

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique

Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -

Tasdawit Akli Muḥend Ulḥağ - Tubirett -



Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة أكلي محمد أولحاج

- البويرة -

كلية العلوم والعلوم التطبيقية

# Mémoire de Master

Présenté au

Département : Génie Électrique

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Electronique

Spécialité : Electronique des systèmes embarqués

Réalisé par :

TALES KAMEL

ET

ASSAM MOHAMED

## Thème

---

**Conception d'un système intelligent de détection et  
suppression de flamme avec contrôle à distance**

---

Soutenu le : **30 / 06 / 2024**

Devant le Jury composé de:

Mr: ISSAOUNI Salim

MCA.

Univ.Bouira

Président

Mr: BENDAFIA Yassine

MCA

Univ.Bouira

Examinateur

Année Universitaire : 2023-2024

# Dédicace

Je dédie ce humble travail à mes parents bien-aimés, qui ont consenti à d'innombrables sacrifices, m'ont offert leur soutien constant, et ont prié pour moi tout au long de mes années d'études.

À mes sœurs et frères chéris, qui ont partagé avec moi chaque moment émotionnel tout au long de la réalisation de ce projet. Leur soutien chaleureux et leurs encouragements ont été une source inestimable tout au long de mon parcours.

À l'ensemble de ma famille, à mes meilleurs amis, ainsi qu'à tous ceux qui ont joué un rôle dans la réalisation de ce travail.

Une pensée spéciale à mon binôme et à toute la promotion d'électronique des systèmes embarqués de l'année 2023/2024.

**KAMEL**

# Dédicace

C'est empreint de fierté et d'une profonde émotion que je consacre ce modeste travail à l'égard de mes parents bien-aimés, qui ont constamment eu foi en moi et m'ont apporté un soutien inébranlable au fil des années. Les mots se révèlent insuffisants pour exprimer pleinement ma reconnaissance envers les innombrables dons qu'ils m'ont offerts. Leur dévouement suscite en moi une gratitude profonde, accompagnée de tout mon amour.

À mes chères sœurs et frères, que Dieu veille sur eux et les protège. À mes amis, avec qui j'ai partagé des moments inoubliables, créant ainsi des souvenirs indélébiles qui demeureront gravés dans ma mémoire, constituant un soutien considérable tout au long de ce parcours.

Un salut particulier à mon binôme et à l'ensemble de la promotion d'électronique des systèmes embarqués pour l'année 2023/2024.

**MOHAMED**

---

## Remerciements

---

Nous remercions en premier lieu ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre reconnaissance à Madame **Aggoun ghania** pour son accompagnement et son soutien tout au long de cette période. Son expertise, ses conseils précieux, son écoute attentive et ses encouragements nous ont permis de progresser et de surmonter les difficultés que nous avons rencontrées.

Nous adressons nos plus vifs remerciements envers les membres du jury qui ont eu la gentillesse d'examiner attentivement notre travail.

Nous tenons à remercier l'ensemble des enseignants du département de génie électrique qui ont contribué à notre formation.

En conclusion, nous souhaitons exprimer nos remerciements les plus sincères à nos familles pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants tout au long de notre parcours d'étude.

## Résumé

Les incendies publics représentent chaque année une part importante des pertes matérielles et humaines, en raison de l'utilisation de systèmes de commande obsolètes. L'objectif de ce travail est de trouver une solution pour contrôler et éteindre les incendies, ainsi que de réduire les pertes au maximum. Pour cette raison, un système de commande a été réalisé, offrant une méthode de détection et d'extinction des flammes. Notre système fournit également des informations supplémentaires telles qu'une notification rapide des dangers et leur degré. La conception et la réalisation de ce système reposent sur Arduino UNO, qui gère tous les processus dans le circuit et le contrôle. En outre, des notifications via l'application Blynk et des messages SMS via GSM ont été ajoutés à ce système pour renforcer les capacités de notification et de communication avec l'utilisateur en cas d'urgence .

---

**Mots clés :** Système intelligent, détection de flamme, suppression de flamme, contrôle à distance, Wifi ,GSM, Blynk.

---

## Abstract

Public fires represent a significant portion of material and human losses every year, largely due to the use of outdated control systems. The aim of this work is to find a solution for controlling and extinguishing fires while minimizing losses. For this reason, a control system has been developed, providing a method for detecting and extinguishing flames. Our system also offers additional information such as rapid notification of danger and its severity. The design and implementation of this system rely on Arduino UNO, which manages all processes in the circuit and controls it. Additionally, notifications through the Blynk application and SMS messages via GSM have been added to this system to enhance notification capabilities and communication with the user in case of emergencies.

---

**Keywords :**Intelligent system, flame detection, flame suppression, remote control,  
Wifi, GSM, Blynk.

---

## Table des matières

---

Remerciements

Résumé

Liste des matières

Liste des Figures

Liste des tableaux

Liste des Abréviations

Introduction Générale

### Chapitre I : Généralités sur la détection des flammes.

<b>I.1 Introduction</b> .....	15
<b>I.2 Définition de détecteur</b> .....	15
I.2.1 Quelques types de détecteurs les plus répondus .....	15
<b>I.3 Définition de capteurs</b> .....	19
I.3.1 Quelques types de capteurs courant.....	19
<b>I.4 Les détecteurs de flammes</b> .....	22
I.4.1 les détecteurs de flamme .....	22
<b>I.6 Limitations</b> .....	25
<b>I.7 Conclusion</b> .....	26

### Chapitre II:Généralité sur les composants et logiciels utilisé

<b>II.1 Introduction</b> .....	28
<b>II.2 Arduino</b> .....	28
II.2.1 Qu'est-ce qu'un Arduino .....	28
II.2.2 Caractéristique de la carte arduino UNO R3.....	29
<b>II.3 Plaque d'essai (Breadboard)</b> .....	29
<b>II.4 Capteur de flamme</b> .....	30

II.4.1 Définition.....	30
<b>II.5 Un module relais 5v.....</b>	<b>32</b>
II.5.1 Définition .....	32
II.5.2 Les Caractéristiques d'un module relais 5v GT108.....	32
<b>II.6 Servomoteur SG0.....</b>	<b>33</b>
II.6.1 Définition .....	33
II.6.2 Les Caractéristiques du servomoteur SG90.....	34
<b>II.7 Le Buzzer.....</b>	<b>34</b>
<b>II.8 LEDES (Diode électroluminescente).....</b>	<b>35</b>
<b>II.9 Le module wifi ESP 8266.....</b>	<b>35</b>
II.9.1 Définition.....	35
II.9.2 Les Caractéristique du module wifi ESP8266.....	36
<b>II.10 Pompe à eau DC 12V.....</b>	<b>37</b>
<b>II.11 Batterie DC 12 V.....</b>	<b>37</b>
<b>II.12 Module SIM800L V2.....</b>	<b>38</b>
<b>II.13 Logiciels utilisés.....</b>	<b>39</b>
II.13.1 Arduino IDE.....	39
II.13.2 Fritzing.....	43
II.13.3 Blynk.....	44
<b>II.14 Conclusion.....</b>	<b>45</b>

## Chapitre III :Conception et Réalisation du projet

<b>III.1 Introduction .....</b>	<b>47</b>
<b>III.2 Simulation sur Fritzing.....</b>	<b>48</b>
<b>III.3 Les différentes broches utilisées.....</b>	<b>48</b>
III.3.1 broches utilisées Pour le module NodeMcu .....	48
III.3.2 broches utilisées Pour le capteur de flamme.....	48
III.3.3 broches utilisées Pour le module relais 5v GT1080.....	49
III.3.4 broches utilisées Pour le BUZZER.....	49
III.3.5 broches utilisées Pour le GSM800l v2.....	49
<b>III.4 Principe de fonctionnement.....</b>	<b>53</b>



<b>III.5 Partie programmation</b> .....	54
III.5.1. Programme automatique + GSM8001 (SMS) .....	54
III.5.2 Programme de Nodemcu (pour flamme notification).....	57
<b>III.6 Montage du projet (partie émettrice)</b> .....	58
<b>III.7 Organigrammes de commande de flamme</b> .....	59
III.7.1 Organigramme de message SMS par GSM800L.....	61
III.7.2 Organigramme notification Blynk par ESP8266.....	63
<b>III.8 Réalisation de la partie alerte GSM SIM800L V2 avec carte arduino</b> .....	65
<b>III.9 Réalisation du semi système alerte (notification blynk ) avec l'ESP8266</b> ....	67
<b>III.10 Les point fort de ce travail</b> .....	70
<b>III.11 La maquette finale</b> .....	73
<b>III.12 Difficultés rencontrées</b> .....	74
<b>III.8 Conclusion</b> .....	75

**Conclusion générale**

**Bibliographie**

---

## Liste des figures

---

<b>Figure I.1</b> :Détecteur de fumée domestique.....	19
<b>Figure I.2</b> : Détecteurs de mouvement (PIR - Passive Infrared).....	20
<b>Figure I.3</b> : Détecteurs de monoxyde de carbone (CO).....	20
<b>Figure I.4</b> : Détecteurs de gaz.....	21
<b>Figure I.5</b> : Détecteur de chaleur.....	21
<b>Figure I.6</b> : Détecteurs de fuites d'eau.....	22
<b>Figure I.7</b> : Détecteurs de radon .....	22
<b>Figure I.8</b> : Détecteurs de vibrations.....	23
<b>Figure I.9</b> : Capteurs de flamme.....	23
<b>Figure I.10</b> : Capteurs de lumière.....	24
<b>Figure I.11</b> : Capteurs de température.....	24
<b>Figure I.12</b> : Capteurs d'humidité.....	24
<b>Figure I.13</b> : Capteurs de pression.....	25
<b>Figure I.14</b> : capteurs de dioxyde de carbone.....	25
<b>Figure I.15</b> : capteurs de gaz naturel.....	25
<b>Figure I.16</b> : capteurs de mouvement PIR.....	25
<b>Figure I.17</b> : capteurs de mouvement laser.....	25
<b>Figure I.18</b> : capteurs sonores.....	26
<b>Figure II.1</b> ARDUINO UNO R3.....	33
<b>Figure II.2</b> Une plaque d'essai (breadboard.....	35
<b>Figure II.3</b> :Capteur de flamme.....	36
<b>Figure II.4</b> : module relais 5V.....	37
<b>Figure II.5</b> : Servomoteur SG90.....	38
<b>Figure II.6</b> : buzzer actif 5V.....	40
<b>Figure II.7</b> :Led.....	40
<b>Figure II.8</b> : Le module wifi ESP 8266 12E .....	41
<b>Figure 1.9</b> : pompe à eau 12v DC .....	42
<b>Figure II.10</b> : batterie DC 12v .....	42
<b>Figure II.11</b> : Module SIM800L.....	43
<b>Figure II.12</b> : interface utilisateur du langage arduino.....	45
<b>Figure II.13</b> : Présentation de la barre d'outils de l'interface Arduino .....	46
<b>Figure II.12</b> : Les deux fonctions de La Structure d'un programme .....	47

<b>Figure II.13</b> : L'interface de Fritzing .....	48
<b>Figure II.14</b> : L'interface de BLYNK.....	49
<b>Figure III.1</b> : vue générale du brochage des composants avec ARDUINO.....	52
<b>Figure III.2</b> :Montage électrique complet.....	59
<b>Figure III.3</b> : Organigrammes de commande de flamme.....	60
<b>Figure III.4</b> : Branchement du GSM avec carte arduino.....	62
<b>Figure III.5</b> : Résultats de l'alerte SMS de la détection.....	64
<b>Figure III.6</b> : Branchement du GSM avec carte arduino.....	66
<b>Figure III.7</b> : Capture d'écran du message d'alerte reçue par smart phone lors de la détection de flammes.....	68
<b>Figure III.8</b> : Branchement du capteur de flamme avec l'ESP8266.....	69
<b>Figure III.9</b> : Capture d'écran du Résultats d'alerte message Gmail de la détection..	70
<b>Figure III.10</b> :Capture d'écran du Résultats d'alerte notification de la détection.....	71
<b>Figure III.11</b> : La maquette finale .....	73

---

---

## Liste des tableaux

---

---

<b>Tableau II.1</b> : Caractéristiques d'Arduino Tableau .....	34
<b>Tableau II.2</b> : caractéristique du servomoteur SG90Tableau.....	39

---

## Liste des Abréviations

---

<b>IDE</b>	Environnement de développement intègre
<b>UART</b>	Universal Asynchronous Receive Transmit
<b>CAN</b>	Convertisseur Analogique Numérique
<b>GPIO</b>	General Purpose Input/Output
<b>SPI</b>	Serial Peripheral Interface
<b>USB</b>	Universal Serial Bus
<b>GND</b>	Ground (broche de terre)
<b>IR</b>	Infrarouge
<b>VCC</b>	Common Collector Voltage (tension au collecteur commun)
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>GSM</b>	Global System for Mobile (norme numérique pour la téléphonie)
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>SIM</b>	SIMultaneous
<b>WIFI</b>	Wireless Fidelity (fidélité sans fil)
<b>ESP</b>	Electronic Stability Program
<b>IP</b>	Adresse de Protocole Internet



# **Introduction Générale**

---

# Introduction Générale

---

Le projet Arduino a émergé de l'initiative d'une équipe d'enseignants et d'étudiants de l'école de design d'interaction d'Ivrea en Italie. Avant 2003-2004, ils faisaient face à un défi majeur : la complexité et le coût élevé des outils nécessaires à la création de projets d'interactivité[21]. Cette situation entravait le développement de projets par les étudiants, retardant leur apprentissage. Afin de surmonter ces obstacles, l'équipe s'est concentrée sur la création d'un matériel plus abordable et convivial, aboutissant ainsi au projet Arduino.

Leur objectif initial, bien que différent, a été modifié en raison des contraintes financières, les amenant à concevoir un système intelligent de détection et d'extinction de flamme basé sur Arduino. Outre son aspect expérimental, le projet visait à initier les participants à la gestion de projets en groupe, à passer du théorique à l'expérimental, et à élargir les compétences en relations humain/machine et environnement/machine, tout en favorisant l'acquisition d'autonomie.

## **Problématique**

La problématique de ce projet consiste à concevoir un système intelligent capable de détecter et supprimer les flammes de manière efficace, tout en offrant un contrôle à distance à travers une connectivité Wifi et GSM. Ce système devra intégrer des mécanismes avancés de détection de flammes, des dispositifs de suppression automatique, ainsi qu'une interface de contrôle à distance permettant à l'utilisateur de surveiller et de réagir aux incidents de manière proactive, où qu'il se trouve. L'objectif est de fournir une solution technologique avancée qui minimise les risques d'incendie et les dommages associés, tout en offrant une gestion à distance facile et efficace.

## **Organisation du mémoire**

Pour parachever ce projet, une méthodologie claire s'avère indispensable. Cette approche est articulée en trois (03) chapitres au sein de ce document, lesquels sont étroitement liés pour guider le lecteur à chaque étape. Chaque chapitre est découpé de manière à :

### **Chapitre I : Généralités sur la détection des flammes.**

Dans cette brève introduction, nous débuterons par une présentation générale de la domotique et de ses fonctionnalités dans le domaine de la sécurité industrielle, en mettant en lumière les différentes technologies utilisées. Ensuite, nous explorerons en détail le sujet des incendies.

### **Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé**

Dans cette brève introduction, le deuxième chapitre portera sur le logiciel et le matériel des microcontrôleurs de manière générale. Il fournira également un aperçu succinct des langages de programmation utilisés.

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

Dans cette introduction, nous allons détailler la réalisation électronique et informatique du système embarqué. Cela implique la programmation des capteurs et la gestion centralisée depuis une base de données. Chaque étape comprendra une partie dédiée à la programmation et une partie de validation,



## Introduction Générale

comprenant la simulation et la mise en pratique. En outre, nous discuterons de l'intégration des notifications via Blynk et GSM. En conclusion, nous dresserons un bilan général des intérêts de notre recherche, des revues effectuées et des résultats obtenus. Nous aborderons également les défis rencontrés lors des expérimentations et tracerons les perspectives d'amélioration de notre projet

**Chapitre I:Généralités  
sur les composants et  
logiciels utilisés.**

# Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

## I.1 Introduction :

L'incendie sur les lieux de travail demeure un sujet préoccupant et d'actualité constante. Chaque année, des victimes sont à déplorer lors d'incendies dans des établissements industriels et commerciaux. Actuellement, les méthodes de détection visuelle du feu se basent principalement sur l'analyse spectrale, ce qui requiert généralement un équipement coûteux de spectroscopie. Cette approche limite la détection du feu aux individus capables de se procurer les sondes coûteuses nécessaires à ces méthodes. Dans ce chapitre, nous abordons la détection de la flamme, en examinant les travaux déjà réalisés et les méthodes employées pour détecter les flammes dans les séquences vidéo.

## I.2 Définition de détecteur:

Un détecteur est un dispositif technique conçu pour changer d'état lorsqu'il est exposé à l'élément ou à la situation pour lesquels il a été spécifiquement créé. Il peut également être doté de fonctions supplémentaires permettant d'apporter des précisions qualitatives ou quantitatives sur la nature du phénomène observé[1].

