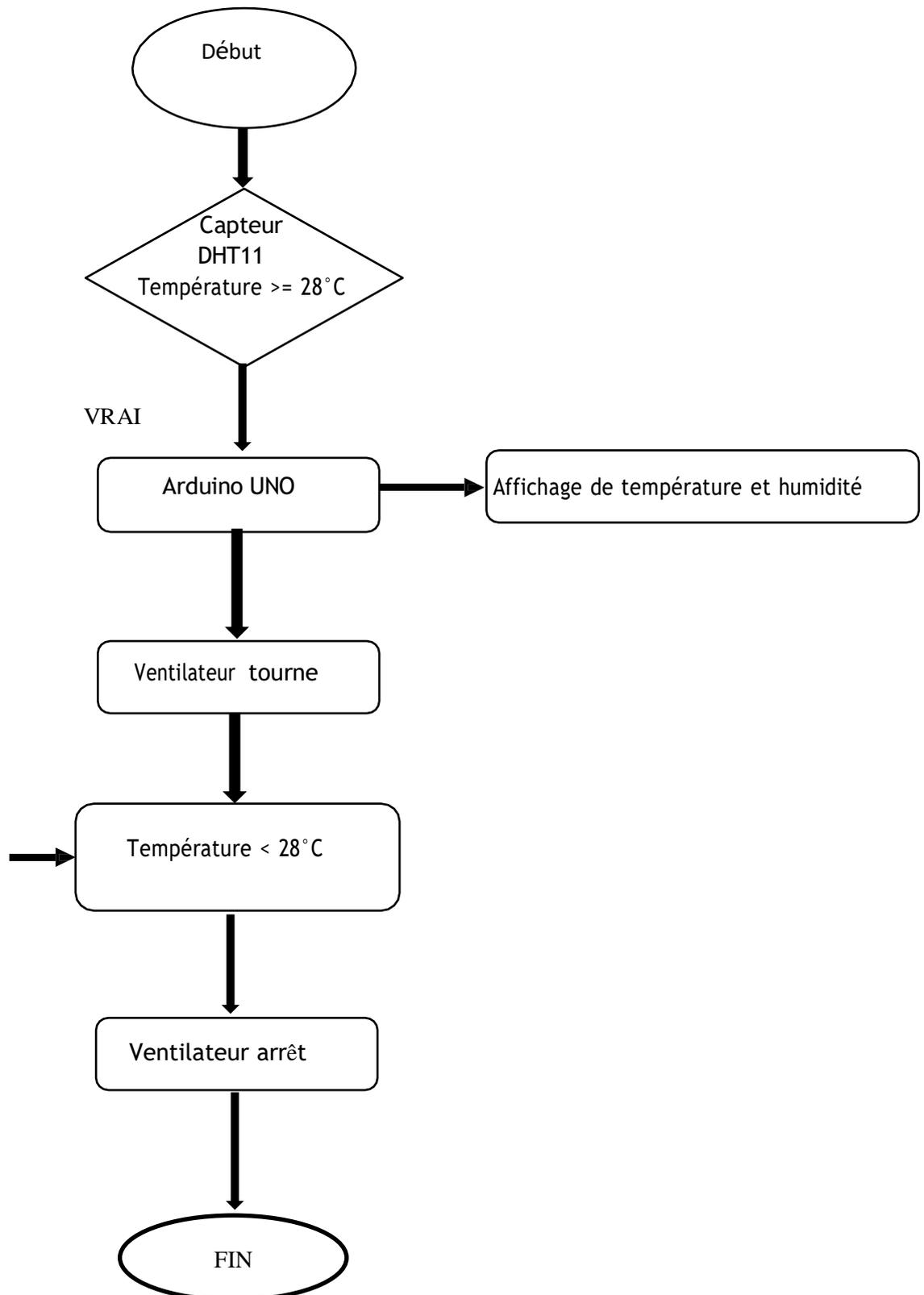


Figure IV.12 : organigramme de ce système température et humidité

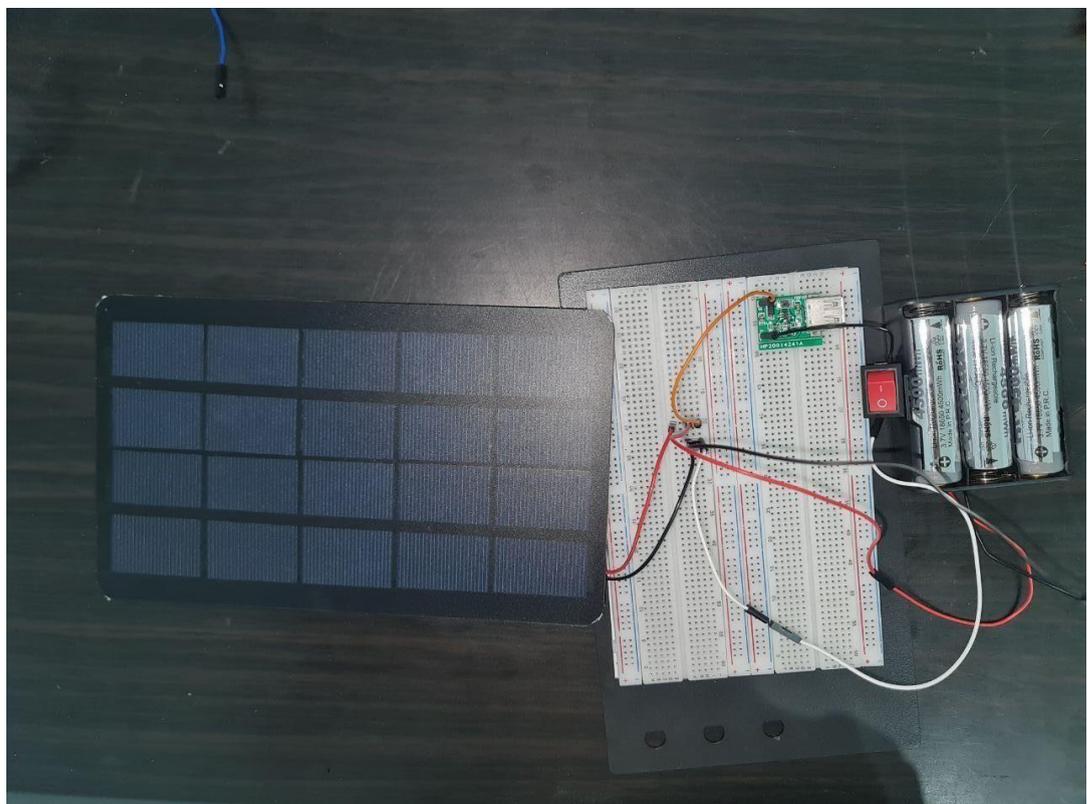
**IV.2.5. Alimentation par un panneau solaire :**

