

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



UNIVERSITE DE BOUMERDES



FACULTE DES SCIENCES DE L'INGENIEUR

Département Maintenance Industrielle

Option : Génie électrique

Spécialité : Automatique

Mémoire de Fin d'études

En vue d'obtention du diplôme

MASTER

Thème

Conception et réalisation d'un
système de sécurité commandé à
distance

Réalisé par :

Mr NAFA Nadir

Mr ARABI Boualem Amine

Promoteur :

Mr IKHLEF B

Promotion: Juin 2016

Dédicace

Je dédie ce travail ;

*A mes parents que je ne remercierai
jamais assez*

Pour toute l'aide qu'ils m'ont prodiguée,

A mes sœurs,

A tous mes amis,

*A toutes les personnes que je connais et
que je n'ai pas citées ;*

Arabi Boualem Amine

Dédicace

Ce modeste travail est dédié :

A mes chers parents :

Nafa rachid & Radia

Mon oncle :

Arezki Hamza

Qui ont cru toujours en moi et ont mis en disposition tous les moyens nécessaires pour que je réussisse dans la vie, je tiens à les remercier parce que sans eux je ne serais jamais là.

A tous mes proches des familles Nafa, Sedoud et Hamza particulièrement,

Mes frères:

Abed raouf, abdenmour, Meni hacene et mes sœurs

A tous mes chers amis et collègues, particulièrement mon binôm « Boualem» et tous ceux de l'université de Boumerdes :

*Khalil, Hammouda, imad, Azwaw, Nadir, Sdali ,
Ghezal, Billel, Mohamed, Amine, Fahem, Wahab,
Ahcino, Mokran, Chafi, Abdelmalek, youcef,
Azzedine, Haïthem, Wahid, Narimen, et tout les
membres du club scientifiques mecatro.*

A tous ceux qui m'ont enseigné tout le long de ma vie scolaire.

Nafa Nadir

Remerciements

Nous rendons nos profondes gratitude à dieu qui nous a aidés à réaliser ce modeste travail.

Nous exprimons nos profondes gratitude à nos parents pour leurs encouragements, leurs soutiens et pour les sacrifices qu'ils ont enduré.

Nous remercions. Notre promoteur Monsieur IKHLEF BOUALLEM pour les efforts qu'il a déployé, pour nous aider, conseiller, encourager et corriger.

Nous tenons à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'examiner notre travail.

Nous remercions aussi tout le corps enseignant et administratif qui a contribué à notre formation universitaire.

Nous remercions AMINE, NADIR, MOKRANE, MOUAAD, et le menuisier ABDELKARIM qui ont vivement contribuer à la réalisation de notre maquette.

Sans oublier tous nos amis

Liste des tableaux

<i>Table 1 : détermination de la surface de détection pour un détecteur linéaire de fumée</i>	<i>12</i>
<i>Table 2 : détermination de la surface de détection pour un détecteur de flamme</i>	<i>13</i>
<i>Table 3 : classification de Bluetooth en fonction de puissance d'émission</i>	<i>50</i>
<i>Table 4: Les codes utilisés pour chaque action</i>	<i>72</i>

Liste des figures

Chapitre I : Cahier Des Charges Et Etat De L'art De La Sécurité Industrielle

Fig I.1: centrale d'alarme d'incendie et ses périphériques	8
Fig I.2 : courbe de développement du feu	10
Fig I.3 : réaction des détecteurs en fonction de l'évolution du feu	10
Fig I.4 : équipement pour alarme sonore.....	13
Fig I.5 : Ventouses pour fermeture de portes	14
Fig I.6 : Le lumandar	24
Fig I.7 : L'horloge classique	25
Fig I.8 : Calculateur astronomique	25

Chapitre II : Conception D'un Systeme De Gestion De Sécurité Industrielle

Fig II.1: Architecture globale du système	31
Fig II.2 : diagramme d'utilisation relative (exploiteur/Arduino)	35
Fig II.3 : diagramme d'utilisation relative (développeur).....	35
Fig II.4 : fonctionnement du système	36
Fig II.5 : Diagramme de séquence "authentification"	38
Fig II.6 : Diagramme de séquence "Allumer lampe"	38
Fig II.7 : Diagramme de séquence "Eteindre lampe"	39
Fig II.8 : Diagramme de séquence "Ouvrir porte"	39
Fig II.9 : Diagramme de séquence "fuite du gaz"	40
Fig II.10 : notion de bas du diagramme d'activité	40
Fig II.11 : diagramme d'activité	41

