

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail - Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
ECOLE NORMALE SUPERIEUR
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
D'EBOLOWA
DEPARTEMENT DE GENIE
ELECTRIQUE



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace - Work - Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
HIGHER TECHNICAL TEACHER
TRAINING COLLEGE OF
EBOLOWA
DEPARTMENT OF ELECTRICAL
ENGINEERING

**Filière
Electrotechnique (ET)**

**Conception et réalisation d'un dispositif de
détection et d'extinction automatique d'incendie**

Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du Diplôme de Professeur d'Enseignement
Technique et
Professionnel de 2e grade (DIPET II)

Par : **NGUISSI Carolle Josée**

Sous la direction de
Pr. NDJAKOMO ESSIANE Salomé
Maître de Conférences, Université de Douala
M. TOLOK NELEM Aristide
Assistant, Université de Yaoundé I

Année Académique : 2019 - 2020



Dédicace

A MA FILLE
OLWEEN DZEMTCHOU

Remerciements

C'est avec un grand plaisir que nous réservons cette page pour exprimer notre reconnaissance et notre gratitude à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration et à la réussite de ce mémoire. Nous tenons tout d'abord à rendre grâce à DIEU pour tous ces bienfaits dans notre vie.

Nos remerciements les plus chaleureux au Professeur NDJAKOMO ESSIANE Salomé, notre Directeur de mémoire, Directeur de l'ENSET D'Ebolowa et Chef de Département de Génie Electrique non seulement pour les multiples efforts qu'elle fournit pour nous offrir une formation de qualité, mais aussi pour sa discipline, sa dévotion et son bon sens pour le travail, et enfin pour ses précieux conseils et encouragements.

Un grand merci à Monsieur TOLOK NELEM Aristide, notre encadreur, pour sa disponibilité, ses multiples conseils, remarques et encouragements.

Merci au Professeur ELE Pierre pour avoir accepté de présider mon jury.

Merci au Docteur PERABI NGOFFE Stève pour avoir porté un intérêt à mon travail et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nos remerciements à tous le personnel enseignant du département Génie Electrique de l'ENSET d'Ebolowa pour le dévouement qu'ils ont toujours manifesté pour la réussite de notre formation et en particulier à Monsieur PESDJOCK Mathieu Jean Pierre pour ses multiples conseils.

Un merci particulier à mon très cher mari, Monsieur Williams DZEMTCHOU pour ses apports d'ordre moral, financier et son soutien inconditionnel.

Merci à Monsieur MBELE NICOLAS DANIEL pour ses conseils durant ce travail.

Nous exprimons également, nos remerciements à nos camarades de la deuxième promotion de l'ENSET d'Ebolowa pour les moments chaleureux et surtout pour l'esprit d'équipe qu'ensemble nous avons cultivé tout au long de ces deux années de formation.

Je tiens également à remercier toute ma famille, en particulier mes parents (M. et Mme DONGMO) que je ne remercierai jamais assez, ma tante Mme NGUISSI Françoise et ma cousine Mme TESSA Carine pour tous leurs conseils, soutiens et encouragements.

Un merci à tous mes ami(e)s, camarades pour leur soutien.

Liste des abréviations

LCD : Liquid Crystal Display

DC : Direct Current

AC : Alternative Current

DM : Déclenchement Manuel

CO₂ : Dioxyde de carbone

APSAD : Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages

LED : Light Emitting Diode

ppm : particule par million

Résumé

De nos jours le Cameroun fait face de plus en plus à de nombreux incendies dans les foyers, immeubles et surtout dans les marchés. Ces incendies dans les marchés causent généralement de nombreuses pertes matérielles, qui entraînent ainsi de nouvelles dépenses. Un dispositif pour lutter contre ou pour prévenir ces incendies est donc nécessaire. C'est dans cette optique que nous proposons un dispositif qui va prévenir, réduire les risques d'apparition d'un incendie et freiner le développement de tout début d'incendie.

En effet, notre travail présente un dispositif qui veille sur les paramètres ambiants d'un local à savoir : la température qui doit être quasi uniforme, l'humidité, la chaleur et le gaz (fumée). Il assure la protection de ce local grâce à son système d'extinction automatique à l'eau en cas de début d'incendie. Il dispose aussi d'une alarme (buzzer) qui alerte l'utilisateur en cas de problème. Nous avons tout d'abord présenté les généralités de l'incendie et avons effectué une étude générale sur les systèmes de détection et d'extinction automatique des incendies. Puis nous avons méthodiquement dimensionné, simulé et réalisé toutes les composantes de ce dispositif. Nous avons fait des tests de notre dispositif dans les locaux qui à chaque fois nous ont donné les résultats satisfaisants car il donne avec précision et rapidité les paramètres dans le local et réagit spontanément en cas de problème. Les résultats obtenus donnent ainsi avec une précision acceptable les valeurs des mesures relatives. Les signalisations visuelle et sonore nous permettent de suivre en temps réel l'évolution des paramètres du local.

En perspective, pour faciliter l'utilisation de notre dispositif, nous proposons à l'utilisateur la possibilité d'introduire lui-même les différentes consignes.

Mots clés : Incendie, Détection, Extinction, Régulateur, Microcontrôleur.

Abstract

Today, Cameroon is facing more and more fires in homes, buildings and especially in the markets. These fires in the markets usually cause many material losses, which lead to new expenses. A device to fight against or prevent these fires is therefore necessary. It is with this in mind that we propose a device that will prevent, reduce the risk of a fire and stop the development of any early fire.

Indeed, our work presents a device that watches over the ambient parameters of a room namely: the temperature that must be almost uniform, humidity, heat and gas (smoke). It ensures the protection of this room thanks to its automatic water extinguishing system in case of the beginning of fire. It also has an alarm (buzzer) that alerts the user in case of a problem. We first presented the general features of the fire and conducted a general study on automatic fire detection and suppression systems. Then we methodically sized, simulated and realized all the components of this device. We have carried out tests of our device in the premises which each time gave us satisfactory results because it gives with precision and speed the parameters in the premises and reacts spontaneously in case of problem. The results obtained thus give the values of the relative measurements with acceptable precision. Visual and audible signs allow us to follow in real time the evolution of the local parameters.

In perspective, to facilitate the use of our device, we offer the user the possibility to introduce the various instructions himself.

Keywords: Fire, Detection, Extinguishing, Regulator, Microcontroller.

Table des matières

Dédicace	i
Remerciements	ii
Liste des abréviations	iv
Résumé	v
Abstract	vi
Table des matières	vii
Liste des figures	x
Liste des tableaux	xi
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes de détection et d'extinction automatique d'incendie	3
Introduction	4
1.1) Généralités sur l'incendie.....	4
1.1.1) Origines de l'incendie.....	4
1.1.2) Causes de l'incendie	5
1.1.3) Les types d'incendie	6
1.1.4) Propagation de l'incendie	6
1.1.5) Effets de l'incendie	7
1.2) L'étude générale sur les systèmes de détection et d'extinction automatique d'incendie	8
1.2.1) Qu'est-ce qu'un système de détection Incendie ?.....	8
1.2.2) Les détecteurs d'incendie	8
1.2.3) Les déclencheurs manuels (D.M)	13
1.2.4) Définition de système extinction automatique d'incendie.....	14
1.2.5) Les modes d'extinction d'incendie.....	14
1.2.6) Extinction d'incendie avec le dioxyde de carbone (CO ₂).....	15

1.2.7) Extinction d'incendie avec la mousse	16
1.2.8) Extinction d'incendie à poudre	18
1.2.9) Le sprinklage ou extinction d'incendie à l'eau	20
1.3) Contexte et situation du problème	21
1.4) Les objectifs du projet	21
Conclusion	22
Chapitre 2 : Outils et méthodes	23
Introduction	24
2.1) Méthodes	24
2.1.1) Cahier de charges	24
2.1.2) Fonctionnement et schéma synoptique du dispositif	25
2.1.3) Conception du dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie.....	27
2.1.4) La programmation de l'Arduino Mega 2560.....	38
2.2) Outils	41
2.2.1) La carte Arduino Mega 2560	41
2.2.2) Le détecteur de fumée MQ-2.....	41
2.2.3) Le capteur de température DHT22	42
2.2.4) L'afficheur LCD 20x4	43
2.2.5) Outils logiciels	43
Conclusion	44
Chapitre 3 : Résultats et interprétation	45
Introduction	46
3.1) Simulation	46
3.1.1) Présentation de l'expérience	46
3.1.2) Résultats de la simulation et commentaires.....	46
3.2) Réalisation.....	50
3.3) Analyse financière.....	53
Conclusion	54

Conclusion générale et perspectives.....	55
Références bibliographiques	56
Annexes	57

Liste des figures

Figure 1.1 : Le triangle du feu de la combustion [1]	5
Figure 1.2 : Type de détecteur suivant l'évolution d'un incendie [6]	9
Figure 1.3 : Détecteur de fumée optique [16]	9
Figure 1.4 : Détecteurs linéaires [6]	11
Figure 1.5 : déclencheur manuel [6]	13
Figure 1.6 : Bouteille extincteur avec le CO ₂ [6]	15
Figure 1.7 : Extinction incendie avec la mousse [3]	17
Figure 1.8 : Schéma de principe d'extinction à poudre [5]	19
Figure 1.9 : Extincteur d'incendie à l'eau [6]	20
Figure 2.1 : Synoptique du dispositif.....	26
Figure 2.2 : Schéma globale de l'alimentation.....	30
Figure 2.3 : Schéma de principe du DHT22.....	32
Figure 2.4 : Schéma de connexion du DHT22.....	33
Figure 2.5 : Schéma de signalisation visuelle.....	37
Figure 2.6 : Description de l'interface du logiciel Arduino.....	38
Figure 2.7: Organigramme de l'algorithme du fonctionnement général.....	40
Figure 2.8 : Carte Arduino Mega 2560.....	41
Figure 2.9 : Détecteur de fumée MQ-2.....	42
Figure 2.10 : Capteur de température DHT22.....	43
Figure 2.11 : Afficheur LCD 20x4	43
Figure 3.1: Affichage à l'écran LCD.....	46
Figure 3.2: Schéma d'ensemble pour la simulation.....	49
Figure 3.3 : Circuits réalisés dans Proteus	50
Figure 3.4: typon de l'alimentation.....	51
Figure 3.5: Montage sur plaque à essais.....	52
Figure 4.1: Les régulateurs de tension DC78XX.....	57
Figure 4.2: Transformateur abaisseur monophasé.....	57
Figure 4.3: Le buzzer.....	58
Figure 4.4: Servomoteur MG995-360°C.....	58
Figure 4.5: La pompe à eau submersible.....	58
Figure 4.6 : prototype final.....	59

Liste des tableaux

Tableau 2.1 : Courant consommé par les charges alimentées en 5V.....	27
Tableau 2.2 : Courant consommé par les charges alimentées en 12V.....	28
Tableau 2.3 : Principales caractéristiques de la diode 1N4007.....	29
Tableau 2.4 : Principales caractéristiques des régulateurs de tension.....	30
Tableau 2.5 : Principales caractéristiques du DHT22.....	32
Tableau 2.6 : Composition de la fumée du feu de bois.....	33
Tableau 2.7 : Composition de la fumée de charbon.....	34
Tableau 2.8 : Composition de la fumée de cigarette.....	34
Tableau 2.9 : Composition de la fumée de papier.....	34
Tableau 2.10 : Description des broches de l'écran LCD 20x4.....	36
Tableau 2.11 : Caractéristiques des composants pour la signalisation visuelle.....	37
Tableau 2.12 : Tableau d'affectation des broches.....	39
Tableau 3.1 : Analyse financière.....	53
Tableau 4.1 : Présentation des autres composants	59

Introduction générale

Les risques d'incendie étant très élevés dans les marchés Camerounais, il est préoccupant de proposer un dispositif qui va permettre de lutter contre ou prévenir ces incendies. Plusieurs dispositifs existent sur le marché, notamment les détecteurs optiques de fumée qui sont très sensibles à tout type de fumée et ne disposant pas la possibilité de régler cette sensibilité. Les déclencheurs manuels, qui sont généralement utilisés et qui sont parfois très épuisants car ils nécessitent qu'une personne se déplace pour aller activer, ce qui est contraignant. Les détecteurs électroniques sont quant à eux insensibles lorsque la chaleur se propage à une grande distance. Ces dispositifs permettent de prévenir les incendies mais malheureusement, certains ne peuvent par prévenir les incendies à partir de plusieurs paramètres tels que la température, l'humidité, la chaleur ou même le gaz. Ces dispositifs tiennent compte uniquement d'un seul paramètre. Proposer un dispositif qui tient compte de plusieurs paramètres apportera une solution meilleure pour la détection des incendies dans les marchés Camerounais. Ces incendies sont souvent d'origines inconnues et parfois ils peuvent être d'origines électriques provoquées par un arc électrique.

Dans l'optique de proposer une solution adéquate aux risques d'incendies, un dispositif qui tient compte non seulement des échappements de gaz, de la détection des flux de chaleur dans les locaux et aussi qui va permettre d'éteindre rapidement tout début d'incendie sera proposé. Ce dispositif va permettre de signaler les fuites de gaz, les fumées dangereuses, prévenir et lutter contre les risques d'incendies et veiller sur les biens matériels.

Pour mener à bien ce travail, nous structurons ce mémoire en trois chapitres comme suit :

Au chapitre un, nous allons présenter un ensemble de travaux et modules qui existent et qui permettent de lutter contre les incendies. En effet il s'agira d'étudier les différents modules proposés par des constructeurs, leurs techniques de détection et les différents paramètres auxquels ils tiennent compte pour alerter, lutter ou prévenir les incendies. En fin nous présentons les objectifs attendus de ce projet.

Le Chapitre deux, qui est la clé de cette étude, apporte des outils et des méthodes qui permettent de nous orienter et de proposer une nouvelle structure électronique de détection des incendies à partir des capteurs de température, de gaz (fumée).

Le troisième chapitre est dédié aux résultats et aux commentaires des simulations et tests pratiques pour valider le bon fonctionnement du dispositif.

En fin, on terminera par une conclusion générale présentant une synthèse de nos travaux, en orientant vers de nouvelles perspectives.

Chapitre 1 : Généralités sur les systèmes de détection et d'extinction automatique d'incendie

Introduction

Les systèmes de détection d'incendie font partie du système de sécurité incendie. Ils se composent par l'ensemble des outils servant à collecter les informations et les ordres liés à la seule sécurité incendiaire. Ce qui lui permet de traiter et d'effectuer les fonctions nécessaires à la mise en sécurité des personnes et du matériel. Le rôle primordial de toute mesure de protection contre l'incendie est d'assurer un degré de sécurité adéquat aux occupants d'un bâtiment. C'est pour cette raison que, dans la plupart des pays, les prescriptions légales de sécurité incendie se fondent sur la sauvegarde de la vie humaine. Les caractéristiques de protection des biens sont destinées à limiter les dommages matériels. Dans beaucoup de cas, les deux objectifs sont complémentaires. En effet, la connaissance des causes et du principe de développement d'un incendie a permis la création de plusieurs systèmes de lutte contre l'incendie. Afin de connaître l'objectif à atteindre, il est impératif de savoir quel risque de feu est présent dans l'environnement à protéger et quel système d'extinction automatique est à adopter. Dans ce chapitre nous présentons tout d'abord les généralités sur l'incendie et sa propagation, l'étude générale sur les systèmes de détection et d'extinction automatique d'incendie et en fin les objectifs attendus par ce projet.