**IV.2.5.1. Définition de ce système :**

Ce système d'alimentation solaire pour une maison intelligente utilise l'énergie solaire pour fournir une source d'électricité propre, renouvelable et autonome pour alimenter les dispositifs et les systèmes de la maison intelligente, offrant ainsi une solution écologique et économique pour répondre aux besoins énergétiques de la maison intelligente.

**Matériel requis :**

1. Panneau solaire 12V
2. Régulateur de charge (avec sortie USB)
3. Port USB
4. Fils et connecteurs
5. Batterie (optionnelle, pour le stockage de l'énergie)



**Figure IV.13 : réalisation de système alimentation par panneau solaire.**

#### IV.2.5.2. Schéma et conception du système :

Le montage ci-dessous comprend un panneau solaire et batterie rechargeable et une interrupteur et port USB pour la recharge direct, pour assurer l'alimentation par l'énergie solaire et profiter de l'énergie renouvelable.

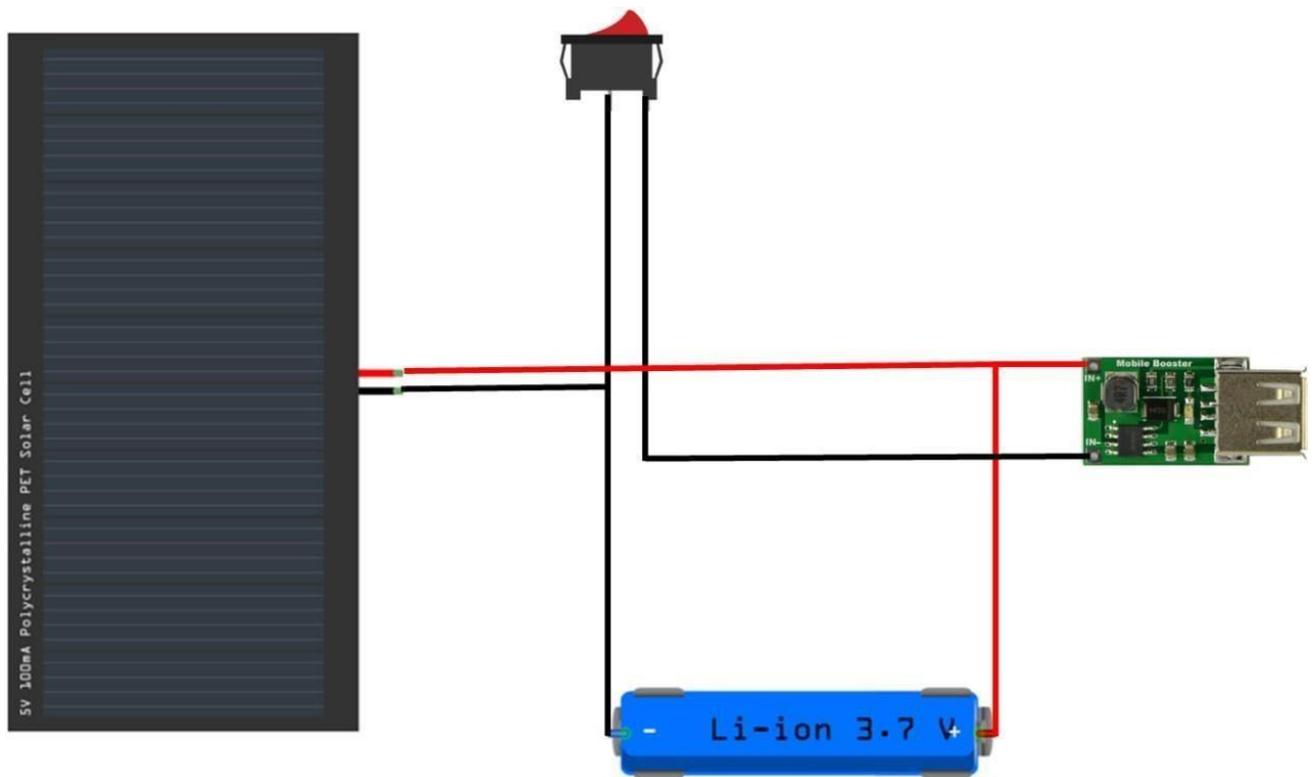


Figure IV.14 : Montage de système d'alimentation par un panneau solaire

IV.2.5.3. Organigramme de ce système :