Chapitre III : Moyens Utilises (Soft Et Hard)

Fig III.1: les composants d'Arduino Mega 2560	45
Fig III.2 : les composants d'Arduino UNO	45
Fig III.3 : Microcontrôleur ATmega328.....	46
Fig III.4 : Bluetooth HC-06.....	50
Fig III.5 : schéma de câblage Bluetooth.....	51
Fig III.6 : module infrarouge.....	51
Fig III.7: schéma de câblage infrarouge.....	51
Fig III.8: Capteur de gaz MQ-2.....	52
Fig III.9 : schéma de câblage capteur de gaz	52
Fig III.10: Capteur Ultrasonic HC-SR04	52
Fig III.11 : mécanisme de travail du capteur Ultrasonic HC-SR04	52
Fig III.12: schéma de câblage Ultrasonic HC-SR04	53
Fig III.13 : Servomoteur.....	53
Fig III.14 : schéma de câblage servomoteur.....	53
Fig III.15: Capteur de température LM-35.....	53
Fig III.16 : schéma de câblage capteur de température	54

Fig III.17 : DC moteur.....	54
Fig III.18 : schéma de câblage DC moteur.....	54
Fig III.19 : Capteur de flamme.....	54
Fig III.20 : schéma de câblage capteur de flamme.....	55
Fig III.21 : Photorésistance	55
Fig III.22 : schéma de câblage photorésistance.....	55
Fig III.23 : RFID – RC255	55
Fig III.24: schéma de câblage RFID – RC255	56
Fig III.25 : description de l'interface d'Arduino IDE.....	56
Fig III.26 : paramétrage de la carte étape1	57
Fig III.27 : paramétrage de la carte étape2.....	57
Fig III.28 : Les étapes de téléchargement du code	59
Fig III.29: Fenêtre principale d'ISIS.	60
Fig III.30 : Choix des composants	61
Fig III.31 : Exemple réalisé par ISIS.....	61
Fig III.32 : Le chemin du fichier de code HEX de notre programme	62
Fig III.33 : Interface de Fritzing.....	62
Fig III.34 : Platine d'essai (Breadboard).....	63
Fig III.35 : Vue schématique.....	63
Fig III.36 : Circuit imprimé.....	63

Chapitre IV : Simulation Et Réalisation

Fig IV.1 : schéma de fonctionnement Système de détection de gaz	66
Fig IV.2 : schéma de fonctionnement système anti intrusion	67
Fig IV.3 : schéma de fonctionnement système de température.....	68
Fig IV.4 : schéma de fonctionnement système de détection de feu	69
Fig IV.5 : schéma de fonctionnement système d'éclairage automatique.....	70
Fig IV.6 : La simulation de la commande des actionneurs par le Bluetooth	72
Fig IV.7 : Simulation de la commande automatique des actionneurs	73
Fig IV.8: Simulation de la communication entre les Arduino avec le bus I2C.....	74
Fig IV.9 : schéma de câblage sale 1	76
Fig IV.10 : schéma de câblage sale 2.....	77
Fig IV.11 : Maquette de projet	77
Fig IV.12 : Salle de contrôle principale	77
Fig IV.13 : Salle de contrôle secondaire	78

Liste des abréviations

SSI	Systèmes de Sécurité Incendie
ERP	Etablissement Recevant du Public
DS	Diffuseur Sonore
DM	Déclencheur Manuel
BAAS	Blocs Autonomes d'Alarme Sonore
CMSI	Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie
DAS	Dispositifs Actionnés de Sécurité
SDI	Système de Détection d'Incendie
DAI	Détecteurs Automatiques d'Incendie
ECS	Equipement de Contrôle et de Signalisation
DA	Détecteurs Automatiques
SMSI	Système de Mise en Sécurité Incendie
CCTV	Closed Circuit Televisions
PIR	Passive Infra Red - détecteur infrarouge passif
RF	Radio Fréquence
I2C (IIC)	Inter Integrated Circuit
SDA	Serial Data Line
SCL	Serial Clock Line
SPI	Interface Série Périphérique
TWI	Two-Wire interface
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
TTL	Transistor-Transistor Logic
DC	Direct Current