1.1 Généralités sur l'incendie

1.1.1 Origines de l'incendie

Un incendie est un grand feu non maîtrisé qui, en se propageant rapidement et de façon incontrôlée, cause des dégâts très importants. Le processus de combustion est une réaction chimique d'oxydation d'un combustible¹ par un comburant². Cette réaction nécessite une source d'énergie³. L'absence d'un des trois éléments empêche le déclenchement de la combustion et la suppression d'un des trois éléments arrête le processus.

¹ Combustible : matière capable de se consumer (solide : bois, charbon, papier... ; liquide : essence, solvants... ; gazeux : propane, butane,).

² Comburant : corps qui, en se combinant avec un autre, permet la combustion (oxygène, air, chlorates, peroxydes...).

³ Source d'énergie : énergie nécessaire au démarrage de la réaction chimique de combustion et apportée par une source de chaleur, une étincelle...

Cette interdépendance est symbolisée par le triangle du feu suivant.



Figure 1.1: Le triangle du feu de la combustion [1]

1.1.2 Causes de l'incendie

Le comburant est le plus souvent l'oxygène de l'air (certains produits chimiques sont aussi des comburants : symbole de danger O), il est donc difficile de jouer sur cet élément pour casser le triangle du feu. De plus l'ensemble des établissements industriels utilise des matières combustibles (emballages cartons, papiers, produits chimiques inflammables).

Il apparaît ainsi que pour éviter de réunir les trois éléments du triangle du feu, il faudra pallier l'apparition de l'énergie d'activation [1].

Celle-ci peut se matérialiser sous différentes formes :

Origines techniques :

- Thermiques (sources de chaleur) ;
- Mécaniques (Disfonctionnement, frottement) ;
- Chimiques (réaction de produits) ;
- Biologiques (fermentation) ;
- Electriques (court-circuit) ;
- Emploi d'énergie.

Origines humaines :

- Imprudence ;
- Erreur ;
- Ignorance ;
- Oubli ;
- Male surveillance ;
- Négligence.

Origines naturelles :

- Soleil ;
- Foudre ;
- Combustion spontanée.

Origines accidentelles :

- Cigarette mal éteinte ;
- Mauvaise utilisation d'un chalumeau.

1.1.3 Les types d'incendie

On peut avoir dans les installations gaz/huile plusieurs types d'incendie d'hydrocarbures, celle-ci varient selon des différentes conditions probables.

Les types d'incendie d'hydrocarbures comprennent :

- Incendies de Jet ;
- Incendies de nuage de vapeur ou flammèches ;
- Incendies de bassin ;
- Incendie de liquide qui s'écoule (par exemple, impliquant un équipement en hauteur, incendies d'un écoulement ou fuites de pression) ;
- Liquide bouillant dégageant des vapeurs explosives et/ou des boules de feu.

D'autres incendies peuvent se produire dans des zones particulières de l'installation du procédé, tels que :

- Incendies de matières solides (bois, papiers, cartons, plastiques, chiffons...).

1.1.4 Propagation de l'incendie

a. Facteurs de propagation

Les principaux paramètres de la phase de développement du feu sont liés :

- A la quantité de combustibles présents qui détermine la quantité d'énergie disponible ;
- Au pouvoir calorifique⁴ du combustible ;
- A la forme des matériaux ;
- Aux produits de décomposition : certains matériaux engendrent des gaz combustibles propageant l'incendie à de grandes distances comme les plastiques... ;

⁴ Pouvoir calorifique : quantité de chaleur dégagée par la combustion complète de l'unité de masse d'un combustible donné.

- Au degré hygrométrique : la sécheresse augmente les possibilités d'inflammation ;
- A la ventilation et à la circulation des gaz qui sont fonctions de l'importance, de la forme et de la répartition des ouvertures (portes, fenêtres, exutoires de fumées...);
- A la nature du local en feu : les dimensions du local et la nature des parois vont conditionner son isolement thermique [1].

b. Modes de propagation

L'extension du feu s'effectue par transport d'énergie dû :

- Au rayonnement : apport de chaleur aux matériaux voisins du foyer ;
- A la convection : transfert de chaleur par mouvement ascendant d'air réchauffé ;
- A la conduction : transfert de chaleur au sein d'un même matériau ;
- Au déplacement de substances déjà en combustion (exemple : transmission du feu dans les systèmes de ventilation) [1].

1.1.5 Effets de l'incendie

a. Conséquences sur l'Homme

Les effets de l'incendie sont surtout dus à deux phénomènes : les gaz-fumées et la chaleur.

- Les gaz et fumées présentent les dangers suivants :
 - Dégagement de température avec risque de brûlure interne par inhalation des chauds ;
 - Opacité gênant l'évacuation ;
 - Asphyxie (la concentration d'oxygène diminuant lors d'un incendie) ;
 - Toxicité [2].
- Les flammes et la chaleur

La température au cœur du foyer peut varier de 600 à 1 200°C. Au contact des flammes, les brûlures sont immédiates. Des lésions peuvent apparaître lors de l'exposition de la peau pendant plusieurs secondes à une température de l'ordre de 60°C.

On distingue trois catégories de brûlures :

- Le premier degré : atteinte superficielle (typiquement : le « coup de soleil ») ;
- Le second degré : destruction de l'épiderme avec apparition de cloques ;

- Le troisième degré : destruction du derme et de l'épiderme ; à ce stade, la peau n'est plus capable de se régénérer seule [2].

L'effet lumineux des flammes constitue également un danger pour les yeux.

b. Conséquences sur les bâtiments et les biens

La destruction des bâtiments et des biens représente un tribut important payé à l'incendie. La protection contre l'incendie nécessite de connaître la charge calorifique et le comportement au feu des matériaux et des éléments de construction [2].

1.2 L'étude générale sur les systèmes de détection et d'extinction automatique d'incendie

1.2.1 Qu'est-ce qu'un système de détection Incendie ?

Un système de détection incendie a pour objectif de déceler de façon aussi précoce que possible les prémices d'un incendie. Dans cette optique, il permet de réduire le délai de mise en œuvre des mesures de lutte contre l'incendie et d'en limiter ainsi l'impact. Il comprend des organes de détection incendie (déclencheurs manuels, détecteurs automatiques...) et un équipement de contrôle et de signalisation, qui alerte de toute sollicitation du système, en cas de dérangement ou d'alarme feu [6].

1.2.2 Les détecteurs d'incendie

1.2.2.1 Généralités

Un détecteur est un appareil conçu à fonctionner lorsqu'il est influencé par certains phénomènes physiques et/ou chimiques précédant ou accompagnant un début d'incendie, provoquant ainsi la signalisation immédiate de celui-ci [16].

En fonction du phénomène physique à détecter, on trouvera plusieurs technologies de détecteur :

- Détecteurs de fumée ;
- Détecteurs de Chaleur ;
- Détecteurs de flamme.

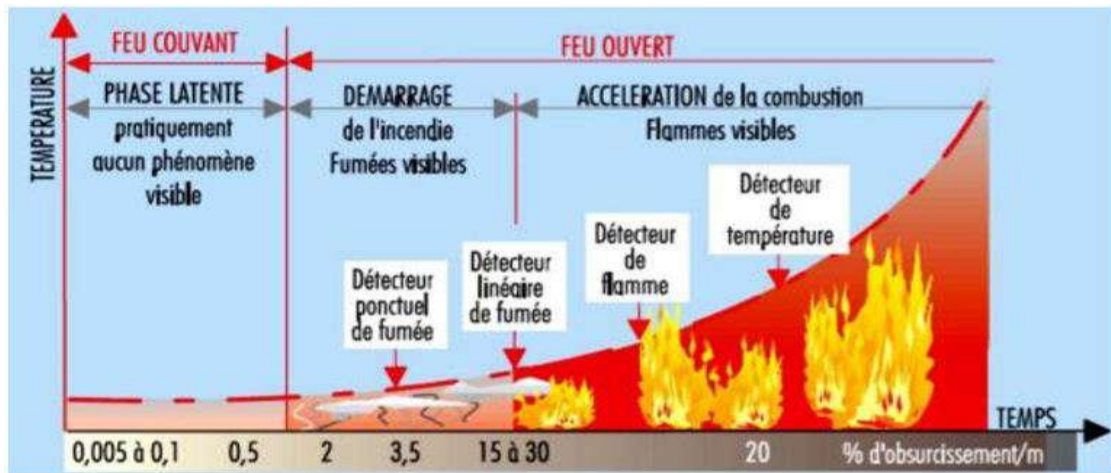


Figure 1.2: Type de détecteur suivant l'évolution d'un incendie [6]

1.2.2.2 Détecteurs optiques de fumée

Ces détecteurs sont particulièrement adaptés pour les feux couvant qui mettent longtemps à se déclarer et qui sont les plus courants. Ils fonctionnent selon le principe de l'effet Tyndall⁵ (lumière diffusée). Ils sont formés d'une chambre de détection contenant une source de lumière et une cellule photoélectrique qui transforme la lumière en un faible courant électrique. Lorsque les particules de fumée pénètrent dans cette chambre de détection, la lumière est réfléchiée sur la surface des particules de fumée et entre en contact avec la cellule, ce qui déclenche l'alarme [16].



Figure 1.3: Détecteur optique de fumée [16]

▪ **Avantage :**

- La sensibilité de ces détecteurs est bonne ; leur emploi est indiqué dans le cas des feux couvant ou à évolution lente.
- Ils permettent de ce fait, la détection des premières manifestations d'un incendie et c'est d'ailleurs pour cette raison qu'ils sont très largement utilisés.

⁵ L'effet Tyndall : est un phénomène de diffusion de la lumière incidente sur des particules de matière, de dimensions comparables aux longueurs d'onde.

▪ **Inconvénients :**

- Ces détecteurs sont relativement sensibles aux courants d'air, aux variations d'hygrométrie et de température, à des échappements de gaz de non combustion et à la poussière.
- Ces types de détecteurs étant susceptible d'avoir une micro charge radioactive ; cela pourrait aboutir à leur disparition.

1.2.2.3 Détecteurs de chaleur

Ils réagissent à une élévation de la température. On distingue :

• **Détecteurs thermostatiques :** Ces détecteurs sont particulièrement adaptés pour la détection de feux à évolution rapide et à foyer ouvert. Les détecteurs de température contrôlent les paramètres de température à deux niveaux :

- Différentiel : il entre en état d'alarme lorsqu'une augmentation brusque de température dépasse les paramètres qui sont programmés (65°C pour notre installation) dans une période de temps déterminée.
- Thermique : il entre en état d'alarme lorsqu'une augmentation lente de température, non détectée par le système différentiel, atteint une température prédéfinie.

• **Détecteurs thermo-vélocimétriques :** Ils réagissent lorsque la vitesse d'augmentation de la température excède une certaine valeur ; ce sont des détecteurs ponctuels (surveillance d'une aire de 18 à 25 m² avec une hauteur maximale de 6m).

▪ **Avantage :**

- Quel qu'en soit le principe, ces détecteurs sont plus sensibles que les détecteurs thermostatiques simples.
- De plus, un seuil de température élevé n'est pas nécessaire à leur action. Cette caractéristique est intéressante lorsqu'une alarme précoce est demandée et lorsqu'un échauffement trop faible ou trop intense pourrait être préjudiciable au matériel à protéger.

▪ **Inconvénients :**

Comme le cas des détecteurs thermostatiques, le fonctionnement des thermo vélocimétriques est lié à l'apparition d'un échauffement ; on doit donc s'assurer au préalable que le risque à surveiller est générateur de chaleur en cas de sinistre [17].

1.2.2.4 Détecteurs linéaires

Le détecteur linéaire de fumée contient un émetteur et un récepteur et fonctionne selon le principe de l'atténuation de lumière par la fumée. L'émetteur envoie un faisceau lumineux infrarouge très concentré sous forme d'impulsion au réflecteur. Quand il n'y a pas de fumée, une grande partie du rayon infrarouge atteint le réflecteur et est renvoyée vers le récepteur. La lumière qui arrive génère un signal électrique sur la photodiode du récepteur [17].



Figure 1.4: Détecteur linéaire de fumée [6]

1.2.2.5 Choix du type de détecteur

L'objectif principal du choix judicieux d'un détecteur est d'obtenir une détection précoce et sûre d'un incendie.

Une installation de détection qui surveille un local devrait en principe donner l'alarme pour n'importe quelle nature de feu qui s'y déclare. L'emploi d'un seul type de détecteur ne permet généralement pas à l'installation d'être sensible à tous les phénomènes caractéristiques d'un début d'incendie.

L'analyse des causes du feu et des scénarios de développement les plus probables permet de choisir les détecteurs les mieux adaptés en fonction de la nature des biens, de leur sauvegarde et de la protection des personnes. Il est recommandé de faire cette analyse par un organisme spécialisé [17].

Le choix du type de détecteur dépend de deux critères :

- Le champ d'action
- Mode de détection

a. Champ d'action d'un détecteur

- Détecteur ponctuel : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'un point déterminé ;
- Détecteur linéaire : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'une ligne continue ;
- Détecteur multi-ponctuel : détecteur qui répond au phénomène détecté au voisinage d'un certain nombre de points déterminés.

b. Mode de détection

Il y'a lieu de distinguer quatre classes :

- Classe C : mode de détection de nature thermique ;
- Classe E : mode de détection de nature électrique ;
- Classe L : mode de détection de nature optique ;
- Classe S : mode de détection de nature acoustique.

Pour parvenir à ces objectifs, la sélection de la classe et du type de détection à installer dans un local devra tenir compte, entre autres, des critères suivants :

- Dimensions du local et notamment sa hauteur ;
- Formes géométriques et occupation du local ;
- Conditions générales d'environnement (température et taux d'humidité ambiant, empoussiérage, ventilation, etc....).
- Causes possibles de perturbations susceptibles de provoquer des alarmes intempestives.
- Emplacement des détecteurs : les détecteurs, ainsi que le rappel la règle R7 de l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages (APSAD), doivent être placés de façon à ce que leur efficacité ne soit pas atténuée. En général, il convient de laisser libre un volume d'une demi sphère de 50 cm de rayon centrée autour du détecteur de fumée, ce rayon passe à un mètre pour les détecteurs de chaleur [17].