### I.2.1 Quelques types de détecteurs les plus répandus:

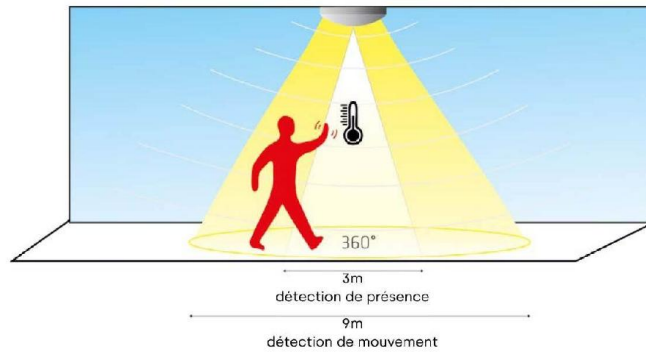
- ✓ **Détecteurs de fumée** : Ils détectent la présence de fumée dans l'air, généralement utilisés pour détecter les incendies domestiques ou industriels.



**Figure I.1** :Détecteur de fumée domestique[2]

- ✓ **Détecteurs de mouvement (PIR - Passive Infrared)** : Ils détectent les changements de chaleur causés par le mouvement d'un objet ou d'une personne dans leur champ de vision

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes



**Figure I.2 :**Détecteurs de mouvement (PIR - Passive Infrared)[3].

- ✓ **Détecteurs de monoxyde de carbone (CO) :** Ils détectent les concentrations dangereuses de monoxyde de carbone, un gaz inodore et mortel produit par la combustion incomplète de combustibles fossiles



**Figure I.3:**Détecteurs de monoxyde de carbone (CO)[4].

- ✓ **Détecteurs de gaz :** Ils détectent la présence de gaz dangereux ou inflammables dans l'air, tels que le gaz naturel, le propane ou le butane

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes



**Figure I.4 :**Détecteurs de gaz[5].

- ✓ **Détecteurs de chaleur :** Ils réagissent aux changements de température,détecteur ils complètent les détecteurs de fumée, ils peuvent donc être utilisés dans les environnements où la fumée ou la poussière peuvent entraîner des fausses alarmes pour les détecteurs de fumée



**Figure I.5 :** Détecteur de chaleur[6].

- ✓ **Détecteurs de fuites d'eau :** Ils détectent les fuites d'eau dans les systèmes de plomberie ou les appareils domestiques, aidant à prévenir les dommages causés par l'eau

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes



**Figure I.6 :** Détecteurs de fuites d'eau[7].

- ✓ **Détecteurs de radon :** Ils mesurent les niveaux de radon, un gaz radioactif nocif présent dans le sol et les bâtiments, et aident à prévenir les risques pour la santé associés à l'exposition prolongée



**Figure I.7 :** Détecteurs de radon [8].

- ✓ **Détecteurs de vibrations :** Ils détectent les vibrations ou les chocs mécaniques, souvent utilisés comme dispositifs de sécurité pour les portes et les fenêtres



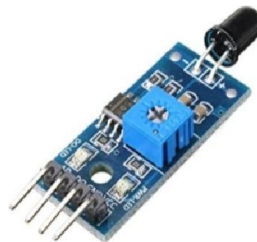
**Figure I.8 :**Détecteurs de vibrations[9].

## I.3 Définition de capteurs :

Un capteur est un appareil qui détecte et mesure des choses comme la lumière, la température, ou le mouvement, et les convertit en signaux utiles.

### I.3.1 Quelques types de capteurs courant

- ✓ **Capteurs de flamme** : Un capteur de flamme utilise des techniques optiques ou thermiques pour détecter la présence de flammes. Il est utilisé dans les systèmes de sécurité et dans l'industrie pour repérer les incendies et surveiller les flammes.



**Figure I.9 :**Capteurs de flamme[10].

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

- ✓ **Capteurs de lumière (photocapteurs) :** Ils mesurent les niveaux de lumière et les convertissent en signaux électriques. Ils sont utilisés dans des applications telles que l'éclairage automatique, le contrôle de l'éclairage et la détection de mouvement.

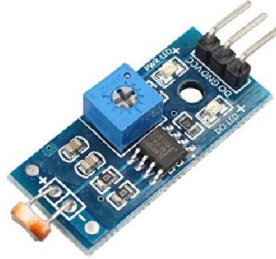


Figure I.10 :Capteurs de lumière[11]

- ✓ **Capteurs de température (thermistors, thermocouples) :**  
Ils mesurent la température et la convertissent en signaux électriques. Ils sont utilisés dans des applications telles que le contrôle de la température et la détection d'incendie.



Figure I.11:Capteurs de température[12]

- ✓ **Capteurs d'humidité (hygromètres) :** Ils mesurent le taux d'humidité dans l'air et le convertissent en signaux électriques. Ils sont utilisés dans des applications telles que les systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVC)

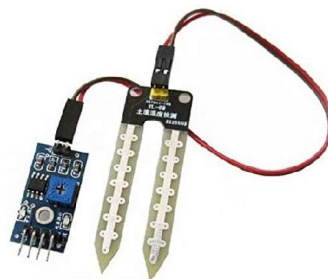


Figure I.12 :Capteurs d'humidité[13]



## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

- ✓ **Capteurs de pression (baromètres) :** Ils mesurent la pression de l'air et la convertissent en signaux électriques. Ils peuvent être utilisés dans des applications telles que la mesure de l'altitude, le contrôle de la pression des pneus et la surveillance météorologique.

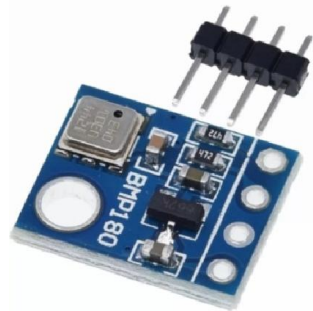


Figure I.13: Capteurs de pression[14]

- ✓ **Capteurs de gaz (comme les capteurs de dioxyde de carbone et les capteurs de gaz naturel) :** Ils mesurent la concentration de gaz dans l'air et la convertissent en signaux électriques. Ils sont utilisés dans des applications telles que la détection de fuites de gaz et la surveillance de la qualité de l'air.



Figure I.14: capteurs de dioxyde de carbone[15]



Figure I.15 : capteurs de gaz naturel[16]

- ✓ **Capteurs de mouvement (PIR, laser) :** Ils mesurent les changements de mouvement et les convertissent en signaux électriques. Ils sont utilisés dans les systèmes de sécurité, de surveillance et de contrôle de l'éclairage automatique.



Figure I.16: capteurs de mouvement PIR[17]



Figure I.17: capteurs de mouvement laser[18]

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

- ✓ **Capteurs sonores (microphones) :** Ils convertissent le son en signaux électriques. Ils sont utilisés dans des applications telles que l'enregistrement audio et les systèmes de contrôle vocal.



**Figure I.18:** capteurs sonores[19]

Ces exemples illustrent quelques-uns des types de capteurs les plus courants, mais il existe une grande variété de capteurs disponibles, adaptés à différents besoins et applications.

Dans la suite de notre travail nous allons nous intéresser et développer les détecteurs de flammes.

### I.4 Les détecteurs de flammes [20]:

#### I.4.1 les détecteurs de flamme :

Les détecteurs de flammes réagissent au rayonnement émis par les incendies, notamment le rayonnement ultraviolet et le rayonnement infrarouge. Ils sont équipés d'une cellule sensible aux rayonnements infrarouges (IR) ou ultraviolets (UV). Les détecteurs infrarouges fonctionnent généralement dans la bande lumineuse du carbone afin de minimiser les fausses alarmes.

Il existe plusieurs types de détection des flammes, chacun adapté à des environnements et des applications spécifiques. Voici quelques types de détections les plus répandus :

- ✓ **Détection par vision :** Cette méthode utilise des caméras pour détecter les signaux visuels des flammes, tels que la lumière ultraviolette ou infrarouge émise par la combustion. Les algorithmes d'analyse d'image sont souvent utilisés pour identifier les flammes dans les images capturées.
- ✓ **Détection par ionisation :** Les détecteurs d'ionisation fonctionnent en mesurant les changements dans la conductivité électrique de l'air causés par l'ionisation produite par la présence de flammes. Ces détecteurs sont souvent utilisés dans les détecteurs de fumée.

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

- ✓ **Détection par chaleur** : Les détecteurs de chaleur réagissent aux changements de température associés à la présence de flammes. Ils peuvent utiliser différents types de capteurs thermiques, tels que les thermistances, les thermocouples ou les détecteurs de température infrarouge.
- ✓ **Détection par analyse des gaz** : Certains systèmes de détection de flammes analysent les composants du gaz de combustion pour détecter la présence de flammes. Par exemple, la détection de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) ou de monoxyde de carbone (CO) peut être utilisée pour identifier la combustion.
- ✓ **Détection par onde de pression** : Cette méthode détecte les changements de pression acoustique produits par la combustion. Les détecteurs d'ondes de pression sont souvent utilisés dans les systèmes de détection d'incendie industriels.
- ✓ **Détection par particules** : Certains systèmes détectent les particules émises par la combustion, telles que la suie ou d'autres substances en suspension dans l'air. Ces particules peuvent être détectées à l'aide de capteurs optiques ou de capteurs de masse.
- ✓ **Détection par ultrason** : Les détecteurs à ultrasons peuvent être utilisés pour détecter les perturbations causées par les flammes dans le champ acoustique. Cette méthode est parfois utilisée en combinaison avec d'autres méthodes de détection.

Ces différentes méthodes de détection des flammes peuvent être utilisées individuellement ou en combinaison, en fonction des besoins spécifiques de l'application et de l'environnement dans lequel elles sont déployées.

### I.5 Principe de fonctionnement du détecteur de flamme[20] :

Les détecteurs de flamme sont des dispositifs optiques utilisant des capteurs infrarouges (IR) ou ultraviolets (UV). Ils détectent le rayonnement modulé émis par les flammes, captant les rayons infrarouges ou ultraviolets à l'aide de cellules photoélectriques. Toutefois, étant donné la présence généralisée de ces rayons dans l'environnement industriel (soleil, appareils de chauffage, lampes à incandescence, arcs électriques, etc.), ces détecteurs ne réagissent qu'aux fluctuations caractéristiques des flammes, dans une plage d'ondes spécifique, en appliquant un traitement de signal complexe. Ils sont utilisés dans les espaces de grande taille où la fumée peut mettre du temps à se propager, tels que les hangars d'avion, ainsi que dans les locaux fortement ventilés. Leur réponse rapide (de quelques dizaines de millisecondes à quelques secondes) les rend également appropriés pour les environnements à

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

haut risque, comme les raffineries, les installations industrielles et les zones potentiellement explosives. Les détecteurs infrarouges (IR : 5-50 Hertz) sont les plus couramment utilisés en raison de leur variété de capteurs disponibles, de leur coût abordable et de leur facilité d'utilisation, notamment les cellules au silicium ou au sulfure de plomb.

### a) Les détecteurs infrarouges :

Les détecteurs infrarouges sont des dispositifs électroniques qui mesurent les différences de chaleur entre un objet vivant et son environnement. Ils convertissent le rayonnement thermique en signaux électriques pour détecter la présence d'objets ou de changements de conditions environnementales. Ces capteurs sont largement utilisés dans la sécurité, la surveillance, la détection d'incendie, la médecine, les robots et d'autres applications où la détection de chaleur est essentielle.

Ce type de détecteur présente des avantages et des inconvénients :

#### ✓ Les avantages des détecteurs infrarouges :

- la détection à travers les fumées,
- une performance remarquable même dans des conditions de combustion défavorables,
- la détection de la plupart des feux d'hydrocarbures (liquides, gaz, solides),
- leur coût.

En outre, il existe des détecteurs de flammes fonctionnant dans le spectre ultraviolet (UV : 200-270 nanomètres). Leur utilisation est préconisée lorsqu'une réactivité extrêmement rapide est requise, en particulier pour détecter des incendies impliquant des matériaux très inflammables tels que les gaz, les solvants et les métaux. Ces détecteurs UV sont spécialement conçus pour répondre à de telles exigences.

#### ✓ Les inconvénients des détecteurs infrarouges :

- Sensibilité aux conditions environnementales
- portée limitée
- Sensibilité aux interférences
- Limitations de détection dues à certains matériaux

Malgré ces inconvénients, les détecteurs infrarouges restent largement utilisés dans de nombreuses applications en raison de leur capacité à détecter la chaleur émise par les objets, ce qui en fait des outils précieux dans divers domaines.

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

### **b. Les détecteurs Ultraviolets :**

Les détecteurs ultraviolets sont des appareils qui repèrent et mesurent les rayonnements ultraviolets, qui sont des ondes plus courtes que la lumière visible.

### **c. Les points forts de détecteurs qui travaillent dans le spectre ultraviolet sont :**

- Une sensibilité élevée, permettant la détection de petites flammes à plusieurs mètres de distance.
- Un large angle de vision, couvrant jusqu'à 160 degrés sur les premiers mètres.
- Une insensibilité à la vapeur d'eau, ce qui réduit les risques de fausses alarmes dans des environnements humides.
- La capacité à détecter les feux d'hydrocarbures, assurant une protection efficace contre différents types d'incendies impliquant ces matériaux inflammables.
- la détection de feux non carbonés (métaux, hydrogène, ammoniac...).

### **d. Les avantages de détecteurs de flamme qui combinent les deux technologies(UV/IR) :**

- un niveau d'alarmes intempestives faible,
- une sélectivité aux feux d'hydrocarbures,
- un temps de réponse de l'ordre de quelques centaines de millisecondes,
- un large cône de vision.

### **I.6 Limitations[20]:**

En règle générale, les détecteurs de flamme doivent avoir une ligne de vue directe sur le feu pour fonctionner efficacement. Par conséquent, l'emplacement où ils sont installés ne doit pas être obstrué. Les détecteurs infrarouges sont particulièrement sensibles aux phénomènes suivants :

- Les rayonnements infrarouges intenses et sporadiques (tels que le rayonnement direct du soleil, un éclairage puissant) ainsi que les rayonnements modulés de longue durée (comme la réflexion de la lumière, des sources lumineuses vacillantes, ou des vibrations au niveau du point de fixation).

## Chapitre 1 : Généralités sur la détection des flammes

- La présence d'eau, qui peut diminuer leur efficacité. Ils peuvent également être moins performants lors de combustions très vives, telles que celles impliquant du gaz de méthane, de l'acétylène ou du GPL.

Les détecteurs de flamme U.V. sont particulièrement sensibles aux phénomènes suivants :

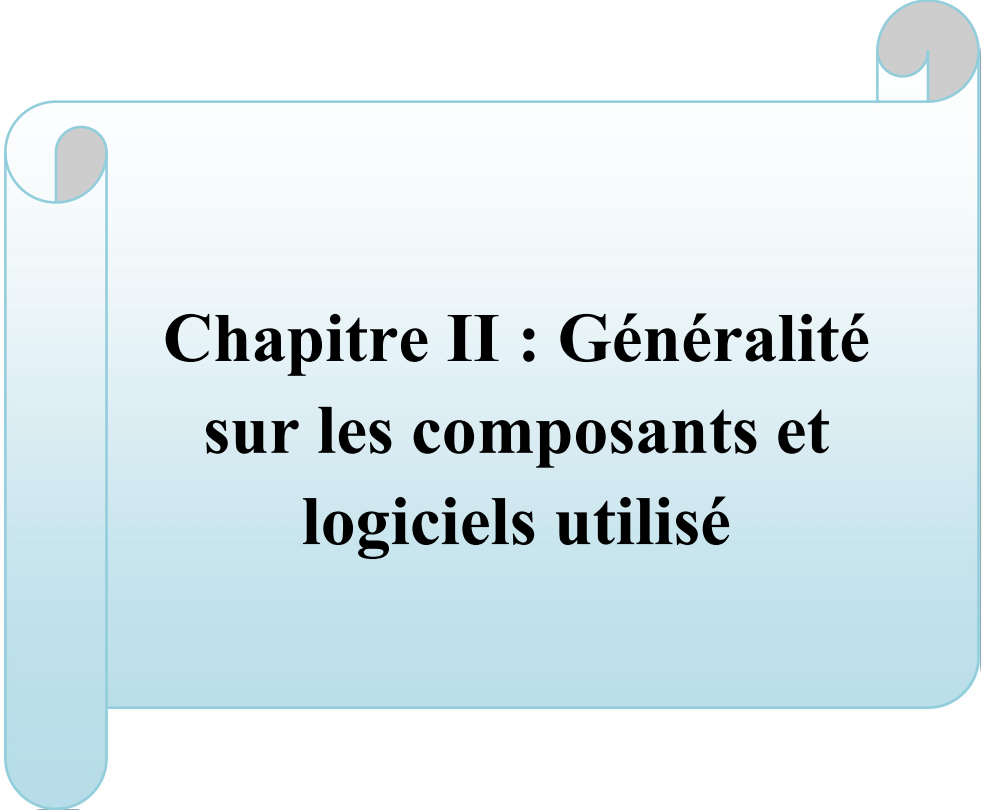
- Les rayonnements ultraviolets émis par certains éclairages artificiels (tels que ceux utilisant des lampes au mercure ou au xénon), par des arcs électriques ou par la foudre.
- Les atmosphères poussiéreuses, brumeuses (contenant des aérosols) ou enfumées, où la fenêtre transparente du détecteur risque de s'encrasser, diminuant ainsi sa capacité à détecter les flammes.