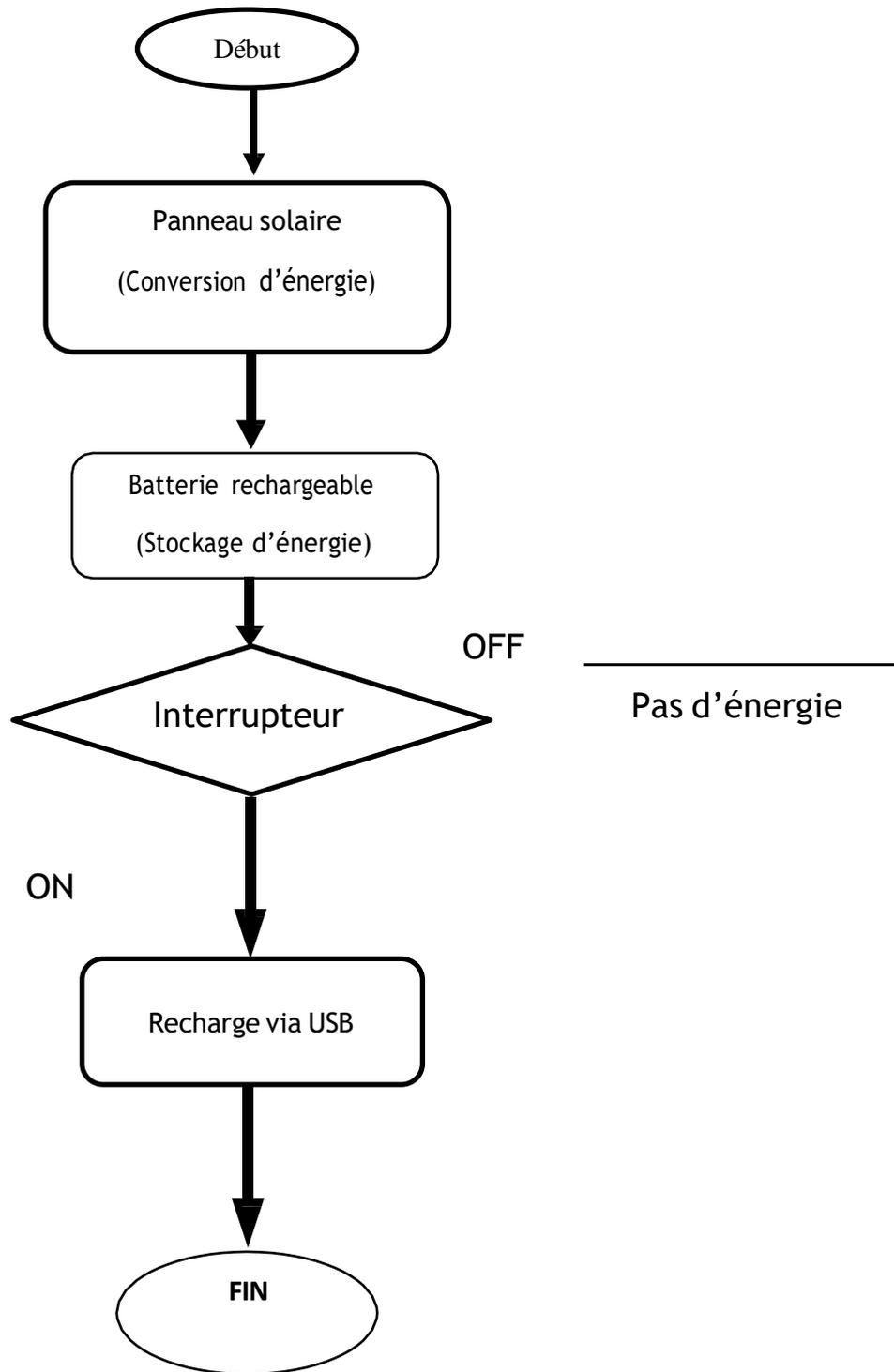


Figure IV.15: Organigramme d'alimentation solaire

### **IV.3. Schéma globale et conception du projet Maison intelligente :**

#### **IV.3.1. Description de projet :**

Le montage ci-dessous comprend une carte Arduino mega connecté à 3 capteurs (gaz MQ135, température et humidité DHT11 et mouvement PIR SR-501) et un relai de 4 canaux, buzzer et batterie 12V et deux ventilateurs pour La climatisation et aussi pour l'évacuation de gaz en cas de fuite et RFID et serrure électrique pour l'accès intelligent de porte principale de la maison, afficheur LCD I2C ,lampes pour l'éclairage intelligent et la carte ESP8266 pour connecté ce système avec une application mobile , ce projet et cette réalisation assurer la domotique dans nos maison habituels et facilite notre vie quotidienne.