Table des matières

Introduction générale	2
Chapitre I : Cahier Des Charges Et Etat De L'art De La Sécurité Industrielle	
I.1. Introduction	5
I.2. Cahier des charges	5
I.2.1. Surveillance et protection contre les incendies et des fuites de gaz.....	5
I.2.2. Contrôle d'accès aux locaux, afin d'assurer un certain degré de sécurité.....	5
I.2.3. Éclairage automatique	6
I.2.4. Du point de vue technique, le système doit être	6
I.3. Les systèmes d'Alarme-incendie	6
I.3.1. Types de systèmes de sécurité incendie	6
I.3.1.1. Systèmes de type 4	6
I.3.1.2. Systèmes de type 3	6
I.3.1.3. Systèmes de type 2	7
I.3.1.4. Systèmes de type 1	7
I.3.2. Structure générale d'une alarme d'incendie.....	7
I.3.2.1. Le système de détection incendie (SDI) :.....	7
I.3.2.3. Le système de mise en sécurité incendie (SMSI) :	8
I.3.3. Les étapes de la sécurisation.....	8
I.3.3.1. Détecter et signaler.....	8
I.3.3.2. Mettre en sécurité :	8
I.3.4. Matériels utilisés dans le SDI.....	9
I.3.4.1 Déclencheur manuel	9
I.3.4.2 Détecteur automatique.....	10
I.3.5. Matériels utilisés dans le S.M.S.I	13
I.3.5.1. Alarme sonore.....	13
I.3.5.2 Compartimentage	14
I.4. les systèmes d'alarme de gaz	14
I.4.1. détecteur de gaz.....	14
I.4.2. Principe de fonctionnement d'une alarme à gaz.....	14
I.4.3. Les gaz détectés par les alarmes à gaz.....	14
I.4.4. L'installation des alarmes à gaz	15
I.5. Alarme d'intrusion	15
I.5.1. Système de détection des intrusions.	15
I.5.2 Types d'alarme d'intrusion à l'intérieur	16
I.5.2.1. Détecteurs à infrarouge passif	16
I.5.2.2. Détecteurs à ultrasons	16
I.5.2.4. Détecteur à faisceaux lumineux modulés.	17
I.5.2.5. Détecteurs de bris de vitre.....	18
I.5.3. Types d'alarmes d'intrusion à l'extérieur (En plein air)	18

I.5.3.1. Vibreur.....	18
I.5.3.2. Détection passive du champ magnétique.....	19
I.5.3.3. Détection active du champ électromagnétique.....	19
I.5.3.4. Clôture à micro-ondes :.....	19
I.5.3.5. Les systèmes microphoniques.....	20
I.5.3.6. Détecteur à fibre optique.....	20
I.5.3.7. Champ électromagnétique de perturbation.....	20
I.6. Contrôle d'accès.....	21
I.6.1. L'accès physique.....	21
I.6.2. Fonctionnement d'un système de contrôle d'accès.....	22
I.6.3. Composants du système de contrôle d'accès.....	22
I.6.4. Types de lecteurs.....	22
I.7. L'éclairage extérieur.....	23
I.7.1. Les dispositifs de commande.....	23
I.7.1.1. Allumage manuel.....	23
I.7.1.2. Cellule photosensible avec ou sans réglage de sensibilité.....	24
I.7.1.3. Horloge simple.....	24
I.7.1.4. Calculateur astronomique.....	25
I.7.1.5. Les commandes centralisées.....	25
I.7.1.6. Commande par voie hertzienne.....	26
I.7.2. Les modes de fonctionnement.....	26
I.7.2.1. Fonctionnement permanent.....	26
I.7.2.2. Fonctionnement semi-permanent (coupure nocturne).....	26
I.7.2.3. Fonctionnement par régulation / réduction de puissance (régulation de tension)	26
I.8. Conclusion.....	27
Chapitre II : Conception D'un Systeme De Gestion De Sécurité Industrielle	
II.1. Introduction.....	29
II.2. Spécification des besoins.....	29
II.2.1. Besoins fonctionnels et besoins non fonctionnels.....	29
II.2.1.1. Besoins fonctionnels :.....	29
II.2.1.2. Besoins non fonctionnels :.....	30
II.3. Architecture globale du système.....	30
II.3.1. Partie Utilisateur.....	32
II.3.2. Partie Arduino.....	32
II.3.2.1. Pourquoi Arduino.....	32
II.3.3. Partie Matériel.....	33
II.4. Communication entre les arduino.....	33
II.5. Diagramme de cas d'utilisation.....	34
II.5.1. Les exploiters.....	34
II.5.2. Les cas d'utilisation.....	35