### **I.7 Conclusion :**

En conclusion, En résumé, ce chapitre a souligné l'importance capitale de la détection des flammes pour prévenir les incendies dans divers environnements industriels et commerciaux. Nous avons examiné différentes méthodes de détection, telles que la vision, l'ionisation, la chaleur, l'analyse des gaz, les ondes de pression, les particules et les ultrasons.

Chaque méthode présente des avantages et des inconvénients, mais les détecteurs infrarouges et ultraviolets ont été particulièrement explorés. Malgré leurs limitations, les détecteurs de flammes restent des outils essentiels pour assurer la sécurité des lieux de travail. Choisir le bon type de détecteur en fonction des conditions spécifiques est crucial pour garantir une détection efficace et une réponse rapide en cas d'incendie.

Dans le prochain chapitre, nous allons présenter les généralités sur les composants et logiciels utilisés.



**Chapitre II : Généralité  
sur les composants et  
logiciels utilisé**

# Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisés

## II.1 Introduction :

La présentation de ce chapitre rentre dans le cadre de la théorie de notre travail, où nous avons détaillé les différents composants et logiciels utilisés. Dans un premier temps, nous nous concentrerons sur la présentation des différents composants et logiciels utilisés, puis nous détaillerons les composants en donnant leurs caractéristiques et leurs rôles (définitions), ainsi que leurs figures. Ensuite, nous aborderons les logiciels utilisés pour générer notre système, notamment l'IDE et le Fritzing.

## II.2 Arduino :

### II.2.1 Qu'est-ce qu'un Arduino ?

Le projet Arduino a été lancé en Italie en 2005 par Massimo Banzi et David Cuartielles dans le but de développer du matériel à faible coût pour la conception d'interactions. Arduino est une plateforme électronique open-source reposant sur du matériel et des logiciels faciles à utiliser. Les cartes Arduino peuvent lire diverses entrées, telles que la lumière sur un capteur, un doigt sur un bouton, ou même un message sur Twitter, et produire des sorties correspondantes, comme activer un moteur ou allumer une LED, voire publier quelque chose en ligne.[21]

Pour donner des instructions à la carte Arduino, on utilise le langage de programmation Arduino (basé sur le câblage) et le logiciel Arduino (IDE), qui est basé sur le traitement. Ainsi, le système Arduino offre la possibilité de combiner les performances de la programmation avec celles de l'électronique.[21]

La carte électronique modèle UNO de la société ARDUINO est équipée d'un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. Ce microcontrôleur fait partie de la famille AVR et est programmé en langage C. La carte Arduino UNO, à un prix très abordable, est essentielle pour les débutants. Nous utiliserons cette carte comme base pour notre projet.[22]



## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé

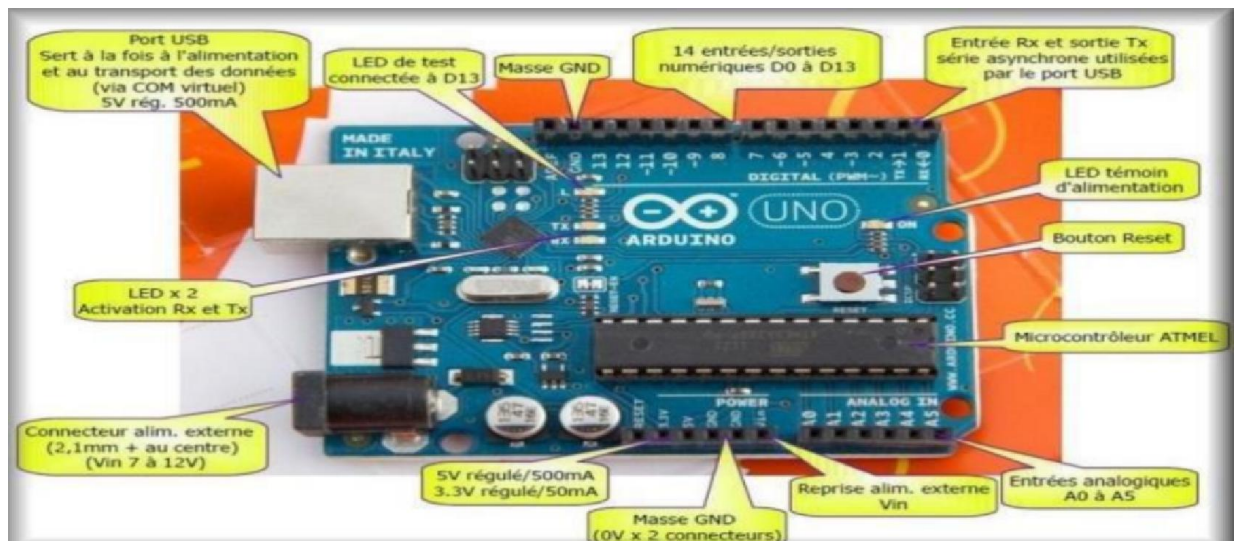


Figure II.1 ARDUINO UNO R3

### II.2.2 Caractéristique de la carte arduino UNO R3:

Le tableau suivant, nous résume les caractéristiques de la carte Arduino UNO R3 utilisée dans notre travail.

## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé

Catégories	Valeur
Microcontrôleur	Atmega328
Fréquence d'horloge	16 MHz
Tension de service	5 V
Tension d'entrée (recommandée)	7-12V
Tension d'entrée (limites)	6-20 V
Ports numériques	14 entrées et sorties (6sortie commutables en MLI)
Ports analogiques	6 entrées analogiques
Courant maxi, par broche d'E/S (c.c)	40 Ma
Courant maxi, par broche 3.3 V	50 Ma
Mémoire	32 ko Flash , 2 ko SRAM , 1ko EEPROM
Chargeur d'amorçage	0.5 ko (en mémoire flash)
Interface	USB
Prix (approximatifs)	2200 da

**Tableau II.1** : Caractéristiques d'Arduino [22]

### II.3 Plaque d'essai (Breadboard)

Cette plaquette est constituée d'un plastique isolant comportant des rangées verticales de 5 contacts et 4 lignes horizontales pour l'alimentation. Les lignes rouges servent à relier les composants au + et les lignes bleues au -. Les composants sont insérés dans des trous d'un diamètre de 0,8 mm. Il est déconseillé d'essayer d'insérer des composants ayant des connexions de diamètre supérieur. Le bloc principal permet de placer des composants électroniques typiques, tels qu'un circuit intégré, au centre, sans risque de court-circuiter ses broches[23].



**Figure II.2** Une plaque d'essai (breadboard).

### II.4 Capteur de flamme :

#### II.4.1 Définition :

Le détecteur de flamme est conçu pour repérer toute élévation de température ou la présence de produits issus de la combustion. Les flammes émettent des rayonnements avec une fréquence de scintillement spécifique dans des bandes spectrales particulières. Le détecteur de flamme fonctionne en captant ces rayonnements électromagnétiques émis par une flamme et en les différenciant des rayonnements parasites présents dans l'environnement.

Les détecteurs de flamme optiques utilisent des capteurs UV et/ou IR pour détecter ces rayonnements. Il existe trois principales catégories d'appareils pour détecter une flamme :

- ✓ Les détecteurs équipés de récepteurs infrarouges (IR).
- ✓ Les détecteurs qui utilisent des capteurs ultraviolets (UV).
- ✓ Les détecteurs qui combinent à la fois des capteurs IR et des capteurs UV (généralement composés de deux capteurs IR et d'un capteur UV) [24].

## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé

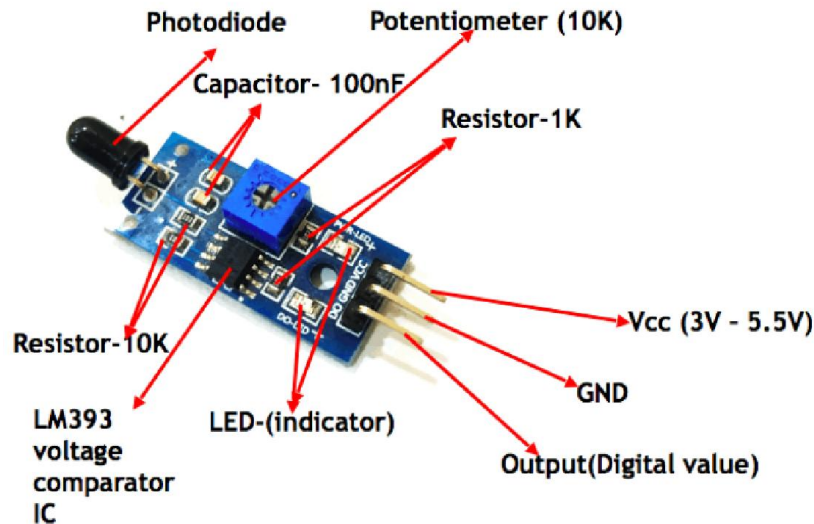


Figure II.3 :Capteur de flamme

### ➤ Caractéristiques :

- VCC : Entrée de tension positive : 5v pour analogique 3.3v pour numérique.
- A0 : Sortie analogique
- D0 : Sortie numérique
- GND : Sol
- Température de service : -40 °C à +85 °C
- Humidité de service : 30 à 90 % RH
- Dimensions : 42 x 16 x 15 mm
- Sortie analogique (A0) : Signal de tension de sortie en temps réel sur la résistance thermique.
- Sortie numérique (D0) : Lorsque la température atteint un certain seuil, le seuil de signal de
  - sortie haut et bas réglable via un potentiomètre[25].

### ➤ Fonctionnalité : [25]

- interface Grove
- haute sensibilité photo
- temps de réponse rapide
- facile à utiliser
- la sensibilité est réglable

## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé

Le capteur de flamme est largement utilisé dans les systèmes de détection et de prévention des incendies industriels. Il surveille en permanence les zones sensibles aux incendies, telles que les salles des machines et les installations de stockage de produits inflammables. Lorsqu'une flamme est détectée, le capteur déclenche immédiatement une alarme et peut également activer automatiquement des systèmes d'extinction d'incendie tels que les sprinklers ou les systèmes de suppression d'incendie.

### II.5 Un module relais 5v :

#### II.5.1 Définition :

Ce module permet la commutation d'un relais à partir d'une sortie digitale d'une carte Arduino ou compatible, pour la commande d'appareils nécessitant une puissance importante tels que des moteurs, des solénoïdes, etc. [26]

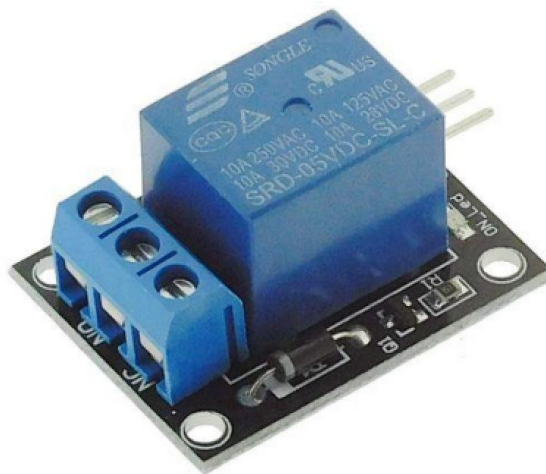


Figure II.4: module relais 5V

#### II.5.2 Les Caractéristiques d'un module relais 5v GT1080 :[26]

- ✓ L'alimentation : 5 Vcc
- ✓ La sortie : 1 contact RT 30 Vcc/10 A
- ✓ Le connecteurs : 3 broches (Vcc, GND et Signal)
- ✓ La dimensions : 34 x 27 mm

### II.6 Servomoteur SG09 :

#### II.6.1 Définition :

Un servomoteur est un actionneur (moteur) capable de maintenir une opposition à un effort statique et dont la position est vérifiée en continu et corrigée en fonction de la mesure.

Il se compose de plusieurs éléments visibles :

- ✓ Les fils de connexion.
- ✓ L'axe de rotation sur lequel est monté un accessoire en plastique ou en métal.
- ✓ Le boîtier de protection.

Il comprend également plusieurs éléments internes invisibles :

- ✓ Un moteur à courant continu.
- ✓ Des engrenages pour former un réducteur.
- ✓ Un capteur de position de l'angle d'orientation de l'axe (généralement un potentiomètre).
- ✓ Une carte électronique pour contrôler la position de l'axe et piloter le moteur à courant continu.

La position est définie avec une limite de débattement d'angle de 180 degrés. Souvent abrégé en "servo", ce terme provient du latin "servus" qui signifie "esclave".

Il existe plusieurs types de servomoteurs. Dans notre application, nous utilisons un servomoteur de faible puissance (9 grammes) SG90. Il est doté de trois fils : un pour l'alimentation, un pour la masse (GND) et un dernier pour le signal d'entrée (la commande).[27]

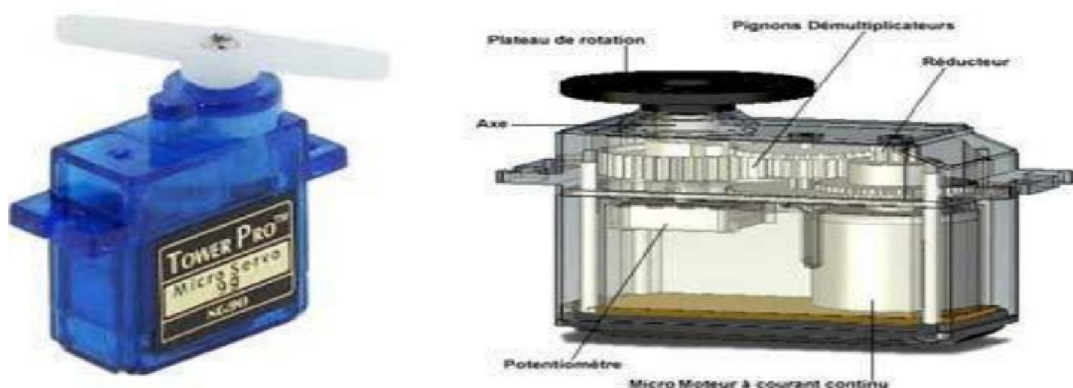


Figure II.5: Servomoteur SG90

### II.6.2 Les Caractéristiques du servomoteurSG90: [28]

Les caractéristiques du servomoteur SG90 sont données dans le tableau suivant :

<i>Nombres de broches</i>	<i>3 fils</i>
	<i>MarronMasse</i>
	<i>Rouge Vcc</i>
	<i>Orange Commande</i>
<i>Dimension</i>	<i>22mm x 11.5mm x 27mm</i>
<i>Poids</i>	<i>9 grammes</i>
<i>Tension d'alimentation</i>	<i>Min 4.8V</i>
<i>Tension d'alimentation</i>	<i>Max 6V</i>
<i>Vitesse</i>	<i>0.12 s/60° sous 4.8V</i>
<i>Couple</i>	<i>1.2 kg/cm sous 4.8V</i>
<i>Consommation</i>	<i>125</i>

**Tableau II.2** : caractéristique du servomoteur SG90

### II .7 Le Buzzer:

Le buzzer actif 5V est utilisé dans notre réalisation pour simuler l'effet d'une sirène. Il s'agit d'un dispositif de signalisation audio qui peut être mécanique, électromécanique ou piézoélectrique. Le buzzer est une structure intégrée de transducteurs électroniques, d'alimentation en courant continu, largement utilisée dans une variété d'applications telles que les ordinateurs, les imprimantes, les copieurs, les alarmes, les jouets électroniques, les équipements électroniques automobiles, les téléphones, les minuteriers, et autres produits électroniques nécessitant des alertes sonores.

Le buzzer peut être alimenté directement par une source de courant continu, et ce module peut être facilement intégré dans une conception de circuit en combinaison avec une carte d'extension de capteur pour compléter une conception de circuit simple[29].