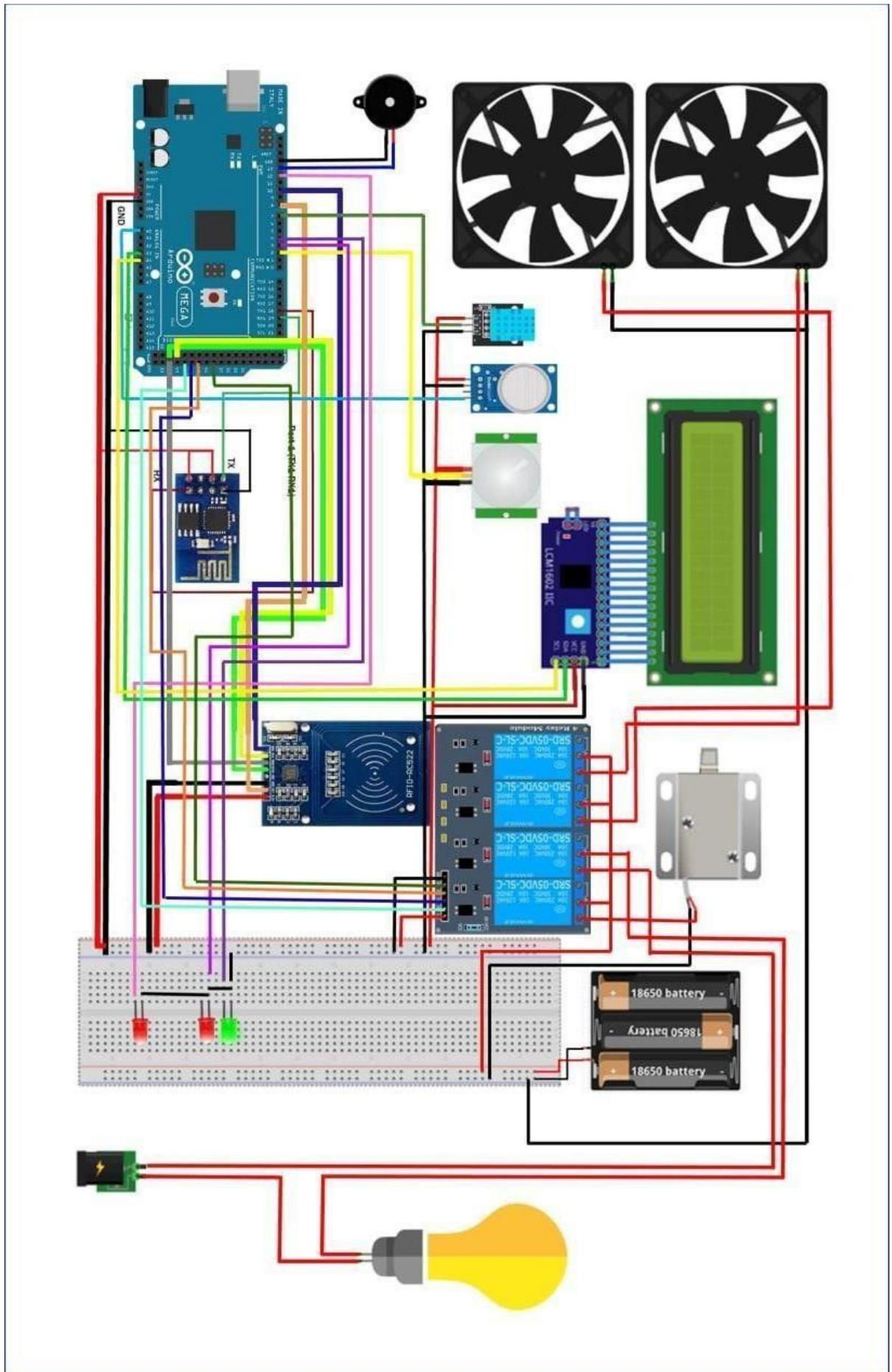


Figure IV.16 : Montage global de notre maison intelligente.

IV.3.2. Organigramme générale de projet :