1.2.2.6 Phénomènes et erreurs susceptibles de perturber les détecteurs

La règle de l'Assemblée Plénière des Sociétés d'Assurances Dommages (APSAD) R7 définit certaines conditions à respecter ou à éviter pour qu'un détecteur puisse bien assurer sa fonction ; on peut citer :

- Ne jamais implanter un détecteur à proximité d'une source de chaleur (éclairage, ...);
- Ne pas positionner ou alimenter un détecteur à moins de 0,50 m d'un ballast ou d'un transformateur (perturbation du détecteur);
- Ne pas implanter un détecteur dans les locaux humides (douches, toilettes) car risques d'alarmes intempestives dues à l'humidité;
- Eviter d'installer les détecteurs sur des plafonds métalliques (risques de condensation);
- Choisir judicieusement le type de détecteur adapté au local à surveiller [17].

Ces différents détecteurs coutent extrêmement cher. Nous avons au Cameroun la structure "GOLMAR" qui propose un détecteur optique de fumée conventionnel, modèle D0H2 à 20.627,30 FCFA. "MediaStore" tant à lui vend son détecteur de fumée autonome à 27.000 FCFA. Un système de détection automatique d'incendie, conventionnel coûte 194.701,38 FCFA sur le marché et leur coût d'entretien est de 459.495,26 FCFA les dix premières années (GOLMAR). Ce système est constitué de détecteurs optiques de fumées et de déclencheurs manuels.

1.2.3 Les déclencheurs manuels (D.M)

Les déclencheurs manuels conventionnels permettent, après une action manuelle en pressant sur une membrane déformante ou en brisant la vitre protectrice, de transmettre une information d'alarme feu à un utilisateur [17].



Figure 1.5: déclencheur manuel [6]

Ces déclencheurs manuels comme l'indique leurs noms ne peuvent se déclencher que manuellement, c'est-à-dire en présence de l'être humain. Il est mieux ou alors préférable d'utiliser un système pouvant déclencher automatiquement une alarme incendie sans la présence humaine.

1.2.4 Définition de système extinction automatique d'incendie

Ce système est actionné soit automatiquement (reçoit le signal par un système de contrôle) ou manuellement (déclencheur manuel). L'extinction se fait par la décharge de l'extincteur sur la zone concernée :

- CO₂ pour les endroits confinés ;
- La mousse et la poudre pour les endroits ouverts ;
- L'eau pour isoler l'espace brûlé aux autres (rideau d'eau) [17].

1.2.5 Les modes d'extinction d'incendie

Rappelons qu'à chaque classe de feux correspond un ou plusieurs types d'agents et de procédés d'extinction que l'on peut retrouver, par exemple, sur les étiquettes informatives des extincteurs ou dans le nom de certains produits.

Pour maîtriser un incendie, il faut rompre l'association des trois éléments du triangle du feu ; cette rupture peut être réalisée selon quatre modes :

- **Le refroidissement**, qui consiste à absorber l'énergie calorifique émise par le foyer, a pour objectif d'abaisser la température du combustible au-dessous de la température d'inflammation afin de bloquer la distillation des gaz inflammables.
- **L'étouffement**, permet d'abaisser la teneur en oxygène aux alentours du foyer afin de rendre l'atmosphère incomburante. En fonction de la nature du combustible et s'il s'agit d'un feu profond (sans braise), il peut être nécessaire de réduire cette teneur au-dessous de 8% (15 % suffisent pour la plupart des combustibles).
- **L'isolement**, mode d'action proche du précédent, sépare « physiquement » les gaz de distillation par rapport à l'oxygène de l'air. L'agent extincteur forme donc une couche isolant le combustible même après l'extinction.
- **L'inhibition**, a pour rôle de bloquer la réaction chimique du feu. Une flamme est le siège d'une multitude de réactions au sein desquelles des produits éphémères apparaissent et disparaissent rapidement. Ces produits, les radicaux libres, sont « piégés » par les inhibiteurs qui les empêchent de passer à la séquence suivante. La réaction de la flamme est alors bloquée.

Les agents extincteurs agissent sur le feu selon un ou plusieurs modes d'action. La bonne maîtrise de ces procédés permet de déterminer l'agent extincteur le plus approprié en fonction du risque à protéger, de l'environnement et des moyens de mise en œuvre [4].

1.2.6 Extinction d'incendie avec le dioxyde de carbone (CO₂)

1.2.6.1 Qu'est-ce que le CO₂ ?

Le CO₂ est un gaz inodore, incolore, non corrosif et non conducteur de l'électricité et les mécanismes électriques sensibles. C'est un gaz asphyxiant potentiellement dangereux pour l'homme aux concentrations utilisées en extinction automatique.

La force des systèmes d'extinction par dioxyde de carbone réside dans la lutte rapide et efficace contre le feu. Il agit par étouffement en abaissant la concentration d'oxygène jusqu'à un niveau où la flamme ne peut plus se développer. Le taux de concentration utilisé pour le CO₂ est mortel, c'est pourquoi il a été conçu pour réaliser la protection de locaux non occupés en permanence [6].



Figure 1.6: Bouteille extinction avec le CO₂ [6]

1.2.6.2 Principe d'extinction de CO₂

Lorsqu'un incendie se déclenche, le CO₂ pénètre rapidement dans la zone et réduit le niveau d'oxygène de 21% jusqu'à 14%, la quantité suffisante pour que la combustion s'arrête et soit sûre pour les personnes qui occupent la salle [6].

1.2.6.3 Domaines d'applications

Une installation d'extinction au CO₂ est très efficace, génère peu de frais de nettoyage après extinction. Le CO₂ est principalement utilisé pour la protection volumétrique tel que :

- Les zones de stockage de matières inflammables ;
- Les transformateurs ;
- Salle de câble ;
- Les générateurs de puissance ;
- Les industries de transformation du métal ;
- Les imprimeries ;
- Machines industrielles [6].

1.2.6.4 Les critères de choix de gaz CO₂

a. Le périmètre géographique

Il s'agit de définir clairement les points névralgiques que l'on veut protéger :

- Un bâtiment (protection totale) ;
- Un local (protection d'ambiance) ;
- Une machine (protection ponctuelle).

b. La compatibilité entre agents extincteurs et biens à protéger

Il est important de mesurer l'innocuité des agents extincteurs sur les biens à protéger. En effet, en fonction de leur nature physique ou chimique, les agents extincteurs peuvent présenter les effets suivants :

- Corrosivité ;
- Abrasivité ;
- Pollution.

c. La réactivité du système de sécurité

Plus le système de détection incendie est précoce, plus le système d'extinction sera performant. Car sa réactivité dépend du type de détection et du délai de mise en œuvre du système (temporisation de l'émission) [6].

1.2.7 Extinction d'incendie avec la mousse

1.2.7.1 Qu'est-ce que la Mousse

Une mousse est un mélange hétérogène d'air et d'eau, obtenu à l'aide d'un agent émulseur⁶ et d'un générateur. Cet assemblage de bulles, non toxique, non agressif vis-à-vis des matériaux et plus léger que les liquides, est envoyé sur la surface du feu ou dans le volume en feu afin d'éteindre l'incendie [3].

⁶ Emulseur : C'est un fluide ayant la propriété de diminuer la tension superficielle de l'eau à laquelle il est mélangé, ce qui permet la formation de bulles gazeuses ; il est comme du savon.



Figure 1.7: Extinction incendie avec la mousse [3]

Pour produire de la mousse, il est nécessaire de mélanger, grâce à un brassage énergétique, les trois composants suivants :

- Eau sous pression ;
- Emulseur ;
- Gaz (CO₂ pour les mousses chimiques et l'air ambiant pour les mousses physiques).

1.2.7.2 Principe d'extinction de la mousse

La mousse recouvre la zone à risque empêchant ainsi l'entretien des flammes par l'oxygène et le dégagement de vapeurs qui peuvent s'enflammer au contact de l'air (principe d'isolement). En complément, l'eau présente dans la mousse permet de refroidir rapidement la zone en feu.

Compte tenu de son efficacité et de sa rapidité d'extinction, la mousse est particulièrement bien adaptée à la protection de risques spéciaux caractérisés par l'apparition rapide de flammes et un développement violent de l'incendie.

Les mousses sont définies par leur « foisonnement » ; Ce dernier dépend du volume d'air introduit dans le mélange. C'est le rapport volume de mousse produit / volume de solution moussante [3].

a. Le bas foisonnement

Produit par des lances ou des canons, permet de projeter la mousse à longue distance. La mousse bas foisonnement est peu sensible aux conditions atmosphériques, vent ou pluie : elle est stable et assure une couverture résistante [3].

b. Le moyen foisonnement

La mousse en moyen foisonnement peut être projetée jusqu'à une dizaine de mètres. Elle est plus sensible aux intempéries et sa résistance à la ré-inflammation est inférieure à celle de la mousse bas foisonnement. Le moyen foisonnement est utilisé dans les cas où des quantités importantes de mousse sont nécessaires alors que les moyens en eau sont limités. Il est également adapté à la rétention des fuites ou épandages de gaz liquéfiés et de produits toxiques [3].

c. Le haut foisonnement

La mousse haut foisonnement est déversée à la sortie même de l'appareil de mis en œuvre. Elle est essentiellement destinée au remplissage de volumes important [3].

1.2.8 Extinction d'incendie à poudre

Les poudres d'extinction sont composées pour l'essentiel de sels non toxiques inorganiques, mélangés à des agents hydrofugeant et antiagglomérants (pour éviter l'absorption d'eau et la prise en masse à l'intérieur de l'appareil extincteur) ainsi qu'à des additifs divers (stéarates, silicones, amidon, minéraux inertes...) pour faciliter leur écoulement.

- Les poudres pour feux de classes B (feux de liquide inflammable) et C (feux de gaz), sont à base de bicarbonate de sodium ou de potassium.
- Les poudres pour feux de classes A (feux de solides), B et C, dites polyvalentes, sont à base de phosphate et de sulfate d'ammonium.
- Les poudres BC ou ABC ne peuvent pas être utilisées sur les feux de métaux. La réactivité des métaux dans les conditions d'un feu avec la plupart des substances utilisées dans ces poudres les rend inefficaces, voire dangereuses [3].

1.2.8.1 Principe de Fonctionnement

Les poudres d'extinction sont des agents extincteurs très efficaces et rapides. L'effet extincteur brutal tridimensionnel du nuage de poudre découle de l'effet d'inhibition puis de l'effet d'étouffement. La formation de couches fondant sur les combustibles incandescents empêche la diffusion d'oxygène atmosphérique dans le foyer de l'incendie, le réchauffement de ses environs et les retours de flammes. Sur les feux de classe B, il faut éviter de se rapprocher

pour éviter de chasser les liquides enflammés. Dans ce cas, les poudres peuvent être propulsées à très basses pressions afin de réaliser une « application douce ».

1.2.8.2 Les applications

Les applications de ces extincteurs sont :

- Feux de liquides en nappes ;
- Feux de solides liquéfiables ;
- Réservoirs d'hydrocarbures ;
- Locaux où une explosion est à craindre [5].

1.2.8.3 La Composition

La composition de l'extincteur à poudre est :

- Des réservoirs contenant la poudre ;
- Des bouteilles de CO₂ ou d'azote comprimé nécessaire à l'expulsion de la poudre ;
- Des canalisations ;
- Des diffuseurs ;
- Un système de déclenchement automatique ou manuel [5].

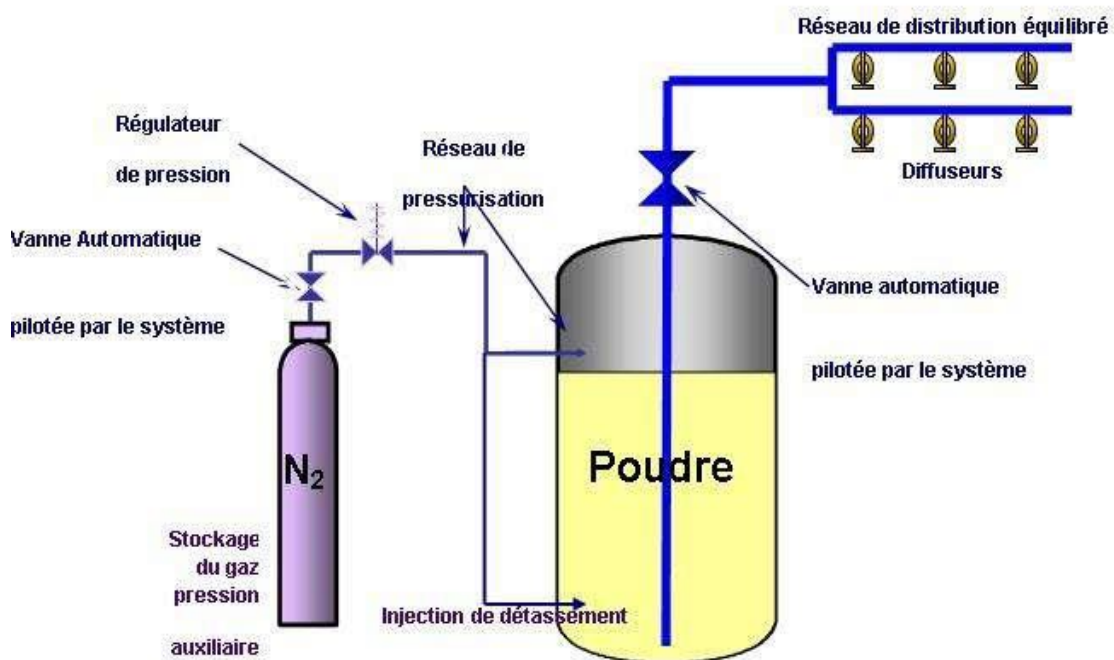


Figure 1.8: Schéma de principe d'extinction à poudre [5]

1.2.9 Le sprinklage ou extinction d'incendie à l'eau

1.2.9.1 Définition

Une installation de sprinklage ou extinction d'incendie à l'eau consiste à libérer dans les plus brefs délais une quantité d'eau adaptée au sinistre redouté sur une zone où un début d'incendie est détecté. Elle assure un refroidissement et limite le développement de fumées toxiques, donnant ainsi aux occupants le temps d'évacuer les bâtiments et aux pompiers les moyens de combattre le feu plus aisément [6].



Figure 1.9: Extinction d'incendie à l'eau [6]

1.2.9.2 Principe de fonctionnement

Lorsqu'un incendie éclot, la chaleur dégagée s'élève et atteint une des têtes de sprinkler réparties sur le plafond. Sous l'effet de la chaleur, l'ampoule ou le fusible qui maintient la tête fermée se rompt. La pression permanente de la canalisation sur laquelle est posée la tête se libère au travers de la tête arrosant ainsi la zone enflammée. La chute de pression provoquée par l'ouverture de la tête va conduire la ou les pompes à entrer en action pour maintenir la pression et l'alimentation en eau de la tête. Si l'incendie n'est à ce stade pas maîtrisé, l'accroissement du dégagement de chaleur entraîne l'ouverture de têtes supplémentaires [6].