#### ➤ Caractéristiques[30 ]

- Type : Buzzer actif.
- Tension de travail : 3.5-5.5v.
- Courant de travail : < 25Ma.
- Dimensions : 18.5mm x 15mm (L x P)

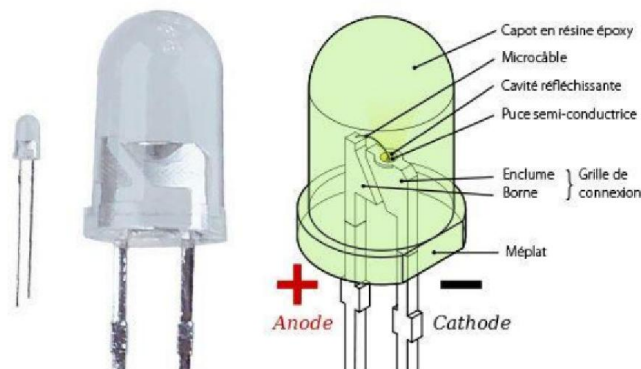




**Figure II.6 :** buzzer actif 5V

### II .8 LEDES (Diode électroluminescente) :

Une diode électroluminescente, communément appelée LED (de l'anglais Light-Emitting Diode), est un composant optoélectronique qui produit de la lumière lorsqu'un courant électrique le traverse.[31]



**Figure II.7 :** Led

### II .9 Le module wifi ESP 8266 :

#### II.9.1 Définition :

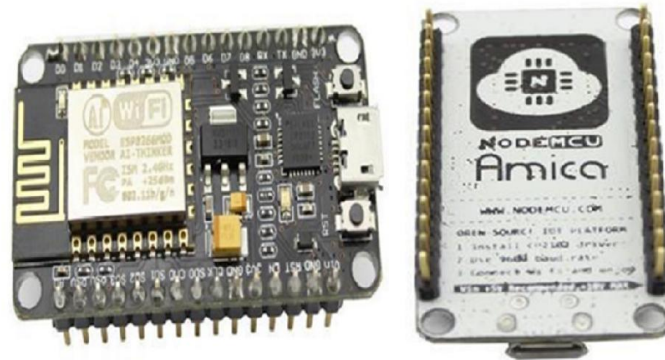
Le module Wifi ESP8266 ajoute une fonction de communication via WiFi à la carte Arduino, permettant ainsi une communication sans fil à moyenne distance avec d'autres dispositifs WiFi tels que des ordinateurs, des smartphones ou d'autres cartes Arduino. La puce ESP8266 nécessite une tension d'alimentation de 3,3V et ne doit pas être alimentée avec 5V comme les autres cartes Arduino.

La carte de développement NodeMcu ESP-12E peut être alimentée à 5V en utilisant le connecteur micro USB ou une broche Vin disponible à bord. Cependant, les broches d'entrée/sortie de l'ESP8266 communiquent à un niveau de tension maximal de 3,3V uniquement. Il est important de noter que ces broches ne tolèrent pas les entrées de 5V. Si



## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé

vous devez interagir avec des broches d'E/S de 5V, vous devez utiliser un système de conversion de niveau, soit en le construisant vous-même en utilisant un diviseur de tension à résistance.[32]



**Figure II.8 :** Le module wifi ESP 8266 12E

### II.9.2 Les Caractéristique du module wifi ESP8266 : [32]

Les caractéristiques importantes du module wifi ESP8266 sont comme suit :

- Wi-Fi Module: Module ESP-12E similaire au module ESP-12, mais avec 6 GPIOs supplémentaires.
- Module ESP8266 ESP-12E
- Adaptateur UART série intégré USB (SiliconLabs CP2102)
- Bouton de réinitialisation
- Touche d'entrée (également utilisée pour le bootloading)
- Montage en surface, LED rouge contrôlable par l'utilisateur
- Régulateur de tension 500mA 3.3V (LM1117)
- Deux entrées d'alimentation protégées par diode (une pour un câble USB, une autre pour une batterie)
- Connecteurs: Deux connecteurs de 2x2,54 mm, avec 15 broches chacun, offrant un accès aux GPIO, SPI, UART, CAN et aux broches d'alimentation
- Alimentation: 5V via port micro USB
- Dimensions: 49 x 24,5 x 13mm

### II .10 Pompe à eau DC 12V :

Afin d'éteindre les flammes, une pompe à eau est utilisée pour aspirer de l'eau et le refouler. La pompe utilisée est donnée par la **figure II.9**



Figure II.9 : pompe à eau 12VDC[33].

### II .11 Batterie DC 12 V : [34]

L'alimentation de la pompe à eau est assurée par une batterie de 12 volts en courant continu(DC),



Figure II.10 : batterie DC 12V

### II .12 Module SIM800L :

Le module GSM SIM 800L est un petit module qui permet de transmettre des informations 2G GSM et GPRS. Sa taille est petite et sa consommation d'énergie est faible . Le courant de travail en mode veille est de 1 mA, soit deux fois la taille d'une pièce de monnaie. Il fait appel à une interface de communication série et peut être utilisé avec les commandes AT avancées 3GPP TS 27.007, 27.005 et SIMCOM. Il supporte aussi la technologie A-GPS, qui permet de rester en position interne du réseau cellulaire. Inclut des modules pour Arduino Uno, Arduino Mini et Raspberry Pi. Il y a une mini antenne GSM incluse, Maisil est indispensable d'avoir une alimentation externe[35] .



Figure II.11 : Module SIM800L

➤ Les spécifications générales du module GSM SIM800L sont les suivantes[35] :

- GSM: Fréquences 850, 900, 1800, 1900MHz
- BT: Sans assistance.
- RAM: 24Mbit
- RAM: 32Mbit
- Température de travail : -40°? ~ 85° Température de stockage : -45 ° ~ 90°
- Caractéristiques de la liaison descendante GPRS : transmission maximale de 85.6kbps. -Transmission de données GPRS à une vitesse maximale de 85.6kbps.
- Codeurs utilisés : CS-1, CS-2, CS-3 et CS-4.
- PAP (protocole de mot de passe d'authentification), qui est généralement employé pour la connexion PPP, est compatible.
- Protocole TCP/IP intégré est utilisé.

## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisés

- Message court (SMS) moyen de stockage : carte de crédit
- Le mode de codage audio caractéristique du discours :
- Le taux de la moitié (ETS 06.20)
- Niveau maximal (ETS 06.10)

### II.13: Logiciels utilisés :

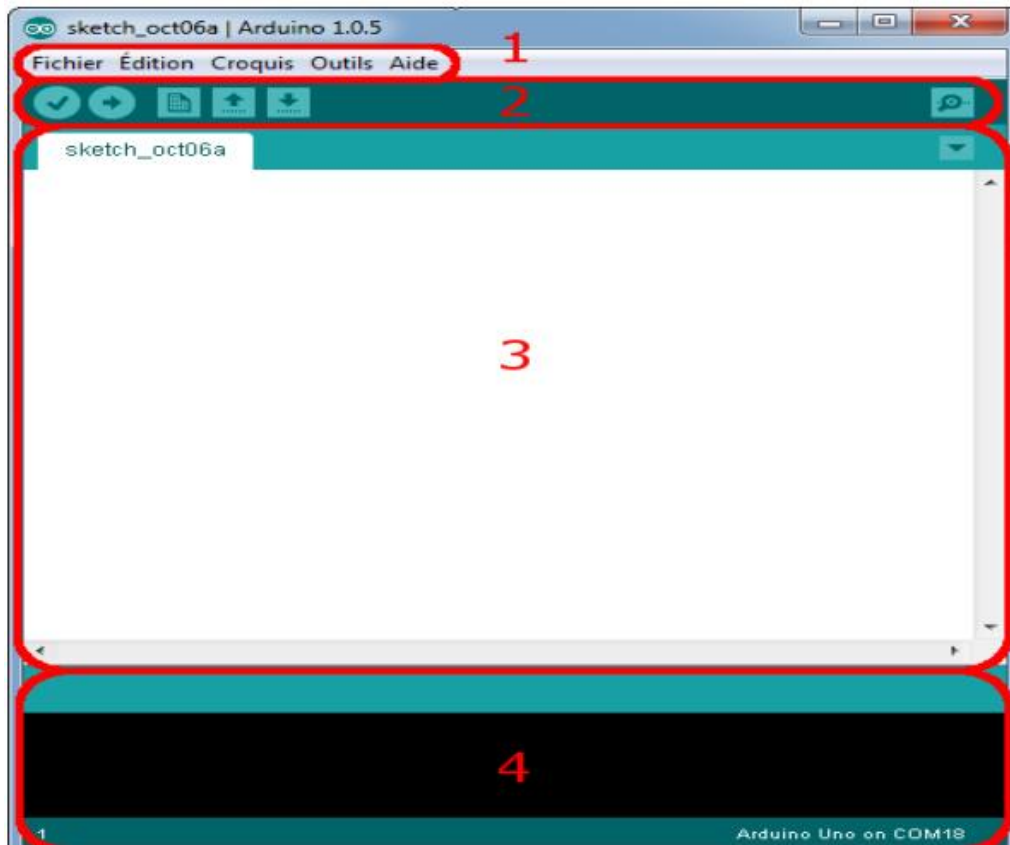
Nous avons utilisé trois logiciels principaux pour notre projet : Arduino IDE, Fritzing et Blynk. Arduino IDE a été utilisé pour programmer et configurer notre carte Arduino afin d'assurer le bon fonctionnement de notre solution. Fritzing a servi de plateforme d'essais et de tests avant de passer à l'implémentation sur la plateforme réelle. Blynk a été utilisé comme plateforme de développement d'applications mobiles pour créer une interface conviviale permettant le contrôle à distance de notre solution.

#### II.13.1 Arduino IDE

L'Environnement de Développement Intégré (IDE) est un logiciel de programmation qui offre la possibilité de rédiger, de modifier un programme et de le transformer en une série d'instructions intelligibles pour la carte. Il programme par le biais du code, qui comprend une cinquantaine de commandes différentes.

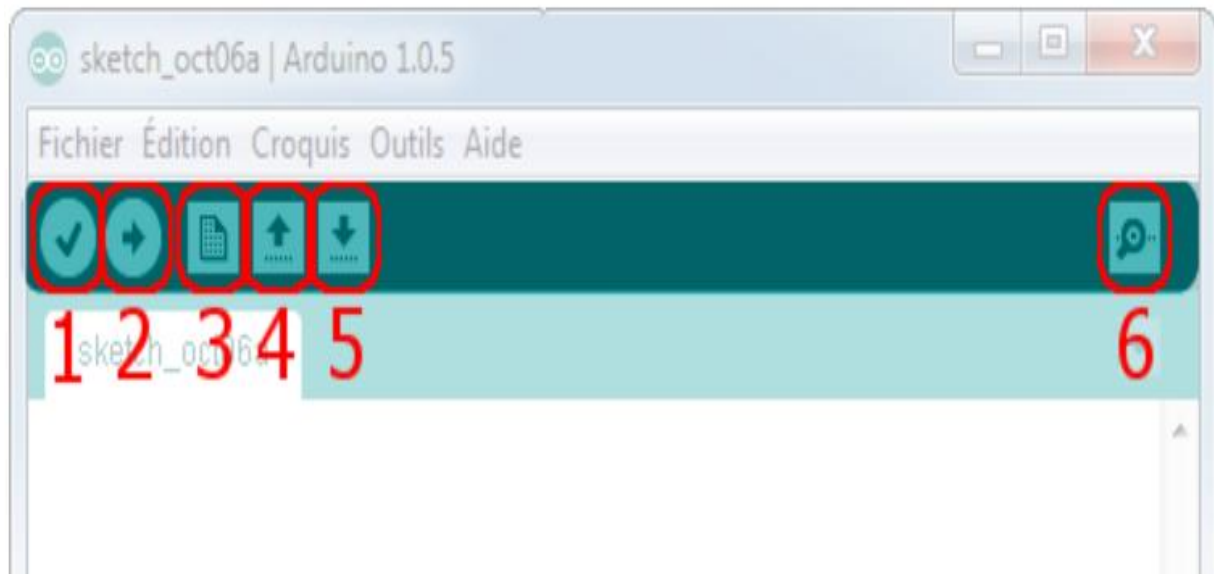
Le langage de l'IDE Arduino est un mélange de C et de C++, il dispose d'un ensemble d'instructions très complet. Il est donc très riche en termes de fonctionnalités.

Une fois que vous l'avez ouverte, l'interface de l'IDE ressemble à ceci :[36]



**Figure II.12 :** interface utilisateur du langage arduino

- ✓ **Barre1 :** Cette barre propose des options de configuration du programme telles que :
  - Créer un nouveau programme ou ouvrir un programme existant.
  - Enregistrer le document en cours ou demander où enregistrer le document.
  - Affichage d'une liste déroulante des noms d'exemples de programmes existants, etc[36].
- ✓ **Barre2 :** Cette barre comporte plusieurs boutons pour la programmation des cartes :[37]



**Figure II.13 :** Présentation de la barre d’outils de l’interface Arduino

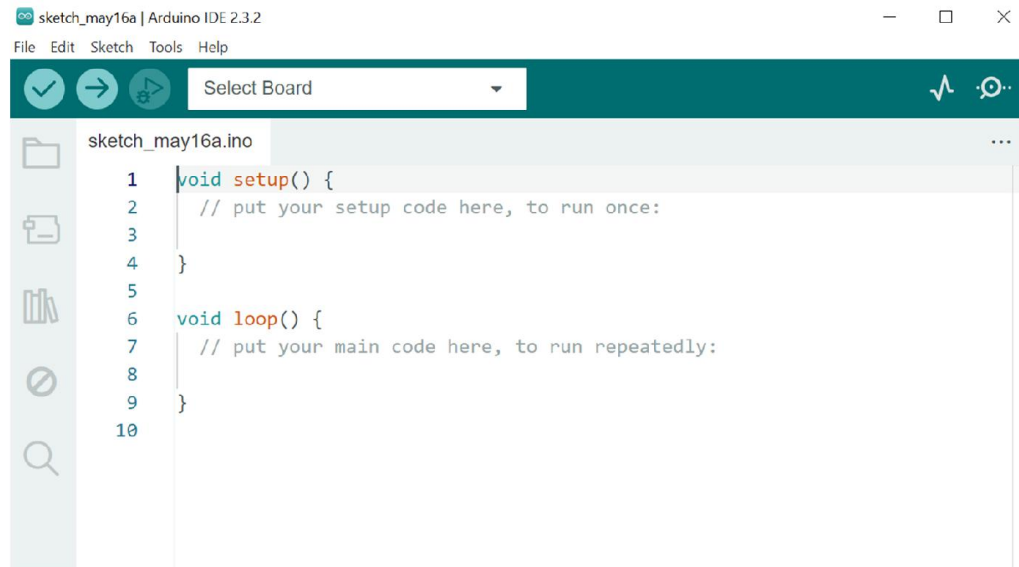
- Outil1 : Vérifie le programme pour détecter les erreurs.
  - Outil 2 : Téléverse le programme dans la carte Arduino ou autre carte électronique.
  - Outil 3 : Crée un nouveau fichier.
  - Outil 4 : Ouvre un dossier ou un fichier.
  - Outil 5 : Enregistre le fichier.
  - Outil 6 : Ouvre le moniteur série.
- ✓ **Barre3 :** Cette barre représente l'espace réservé au programme à créer.
- ✓ **Barre4 :** Il s'agit du débogueur, affichant les erreurs de programmation.

### ➤ **Structure d’un langage programmation Arduino**

Un programme Arduino, aussi appelé “Croquis” en français ou “**Sketch**” en anglais, est généralement divisé en trois parties principales : les structures, les valeurs (qui incluent les variables et les constantes) et les fonctions.

Les structures forment l’ossature du programme, tout comme un squelette est essentiel à un organisme vivant.[38]

Le programme Arduino est principalement composé de deux fonctions :La fonction **setup ()**et La fonction **loop ()**



**Figure II.12 :** Les deux fonctions de La Structure d'un programme

- **La fonction setup() :**

C'est la première fonction qui est exécutée lorsque l'Arduino démarre. Elle sert à initialiser les paramètres du programme[38] .

- **La fonction loop() :**

Cette fonction est exécutée juste après la fonction setup(). Comme son nom l'indique, elle fonctionne en boucle, c'est-à-dire qu'elle se répète indéfiniment tant que l'Arduino est sous tension[38].

### II.13.2 Fritzing

Fritzing est un logiciel open-source multiplateforme qui permet de créer des schémas et des circuits électroniques, souvent utilisé en conjonction avec Arduino. Il offre plusieurs vues, notamment la platine d'essai, les schémas électriques et les circuits imprimés.