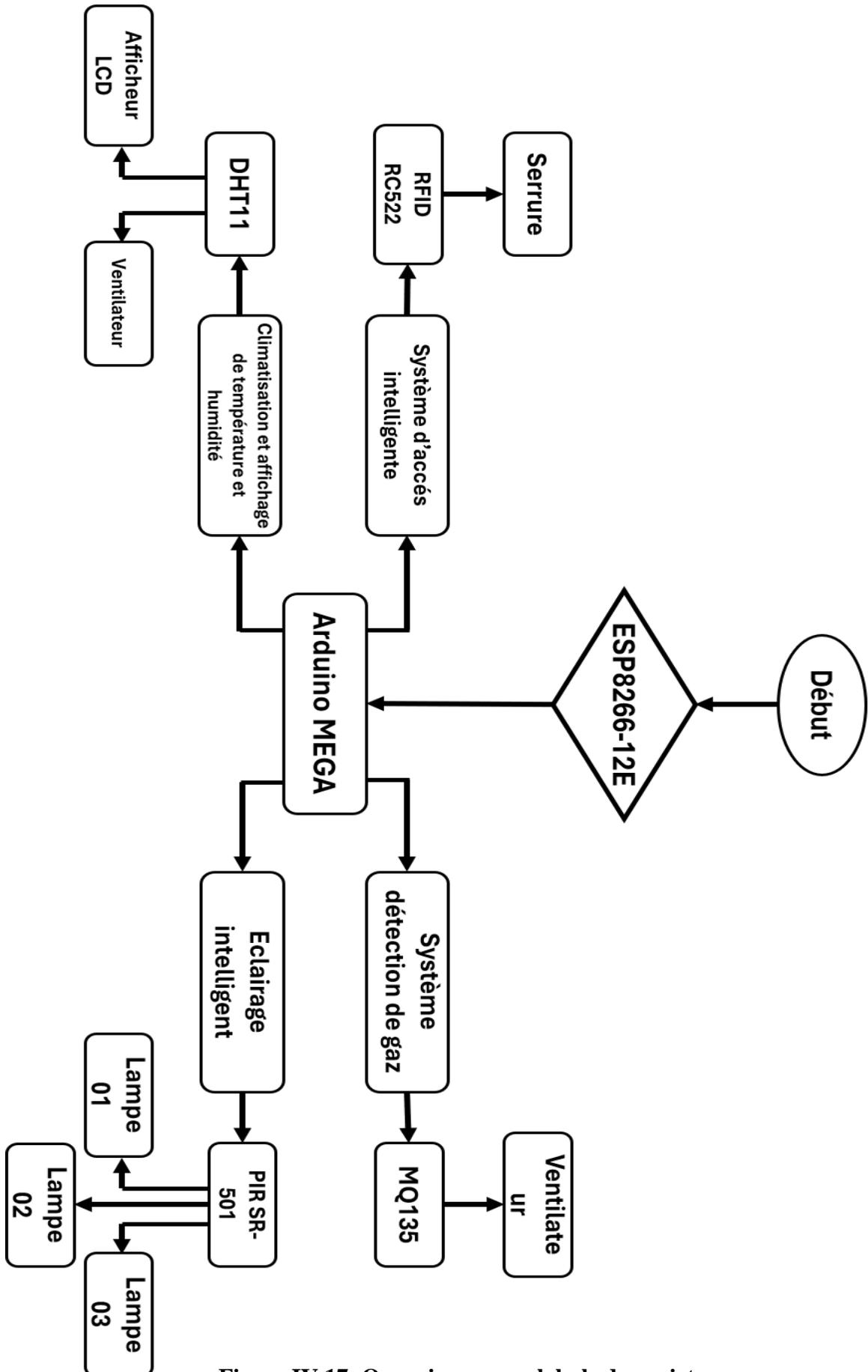


Figure IV.17: Organigramme globale de projet.

### IV.3.3. Fabrication de la maison :

#### IV.3.3.1. Structure de la maison :

La première étape consiste à créer une maison. Pour cela, nous avons dessiné la structure principale, c'est-à-dire les murs extérieurs et le sol à l'aide d'une menuiserie. La maquette est de taille de 80cm sur 70cm constituée d'une chambre un salon, une cuisine, un hall.

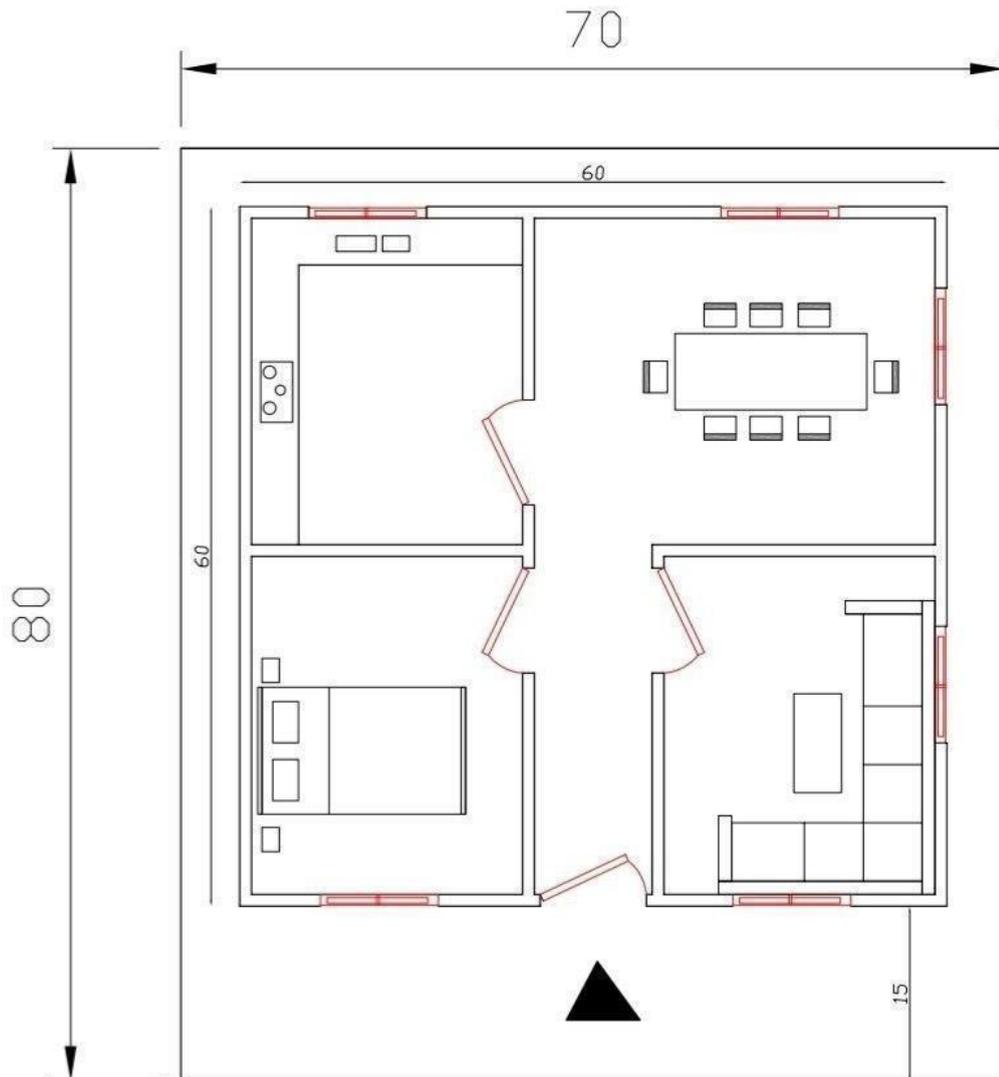


Figure IV.18: illustration de la maquette utilisée dans le projet.