Tous ces extincteurs ne sont pas adaptés pour tous les lieux surtout pour les lieux d'habitation. L'extincteur à CO₂ est le plus utilisé pour les endroits confinés. C'est un gaz asphyxiant pour les humains et les animaux donc pas pratique de l'utiliser à la maison. Le taux de concentration utilisé pour le CO₂ est mortel, c'est pourquoi il a été conçu pour réaliser la protection de locaux non occupés en permanence. L'extincteur à poudre à beaucoup de dommages collatéraux, elle n'a pas d'effet de refroidissement. Cet extincteur est néfaste pour les appareils électriques car elle endommage ces appareils. Il présente également un risque accru de ré-allumage de l'incendie. L'extincteur à mousse est l'agent d'extincteur le plus cher. L'extincteur à eau est le meilleur agent extincteur pour les solides (bois, tissus, papiers, plastique, carton...) et en plus coûte moins cher. L'extincteur à eau peut être utilisé dans les locaux occupés en permanence.

1.3 Contexte et situation du problème

La sécurité et la gestion du risque sont des préoccupations constantes de chaque société au monde. Dans notre pays le Cameroun, nous avons fait face depuis quelques années à de nombreux incendies dans nos maisons, marchés, bureaux, Ces incendies causent généralement de nombreux dégâts matériels. Il se pose donc un problème de sécurité des biens et de protection de l'environnement. Un dispositif pour lutter contre ou pour prévenir ces incendies est donc nécessaire. C'est dans cette optique que nous proposons un dispositif qui va prévenir, réduire les risques d'apparition d'un incendie et freiner le développement de tout début d'incendie.

Il s'avère donc important de trouver ces solutions dans les dispositifs de détection et d'extinction automatique d'un incendie.

1.4 Les objectifs du projet

Il est possible de retarder l'apparition et l'extension d'un incendie dans un local en utilisant des matériaux qui ne contribuent pas (ou très peu) à son développement, c'est-à-dire des matériaux présentant une bonne réaction au feu. Les dispositifs de protection contre l'incendie cités plus haut, apportent plus ou moins les solutions aux problèmes d'incendie, mais ces systèmes ne sont pas automatisés et ne peuvent pas prévenir les incendies à partir de

plusieurs paramètres tels que la température, l'humidité, la chaleur ou même le gaz. Ces dispositifs tiennent compte uniquement d'un seul paramètre.

L'objectif général de ce mémoire est de mettre sur pied un dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie qui tient compte de plusieurs paramètres tels que la température, l'humidité, la chaleur et même le gaz. Nous envisageons dans le cadre de ce travail:

- Réduire d'avantage le risque d'apparition d'un incendie ;
- Freiner au maximum le développement d'un début d'incendie ;
- Veiller sur les biens matériels.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une vision globale sur le contexte, ainsi que les différents moyens de détection d'incendie et le choix de détecteurs à utiliser pour la prévention, et les modes d'extinction automatique d'incendie (le dioxyde de carbone, la mousse, la poudre, le sprinklage). Nous avons présenté également les objectifs du projet. Dans le prochain chapitre, outils et méthodes, nous allons procéder à une étude détaillée d'un système de détection en utilisant un détecteur de fumée, un capteur de température, ainsi qu'un système d'extinction automatique à eau.

Chapitre 2 : Outils et méthodes

Introduction

Dans ce chapitre, il est question pour nous de développer des méthodes nécessaires pour aboutir à un dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie et de faire une présentation du matériel utilisé.

2.1 Méthodes

Il sera question pour nous de dimensionner notre dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie adapté au contexte camerounais à partir des composants et matériels disponibles localement.

2.1.1 Cahier de charges

Ce projet cherche à mettre en place un dispositif autonome de détection de fumée et de température afin de signaler tout risque d'incendie dans un local. Ce dispositif devra être équipé d'un moyen de communication permettant de transmettre une signalisation d'alarme à ceux qui doivent intervenir en cas d'incendie.

Le but de ce projet consiste à mettre en œuvre un dispositif capable d'assurer cette mission en respectant le cahier de charges suivant :

a. Le dispositif doit assurer les fonctionnalités suivantes :

- Détection de tout fumée susceptible de provoquer un incendie ;
- Dans le cas d'une détection de fumée suspecte, le dispositif doit activer une sirène (buzzer) ;
- Détection de la chaleur (grâce à un capteur de température) dans les endroits susceptibles d'être des foyers d'incendie ;
- Dans le cas d'une détection de chaleur susceptible de provoquer un incendie, le dispositif doit effectuer les opérations suivantes :
 - Activation d'une sirène (buzzer).
 - Mise en action de l'extincteur dans la zone concernée.

b. Du point de vue technique, le dispositif doit être :

- Autonome, indépendant d'aucun autre dispositif hôte ;
- Fiable, avec une probabilité de fausse alarme infiniment petite ;
- Alimenté par le courant du secteur.

2.1.2 Fonctionnement et schéma synoptique du dispositif

2.1.2.1 Fonctionnement

La détection de l'incendie de manière précoce se fera par l'intermédiaire des détecteurs automatiques d'incendie. Ces détecteurs utilisent différentes technologies qui permettent de chercher les phénomènes liés à l'incendie : chaleur, fumée, gaz de combustion.

En fonctionnement normal, la LED verte s'allume, le capteur de fumée détecte tout fumée susceptible de provoquer un incendie. Une fois la fumée détectée, le dispositif déclenche une sirène (buzzer) pour alerter les utilisateurs et la LED bleue s'allume. Nous avons deux capteurs de température, l'un placé à droite et l'autre placé à gauche du dispositif. Ces capteurs de température sont là pour vérifier les températures dans chaque coin du local et ces températures sont affichées sur l'afficheur LCD. Si la température du côté droite du local est supérieure à une température susceptible de provoquer un incendie (65 °C), la LED rouge s'allume, le dispositif déclenche la sirène (buzzer) et active le système d'extinction à eau sur la zone concernée. Si c'est plutôt la température du côté gauche du local qui est supérieure à une température susceptible de provoquer un incendie (65 °C), la LED rouge s'allume, le dispositif déclenche la sirène (buzzer) et active le système d'extinction à eau sur la zone concernée. Ce système d'extinction à eau est mis en place à partir d'une pompe submersible qui va permettre de pomper de l'eau et d'un servomoteur qui va permettre que l'extinction se fasse sur la zone concernée. La chaleur qui se dégage lors d'un incendie est inimaginable, elle est mortelle : elle peut monter jusqu'à 1200 °C. Aucun homme n'y survit. Dès une température de 65 °C, le corps humain ne fonctionne déjà plus [16].

2.1.2.2 Schéma synoptique du dispositif

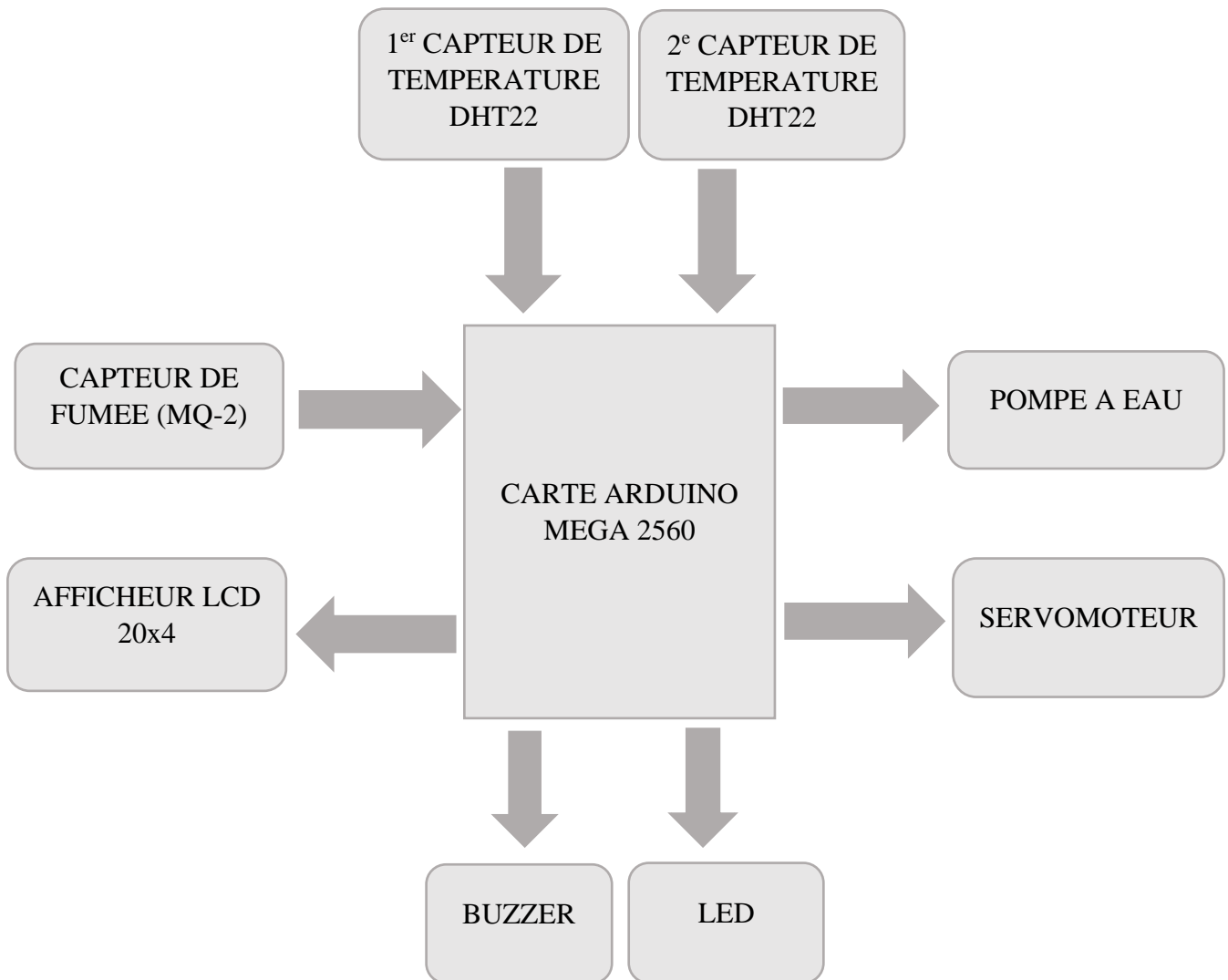


Figure 2.1 : Synoptique du dispositif

La carte Arduino est le servo de notre dispositif. Il reçoit les informations venant des différents capteurs. Les capteurs de température envoient à chaque instant les valeurs des températures dans le milieu. Le capteur de fumée envoie à son tour la concentration de gaz (fumée) présente dans le milieu. La carte Arduino à son tour envoie l'information à l'afficheur LCD. Il traite également ces informations et envoie le signal au buzzer, aux LED, à la pompe et au servomoteur.

2.1.3 Conception du dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie

2.1.3.1 Alimentation et gestion de l'énergie

Pour le fonctionnement de notre dispositif il faut une énergie électrique fiable, de qualité et continue. Cette énergie électrique provient du réseau électrique national.

Le réseau électrique national constituant notre source d'énergie électrique, nous utilisons un transformateur monophasé abaisseur pour réduire le niveau de tension, un redresseur monophasé en pont de diode et des régulateurs de tension continue pour stabiliser et adapter le niveau de tension aux différentes entrées des circuits en aval.

L'alimentation du dispositif doit fournir une tension continue maximale de 12V DC qui correspond à la tension la plus élevée pour le fonctionnement d'un composant du circuit électrique (la pompe à eau). Pour atteindre cet objectif nous devons dimensionner la source d'énergie électrique.

a. Bilan de puissance

Dans le but de dimensionner le circuit d'alimentation, il est primordial de connaître le bilan de puissance du système électrique à alimenter. L'ensemble est alimenté en sources de tension DC stabilisées de : 5V et 12V. Nous devons déterminer la valeur de l'intensité du courant à délivrer pour le bon fonctionnement de chaque dispositif. Pour cela nous allons effectuer un regroupement selon le niveau de tension.

▪ Source de tension 5V DC

Toutes les charges alimentées par la source de tension 5V DC sont répertoriées dans le tableau suivant :

Tableau 2.1 : Courant consommé par les charges alimentées en 5V

Type de charge	Courant maximal consommé par charge	Nombre de charge
Capteur de température et d'humidité DHT22	2,5 mA	2
Capteur de fumée MQ-2	160 mA	1
Afficheur LCD 20x4 I2C	40 mA	1
Signalisation visuelle	10 mA	3

Buzzer	25 mA	1
Servomoteur MG995 - 360°C	100 mA	1
Total	360 mA	

La puissance consommée à partir de la source 5V est 1,8 W.

▪ **Source de tension 12V DC**

Toutes les charges alimentées par la source de tension 12V DC sont répertoriées dans le tableau suivant :

Tableau 2.2 : Courant consommé par les charges alimentées en 12V

Type de charge	Courant maximal consommé par charge	Nombre de charge
Pompe à eau submersible	400 mA	1
Carte Arduino Mega 2560	300 mA	1
Total	700 mA	

La puissance consommée à partir de la source 12 V est 8,4 W

La puissance totale à fournir par l'ensemble du circuit d'alimentation est la somme des différentes puissances au niveau de chaque source de tension. La puissance totale fournie est 10,2 W avec une consommation de courant de 1,060 A.

b. Le redresseur

Les composants utiles pour réaliser notre dispositif fonctionnent en courant continu. Nous devons adapter l'alimentation alternative sinusoïdale pour qu'elle soit conforme à cette exigence. Le niveau de tension le plus haut imposé par un composant du système est 12V DC. Pour cela nous optons pour un redresseur en pont monophasé de quatre (04) diodes dont chaque diode a pour caractéristiques :

- Le courant direct maximal est $I_{FM} = I_0 = 0,5 \text{ A}$;
- La tension inverse maximale est $piv = E_{RM} = \sqrt{2} E_{In} \approx 26,87 \text{ V}$;
- Le courant moyen dans une diode $I_{moy \text{ Diode}} = 0,5 I_0 = 0,25 \text{ A}$;
- La valeur du courant efficace est : $I_{rms} = 0,71 I_0 = 0,355 \text{ A}$.

Nous choisissons à cet effet la diode 1N 4007 qui a comme caractéristiques :

Tableau 2.3: Principales caractéristiques de la diode 1N4007

Caractéristique	Valeur
Tension inverse maximale	700 V
Courant moyen maximal	1 A
Tension directe	0,8 V

c. Le transformateur

Le niveau de tension à la prise de connexion au secteur étant très grand, nous utilisons un transformateur abaisseur de tension de rapport de transformation $k = 0,086$, pour passer de 220V AC à 19V AC avant de redresser et stabiliser la tension.