Le projet dispose également d'un site web et vise à être un outil permettant aux utilisateurs de documenter leurs prototypes et de les partager avec d'autres.[39]



## Chapitre II : Généralité sur les composants et logiciels utilisé

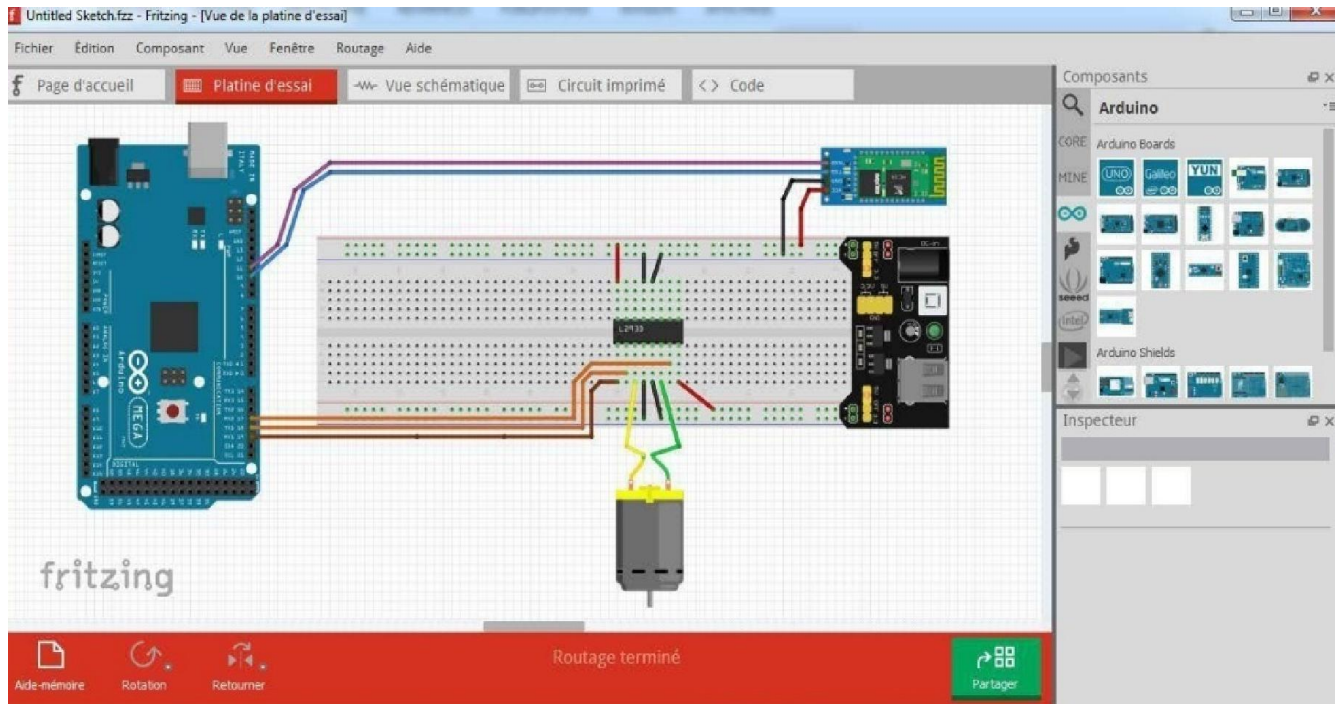


Figure II.13 :L'interface de Fritzing

### II.13.3 Blynk :

Blynk est une plateforme de développement d'applications pour l'Internet des objets (IoT) qui simplifie la création d'applications interactives pour contrôler et surveiller une variété d'appareils connectés. Son interface conviviale et ses widgets personnalisables permettent aux développeurs de créer rapidement des solutions IoT dans des domaines tels que la domotique, la surveillance de la santé, l'agriculture intelligente, l'industrie et le suivi environnemental. Son objectif est de faciliter le processus de développement en offrant une expérience utilisateur optimale, tout en permettant une flexibilité et une personnalisation maximales

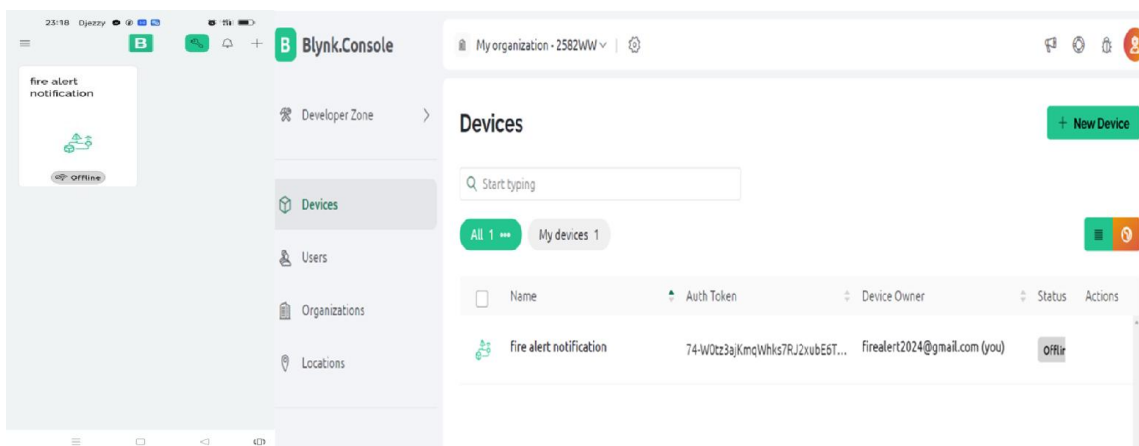


Figure II.14 :L'interface de BLYNK



### **II.14 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé la carte Arduino et ses différentes variantes, ainsi que les capteurs utilisés et leurs caractéristiques. Dans le prochain chapitre, nous donnerons en détail les aspects logiciels et matériels de l'application que nous avons développée.



## **Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes**



### III.1 Introduction

Après avoir exploré en détail les différents composants et logiciels utilisés dans notre étude théorique, nous passons maintenant à la phase réalisation de notre projet. Alors ce chapitre sera consacré à la présentation des différentes étapes de la réalisation de notre système, ainsi qu'aux branchements des différents capteurs et actionneurs, ainsi qu'à leurs programmes de configuration.

Nous allons décrire en détail les étapes que nous avons suivies pour mettre en place notre système, en commençant par les connexions physiques des capteurs et actionneurs. Nous fournirons également des explications sur la configuration logicielle de ces composants, y compris les programmes nécessaires pour les faire fonctionner correctement.

En résumé, ce chapitre fournira un guide pratique pour la mise en œuvre de notre système, en mettant l'accent sur les aspects concrets de sa réalisation, des connexions matérielles aux programmes logiciels nécessaires à son fonctionnement optimal.



## Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.

Signal : Pin D<sub>7</sub> ;

No : vers la pompe à eau ;

COM : vers l'alimentation 12V et la pompe a eau.

### III.3.4 Broches utilisées Pour le BUZZER :

V<sub>cc</sub> : Pin D<sub>8</sub> ;

GND vers GND de l'arduino ;

### III.3.5 Broches utilisées Pour le GSM8001:

V<sub>cc</sub> : vers V<sub>in</sub> de ESP8266;

GND : vers GND de l'arduino ;

R<sub>x</sub> : pin 11 de l'arduino ;

T<sub>x</sub> : pin 10 de l'arduino.

### III.6 Montage du projet (partie émettrice)

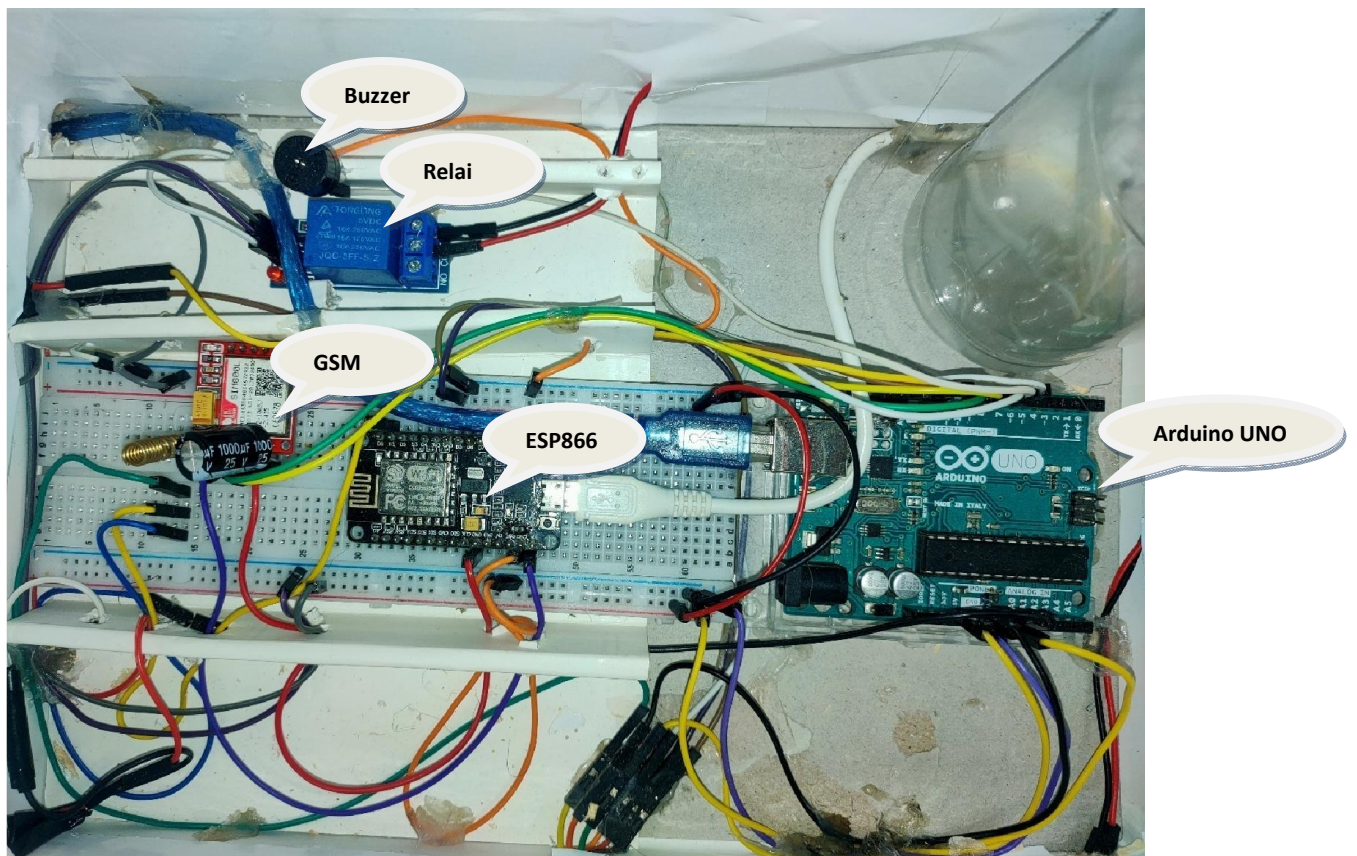


Figure III.2 :Montage électrique complet.

### III.4 Principe de fonctionnement du détecteur de flamme réalisé:

Lorsque nous alimentons notre montage depuis un PC avec un câble USB 2.0 et que nous chargeons le programme dans notre carte Arduino via l'IDE (environnement de développement intégré), notre système commence par analyser automatiquement une zone de 180° degrés. Il parcourt cette zone en débutant de 0, se déplaçant jusqu'à 180°, puis revient à 0, et répète ce mouvement. Ce changement d'angle prend 3,6 secondes de 0° à 180° et une seule seconde de 180° à 0°. Dans cette configuration, si la LED bleue est allumée, cela indique qu'il n'y a pas de danger dans cette zone.

Sur le moniteur série du programme Arduino, nous observons que le capteur de flamme détecte une valeur de 1023. Cette valeur correspond à une tension de 5V. Cependant, sur la carte Arduino, grâce au convertisseur analogique-numérique, cette valeur est affichée comme 1023. Lorsque le niveau de la flamme augmente, cette valeur diminue. Plus la flamme se rapproche du capteur, plus cette valeur diminue, jusqu'à atteindre 850. Cette valeur indique que le niveau de la flamme dans l'air est dangereux.

Lorsque la valeur atteint 850, le système active l'alarme (BUZZER) pour nous avertir de la présence d'un incendie. En même temps que le **BUZZER** s'allume, le relais est également activé. Le programme allume alors la **LED ROUGE** et active la **POMPE À EAU** via le relais pour éteindre la flamme.

Afin d'assurer une notification en cas de problème de connexion Wi-Fi, nous avons ajouté le module GSM (SIM800L). Ce module nous permet de nous connecter au réseau téléphonique et de recevoir un **SMS** ainsi qu'un appel sur notre numéro portable dans toutes les situations possibles, même si notre téléphone n'est pas connecté au Wi-Fi ou si nous rencontrons des problèmes de connexion, comme lors de la semaine d'examen du BAC

### III.5 Partie programmation :

#### III.5.1. Programme automatique + GSM8001 (SMS) :

➤ **Inclusion des bibliothèques :**

```
#include<Servo.h>
```

```
#include<SoftwareSerial.h>
```

Le code commence par inclure les bibliothèques nécessaires « #include<Servo.h> » et « #include<SoftwareSerial.h> ». Ces bibliothèques permettent respectivement de contrôler un servo moteur et de communiquer via le port série.

### ➤ Déclaration des variables :

```
SoftwareSerialgsmSerial(10, 11);  
Servo myservo;  
int pin8 = 8;  
int pin7 = 7;  
intflameSensor = A0;  
int value = 0;  
float voltage;
```

Ici, plusieurs variables sont déclarées.«**gsmSerial**» est un objet de la classe «**SoftwareSerial**» qui utilise les pins **10** et **11** pour la communication série. «**myservo**» est un objet de la classe«**Servo**. Les variables **pin8** et **pin7** sont utilisées pour contrôler les pins 8 et 7 de l'Arduino. «**flameSensor**»est utilisé pour lire la valeur du capteur de flamme connecté à la broche analogique **A0**.«**value**» et«**voltage**» sont utilisés pour stocker la valeur lue du capteur de flamme et la tension correspondante.

### ➤ Configuration initiale :

```
voidsetup(){  
myservo.attach(9);  
Serial.begin(9600);  
Serial.println("Initializing GSM module...");  
gsmSerial.println("AT+CREG?");  
Serial.begin(115200);  
pinMode(pin8, 7 ,12 ,13 ,OUTPUT);  
myservo.write(180);
```

Dans la fonction «**setup()**», plusieurs configurations initiales sont effectuées. Les ports série sont initialisés avec des débits en bauds de **9600** et **115200**. Le module GSM est initialisé avec des commandes «**AT**». Le servo moteur est attaché à la broche 9. Les broches 8, 7, 12 et 13 sont configurées comme des sorties.En l'absence de flamme, le buzzer, le relais et la LED rouge sont éteints, et la LED bleue est allumée. À l'état initial, le servomoteur passe à 180 degrés.



➤ **Boucle principale :**

```
void loop(){
  gsmSerial.write(26);
  readSerial();
  myservo.write(0);
  for(int angle = 0; angle <= 180; angle++){
    myservo.write(angle);
    value = analogRead(flameSensor);
    voltage = (value * 5.0) / 1023.0;
    Serial.println(value);
    Serial.println(voltage, 2);
    Serial.println();
    if(value < 850){
      Serial.println("fire alert, Fire Detected.");
      sendMessage();

      for(int fire = angle - 18; fire <= angle + 15; fire++){
        myservo.write(fire)

      }
    }
  }
}
```

Dans la fonction « `loop()` », le code vérifie constamment la valeur du capteur de flamme. Si une flamme est détectée (valeur inférieure à **850**), le code active certains pins, envoie un message via le module GSM, active le buzzer et allume la pompe à eau, allume la LED rouge, éteint la LED bleue, et fait tourner le servo moteur dans une certaine plage d'angles. Si aucune flamme n'est détectée, le buzzer, la pompe à eau et la LED rouge sont éteints, et la LED bleue est allumée.

➤ **Envoi de messages :**

```
void sendMessage(){
  gsmSerial.println("AT+CMGS=\"+213664330652\"");
  delay(1000);
  readSerial();
}
```

```
gsmSerial.println("fire alert,FIRE detected.");  
readSerial();
```

La fonction « `sendMessage()` » est utilisée pour envoyer un message d’alerte lorsque le feu est détecté.

➤ **Lecture du port série :**

```
void readSerial(){  
    while(gsmSerial.available()){  
        « Serial.write(gsmSerial.read());  
    }  
}
```

Enfin, la fonction « `readSerial()` » est utilisée pour lire les données entrantes sur le port série du module GSM.

### III.5.2 Programme de ESP8366 (pour flamme notification):

Ce programme est conçu pour détecter les incendies à l'aide d'un bouton poussoir connecté à un microcontrôleur ESP8266. Lorsque le bouton est enfoncé, ce qui simule la détection d'un incendie, le programme envoie une alerte via Blynk, une plateforme IoT, pour informer l'utilisateur de la situation. Voici une explication détaillée du fonctionnement du programme :

➤ **Inclusion des bibliothèques :**

```
#include<ESP8266WiFi.h>  
#include<BlynkSimpleEsp8266.h>
```

Ces deux lignes incluent les bibliothèques «`ESP8266WiFi`» et «`BlynkSimpleEsp8266`». «`ESP8266WiFi.h` » est utilisé pour la connexion WiFi de l’ESP8266 et «`BlynkSimpleEsp8266.h` » est utilisé pour la communication avec l’application Blynk.