**IV.3.3.2. Composants utilisées et leurs positions :**

Cette maquette, permettrait de présenter certaines fonctionnalités de la domotique à travers 4 Capteurs (Gaz MQ135, Humidité et Température DHT11, Mouvement PIR SR-501.) RFID RC522 pour l'accès intelligent à notre maison intelligente et autres périphériques. Ces scénarios seront automatisés via la carte « Arduino » Exécutant des programmes informatiques.

**Tableau 04 : localisation des composants électroniques dans la maison.**

Localisation	Composants
La chambre	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lampes</li><li>• Capteur humidité et température</li><li>• Afficheur LCD I2C</li><li>• Ventilateur</li></ul>
La cuisine	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capteur de gaz MQ135</li><li>• Buzzer</li><li>• Ventilateur</li><li>• Leds</li></ul>
Le salon	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lampes</li></ul>
Le hall	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capteur de mouvement PIR SR-501</li><li>• Lampes</li></ul>
La porte principale	<ul style="list-style-type: none"><li>• RFID RC522</li><li>• Leds</li><li>• Serrure électrique</li></ul>

#### IV.3.3.3. Prototype de la maison :

Voici notre maquette de la maison intelligente :



**Figure IV.19: La maquette utilisée dans le projet.**



**Figure IV.20: La maison intelligente dotée d'équipements .**

#### IV.3.3.4. Présentation d'interfaces application Remote XY :

- D'abord la page d'accueil :  
Vous vous inscrivez si vous n'avez pas encore de compte si vous avez un compte, cliquez sur le deuxième lien, page d'inscription.
- Si vous avez oublié votre mot de passe, vous pouvez cliquer sur « forgot password » et il vous enverra un courriel pour le réinitialiser sinon, si vous parvenez à vous connecter, vous serez redirigé vers la page d'accueil.
- Page d'accueil prouvant la capacité de contrôler les lumières et de vérifier les niveaux de gaz ainsi que la gestion de la climatisation.

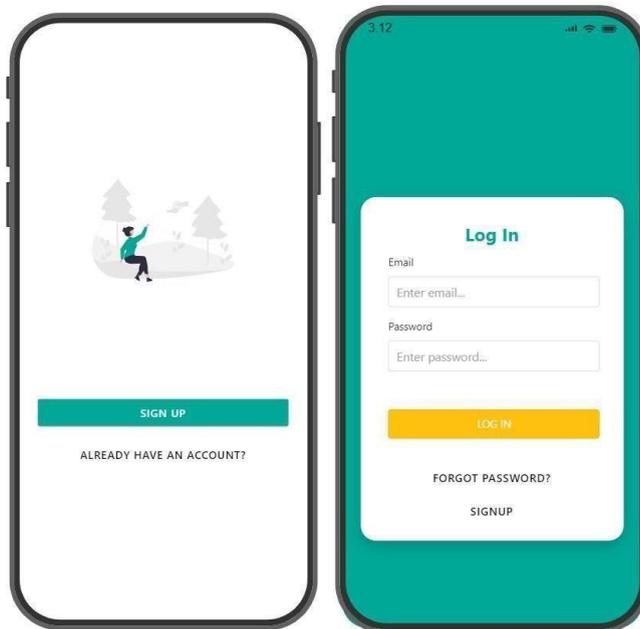
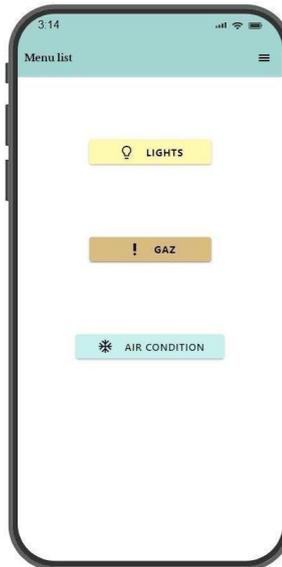


Figure IV.21: La page d'identification.

- Après avoir accédé à la page « Lights », il affichera les lumières de la pièce qui peuvent être gérées avec cette application, telles que « PIÈCE 1 », « PIÈCE 2 », « CUISINE » et « SALON » à titre d'exemple



**Figure IV.22: Le menu de l'application.**

- Après avoir accédé à la page « Lights », il affichera les lumières de la pièce qui peuvent être gérées avec cette application, telles que « PIÈCE 1 », « PIÈCE 2 », « CUISINE » et « SALON » à titre d'exemple
- Appuyez sur un bouton pour allumer la lumière de la pièce appropriée
- Appuyer sur "Return" vous ramènera à la page du menu



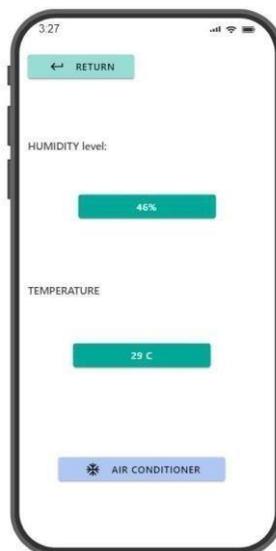
**Figure IV.24: Les pièces de la maison.**

- Déplacer la page « GAS » qui vous amènera à la page où vous pouvez voir le niveau de gaz, une fois que le niveau de gaz atteint plus de 75% ( $X > 300\text{ppm}$ ) une notification d'alerte est envoyée à l'utilisateur pour l'avertir, il active également la ventilation qui permet la circulation de l'air et aide à éliminer le gaz pour la sécurité de l'utilisateur.