- La tension moyenne à la sortie du redresseur est $E_{moy} = 0,9 E_{In} > 12 \text{ V}$;
- La puissance active : $P = 0,9 E_{In} I_0 = 8,55 \text{ W}$;
- La puissance déformante : $D = 0,43 E_{In} I_0 = 4,085 \text{ W}$;
- La puissance apparente : $S = E_{In} I_0 = 9,5 \text{ W}$;
- Le facteur de puissance : $FP = \frac{P}{S} = 0,9$;

d. Les régulateurs de tension

Pour le bon fonctionnement du dispositif, les niveaux de tensions requis à la sortie du bloc d'alimentation sont 12V DC et 5V DC. Pour obtenir ces différentes valeurs de tension nous allons utiliser des régulateurs de tension DC.

La puissance maximale dissipée pour chaque régulateur se calcule en appliquant la formule :

$$P_D = (V_{int} - V_{out}) I_s$$

Pour avoir en sortie du bloc d'alimentation 12V DC et 5V DC, nous utilisons un circuit constitué de diodes, transistors et de résistances. Caractéristiques des régulateurs de tension :

Tableau 2.4: Principales caractéristiques des régulateurs de tension

Composant	Caractéristique	Valeur
LM7805	Plage d'alimentation	7- 25 V DC
	Courant maximal	1A
LM7812	Plage d'alimentation	14,5- 30 V DC
	Courant maximal	1A

e. Schéma global de l'alimentation

Le schéma général du circuit d'alimentation de notre dispositif réalisé et simulé sur Proteus est le suivant :

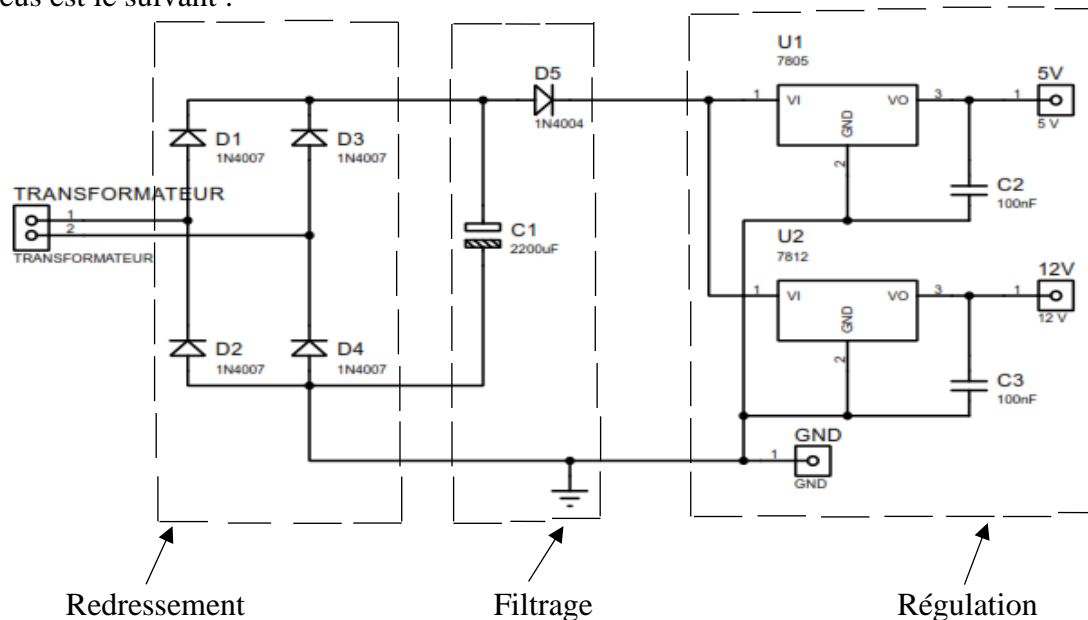


Figure 2.2 : Schéma global de l'alimentation

Pour notre alimentation nous avons utilisé un transformateur 220V / 19V pour abaisser la tension. Nous avons par la suite redressé cette tension alternative en continue à travers les diodes 1N4007. Le condensateur C1 est un condensateur de filtrage, il permet de filtrer la tension à la sortie du redresseur. La diode D5 (1N4004) est une diode de roue libre. Nous avons régulé la tension à la sortie du redresseur avec le LM7805 et le LM7812. Nous avons ainsi en sortie 5V DC et 12V DC.

2.1.3.2 Acquisition des données

Le contrôle de la température et de la fumée sont les principales fonctions de notre dispositif. C'est dans cette optique qu'il est équipé de capteurs qui nous donnent les valeurs actuelles de température et du degré de fumée dans le local.

a. Le capteur de température et d'humidité DHT22

L'acquisition de la température dans le local se fera à l'aide du capteur de température et d'humidité DHT22.

La température et l'humidité dans le local sont des paramètres substantiels et vitaux et nécessitent une appréciation juste via des capteurs très précis et fiables. Le capteur de température et d'hygrométrie choisi est le DHT22.

La sortie DHT22 (AM2302) est un signal numérique calibré. Il utilise un signal numérique exclusif comme technique de collecte et de détection d'humidité, assurant sa fiabilité et la stabilité. Ses éléments de détection sont reliés à un microprocesseur 8-bit mono-puce. Chaque capteur de ce modèle est compensé en température et calibré dans la chambre d'étalonnage précis et l'étalonnage coefficient est enregistré dans le type de programme dans la mémoire, lorsque le capteur détecte, il citera le coefficient de la mémoire. Sa petite taille ; sa faible consommation en énergie et sa grande distance de transmission (100 m), la facilité d'utilisation via la bibliothèque "DHT.h" de Arduino ont motivé notre choix. En plus de cela l'ensemble rangé et bien emballé dans une boîte ressortant quatre broches, rend la connexion très pratique et nous évite de mettre en œuvre des circuits de mise en forme pour les deux capteurs, la gestion et la transmission vers le microcontrôleur.

Le brochage du capteur est le suivant :

- La broche n°1 est la broche d'alimentation (5 volts ou 3.3 volts).
- La broche n°2 est la broche de communication. Celle-ci doit impérativement être reliée à l'alimentation via une résistance de tirage de 4.7K ohms (il s'agit d'une sortie à collecteur ouvert).
- La broche n°3 n'est pas utilisée et ne doit pas être câblée.
- La broche n°4 est la masse du capteur (GND).

Un condensateur de 100nF est requis entre les broches n°1 et n°4 pour que le capteur fonctionne correctement. On verra cela lors de la réalisation du montage de démonstration.

La communication

Un fil est utilisé pour la communication entre le DHT22 et le microcontrôleur. Le codage des informations via ce fil se font de la manière suivante : Données = 16 bits données RH +16 bits données de température+ 8 bits de somme de contrôle

Exemple : le microcontrôleur a reçu 40 bits de données à partir du AM2302 tel que : 0000 0010 1000 1100 0000 0001 0101 1111 1110 1110

16 bits de données RH 16 bits de données de contrôle T somme

Ici, nous convertissons 16 bits de données RH du système binaire à système décimal,

0000 0010 1000 1100 652 → Système binaire du système décimal

HR = 652/10 = 65,2% RH

Ici, nous convertissons 16 bits de données T de système binaire à système décimal,

0000 0001 0101 1111 351 → Système binaire du système décimal

T = 351/10 = 35,1 °C

Lorsque bit le plus élevé de la température est de 1, cela signifie que la température est inférieure à 0 degré Celsius.

Exemple : 1000 0000 0110 0101, T = moins de 10,1 °C

16 bits de données T Somme = 0000 0010 + 1000 1100 + 0000 0001 + 0101 1111 1110 1110
= somme de contrôle = les 8 derniers bits de Somme = 1,110 1110

Ainsi à travers une bibliothèque, existe et permet cette conversion avec Arduino.

Tableau 2.5 : Principales caractéristiques du DHT22

Caractéristique DHT22	Valeur
Humidité relative	0 - 100 %
Précision de l'humidité relative	+/- 2%
Température	- 40 – 125°C
Précision de la température	+/- 0,5°C
Fréquence de mesure maximale	2 Hz (2 mesures par seconde)
Stabilité à long terme	+/- 0,5% par an
Alimentation	3,3 – 6 Volts
Consommation au repos	50 µA
Consommation maximale	1,5 mA

Schéma de principe :

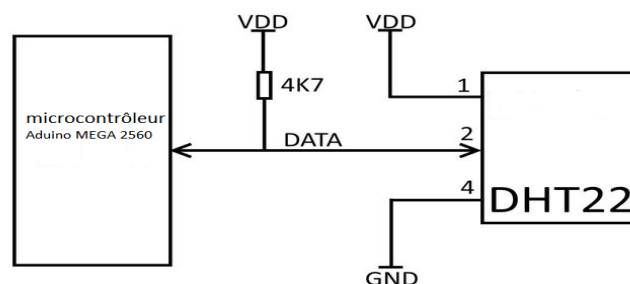


Figure 2.3 : schéma de principe du DHT22

Le schéma électrique sur Proteus est le suivant.

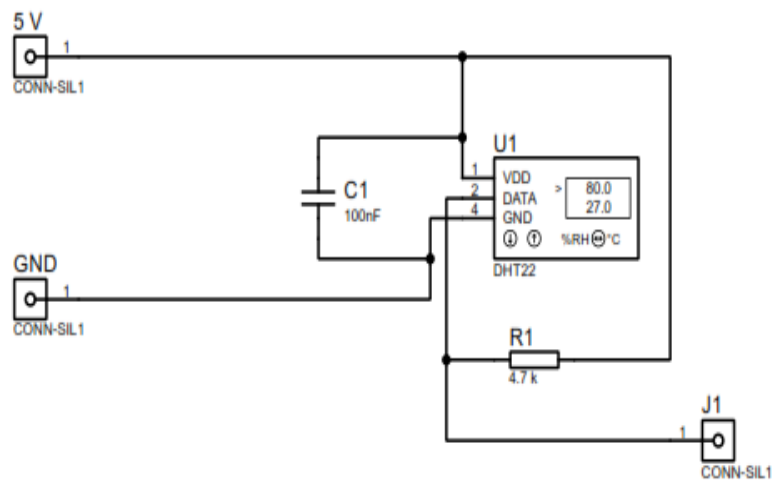


Figure 2.4: Schéma de connexion du DHT22

b. Le capteur de fumée

La fumée, est un nuage de gaz, de vapeurs (plus ou moins chaudes) et de particules solides émis par un feu, certaines réactions chimiques ou un échauffement mécanique. Ces particules sont principalement de la suie (du carbone imbrûlé), ainsi que des cendres volantes ; Souvent la fumée contient aussi une grande quantité de composants métalliques et organiques en faible quantité, mais qui pour beaucoup sont toxiques. Ces fumées proviennent de plusieurs sources et possèdent des compositions différentes.

- Composition de la fumée du feu de bois

Tableau 2.6 : Composition de la fumée du feu de bois

Composant	Concentration
Azote	62 %
Dioxygène	13 %
Dioxyde de carbone	14 %
Vapeur d'eau	4 %
Monoxyde de carbone	1 %
Argon	15 %

- Composition de la fumée de charbon

Tableau 2.7 : Composition de la fumée de charbon

Composant	Concentration
Carbone	60 %
Cendres	3 %
Matières volatiles	15 %
Teneur en poussière	10 %
Teneur en humidité	5 %

- Composition de la fumée de cigarette

Tableau 2.8 : Composition de la fumée de cigarette

Composant	Concentration
Azote	62 %
Oxygène	13 %
Dioxyde de carbone	14 %
Monoxyde de carbone	4 %
Eau	1 %
Hydrocarbures	15 %

- Composition de la fumée de papier

Tableau 2.9 : Composition de la fumée de papier

Composant	Concentration
Carbone	44,4 %
Oxygène	49,4 %
Hydrogène	6,2 %
Massique	30 %

L'acquisition de la fumée à l'intérieur du local se fera à l'aide d'un capteur de fumée MQ-2.

Le MQ-2 est un capteur de fumée qui permet de détecter du gaz ou de la fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Il existe plusieurs capteurs de la famille des capteurs MQ. Parmi ces capteurs, nous avons :

- Le MQ-2, capable de détecter différents gaz comme le butane, le propane, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm.
- Le MQ-3, capable de détecter différents gaz comme l'alcool, l'éthanol à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm.
- Le MQ-4, capable de détecter le gaz comme le méthane à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm.
- Le MQ-5, capable de détecter le gaz comme le gaz naturel à des concentrations de 300 ppm à 50000 ppm.
- Le MQ-6, capable de détecter le gaz comme le butane à des concentrations de 200 ppm à 10000 ppm.
- Le MQ-7, capable de détecter le gaz comme le monoxyde de carbone à des concentrations de 20 ppm à 2000 ppm.
- Le MQ-8, capable de détecter le gaz comme l'hydrogène à des concentrations de 100 ppm à 10000 ppm.
- Le MQ-9, capable de détecter différents gaz comme le monoxyde de carbone et le méthane à des concentrations respectives de 10 ppm à 1000 ppm et de 100 ppm à 10000 ppm.
- Le MQ-136, capable de détecter le gaz comme le sulfure d'hydrogène gazeux à des concentrations de 1 ppm à 1000 ppm.
- Le MQ-137, capable de détecter le gaz comme l'ammoniac à des concentrations de 5 ppm à 500 ppm.

Le capteur de fumée MQ-2 est un capteur avec une sortie analogique (A Out) qui signale la présence de fumée en élevant la tension en sortie. Plus il y a de fumée et plus la tension monte. Il est possible de régler la sensibilité du module à l'aide du potentiomètre se trouvant à l'arrière du module, ce dernier permet d'ajuster un seuil d'activation pour le signal digital (D Out) qui change lorsque le seuil est atteint. La sensibilité peut également être réglée dans le programme.

2.1.3.3 La communication homme-machine

Pour la communication entre un utilisateur et le dispositif nous avons un canal de communication : l'écran d'affichage.

Pour un bon fonctionnement du dispositif nous devons être capables à tout moment de connaître la valeur de la température relative mesurée par les capteurs dans le local. L'afficheur alphanumérique LCD 20x4 est celui choisi pour notre dispositif car, tout comme son nom l'indique, il affiche des lettres, des chiffres et quelques caractères spéciaux. Tout ceci suffit largement pour atteindre nos objectifs. Sur la deuxième ligne nous aurons la valeur de la température du côté droit du local et sur la troisième ligne nous aurons la valeur de la température mesurée par le capteur du côté gauche du local. Ce composant possède 16 broches que nous allons décrire :

Tableau 2.10 : Description des broches de l'écran LCD 20x4

N° des broches	Nom	Rôle
1	V_{ss}	Masse
2	V_{dd}	+5V
3	V_0	Réglage du contraste à l'aide d'un potentiomètre de 10K Ω
4	RS	Sélection du registre (commande ou donnée)
5	R/W	Lecture ou écriture
6	E	Entrée de validation
7 à 14	$D0$ à $D7$	Bits de données
15	A	Anode du rétroéclairage (+5V)
16	K	Cathode du rétroéclairage (Masse)

2.1.3.4 La signalisation

La signalisation de notre dispositif consistera à informer l'utilisateur sur l'état des paramètres mesurés vis-à-vis des consignes et l'état des composants du circuit électrique du dispositif. Pour cela, nous aurons deux types : la signalisation visuelle à travers les diodes électroluminescentes (LED) et la signalisation sonore à travers le buzzer ou alarme sonore.