➤ **Déclaration des variables :**

```
char auth[] = BLYNK_AUTH_TOKEN;  
char ssid[] = "DJAWEB";  
char pass[] = "1234518WARZONE";  
BlynkTimer timer;  
int flag=0;
```

Ici, plusieurs variables sont déclarées. « `auth` » est utilisé pour stocker le token d’authentification Blynk. « `ssid` » et `pass` sont utilisés pour stocker le nom et le mot de passe

## Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.

du réseau WiFi.«**timer**» est un objet de la classe «**BlynkTimer**» qui est utilisé pour créer un timer.«**flag**»est utilisé comme un indicateur pour savoir si un message a déjà été envoyé.

### ➤ Fonction `sendSensor` :

```
void sendSensor(){
    int isButtonPressed = digitalRead(D1);
    if(isButtonPressed==0&& flag==0){
        Serial.println("Fire in the House");
        //Blynk.email("testemail@gmail.com", "Alert", "fire
        alert,FireDetected!");
        Blynk.logEvent("fire_alert","Fire Detected");
        flag=1;
    }
    elseif(isButtonPressed==1)
    {
        flag=0;
    }
}
```

Cette fonction vérifie l'état du bouton connecté à la broche D1. Si le bouton est pressé (état 0) et que le drapeau est à 0, un message est envoyé à la console série et un événement est enregistré dans Blynk. Le drapeau est ensuite mis à 1 pour éviter l'envoi de multiples messages. Si le bouton n'est pas pressé (état 1), le drapeau est remis à 0

### ➤ Configuration initiale :

```
void setup(){
    pinMode(D1, INPUT);
    Serial.begin(115200);
    Blynk.begin(auth, ssid, pass);
    timer.setInterval(5000L, sendSensor);
}
```

Dans la fonction « `setup()` », la broche D1 est configurée comme une entrée. Le port série est initialisé avec un débit en bauds de 115200. La connexion à Blynk est établie avec le token d'authentification, le nom du réseau WiFi et le mot de passe. Un timer est créé pour appeler la fonction `sendSensor` toutes les 5 secondes.

### ➤ Boucle principale :

```
void loop(){
```

## Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.

```
Blynk.run();
```

```
timer.run();
```

Dans la fonction « **loop()** », les fonctions « **Blynk.run()** » et « **timer.run()** » sont appelées. « **Blynk.run()** » est nécessaire pour maintenir la connexion à Blynk et « **timer.run()** » est nécessaire pour exécuter les timers.

III.7 Organigrammes de commande du système globale

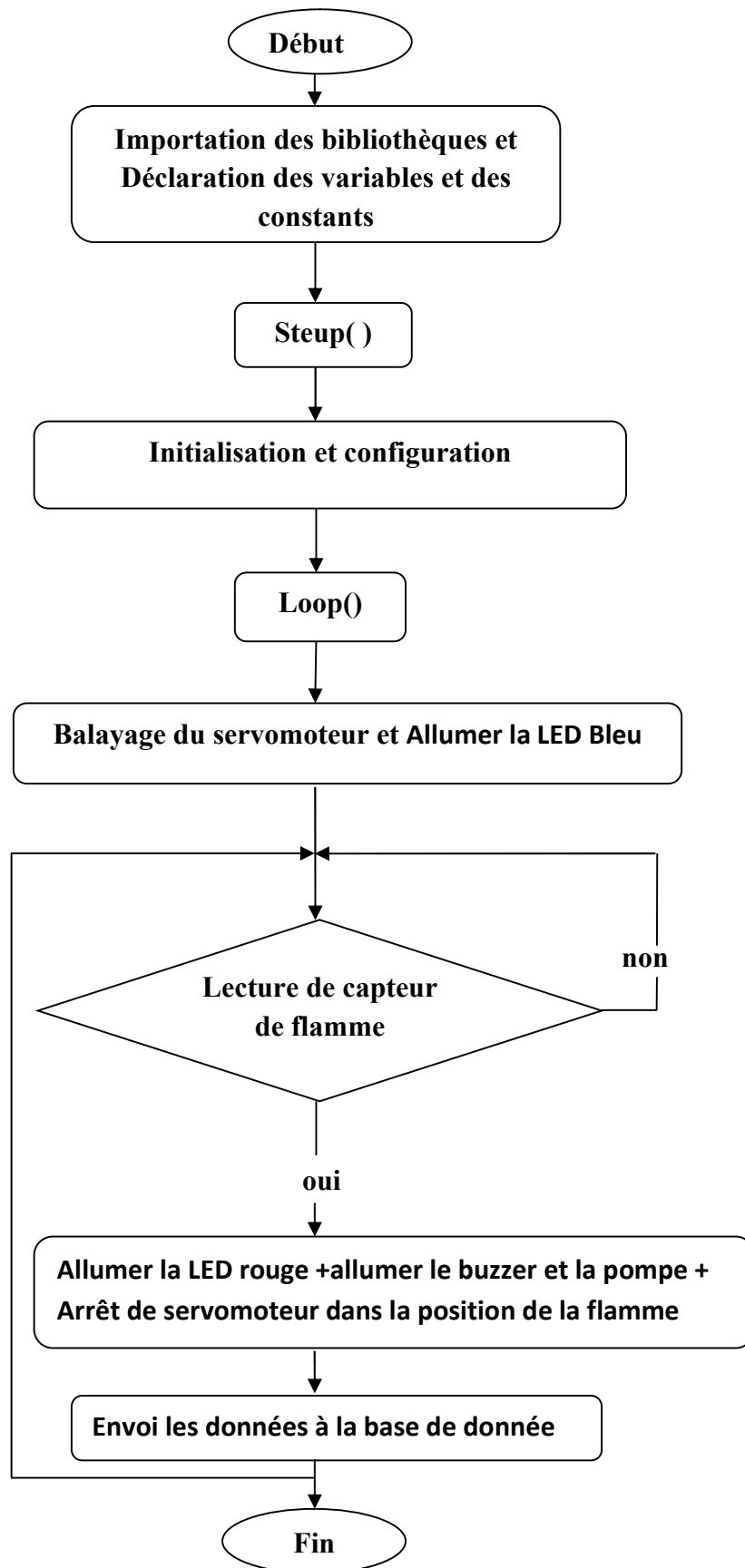


Figure III.3 :Organigrammes de commande du système globale

### ✓ Explication détaillé :

L'organigramme intitulé "Organigrammes de commande du système globale" représente un processus ou un algorithme dans une séquence structurée d'opérations ou d'étapes. Voici une explication détaillée de chaque étape :

- **Début** : C'est le point de départ du processus.
- **Initialisation du système** : Cette étape implique la mise en place et la préparation du système pour le fonctionnement.
- **Configuration du système** : Ici, le système est configuré selon les paramètres requis.
- **Balayage du servomoteur**: balayage de l'interface de détection de flamme sur un angle de 0 à 180 degrés
- **Lecture du capteur de flamme** :Le système lit les données du capteur de flamme pour déterminer la présence et l'intensité de la flamme
- **Allumer la LED rouge** : Si la flamme est faible, le système allume une LED rouge comme signal d'alerte.
- **Activer le buzzer et la pompe** : En plus de la LED rouge, le système active un buzzer pour une alerte sonore et une pompe pour augmenter l'intensité de la flamme.
- **Envoi des données à la base de données** : Les données recueillies par le système sont envoyées à une base de données pour un suivi et une analyse ultérieure.
- **Fin** : C'est le point de fin du processus.

Cet organigramme pourrait être intéressant ou pertinent pour comprendre la logique derrière un système automatisé qui surveille et répond aux niveaux de flamme. Il peut être utilisé comme un titre dans un mémoire pour illustrer le processus de contrôle d'un système global.

III.7.1 Organigramme de message SMS par GSM800L

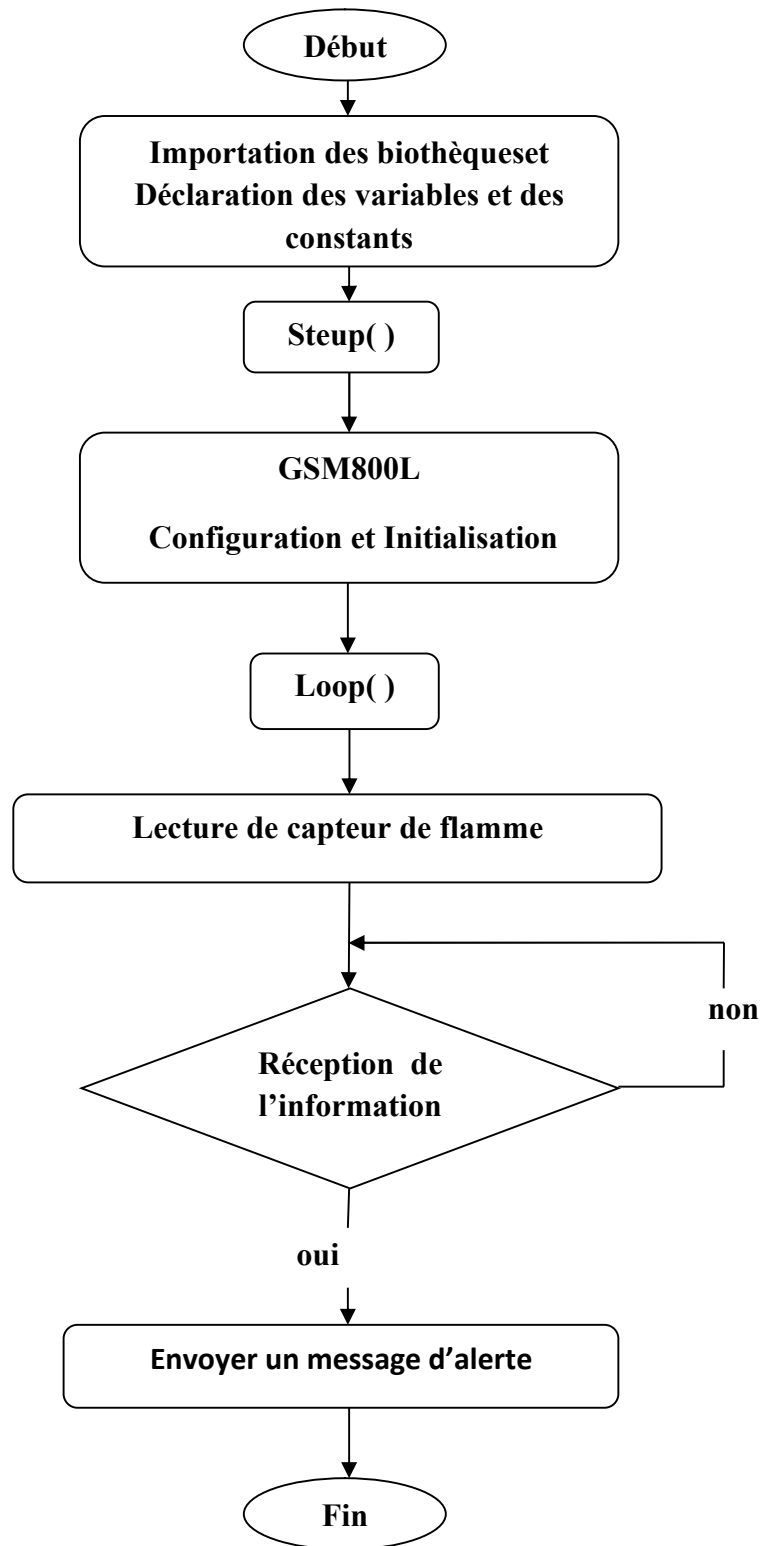


Figure III.4 : Organigrammes de message SMS par GSM800L

## Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.

### ✓ Explication détaillée :

L'organigramme de la figure III.4 représente le processus de transmission de message SMS utilisant GSM800L. Voici une explication détaillée de chaque étape :

- **Début** : C'est le point de départ du processus.
- **Déclaration des variables et constantes** : Cette étape implique la définition des variables et constantes qui seront utilisées tout au long du processus.
- **Configuration et initialisation de GSM800L** : Ici, le module GSM800L est configuré et initialisé pour permettre la communication via SMS.
- **Boucle de lecture des données du capteur de flamme** : Le système entre dans une boucle où il lit continuellement les données du capteur de flamme.
- **Information reçue ?** : C'est une étape de prise de décision où le système vérifie si des informations ont été reçues du capteur de flamme.
- **Envoi d'un message d'alerte** : Si des informations sont reçues, le système envoie un message d'alerte via SMS en utilisant le module GSM800L.
- **Fin de la boucle** : Si aucune information n'est reçue, le système sort de la boucle.
- **Envoi d'un message final** : Un message final est envoyé via SMS pour indiquer la fin du processus.
- **Fin** : C'est le point de fin du processus.

Cet organigramme pourrait être intéressant ou pertinent pour comprendre la logique derrière un système de communication automatisé qui pourrait être utilisé à des fins de sécurité ou de surveillance. Il peut être utilisé comme un titre dans un mémoire pour illustrer le processus de messages SMS par GSM800L. Il est important de noter que chaque étape de cet organigramme est cruciale pour le bon fonctionnement du système. Chaque étape doit être exécutée correctement et dans l'ordre pour que le système fonctionne comme prévu.



III.7.2 Organigramme notification Blynk par ESP8266 :

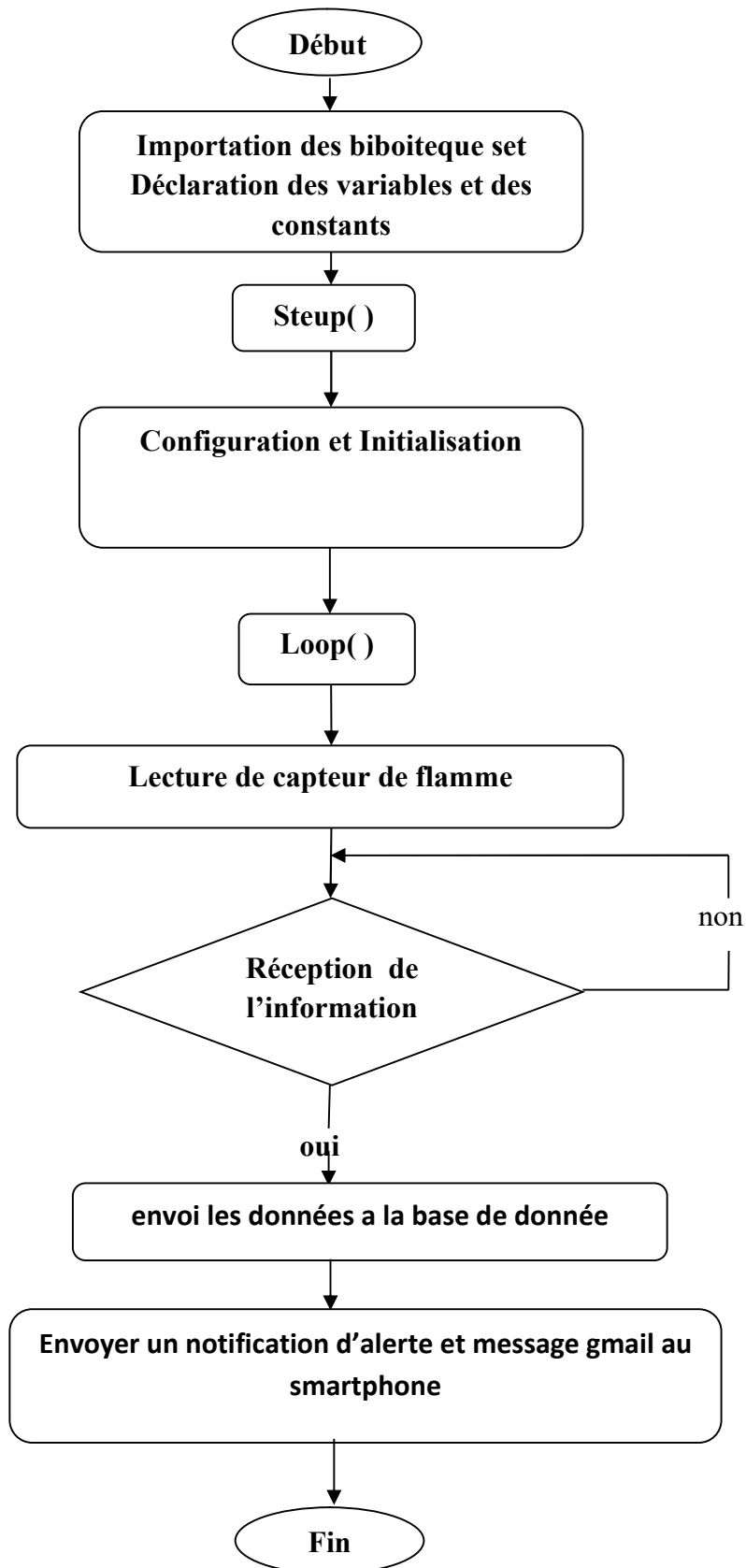


Figure III.5 : Organigramme notification Blynk par ESP8266

### ✓ Explication détaillée :

L'organigramme intitulé "Organigramme notification par SMS ESP8266" décrit le processus d'un système de notification utilisant un module ESP8266 pour envoyer des messages SMS. Voici une explication détaillée de chaque étape :

- **Début** : C'est le point de départ du processus.
- **Importation des bibliothèques** : Cette étape implique l'importation des bibliothèques nécessaires pour le fonctionnement du système.
- **Configuration et initialisation de ESP8266** : Ici, le module ESP8266 est configuré et initialisé pour permettre la communication via SMS.
- **Lecture du capteur de flamme** : Le système lit les données du capteur de flamme pour déterminer la présence et l'intensité de la flamme.
- **Information reçue ?** : C'est une étape de prise de décision où le système vérifie si des informations ont été reçues du capteur de flamme.
- **Envoi des données à la base de données** : Les données recueillies par le système sont envoyées à une base de données pour un suivi et une analyse ultérieurs.
- **Envoi d'un email ou d'un SMS de notification** : Si des informations sont reçues, le système envoie une notification par email ou SMS pour alerter l'utilisateur.
- **Fin** : C'est le point de fin du processus.