II.6. fonctionnement du système	36
II.7. Diagramme de séquence.....	37
II.7.1. Quelques diagrammes de séquence :	38
II.7.1.1. Diagramme de séquence du cas d'utilisation "authentification"	38
II.7.1.2. Diagramme de séquence du cas d'utilisation "Lampe"	38
II.7.1.3. Diagramme de séquence du cas d'utilisation " porte "	39
II.7.1.4. Diagramme de séquence de " fuite du gaz "	39
II.8. Diagramme d'activité :	40
II.9. Conclusion.....	41
Chapitre III : Moyens Utilises (Soft Et Hard)	
III.1. Introduction.....	43
III.2. Partie Hard	43
III.2.1. Définition du module Arduino	43
III.2.2. Les gammes de la carte Arduino	43
III.2.2.1. Arduino Mega 2560 :	45
III.2.2.2. Arduino Uno.....	45
III.2.3. La constitution de la carte Arduino UNO	46
III.2.3.1. Partie matérielle	46
III.2.3.2. Partie programme.....	49
III.2.4. Bus I2C	49
III.2.5. Module Bluetooth HC-06.....	50
III.2.6. Le module infrarouge (émetteur/récepteur)	51
III.2.7. Capteur de gaz MQ-2	52
III.2.8. Capteur Ultrasonic HC-SR04.....	52
III.2.9. Servomoteur.....	53
III.2.10. Le capteur de Température.....	53
III.2.11. DC moteur	54
III.2.12. Détecteur de flamme	54
III.2.13. Photorésistance	55
III.2.14. RFID – RC255	55
III.3. Partie soft.....	56
III.3.1. Arduino IDE	56
III.3.1.1. Structure générale du programme (IDE Arduino).....	56
III.3.1.2. Injection du programme.....	57
III.3.1.3. Description du programme	58
III.3.1.4. Les étapes de téléchargement du programme.....	59
III.3.2. Présentation du logiciel ISIS de Proteus :	59
III.3.2.1. la fenêtre du logiciel	59
III.3.2.2. Placement et câblage des composants	60
III.3.3. Fritzing	62
III.4. Conclusion.....	63

Chapitre IV : Simulation Et Réalisation

<i>IV.1. Introduction</i>	66
<i>IV.2. Programme et schéma de fonctionnement</i>	66
<i>IV.2.1. Système de détection de gaz</i>	66
<i>IV.2.2. Système anti intrusion</i>	67
<i>IV.2.3. Système de température</i>	68
<i>IV.2.4. Système de détection de feu</i>	69
<i>IV.2.5. Système d'éclairage automatique</i>	69
<i>IV.3. Contrôler Arduino à partir de l'application</i>	70
<i>IV.4. Simulation</i>	71
<i>IV.4.1. Simulation de la commande des actionneurs</i> :	72
<i>IV.4.1.1. Exemple de la simulation d'allumage et extinction de la led</i> :	73
<i>IV.4.1.2. Explication</i> :	73
<i>IV.4.2. Simulation de la commande automatique des actionneurs</i>	73
<i>IV.4.2.1. Exemple de la 2^{ème} simulation de fuite de gaz</i> :.....	73
<i>IV.4.2.2. Explication</i> :	74
<i>IV.4.3. Simulation de la communication entre les Arduino avec le bus I2C</i>	74
<i>IV.4.3.1. Exemple de la simulation du feu</i> :	74
<i>IV.4.3.2. Explication</i> :	75
<i>IV.5. Réalisation</i>	75
<i>IV.5.1. Déroulement de la réalisation</i>	75
<i>IV.6. Fonctionnement du système</i>	75
<i>IV.6.1. Configurations nécessaires</i>	75
<i>IV.6.2. Fonctionnement typique en situation alarmante</i>	76
<i>IV.7. Validation et tests</i>	76
<i>IV.8. Schéma de câblage</i> :	76
<i>IV.9. Maquette de projet</i>	77
<i>IV.10. Conclusion</i>	78
Conclusion générale	80
Bibliographie	81
ANNEXE	82

INTRODUCTION GENERALE

Le progrès de la technologie a permis une avancée sans précédente dans la maîtrise des process ces progrès sont bien-sure suivis d'un nombre indéfini de défis techniques et scientifiques.