En ce qui concerne la signalisation visuelle nous avons trois (03) LEDS qui représentent chacune un état particulier du dispositif : la LED verte est allumée lorsque le dispositif ne détecte aucun danger, la LED bleue est allumée quant-à-elle lorsque le capteur détecte une fumée dangereuse et en fin la LED rouge est allumée lorsque la température du local est très élevée pouvant provoquer un incendie. L'activation de chaque LED se fait selon un schéma de principe générique qui permet d'alimenter la diode à la sortie du microcontrôleur au travers d'une résistance bien dimensionnée pour limiter l'intensité du courant.

Schéma de principe

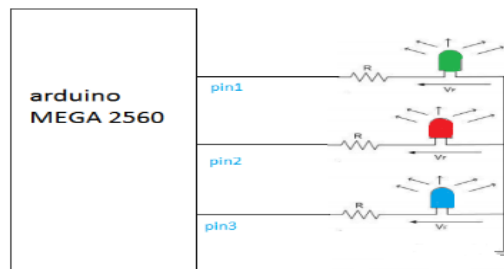


Figure 2.5 : Schéma de signalisation visuelle

Les broches du microcontrôleur utilisé sont digitales et délivrent une tension entre 0 et 5V. Le courant maximale admissible est de 10mA pour une diode et la tension de fonctionnement (V_f) pour une diode est 1,2V, alors la valeur minimale de la résistance choisie est dans ce cas :

$$V_{pin} = RI + V_f$$

$$\rightarrow R_{\min} = \frac{V_{in} - V_f}{I_{\max}} = \frac{5 - 1,2}{0,010} = 380 \Omega$$

$$\rightarrow R_{\min} = 380 \Omega$$

Nous choisirons donc une résistance de valeur $R > 380 \Omega$

Tableau 2.11 : Caractéristiques des composants pour la signalisation visuelle

Composant	Caractéristique	Valeur
LED	Couleur	Selon la fonction
	Tension V_f	1,2 V
	Courant moyen maximal	10 mA
Resistance	Grandeur	470 Ω
	Précision	5%
	Puissance dissipée	0,25 W

La signalisation sonore est importante pour informer l'utilisateur sur l'état du dispositif et se fera à l'aide d'un buzzer alimenté en 5V.

2.1.4 La programmation de l'Arduino Mega 2560

La programmation se fera sur le logiciel open source Arduino, développé en Java et très simple à utiliser. Le système Arduino nous donne la possibilité d'allier les performances de la programmation à celles de l'électronique. Le gros avantage de l'électronique programmée est qu'elle simplifie grandement les schémas électroniques et par conséquent, le coût de la réalisation, mais aussi la charge de travail de la conception d'une carte électronique.

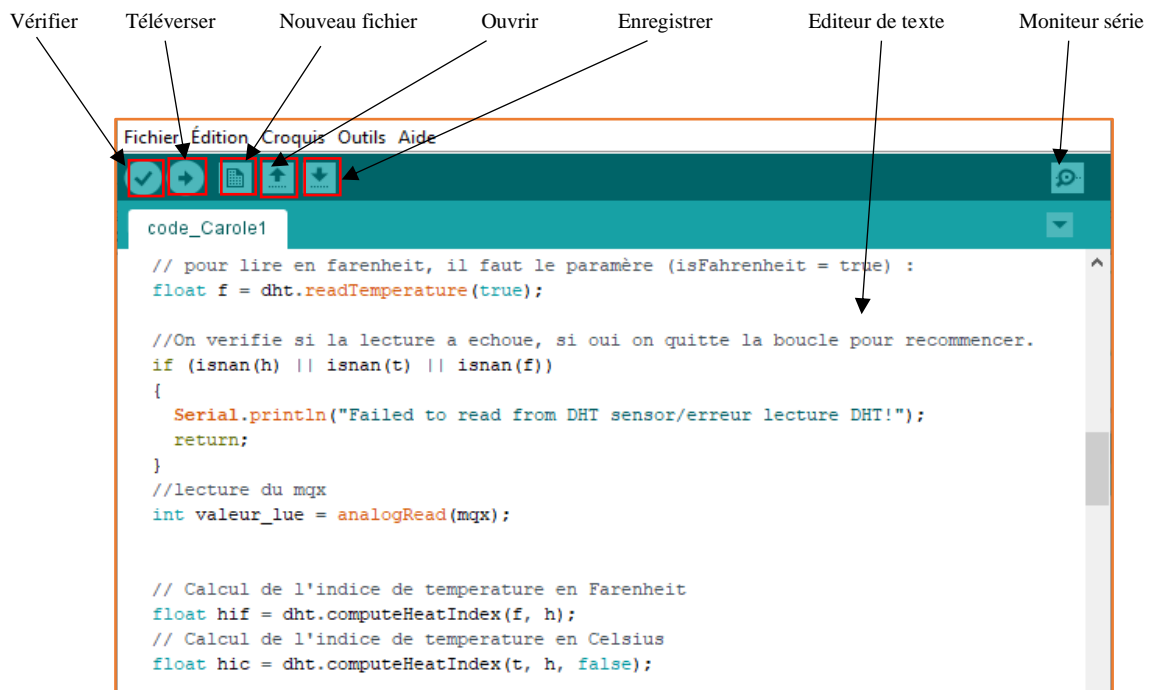


Figure 2.6: Description de l'interface du Logiciel Arduino

Tout d'abord nous allons commencer par relier à l'Arduino les broches des composants. Ces broches seront configurées en entrées ou en sorties suivant l'usage. Les affectations des ports de l'Arduino Mega 2560 sont les suivantes :

Tableau 2.12 : Tableau d'affectation des broches

Composant	Numéro de broche
Capteur de fumée MQ-2	A0
1^{er} Capteur de température DHT22	8
2^{ème} Capteur de température DHT22	7
Pompe à eau	11
Servomoteur MG995 - 360° C	9
Ecran LCD	SDA= 20, SCL= 21
LED signalisation état normal (LED verte)	27
LED signalisation d'une fumée dangereuse (LED bleue)	25
LED signalisation d'une température dangereuse (LED rouge)	23
Buzzer	2

Nous présentons à présent l'organigramme de l'algorithme général.

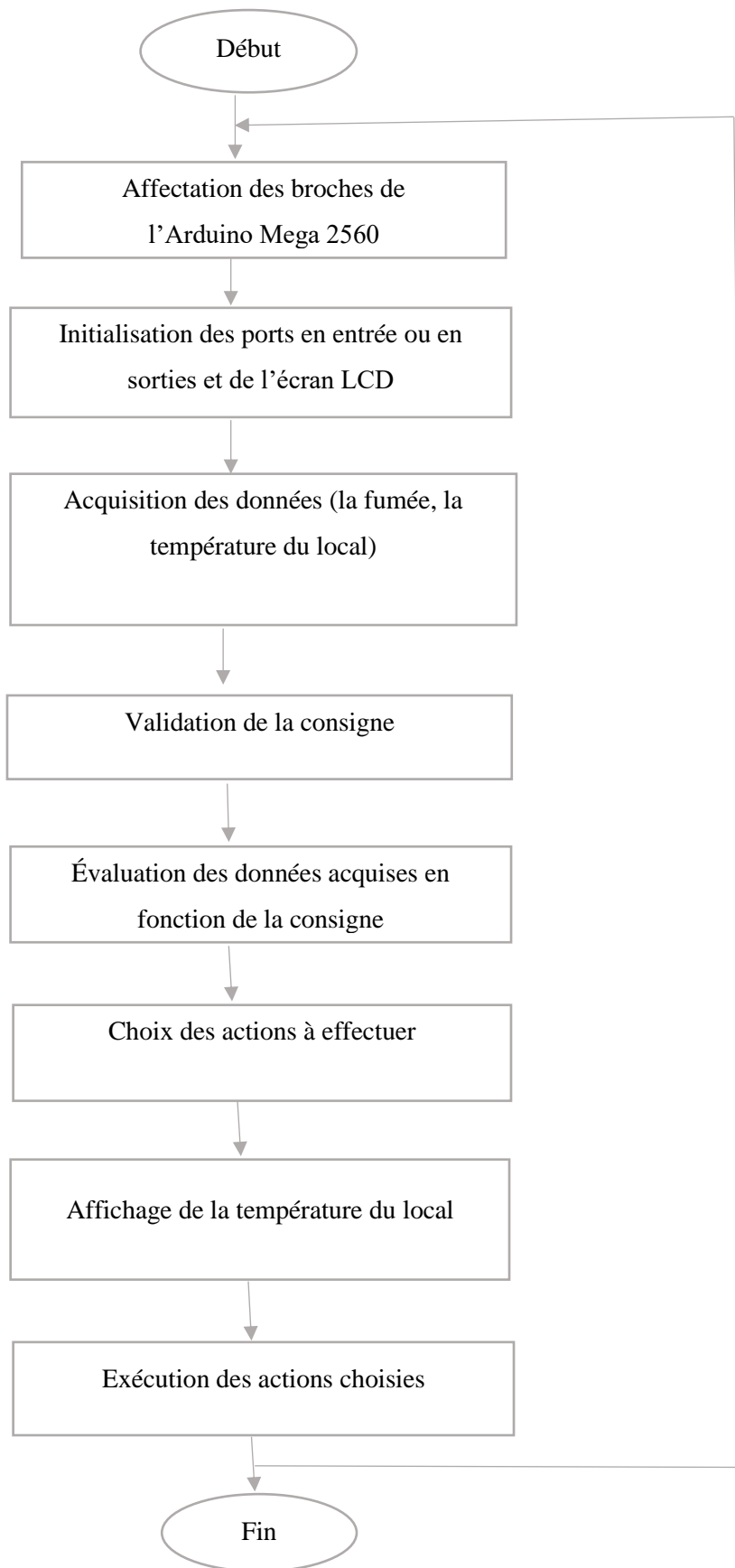


Figure 2.7: Organigramme de l'algorithme du fonctionnement général

2.2 Outils

Pour réaliser ce travail nous avons fait recours à plusieurs outils mais nous ne présenterons ici que l'essentiel de ceux-là.

2.2.1 La carte Arduino Mega 2560

L'Arduino Mega est une carte de microcontrôleur basée sur l'ATmega1280 (Microcontrôleur de 8bits). Il comporte 54 broches d'entrée / sortie numériques (dont 14 peuvent être utilisées comme sorties PWM), 16 entrées analogiques, 4 UART (ports série matériels), un oscillateur à cristaux liquides de 16 MHz, une connexion USB, une prise de courant, un en-tête ICSP, et un bouton de réinitialisation. Il contient tout le nécessaire pour supporter le microcontrôleur ; Il suffit de le connecter à un ordinateur avec un câble USB ou de l'alimenter avec un adaptateur AC-DC ou une batterie pour démarrer. L'Arduino Mega peut fonctionner sur une alimentation externe de 7 à 20 volts. Cependant, si la carte est alimentée avec moins de 7 V, la broche 5V peut fournir moins de 5V et la carte peut être instable. Si vous utilisez plus de 12 V, le régulateur de tension peut surchauffer et endommager la carte ; La plage recommandée est de 7 à 12 volts.

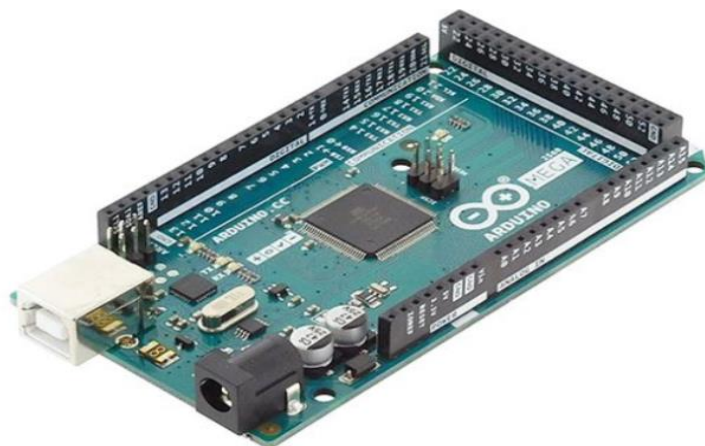


Figure 2.8 : carte Arduino Mega 2560

2.2.2 Le détecteur de fumée MQ-2

Le MQ-2 est un capteur qui permet de détecter du gaz ou de la fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Le MQ-2 peut détecter différents gaz comme le butane, le propane, le méthane, l'alcool, l'hydrogène ainsi que les fumées. Il est conçu pour un

usage intérieur à température ambiante. Le MQ-2 doit être alimenté en 5V pour le capteur physico-chimique puisse atteindre sa température de fonctionnement. Ce capteur peut fonctionner à des températures allant de -10 à 50°C et consomme moins de 159 mA à 5 V. Il dispose d'une sortie analogique et d'un réglage de la sensibilité par potentiomètre. La sensibilité peut également être réglée dans le programme.

Le capteur MQ-2 est un capteur avec une sortie analogique (A Out) qui signale la présence de fumée en élevant la tension en sortie. Plus il y a de fumée et plus la tension monte. Il est possible de régler la sensibilité du module à l'aide du potentiomètre se trouvant à l'arrière du module, ce dernier permet d'ajuster un seuil d'activation pour le signal digital (D Out) qui change lorsque le seuil est atteint.



Figure 2.9 : détecteur de fumée MQ-2

2.2.3 Le capteur de température DHT22

Le DHT22 est une sonde de température et d'hygrométrie très précise qui supporte une alimentation et des signaux de 3,3 V ou 5 V, la consommation maximale lors de la collecte de données est de 2,5 mA et de dimensions 27mm x 59mm x 13,5mm.

Le capteur DHT22 / AM2302 est capable de mesurer des températures de -40 à +125°C avec une précision de +/- 0.5°C et des taux d'humidité relative de 0 à 100% avec une précision de +/- 2% (+/- 5% aux extrêmes, à 10% et 90%). Une mesure peut être réalisée toutes les 500 millisecondes (soit deux fois par seconde).