Cet organigramme pourrait être intéressant ou pertinent pour comprendre la logique derrière un système de notification programmé pour la détection de feu et l'alerte. Il peut être utilisé comme un titre dans un mémoire pour illustrer le processus de notification par SMS ESP8266. Il est important de noter que chaque étape de cet organigramme est cruciale pour le bon fonctionnement du système. Chaque étape doit être exécutée correctement et dans l'ordre pour que le système fonctionne comme prévu.

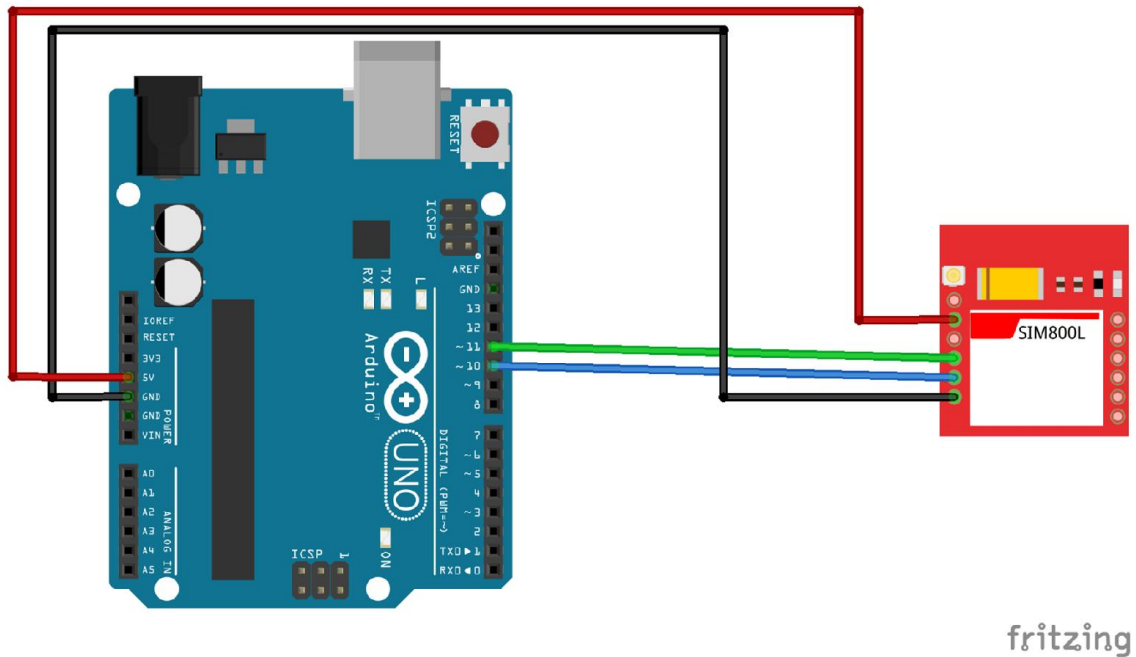
### III.8 Réalisation de la partie alerte GSM SIM800L avec carte arduino

Dans le cadre de notre travail de mémoire de fin d'études, nous avons conçu un système de détection et de prévention des incendies utilisant un module GSM SIM800L connecté à une carte Arduino. Ce système embarqué est capable de détecter les flammes. Lorsqu'une détection est effectuée, le système envoie des messages d'alerte pour informer les parties concernées.

## Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.

Cette fonction d'alerte à une importance capitale pour informer rapidement les utilisateurs en cas de danger de présence de flammes. Elle permet la mise en place de mesures préventives de sécurité et une réaction prompte en cas d'incendie. L'intégration de cette composante d'alerte renforce la fiabilité et l'efficacité globale du système de détection d'incendie que nous avons conçu.

- **Schéma de module SIM800L avec carte Arduino :**



**Figure III.6:** Branchement du GSM avec carte arduino

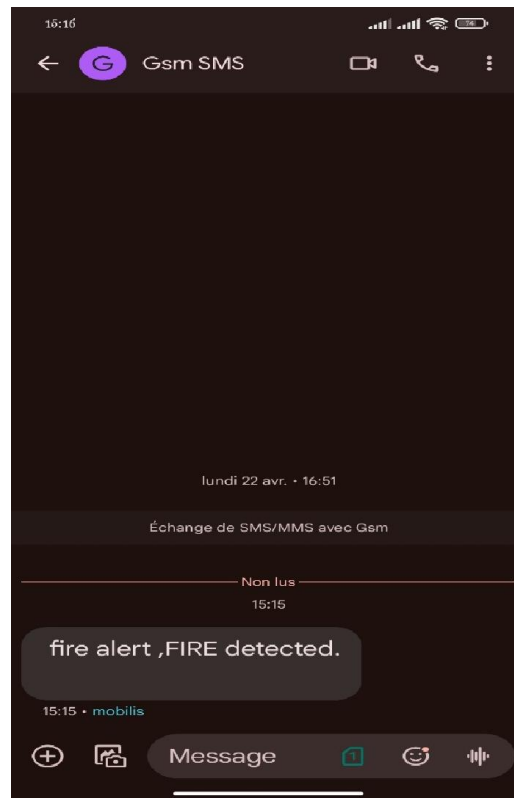
- ✓ **Explication détaillée de la réalisation de la partie alerte GSM SIM800L avec carte arduino :**

La carte Arduino reçoit des données des endroits équipés de capteurs qui détectent uniquement les flammes. Ces capteurs fournissent des informations précises sur les conditions environnementales et détectent les signes potentiels d'incendie. Lorsque le système détecte une flamme, il déclenche une alerte sonore (**BUZZER**) et des alertes lumineuses (**LEDS**), ainsi qu'une alerte téléphonique via le module GSM SIM800L intégré au système, permettant l'envoi de messages d'alerte à des destinataires prédéfinis, tels que les propriétaires, les responsables de la sécurité et même tous les employés. Les messages d'alerte peuvent être personnalisés et inclure des informations cruciales, telles que l'emplacement de la détection, la nature du danger et des instructions d'action recommandées. Cela permet une réaction rapide et adéquate en cas d'urgence, permettant aux personnes concernées de prendre les mesures

### *Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.*

appropriées pour assurer la sécurité des lieux et des occupants. Dans notre système, nous avons opté pour une alerte d'envoi de SMS en cas de danger. L'intégration de ce module SIM800L et de la fonctionnalité d'alerte renforce considérablement l'efficacité de notre système. Il assure une communication en temps réel des événements critiques, permettant une intervention rapide et minimisant les risques potentiels liés à un incendie.

En résumé, cette partie d'alerte du système de détection et de prévention que nous avons développé offre une solution complète et fiable pour détecter et réagir rapidement face aux dangers potentiels, assurant ainsi une meilleure sécurité et une meilleure protection contre les incendies, et réagissant aux dangers potentiels menaçant toute personne ou matériels située dans l' endroits est installer notre système.



**Figure III.7 :** Capture d'écran du message d'alerte reçue par smart phone lors de la détection de flammes

### III.9 Réalisation du semi système alerte (notification blynk ) avec l'ESP8266

Dans la mise en œuvre de notre système d'alerte, nous avons utilisé l'ESP8266 conjointement avec Blynk, une plateforme de développement d'applications IoT. Le cœur de cette réalisation réside dans la capacité de l'ESP8266 à détecter les signaux d'alarme émis par les capteurs de flammes. Lorsqu'un danger est détecté, l'ESP8266 envoie instantanément un signal à la plateforme Blynk, déclenchant ainsi l'envoi d'une notification d'alerte aux utilisateurs concernés. Cette notification peut prendre la forme d'un message texte, d'une alarme sonore ou même d'une alerte visuelle, selon les préférences de l'utilisateur et les paramètres configurés dans l'application Blynk. Grâce à cette intégration transparente entre le matériel et le logiciel, notre système offre une réactivité maximale, permettant aux utilisateurs d'être informés en temps réel des situations potentiellement dangereuses, et ce, où qu'ils se trouvent. En combinant la robustesse de l'ESP8266 avec la flexibilité de Blynk, nous avons réalisé un système d'alerte efficace et fiable, prêt à prévenir les incidents et à protéger les utilisateurs contre les risques d'incendie.

- Schéma du semi système capteur de flamme avec l'ESP8266

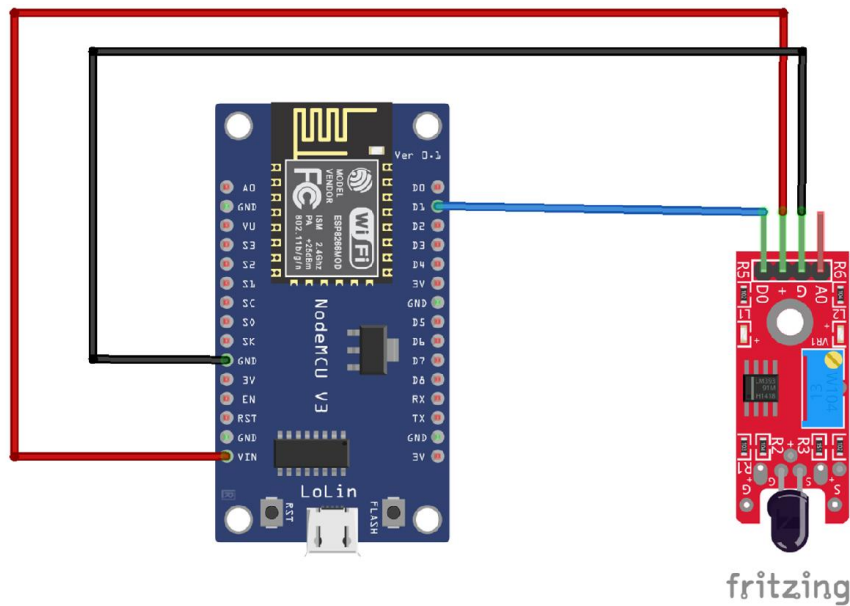


Figure III.8 : Branchement du capteur de flamme avec l'ESP8266

### ✓ Explication détaillée

L'ESP8266 reçoit les données des endroits équipés de capteurs détectant les flammes, fournissant ainsi des informations précises sur les conditions environnementales et détectant les signaux potentiels d'incendie ou de danger via la plateforme Blynk. Dès qu'une flamme est détectée, le système déclenche une alerte sonore (**BUZZER**), des signaux lumineux (**LEDS**), et une **notification téléphonique** via l'application **Blynk**, permettant l'envoi de notifications d'alerte et de **messages Gmail** à des destinataires prédéfinis, comme le propriétaire. Ces messages peuvent être personnalisés et inclure des détails cruciaux tels que l'emplacement de la détection, permettant ainsi une réaction rapide et adaptée en cas d'urgence. Cette intégration de l'application et de la fonctionnalité d'alerte renforce considérablement l'efficacité de notre système en assurant une communication en temps réel des événements critiques, permettant une intervention rapide et réduisant les risques potentiels liés aux incendies.

En résumé, cette partie de notre système de détection et de prévention offre une solution complète et fiable pour détecter et réagir rapidement aux dangers potentiels, garantissant ainsi une meilleure sécurité et une meilleure protection contre les incendies pour toute personne se trouvant dans l'un des endroits couverts par notre système.

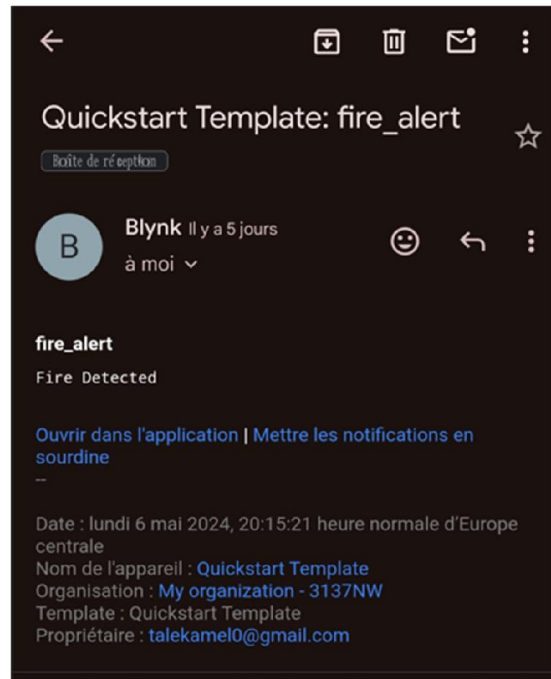
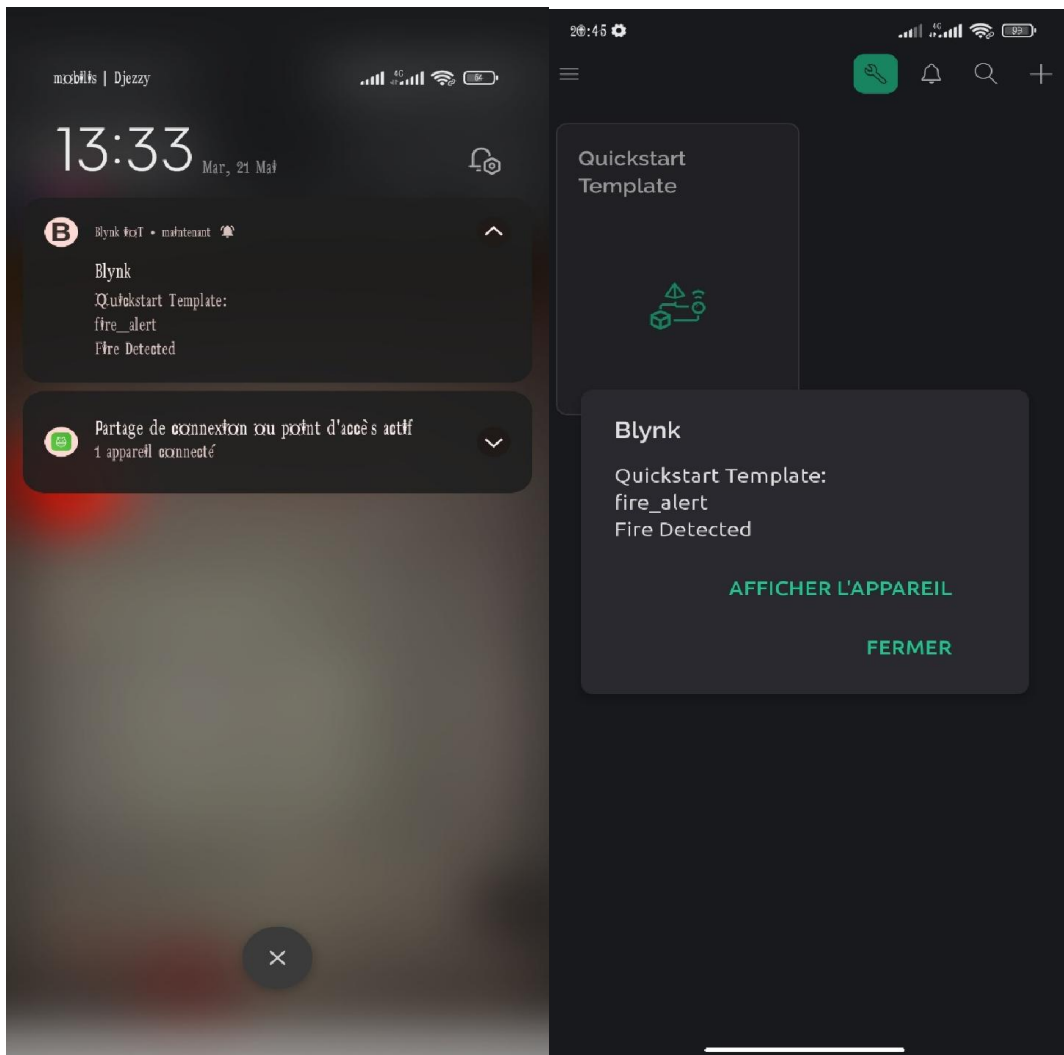


Figure III.9 : Capture d'écran du Résultats d'alerte message Gmail de la détection



**Figure III.10 :** Capture d'écran du Résultats d'alerte notification de la détection

### III.10 Les point fort de ce travail

Notre projet qui consiste en la réalisation d'un système de détection des flammes, contrôlé à distance avec alerte GSM et notifications Blynk en cas de danger détecté, et équipé d'une fonction d'extinction automatique via une pompe à eau 12V, présente plusieurs avantages majeurs. Voici les points essentiels qui mettent en lumière ces avantages et les objectifs de notre étude :

- ✓ **Sécurité Renforcée :** Ce dispositif représente une avancée significative en matière de sécurité en identifiant et en prévenant les situations dangereuses.