Parmi ces défis, on trouve le risque lié à la sécurité du personnel, matériel, environnement ...etc.

Donc, le perfectionnement de ces systèmes reste une priorité pour assurer : le bon fonctionnement, la sécurité, des process dans un environnement à risque.

La sécurité représente une importance primordiale pour toutes les entreprises, que ce soit pour un système de surveillance, un système de contrôle d'accès ou encore un système de protection contre les incendies et les fuites de gaz, ou encore éclairage automatique.

La surveillance peut être secrète ou évidente, tout dépend de l'objectif visé, et comme exemple nous avons un système d'alarme contre intrusion peut informer les responsables d'un intrus, même si les habitants sont lointains; et un autre système d'alarme contre les incendies qui est un dispositif électronique permettant de détecter un départ de feu dans un bâtiment, et de gérer la sécurisation des personnes se trouvant dans celui-ci. Techniquement on appelle l'ensemble du dispositif un "Équipement d'Alarme".

Le contrôle d'accès devient de plus en plus populaire dans beaucoup d'entreprises, toutes catégories confondues. La capacité de limiter l'accès à des personnes pré-autorisées pour des salles d'entraînement, ou à circuler dans les différents départements de l'entreprise est certainement très attrayante.

Toutefois l'électronique moderne et la technologie informatique ont apporté à la surveillance un tout nouveau champ d'application.

Notre objectif se résume à : "concevoir un système de surveillance et de contrôle pour la protection contre les incendies, fuite de gaz, intrusion, et éclairage automatique qui répondent à des besoins bien spécifiques dictés par le cahier des charges".

Notre système est contrôlé par une application Smartphone relié via Bluetooth, permettant d'informer les personnes concernées et se trouvant à distance, des différentes situations, par des messages.

Ce mémoire comporte cinq chapitres, à travers lesquels nous décrivons le travail effectué pour la conception et la réalisation de notre système.

Dans le premier chapitre, nous présentons les spécifications du cahier des charges sur lequel nous nous sommes basés dans la réalisation de ce projet. Et nous donnons également une vue sommaire sur les différents systèmes de

surveillance, d'alarme, d'incendie, fuite de gaz et de contrôle d'accès existants actuellement sur le marché.

Le deuxième chapitre est consacré à la description de la phase de conception du système et de son fonctionnement.

Le troisième chapitre présente l'environnement matériel et logiciel utilisé pour la mise en œuvre de notre système.

Et enfin le quatrième chapitre est consacré à la simulation de notre système, ainsi qu'à sa réalisation.

CHAPITRE I

Cahier Des Charges Et Etat De L'art De La Sécurité Industrielle

I.1. Introduction

Dans la gestion des entreprises, le rôle de la sécurité industrielle, consiste de façon générale à garantir la sécurité des biens, des personnes et également la pérennité de l'entreprise.

Il s'agit alors de concilier les exigences de rentabilité à court terme, avec les exigences de sécurité des biens et des personnes visant à réduire les risques, sur le plan environnemental, social, économique, générés par l'activité de l'entreprise sur un plus long terme, pouvant affecter ses parties prenantes .

Dans les entreprises industrielles, dont les activités présentent des dangers et donc des risques technologiques avérés ou plausibles, la sécurité industrielle se focalise alors sur l'analyse de ces risques et sur leur maîtrise.

Parmi les risques qui peuvent être exposés les entreprises : les incendies, vol, fuit de gaz ...etc.

I.2.Cahier des charges

Les centrales thermiques cherchent à mettre en place un système autonome de détection de chaleur, protection contre les fuites de gaz et les incendies ainsi que l'éclairage automatique. Ce système devra être équipé d'un moyen de communication permettant de transmettre une signalisation d'alarme à ceux qui doivent intervenir en cas d'incident.

Le but de ce projet consiste à étudier un système électronique capable d'assurer cette mission en respectant le cahier des charges suivant.

I.2.1. Surveillance et protection contre les incendies et des fuites de gaz

- Détection de la chaleur et des fuites de gaz dans les endroits susceptibles d'être des foyers d'incendie.
- Dans le cas d'une détection de chaleur suspecte, le système doit effectuer les opérations suivantes :
 - Activation d'une sirène.
 - Émission d'un signal d'alarme à travers Bluetooth.
 - Activation des systèmes d'aérations.