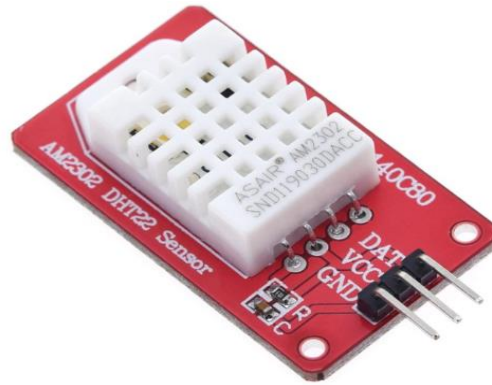


Figure 2.10 : Capteur de température DHT22

2.2.4 L'afficheur LCD 20x4

L'afficheur LCD permet d'afficher d'un message textuel. Il faut envoyer une série de commandes à l'afficheur, qui les interprète et effectue l'opération d'affichage. On distingue deux types de commandes : les instructions (pour configurer l'afficheur) et les données (pour afficher un caractère à partir de son code ASCII). Le protocole d'envoi des commandes à l'afficheur est très précis et doit être respecté si on veut que la réaction de l'afficheur soit le résultat attendu : afficher un message.



Figure 2.11 : Afficheur LCD 20x4

2.2.5 Outils logiciels

Nous avons utilisé le logiciel **Proteus** et **Arduino**. Le logiciel **Proteus** permet la réalisation des circuits électroniques, des circuits imprimés et simulation. Il va nous permettre

de réaliser notre circuit électronique et de faire le typon. Nous vérifierons le fonctionnement du programme que nous allons écrire dans l'interface **Arduino** avant l'implémentation.

Conclusion

Au terme de ce chapitre portant essentiellement sur la méthodologie nécessaire pour mener à bien ce travail et la présentation du matériel utilisé, il en ressort que nous avons commencé par le dimensionnement de notre dispositif et nous avons fait les modélisations théoriques de chaque partie du système. Le troisième chapitre sera consacré aux résultats du dimensionnement et la simulation du système dans le logiciel Proteus.

Chapitre 3 : Résultats et interprétation

Introduction

Dans ce chapitre, il sera question pour nous de présenter les résultats de notre dimensionnement à travers ses données de base et les différentes étapes de réalisation de notre dispositif.

3.1 Simulation

Les schémas de principe, qui ont servis au dimensionnement des différentes parties du circuit électrique de notre dispositif, seront assemblés pour simuler le fonctionnement global du système. Le logiciel utilisé à cet effet est Proteus. Nous allons importer le programme développé sur le logiciel Arduino dans le microcontrôleur Arduino Mega 2560.

3.1.1 Présentation de l'expérience

Dans le fonctionnement réel, la partie électrique est chargée d'assurer et contrôler la mise en place d'un environnement adapté aux besoins du local et d'informer les utilisateurs sur l'état de fonctionnement du dispositif via des signalisations visuelles et sonores (état de fonctionnement en défaut ou normal).

Sur le logiciel Proteus, le test par simulation des différentes fonctions de la partie électrique du dispositif nous impose une variation manuelle de la température relative de l'air. En effet, ce logiciel n'offre pas la possibilité de simuler un environnement à température relative variable dans le local.

L'expérience ici consiste à évaluer le fonctionnement de l'ensemble des fonctionnalités du dispositif. Au début nous allons prendre la valeur de la température de l'air à droite et à gauche du local et le résultat sera affiché à l'écran LCD. Nous allons également prendre un taux de fumée présent dans le local. Ensuite la commande automatique définit les actions à effectuer en sortie, soit déclencher la sirène (buzzer) uniquement s'il s'agit d'une fumée, soit déclencher la sirène (buzzer) et l'extincteur si la température est très élevée pouvant provoquer un incendie.

3.1.2 Résultats de la simulation et commentaires

Au démarrage de la simulation, nous effectuons un test de fonctionnement de toutes les broches de l'Arduino Mega 2560. A la suite, l'écran LCD affichera la température actuelle du local ainsi que la concentration de gaz (fumée) présente dans le local. Nous aurons la

température 1 (T1) qui représente la température à gauche du local et la température 2 (T2) qui représente la température à droite du local.

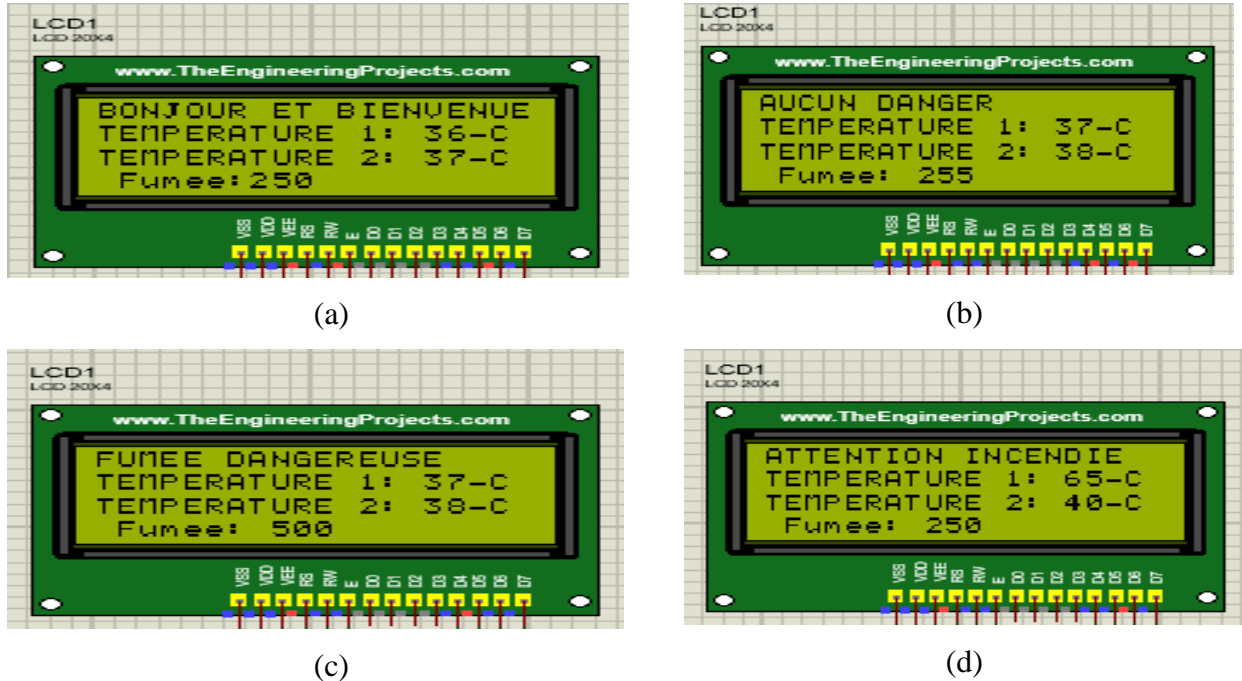


Figure 3.1: Affichage sur écran LCD

(a) Affichage à l'initialisation

Lorsque le dispositif est mis en marche, nous avons un message sur la première ligne de l'afficheur « Bonjour et bienvenue ». La deuxième et la troisième ligne affichent les températures à gauche et à droite du local respectivement. La quatrième ligne affiche la concentration de gaz (fumée) présente dans le local.

(b) Aucun danger

La température relative présente à droite et à gauche du local est ensuite affichée en permanence à l'écran ainsi que la concentration de gaz (fumée) dans le local. L'utilisateur a ainsi connaissance des valeurs des grandeurs à chaque instant. Lorsque tout va bien, l'écran affiche « Aucun danger ».

(c) Fumée détectée

Des tests sont réalisés par le programme pour situer les grandeurs en fonction des consignes. Lorsqu'une fumée dangereuse est détectée, l'écran affiche « Fumée dangereuse ».

(d) Incendie détecté

Lorsque la température est très élevée à droite ou à gauche du local (supérieure à 65°C), qui est la température susceptible de provoquer un incendie, l'écran affiche « Attention incendie ».

Conception et réalisation d'un dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie

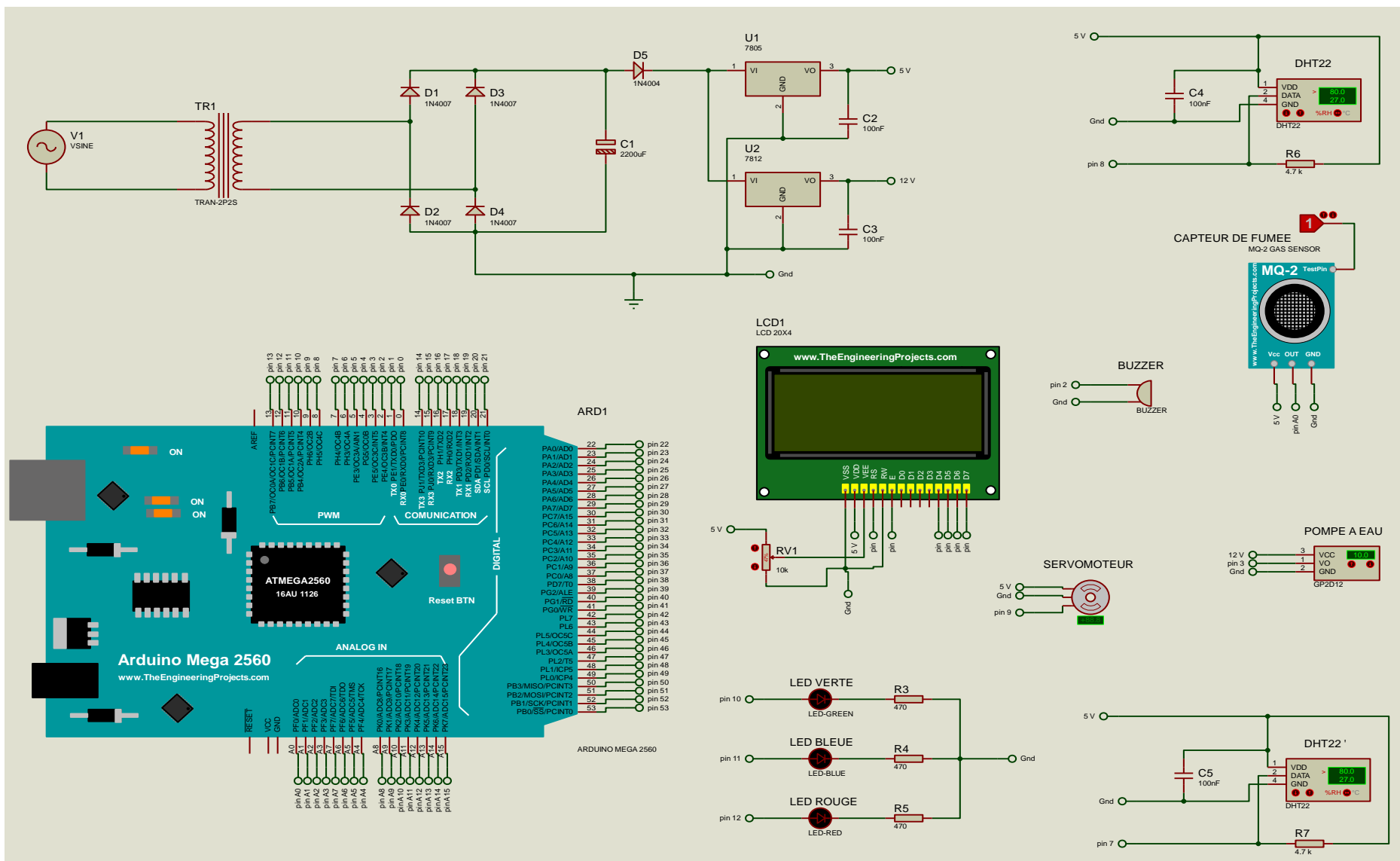


Figure 3.2: Schéma d'ensemble pour la simulation

3.2 Réalisation

Après la simulation, nous passons à la réalisation des circuits électrique. Pour cela nous avons routé les différents circuits électroniques sur le module Ares du logiciel Proteus. Le routage s'est fait uniquement sur une face : le côté piste de la plaque présensibilisée.

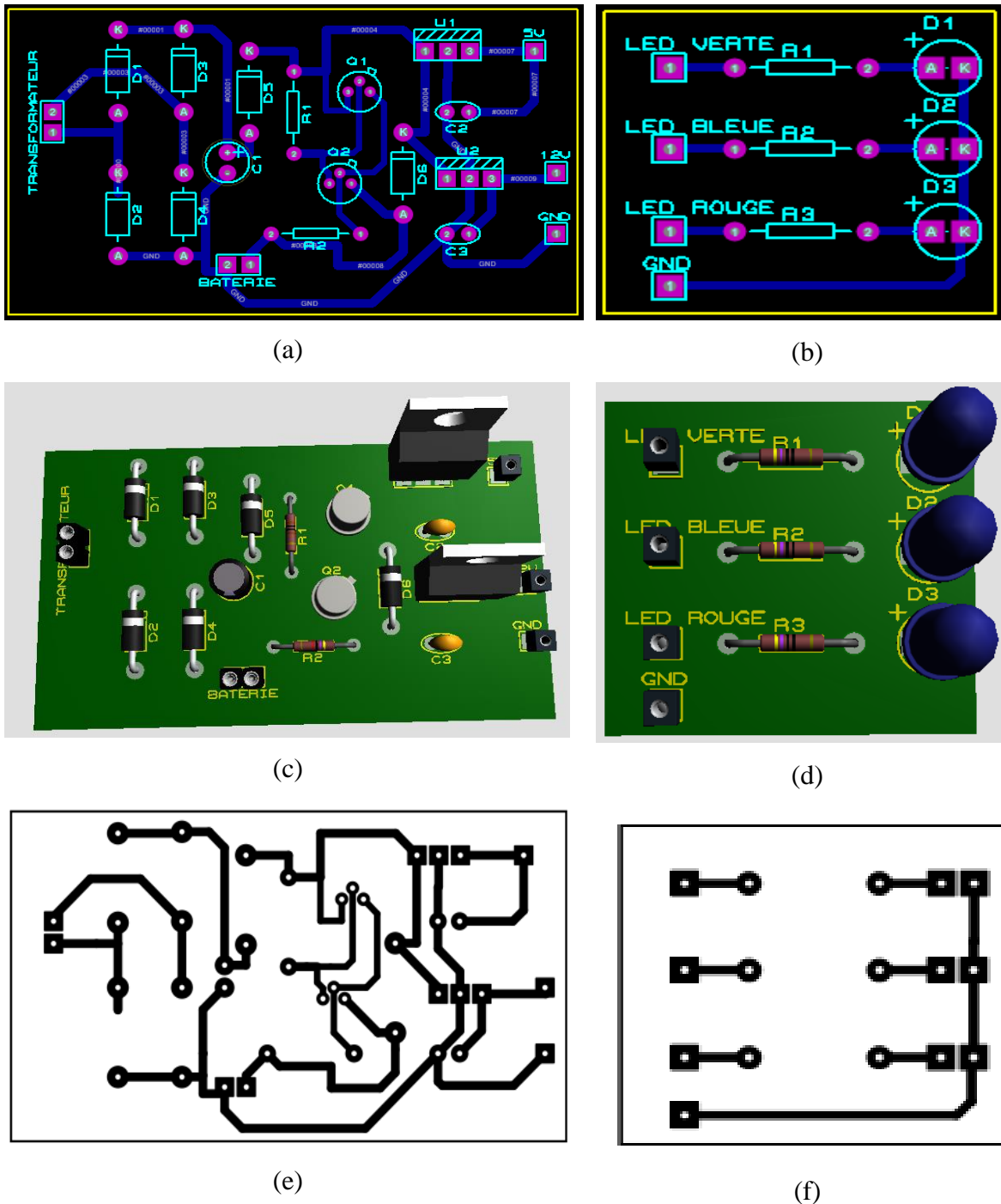


Figure 3.3: Circuits réalisés dans Proteus

- (a) Circuit de l'alimentation routés sur Ares
- (b) Circuit de la signalisation visuelle routés sur Ares
- (c) Circuit de l'alimentation en 3D
- (d) Circuit de la signalisation visuelle en 3D
- (e) Circuit imprimé de l'alimentation
- (f) Circuit imprimé de la signalisation visuelle

Après avoir routé les différents circuits électroniques sur le module Ares du logiciel Proteus, nous avons imprimé les typons. Nous avons soudé les composants par la suite sur la plaque. Nous avons obtenu l'alimentation ci-dessous.