**Figure IV.23: Le seuil de tolérance de gaz.**

- Dernière fonction la page « Air conditioner » qui indique le niveau d'humidité et la température, une fois que le niveau d'humidité est trop bas et que la température est élevée (29 C et plus) le climatiseur s'allume automatiquement pour refroidir la maison, l'utilisateur peut également allumer la climatisation à tout moment.



**Figure IV.25: La climatisation dans notre maison.**

- Dans la liste des menus, l'utilisateur peut se déconnecter et sera redirigé vers la page d'accueil où il pourra se connecter ou se reconnecter, il peut également consulter les informations sur l'application ou contacter le développeur et également modifier les paramètres et préférences de l'utilisateur également en tant que paramètres de notification.



Figure IV.26: la page d'accueil.

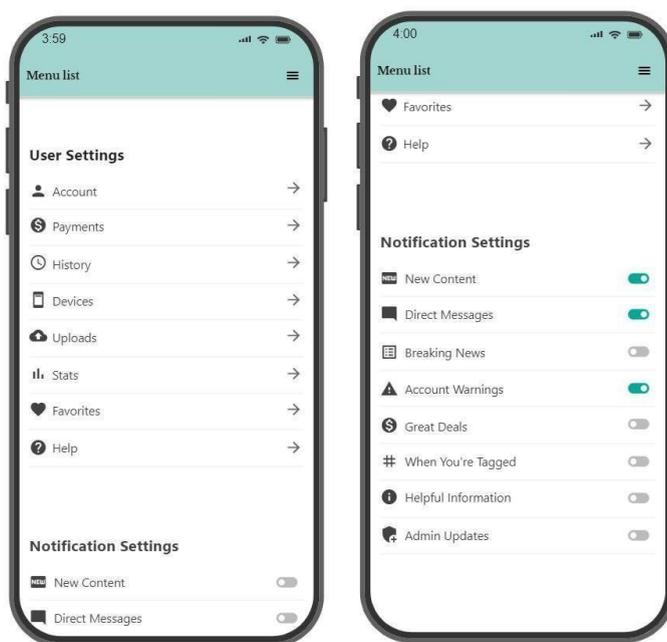


Figure IV.27: les paramètres.

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

Dans ce chapitre nous abordons la partie essentielle de ce mémoire. Nous mettons en évidence l'intérêt de la domotique pour résoudre les problèmes rencontrés dans cette problématique. Des solutions ont été mises en place, telles qu'un système intelligent pour éviter les fuites de gaz, ainsi que d'autres problèmes.

Nous avons présenté les différentes étapes de notre réalisation telle que la création de la maquette, aussi nous avons présenté les organigrammes des systèmes inclus dans le projet. Les tests réalisés montrent l'efficacité et la réussite de notre système.

D'autres systèmes intelligents ont également été développés afin de détecter les mouvements et de rendre la maison plus agréable et plus sécurisée et faire le contrôle de l'environnement intérieur de notre maison comme l'humidité et la température.

Il est évident que l'usage de ces applications facilite les tâches quotidiennes des êtres humains. Nous aurions souhaité avoir un programme final comprenant toutes les applications en simultané et plusieurs applications de confort, avec un contrôle à distance via une application mobile. Cependant, nous avons rencontré un problème informatique et il a été difficile de trouver des solutions, ce qui a entravé notre obtention des résultats souhaités.

## Conclusion générale

Nous avons fabriqué une maison dite « intelligente ». Effectivement, dans le cadre du thème de la domotique et l'internet des objets IDO, nous avons conçu une maison automatisée. Elle est capable de gérer l'éclairage des chambres et l'ouverture des portes, de prévenir en cas de fuite de gaz ou dans aussi surveillé l'état de la température et l'humidité. Cependant, les fonctionnalités ne se restreignent pas à celles-ci et d'autres peuvent être ajoutées grâce à un système de centralisation.

Nous sommes d'accord pour dire que ce projet nous a donné l'occasion de nous divertir en manipulant le matériel, tout en développant notre compréhension des applications de la domotique, ce qui pourrait être extrêmement bénéfique pour notre future carrière professionnelle. Évidemment, toute cette tâche s'est déroulée dans les meilleures conditions, car une cohésion et une entente solides ont permis d'obtenir un travail concluant et satisfaisant.

En perspectives, nous pouvons dire que ce travail n'est qu'une simple application dans le domaine de la domotique, il peut être plus autonome, plus pratique, Parmi les perspectives ouvertes à ce projet :

- Contrôler notre maison via une application smart phone développée.
- Améliorer la fonction de détection de gaz en utilisant une électrovanne automatisée et une coupure automatique de gaz et électricité.
- Utiliser un système de reconnaissance faciale (Face ID) pour l'ouverture des portes.

Le seul aspect « négatif » serait sans doute le manque de temps pour pouvoir approfondir davantage ce travail, car il ne se limite pas à cela, il y a encore plusieurs tâches à améliorer.

Effectivement, les amateurs de domotique ont de nombreuses options, que ce soit en ce qui concerne le matériel disponible ou les actions à entreprendre. Toutefois, rien ne nous empêche de poursuivre cette voie de notre propre initiative...