## Chapitre III : Conception et Réalisation du Détecteur de Flammes.

- ✓ **Surveillance à distance** : En permettant un contrôle à distance, il assure une surveillance continue des conditions environnementales. Cette fonctionnalité est particulièrement précieuse dans des environnements tels que les sites industriels, les entrepôts ou les laboratoires, où un accès physique régulier peut être difficile voire dangereux.
- ✓ **Gestion Préventive des Risques**: En détectant les signes précurseurs de dangers potentiels, il permet de prendre des mesures préventives avant qu'une situation ne se transforme en catastrophe.
- ✓ **Réactivité Instantanée** : Grâce à la technologie GSM, les alertes sont transmises instantanément aux parties concernées, facilitant ainsi une réponse rapide et coordonnée. Cela permet de gagner un temps précieux en cas d'urgence, évitant ainsi tout retard dans la prise de décision.
- ✓ **Installation et utilisation simplifiées** : Ce système est conçu pour être facilement installé et utilisé. Il peut être intégré à des infrastructures existantes sans nécessiter de modifications majeures. De plus, son interface conviviale permet aux utilisateurs de surveiller les conditions environnementales, de configurer les paramètres et de recevoir des alertes sans nécessiter une expertise technique approfondie.
- ✓ **Suivi et Analyse des Données**: Le système enregistre et stocke les données sur les conditions environnementales, facilitant ainsi la génération de rapports et d'analyses ultérieures.
- ✓ **Fonction d'extinction automatique** : Le système est également doté d'une pompe 12V intégrée et programmée pour éteindre automatiquement les flammes dès leur détection, offrant ainsi une réaction immédiate et efficace en cas d'incendie.

III.11 La maquette finale :

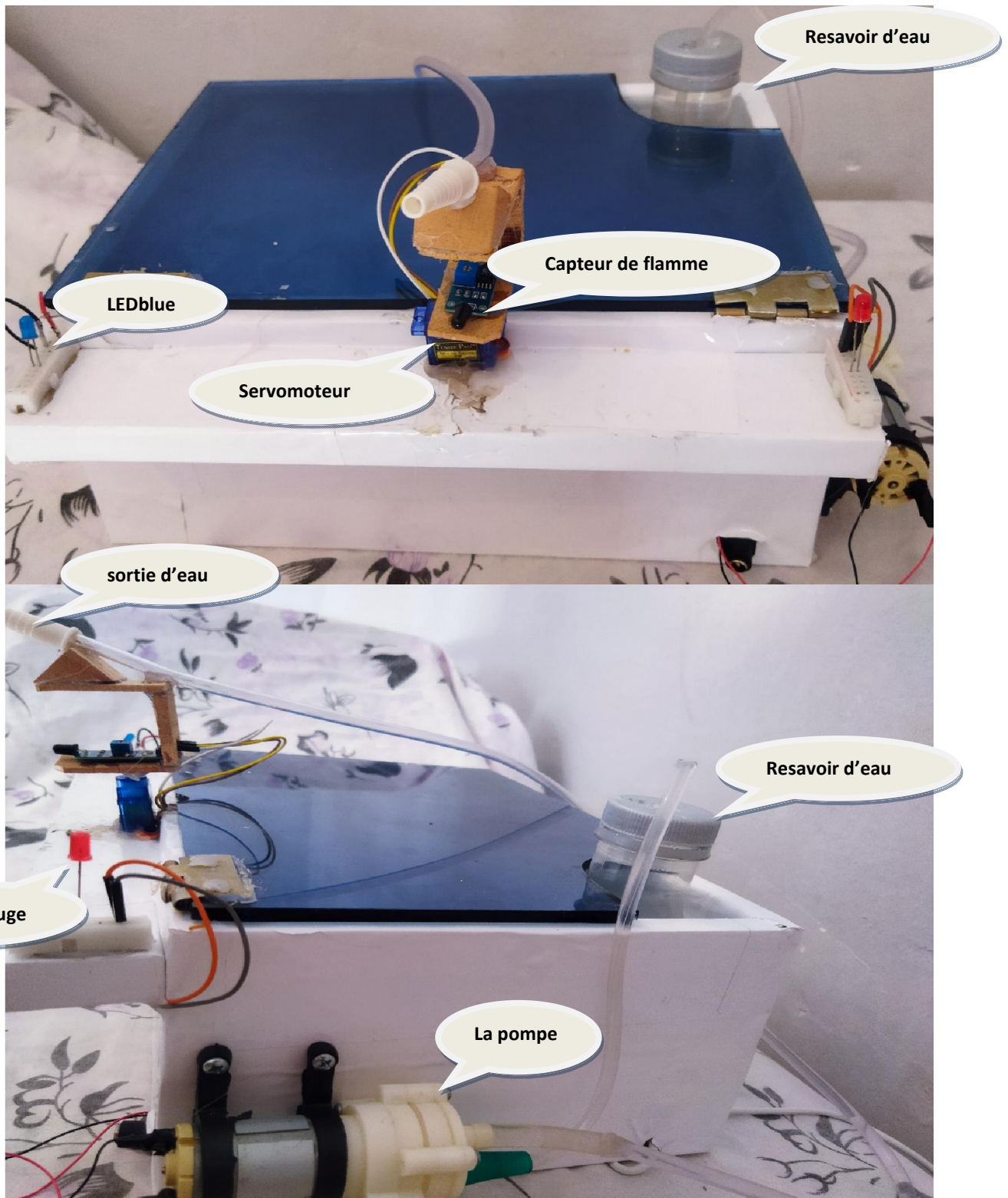


Figure III.11 : La maquette finale du détecteur de flammes réalisé

### III.12 Difficultés rencontrées

- ✓ **Sélection de capteur approprié** : Il était primordial de trouver un dispositif de détection d'incendie précis, fiable et compatible avec notre système, nécessitant ainsi une recherche minutieuse et une compréhension approfondie des spécifications techniques.
- ✓ **Intégration du capteur et du système de contrôle** : Nous avons rencontré des défis lors de l'incorporation du détecteur d'incendie à notre système de supervision centralisé (Transmetteur-Récepteur). Cela a impliqué de garantir la compatibilité des protocoles de communication et de mettre en place une architecture cohérente pour assurer une collecte précise des données via le Wi-Fi.
- ✓ **Calibration et précision du capteur** : Un autre défi majeur a été la calibration précise du détecteur d'incendie afin d'obtenir des mesures fiables et cohérentes. Nous avons dû ajuster les paramètres de seuil du détecteur en fonction de ses caractéristiques pour maintenir la précision des données collectées.
- ✓ **Transmission des données à distance** : Établir une communication fiable et sécurisée entre notre système de surveillance et l'alerte GSM a été un défi technique. Après l'acquisition de notre module SIM800L, nous avons constaté qu'il n'était pas adapté à une utilisation dans notre pays.
- ✓ **Problème de connectivité** : Nous avons rencontré des difficultés de communication entre le client et le serveur, entraînant des retards dans la réception des données.

### III.13 Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé les différentes étapes de réalisation de notre projet de détecteur de flamme Arduino. Nous avons également décrit les différentes phases de conception du programme de fonctionnement.



## **Conclusion General :**

Le but de notre travail est de concevoir un système intelligent de détection et d'extinction d'incendie, axé sur la protection de l'environnement, capable d'informer les utilisateurs via des notifications et pouvant être contrôlé à distance via un téléphone grâce au WiFi intégré dans le système. La réalisation de ce montage nous a permis d'aborder divers sujets et de nous familiariser avec les outils nécessaires utilisés dans les projets innovants modernes, ainsi qu'avec l'informatique (conception et simulation).

Il est important de noter que le travail réalisé est un prototype d'un système pouvant être adapté à diverses applications, mais il ne peut pas être considéré comme totalement fiable, car il nécessiterait un capteur plus puissant que ceux utilisés dans ce montage, ainsi qu'une architecture plus robuste que celle offerte par Arduino.

L'utilisation d'Arduino dans le travail offre une flexibilité d'utilisation du module mentionné conformément aux exigences du projet. Notre détecteur de flamme permet de détecter le niveau de la flamme à un moment donné et offre une bonne détection, bien que non excellente. Son fonctionnement n'est pas affecté par l'environnement dans lequel il est placé, ce qui lui permet de détecter la flamme dans différentes conditions environnementales.

En conclusion, ce travail nous a permis d'améliorer nos connaissances théoriques et pratiques, ce qui est bénéfique pour tout étudiant.

## *Bibliographie*

- [1] .B.Karima et .H. Noura, «Détection des flammes dans le domaine industriel» mémoire fin d'études de Université MOULOUD MAMMERI ,Tizi-Ouzou, 2011/2012.
- [2] Batiactu. (s.d.). Détecteurs de fumée : la liste des appareils défectueux s'allonge. <https://www.batiactu.com/edito/detecteurs-fumee-liste-appareils-defectueux-s-allonge-43393.php> (Consulté 17Mai/2024)
- [3] Lena Lighting. (s.d.). PIR (Passive Infra Red - capteur infrarouge passif). <https://lenalighting.fr/qui-sommes-nous/base-de-connaissances/1930-pir-capteur-infrarouge-passif> (Consulté 17Mai/2024)
- [4] Détecteur de monoxyde de carbone conforme à la norme EN 50291-COM-150 <https://www.pearl.fr/article/ZX2921/detecteur-de-monoxyde-de-carbone-en-50291-com-150> (Consulté 17Mai/2024)
- [5] Détecteur de monoxyde de carbone Geant GN-CODO2-5B <https://www.jumia.com.dz/geant-detecteur-de-gaz-carbone-monoxyde-gn-codo2-5b-342763.html> (Consulté 17Mai/2024)
- [6] Détecteur de chaleur sans fil interconnecté X-Sense XH02-M <https://fr.xsense.com/products/detecteur-de-chaleur-sans-fil-interconnecte-xh02-m> (Consulté 17Mai/2024)
- [7] Détecteur de chaleur sans fil interconnecté <https://ar.aliexpress.com/i/1005005648239182.html> (Consulté 17Mai/2024)
- [8] Détecteur de gaz radon Corentium Home de Airthings Canada <https://www.ecohabitation.com/produits/1313/airthings-canada-detecteur-de-gaz-radon-corentium-home-montreal-quebec/> (Consulté 17Mai/2024)
- [9] Détecteur de gaz radon Corentium Home [https://technologieservices.fr/ts\\_fr/270169.html](https://technologieservices.fr/ts_fr/270169.html) (Consulté 17Mai/2024)
- [10] Orbit-DZ. (s. d.). Produit 1409, sur <https://www.orbitdz.com/product/produit-1409/>(Consulté 17Mai/2024)

- [11] PowerTech-DZ. (s. d.). Capteur de luminosité - Photorésistance LDR5516, sur <https://powertech-dz.net/products/single/capteur-luminosite-photoresistance-ldr5516-vente-composants-electronique-blida-algerie-140>(Consulté 17Mai/2024)
- [12] UBuy Algeria. (s. d.). Sonde de température thermocouple de type K, 2m/6.6ft., sur <https://www.algeria.ubuy.com/fr/product/1BS47YAQS-t-pro-k-type-thermocouple-temperature-sensors-2m6-6ft-wire-stainless-steel-probe-with-plug-probe-100mm>(Consulté 17Mai/2024)
- [13] PowerTech-DZ. (s. d.). Capteur d'humidité du sol - Hygromètre YL-69 ., sur <https://powertech-dz.net/products/single/capteur-dhumidite-du-sol-hygrometre-yl-69-vente-composants-electronique-blida-algerie-70>(Consulté 17Mai/2024)
- [14] MHtronic. (s. d.). BMP180 Capteur de pression baromètre GY-68 ., sur <https://mhtronic.com/produit/bmp180-capteur-de-pression-barometre-gy-68/>(Consulté 17Mai/2024)
- [15] BinaryTech-DZ. (s. d.). Capteur de gaz MQ7 ., sur <https://binarytech-dz.com/produit/capteurs-robotique/capteurs/air-gaz-eau/capteur-de-gaz-mq7/>(Consulté 17Mai/2024)
- [16] MHtronic. (s. d.). MQ-4 Capteur de gaz naturel (gaz méthane liquéfié) ., sur <https://mhtronic.com/produit/mq-4-capteur-de-gaz-naturel-gaz-methane-liquefie/>(Consulté 17Mai/2024)
- [17] AliExpress. (s. d.). Capteur de gaz MQ-135 pour l'ammoniac, le benzène, l'oxyde de carbone et les gaz dangereux , sur <https://fr.aliexpress.com/item/32843638112.html>(Consulté 17Mai/2024)
- [18] AliExpress. (s. d.). Capteur d'humidité du sol YL-69 pour Arduino.], sur <https://fr.aliexpress.com/i/32286928533.html>(Consulté 17Mai/2024)
- [19] Osoyoo. (s. d.). Module de détection de son à haute sensibilité pour Arduino AVR PIC, sur <https://osoyoo.store/fr/products/high-sensitivity-sound-microphone-sensor-detection-module-for-arduino-avr-pic>(Consulté 17Mai/2024)
- [20] Ineris, PKu, "Entrepôts : détection incendie v2" ,19 février 2004 [46059]
- [21] le site officielle d'Arduino : <https://www.arduino.cc>(Consulté Mai/2024)



- [22] Erik, Bartmann . le grand livre d'Arduino ,3eme édition , collection Serial makers
- [23] <http://perso.iut-nimes.fr/fgiamarchi/wp-content/uploads/2011/02/Plaque-dessai.pdf>(consulté Mai 2024)
- [24] Amine, Z. M.et Riadh, N. (2018). Conception et réalisation d'un système de commande d'une habitation .(Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [25] A. Roztaneet .W. Alimerina ,Utilisation des objets connectés dans la gestion efficace des poteaux incendie,Thèse de Master de l'école Supérieure en Sciences Appliquées , Tlemcen, 09/2020.
- [26] Gotronic. (2024). de<https://www.gotronic.fr/pj-2274.pdf>(Consulté 17Mai/2024)
- [27] Hippolyte Weisslinger (olyte), Landrault (Eskimon) Arduino : Premiers pas en informatique embarquée, le Blog d'Eskimon Edition du 19 juin 2014
- [28] iTechnoFrance. (2024). Utilisation du servomoteur SG90 avec l'Arduino. de<https://itechnofrance.wordpress.com/2013/05/05/utilisation-du-servomoteur-sg90-avec-larduino>(Consulté 15Mai/2024)
- [29] B . Imen : « Un système embarqué pour la détection des gaz dangereux » Université Larbi Ben M'Hidi d'Oum El Bouagui pour l'obtention du diplôme de Master Académique.2017
- [30] . K. Zennouche et Z. HadjAli ,Etude et réalisation d'un système de contrôle pour la sécurité, le confort et l'environnement d'une maison intelligente-Smart house,PFE de l'Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira, 2018/2019.
- [31] M. E. Bayat ,Un systèmesécurise pour les maisons intelligentes, Mémoire de master professionnel de l'UniversitéKasdiMerbah, Ouargla, 19/06/2022.
- [32] Amine, Z. M., & Riadh, N. (2018). Conception et réalisation d'un système de commande d'une habitation ,(Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [33] PowerTech-DZ. "Pompe à eau DC 6-12V (6V, 12V)." disponible sur : <https://powertech-dz.net/products/single/pompe-a-eau-dc-6-12v-6v-12v-vente-composants-electronique-blida-algerie-259>(Consulté 20Mai/2024)



- [34] <https://www.batteriesexpert.com/fr/batteries/sealed-batteries/1012110190-wp75-12t1>-batterie-agm-12v-75a-scellee-top-jaune (Consulté Mai/2024)
- [35] Youpilab. Module GSM rouge SIM800L  
<https://youpilab.com/components/product/module-gsm-rouge-sim800l>(Consulté 13Mai/2024)
- [36] O. Abed et S. Amiri , «Etude et Réalisation d'un système de reconnaissance faciale basé sur une carte ESP32-cam et la librairie Open CV pour le langage Python,» PFC de l'Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi , Bordj Bou Arreridj, 26/06/2022.
- [37] Le logiciel - Arduino : premiers pas en informatique ...,Novembre 2013.  
Avalable :[https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742\\_decouverte-de-larduino/3416\\_le-logiciel/](https://zestedesavoir.com/tutoriels/686/arduino-premiers-pas-en-informatique-embarquee/742_decouverte-de-larduino/3416_le-logiciel/)
- [38] [4] Apprendre Arduino - Structure d'un programme Arduino, plus de 10ans.  
Avalable :<https://bentek.fr/4-structure-programme-arduino/>.
- [39] Fritzing. (2024), de [www.fritzing.org](http://www.fritzing.org)(Consulté 17Mai/2024)