Figure 3.4: typon de l'alimentation

- 1- Sortie transformateur (19V AC)
- 2- Tension 5V DC
- 3- Tension 12V DC
- 4- Gnd

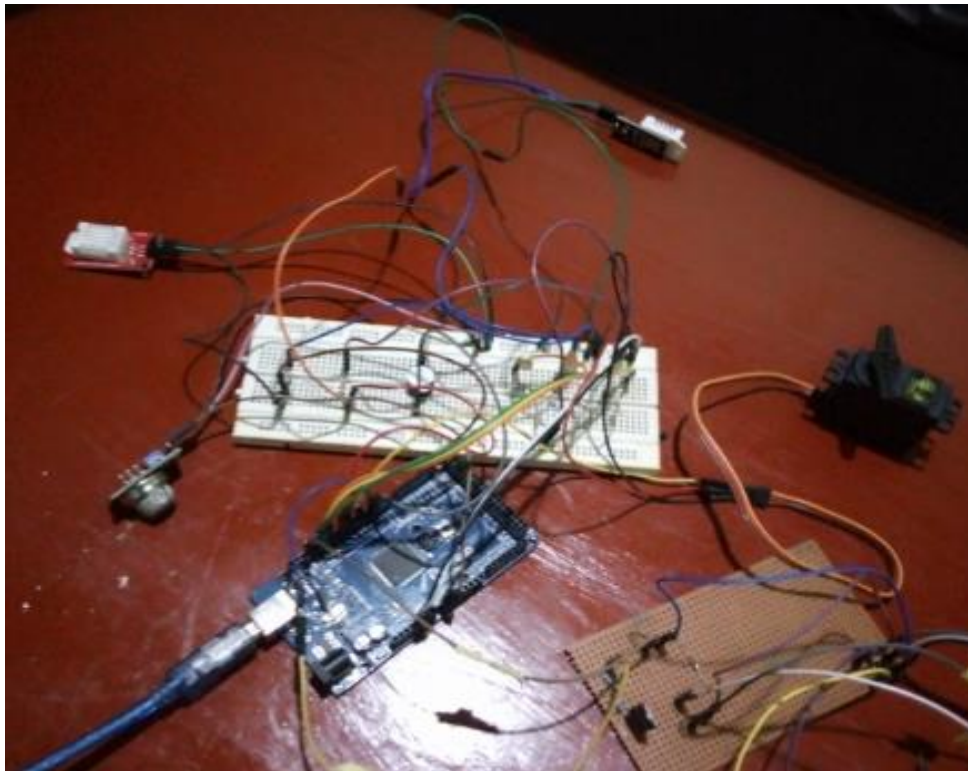


Figure 3.5: Montage sur plaque à essais

Suite à la conception logicielle, nous passons au montage des différents composants sur plaque à essais. Nous utilisons une plaque à essais et des câbles de connexions mâle-mâle, mâle-femelle et femelle-femelle pour relier les composants. Sur la plaque nous avons les trois LED qui représentent les différentes sorties : la LED verte qui représente l'état normal du fonctionnement, la LED bleue qui représente l'état où une fumée dangereuse est détectée et la LED rouge qui représente l'état de l'incendie, lorsque la température est supérieure à la température susceptible de provoquer un incendie (65°C). Nous avons aussi le buzzer qui déclenche chaque fois qu'il y a un problème. Nous avons l'Arduino Mega 2560 connecté au réseau de capteurs (capteur de fumée, capteurs de températures). Nous avons une pompe qui permet de pomper de l'eau pour asperger dans le local en cas d'incendie et un servomoteur qui permet de pulvériser de l'eau sur la zone concernée. Nous disposons également d'une alimentation, d'un écran LCD.

3.3 Analyse financière

Tableau 3.1: Analyse financière

Désignation	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Prix total (FCFA)
Carte Arduino Mega 2560	1	10 000	10 000
Capteur de température DHT22	2	4 000	8 000
Ecran LCD 20x4 I2C	1	5 500	5 500
Transformateur 220/19 V	1	2 000	2 000
Pompe à eau submersible	1	7 500	7 500
Servomoteur MG995-360° C	1	7 000	7 000
Buzzer	1	500	500
Câbles	60	50	3 000
Diodes	6	100	600
Transistors	2	100	200
Condensateur polarisé 2200 F	1	500	500
Condensateur non polarisé 100 nF	2	100	200
Capteur de fumée MQ-2	1	3 000	3 000
Régulateur de tension	2	300	600
Résistances	7	50	350
Plaque cuivrée	1	3 500	3 500
LED	3	50	150
Borniers	8	25	200
Transistor TIP122	1	1 000	1 000
Tuyau pour la pompe	1	1 000	1 000
Etain	1	200	200
Plaque perforée	1	500	500
Maquette	1	5 000	5 000
Autres		5 000	5 000
			65 500
Main d'œuvre			40 000
TOTAL			105 500

Pour mieux apprécier ce montant, nous le comparons au coût évoqué plus haut d'un système d'incendie sur le marché.

Prix système d'incendie (FCFA)	Coût de réalisation (FCFA)	Ecart (FCFA)	Remise
194 700	105 500	89 200	45,81 %

Le coût de la mise sur pied du prototype est déjà de **45,81 %** plus bas que le coût actuel moyen d'un système d'incendie sur le marché.

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons ressortit les résultats des différents dimensionnements faits au chapitre 2. Nous avons ensuite fait les simulations des différentes parties de notre système. La simulation des différents modules nous a permis d'obtenir un système capable de nous avertir en cas de tout début d'incendie. Ce système étant très proches de celui présenté dans nos objectif, notre travail s'avère donc concluant. De plus, en comparant le coût d'un système d'incendie sur le marché qui s'élève à environ 194 700 FCFA, nous constatons que le coût de notre projet est raisonnable.

Conclusion générale et perspectives

Notre travail consistait à la conception et la réalisation d'un dispositif de détection et d'extinction automatique d'incendie. Ce dispositif a des spécifications adaptées au contexte de la situation au Cameroun, avec des incendies qui font de plus en plus des ravages. Il était donc question pour nous de réaliser un dispositif capable de réduire d'avantage le risque d'apparition d'un incendie, de freiner au maximum le développement d'un début d'incendie. Notre travail présente un dispositif qui veille sur plusieurs paramètres d'un local à savoir : la température, l'humidité, la chaleur et le gaz (fumée). Il assure la protection de ce local grâce à son système d'extinction automatique à l'eau en cas de début d'incendie. Il dispose aussi d'une alarme (buzzer) qui alerte l'utilisateur en cas de problème. Nous avons tout d'abord présenté les généralités de l'incendie et avons effectué une étude générale sur les systèmes de détection et d'extinction automatique des incendies. Puis nous avons méthodiquement dimensionné, simulé et réalisé toutes les composantes de ce dispositif. Nous avons fait des tests de notre dispositif dans les locaux qui à chaque fois nous ont donné les résultats satisfaisants car il donne avec précision et rapidité les paramètres dans le local et réagit spontanément en cas de problème. Arrivé au terme de ce travail, nous pouvons dire que nous avons atteint nos objectifs. En effet, les résultats obtenus donnent avec une précision acceptable les valeurs des mesures relatives. Le coût de réalisation de notre dispositif a été évalué à 105 500 FCFA, soit environ 90 000 FCFA de moins que le prix moyen actuel.

En guise de perspectives, des fonctions supplémentaires peuvent être ajoutées à notre dispositif. Pour faciliter l'utilisation de notre dispositif, nous proposons à l'utilisateur la possibilité d'introduire lui-même les différentes consignes. Nous pouvons aussi inclure la mise en œuvre d'une structure de formation et de fabrication du dispositif afin de produire en grande quantité nos produits.

Références bibliographiques

Sites internet :

- [1] : www.infopompier.com (consultation le 24 janvier 2020)
- [2] : www.pfi-sécurité-incendie.com (consultation le 28 janvier 2020)
- [3] : www.ifptraining.fr, ENSPM formation industriel-IFP Training (consultation le 09 février 2020)
- [4] : <http://www.cnpp.com> (consultation le 20 février 2020)
- [5] : www.ffmi.asso.fr (consultation le 29 février 2020)
- [6] : www.securitasdirect.fr , APSAD R1, APSAD R3, APSAD R7 (consultation le 03 Mars 2020)
- [7] : <http://www.gotronic.fr> , art capteur, DHT22 (consultation le 11 Mars 2020)
- [8] : <http://www.kubii.fr> , Robotique, Servomoteur (consultation le 20 Mars 2020)
- [9] : <http://projetsdiy.fr> , capteur, MQ-2 (consultation le 02 mai 2020)
- [10] : www.cameroun.prix-construction.info (consultation le 11 mai 2020)
- [11] : www.golmar.cameroun.prix-construction.info (consultation le 11 mai 2020)
- [12] : <http://mediastore.cm> , détail produit (consultation le 11 mai 2020)
- [13] : <http://conseil.protectionincendieshop.be> (consultation le 25 mai 2020)
- [14] : <http://www.seton.fr> , quel extincteur (consultation le 11 mai 2020)
- [15] : <http://arduino103.blogspot.com> (consultation le 22 mai 2020)
- [16] : <http://www.brulures.be> (consultation le 28 mai 2020)

Thèses et mémoires :

- [17] : ZIDANE Ahmed, BENSALAH Imad Eddine : Evaluation des performances de système extinction automatique à gaz CO2 [Mémoire de fin d'études, licence professionnelle]. Université Kasdi Merbah Ouargla, Algérie ; 2018.
- [18] : NAFA Nadir, ARABI Boualem Amine : Conception et réalisation d'un système de sécurité commandé à distance [Mémoire de fin d'études, Master]. Université de Boumerdes, faculté des sciences de l'ingénieur, Algérie ; 2016.
- [19] : SHAIK Kais, TOUMI Asma : Etude d'un système de détection de flamme [Mémoire de fin d'études, Licence Appliquée]. Institut supérieur des études technologiques de Bizerte, Tunisie ; 2017.

Annexes

Annexe 1 : Composants et matériels nécessaires pour la réalisation de notre dispositif

Les régulateurs de tension DC LM78XX

Les régulateurs de tension sont utilisés pour adapter le niveau de tension à chaque entrée correspondante. Tout d'abord nous devons alimenter le microcontrôleur avec une tension stable de 5V DC ou de 12V DC. Nous avons à cet effet besoin de :

- Un régulateur DC de 05 V DC ;
- Un régulateur DC de 12V DC ;

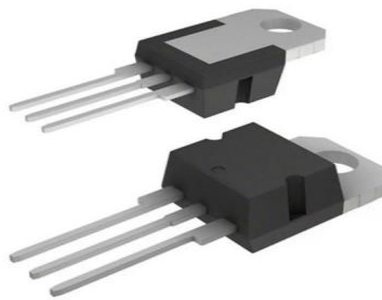


Figure 4.1: les régulateurs de tension DC LM78XX

Le transformateur

Pour abaisser et adapter la tension de 220V AC fournie par le réseau électrique à l'entrée de notre alimentation nous utilisons un transformateur abaisseur de tension de secondaire 15 V AC fonctionnant à 50Hz. Ce transformateur assure aussi un rôle d'isolation galvanique entre le réseau et l'alimentation de notre dispositif.

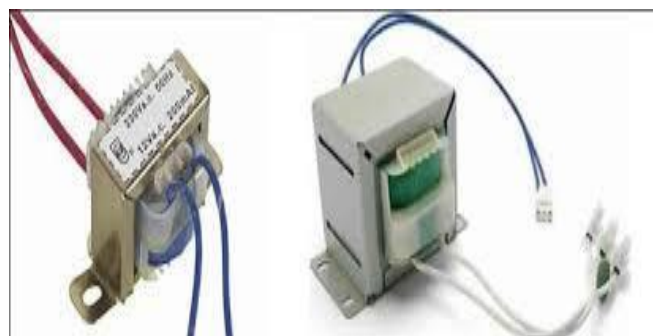


Figure 4.2: Transformateur abaisseur monophasé

Le buzzer

C'est un dispositif mécanique utilisé pour produire du son généralement à une fréquence entre 300 et 500Hz pour une *tonalité*. Il fonctionne en tension continue avec un courant autour de 10mA.



Figure 4.3: Le Buzzer

Servomoteur MG995 - 360°C

C'est un système motorisé capable d'atteindre des positions prédéterminées, puis de les maintenir. La position est dans le cas d'un moteur rotatif, une valeur d'angle et, dans le cas d'un moteur linéaire une distance. Ce Servomoteur va permettre que l'extinction se fasse sur toute la zone concernée.



Figure 4.4: Servomoteur MG995 - 360°C

La pompe à eau submersible

La pompe submersible est un dispositif servant à remonter de l'eau grâce à son alimentation électrique. Nous avons utilisé une pompe à eau ayant pour caractéristiques : DC 4,5 V-12 V ; 100 L/H - 350 L/H ; 40 Cm – 250 Cm ; 0,5 W – 5 W.



Figure 4.5: La pompe à eau submersible

Les autres composants

Les composants électriques de petites dimensions sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 4.1: Présentation des autres composants

Composants	Description et usage
Diodes	Nous utilisons des diodes de redressement 1N4007 montées en pont pour obtenir une tension continue.
Condensateurs	Nous utilisons des condensateurs pour le filtrage et la stabilisation de la tension aux bornes d'entrée des autres composants.
Résistances	Elles sont utilisées pour réduire l'intensité du courant dans les branches.
Transistors	Ils sont utilisés pour la stabilisation du courant de charge.
LED	Les LED nous permettent d'informer l'utilisateur sur l'état du fonctionnement du dispositif via les différentes couleurs.

Annexe 2 : Photos du prototype final



Figure 4.6 : prototype final