Ce projet a été dynamique, stimulant et encourageant pour poursuivre nos études. Nous croyons avoir compris une partie de notre avenir professionnel

## Bibliographie :

### I. CHAPITRE 1 :

1. <https://fr.scribd.com/document/549460356/Guide-IIoT-pour-bien-lancer-votre-projet>
2. [Vers un Feu Tricolore Intelligent basé sur l'Internet des objets et le traitement d'images \(hal.science\)](#)
3. <https://www.objetconnecte.com/iot-dix-ans-changements>
4. Mémoire de fin de cycle en vue d'obtention du diplôme de master en télécommunication  
Thème Introduction à l'internet de l'objet et réalisation D'un système domotique  
<https://iotjourney.orange.com/fr-FR/connectivite/quels-sont-les-types-de-services-iot>
5. <https://www.m2m.fr/iot/caracteristiques-de-liot/#:~:text=L'IoT%20est%20compos%C3%A9%20de,sur%20l'internet%20des%20objets.>
6. Les Avantages Et Les Inconvénients de L'internet Des Objets (IoT) | PDF | Internet des objets | Sécurité des systèmes d'information  
<https://fr.scribd.com/document/631938742/Les-avantages-et-les-inconvenients-de-l-Internet-des-objets-IoT>

### II. CHAPITRE 02 :

1. <https://www.lemagdeladomotique.com/dossier-1-domotique-definition-applications.html>
2. <https://domoticonfort.fr/definition/histoire-domotique/>
3. Le système de verrouillage de porte et système d'alerte en utilisant Arduino RFID présenté par Benladghem Djazia et Benyahia Nabila
4. [Les Avantages et Désavantages de la Domotique | Domotools® \(domo-tools.com\)](#)
5. [8 caractéristiques d'une maison intelligente ? - Tech Revolutions](#)
6. [Réduisez vos factures d'énergie avec la gestion de l'énergie dans une maison intelligente - knx \(sustainabilityknx.org\)](#)
7. [Chauffage intelligent : tout ce qu'il faut savoir - IRSAP NOW](#)
8. [Éclairage intelligent dans les maisons | Guide du débutant \(citeia.com\)](#)
9. Etude et réalisation d'une maison intelligente en utilisant un Arduino réalisé par :- MEGUEHOUT Walid -MEGHZILI Yasser
10. [Comment contrôler la température de sa maison à distance : guide complet pour un confort optimal via la domotique \(bricomachin.com\)](#)
11. <https://www.linkedin.com/pulse/maison-intelligente-les-avantages-et-inconv%C3%A9nients-de-herman/>
12. [Comment rendre votre maison intelligente et connectée ? - Blog-domotique.fr](#)

### III. CHAPITRE 03 :

1. <https://docs.arduino.cc/retired/boards/arduino-uno-rev3-with-long-pins/>
2. <https://docs.arduino.cc/resources/datasheets/A000066-datasheet.pdf>
3. <https://store.arduino.cc/products/arduino-mega-2560-rev3>
4. [Programmer un ESP8266 via WiFi avec l'IDE Arduino \(OTA\) • AranaCorp](#)
5. [Logiciel : IDE – Arduino : l'essentiel \(blaise-pascal.fr\)](#)
6. [DEFINITION DE FRITZING - Recherche \(bing.com\)](#)
7. <https://youpilab.com/components/product/capteur-de-gaz-mq5?page=2>
8. <https://www.moussasoft.com/capteur-de-mouvement-pir-hc-sr501/>
9. [\[GUIDE\] Arduino module RFID RC522, lecteur carte RFID + code, câblage \(arduino-france.site\)](#)

10. [DHT11 : tout savoir sur le capteur pour mesurer la température et l'humidité | Hardware libre \(hwlibre.com\)](#)
11. [Module de 4 relais 5v pour arduino maroc - moussasoft](#)
12. [Guide d'Achat : Comprendre les Accus 18650 et 21700 lithium 3.6/3.7V \(bestpiles.fr\)](#)
13. [Mini Ventilateur 12V DC 40x40x10mm - MicroPlanet Maroc \(micro-planet.ma\)](#)
14. [https://www.researchgate.net/figure/Vue-interne-dun-servomoteur\\_fig16\\_342282949](https://www.researchgate.net/figure/Vue-interne-dun-servomoteur_fig16_342282949)
15. [Comment installer et utiliser un panneau solaire 12 volts ? \(technobio.fr\)](#)
16. <https://powertech-dz.net/products/single/serrure-electromagnetique-dc12v-06a-arduino-vente-composants-electronique-blida-algerie-645>
17. [Le buzzer \(robotique.site \)](#)
18. [Gérez un écran LCD 16x2 avec Arduino • AranaCorp](#)
19. [Plaque d'essai ou breadboard/protoboard \(ledisrupteurdimensionnel.com\)](#)
20. [Allumer une LED par Arduino \(robotique.tech\)](#)
21. [REMOTE XY – smartphone IHM – e-techno-tutos](#)

#### **IV. CHAPITRE 04 :**

1. [Utilisation d'un module RFID avec Arduino • AranaCorp](#)
2. Le système de verrouillage de porte et système d'alerte en utilisant Arduino RFID présenté par  
Benladghem Djazia et Benyahia Nabila
3. Réalisation d'un détecteur de flamme et du gaz CO présenté par DIF Lakhdar Bilal & TOUENTI Sidi Mohammed