I.2.2. Contrôle d'accès aux locaux, afin d'assurer un certain degré de sécurité

- Porte à digicodes pour l'accès aux bureaux
- Détecteur d'intrusion dans le site.
- Dans le cas d'une détection d'intrusion, le système doit émettre un signal d'alarme sous forme de message par voie Bluetooth vers le téléphone pour avertir le personnel concerné.

- Assurer la fermeture des portes.

I.2.3. Éclairage automatique

- Allumer l'éclairage de manière automatique en cas de besoin.

I.2.4. Du point de vue technique, le système doit être:

- Autonome, indépendant d'un autre système-hôte
- Facilement configurable à travers un PC, offrant à la fois la simplicité de la configuration et la visualisation des informations que le système doit fournir à l'administrateur.
- Fiable, avec une probabilité de fausse alarme infiniment petite.
- Alimenté par le courant du secteur avec une alimentation de secours non interruptible.
- d'un coût relativement abordable par rapport aux systèmes disponibles dans ce domaine.

I.3. Les systèmes d'Alarme-incendie

Une alarme-incendie est un dispositif électronique permettant de détecter un départ de feu dans un bâtiment, et de gérer la sécurisation des personnes se trouvant dans celui-ci, techniquement on appelle l'ensemble du dispositif un équipement d'alarme.

En France la réglementation a fait adapter les SSI (Systèmes de Sécurité Incendie) selon les établissements dans lesquels ils sont installés avec la création de catégories. La catégorie de SSI détermine le type d'alarme installé allant du type 4 à 1 (plus on se rapproche de 1, plus le dispositif est développé). [1]

I.3.1. Types de systèmes de sécurité incendie

I.3.1.1. Systèmes de type 4

Pour les ERP (Etablissement Recevant du Public) les moins importants, les systèmes de sécurité incendie se composent soit :

- d'une centrale à alimentation autonome (sur pile) intégrant un diffuseur sonore (DS) et un déclencheur manuel (DM),
- ou d'une centrale pouvant gérer une à deux lignes de DM et une ligne de DS. [1]

I.3.1.2. Systèmes de type 3

Ces systèmes se composent d'un ou plusieurs BAAS (Blocs Autonomes d'Alarme Sonore) reliés entre eux, et qui peuvent gérer chacun une boucle de déclencheurs manuels. Les BAAS comportent chacun un diffuseur sonore et une batterie pour pouvoir fonctionner en

cas de coupure de l'alimentation. Ils sont reliés entre eux de façon à ce que lorsqu'un BAAS passe en position d'alarme, tous les autres se déclenchent également. [1]

I.3.1.3. Systèmes de type 2

Les systèmes d'alarme type 2 se différencient dans deux catégories:

a. Catégorie 2a :

Les systèmes de cette catégorie se composent d'un CMSI (Centralisateur de Mise en Sécurité Incendie) relié à plusieurs boucles de déclencheurs manuels, et à des DAS (Dispositifs Actionnés de Sécurité) et des DS.

b. Catégorie 2b

Les systèmes de cette catégorie sont équipés avec un BAAS type Pr: c'est un BAAS qui intègre un panneau de commande qui gère jusqu'à huit boucles de déclencheurs manuels, et parfois un contact auxiliaire pour un DAS. Un BAAS Pr ne peut être raccordé qu'à des BAAS et non à des DS. [1]

I.3.1.4. Systèmes de type 1

Ils se composent d'un SDI (Système de Détection d'Incendie) qui peut être relié à un CMSI. C'est le seul type d'équipement d'alarme qui peut comporter des détecteurs automatiques d'incendie (DAI). Le SDI peut se distinguer par deux installations différentes: le SDI conventionnel et le SDI adressable.

a. SDI conventionnel:

Les détecteurs d'incendie et les déclencheurs manuels sont reliés par des boucles à la centrale (Equipement de Contrôle et de Signalisation ou ECS), donc en cas d'alarme, la signalisation et le traitement correspondant s'effectuent par zone. Ce type d'installation est adapté à des ERP de petite ou moyenne taille et moins onéreux qu'un SDI adressable.

b. SDI adressable:

Les détecteurs d'incendie et les déclencheurs manuels sont reliés à l'ECS sur une seule boucle par un système numérique que l'on appelle "bus". En cas d'alarme feu, l'élément de détection peut-être localisé individuellement et avec précision sur un écran. Un SDI adressable est beaucoup plus onéreux qu'un SDI conventionnel, mais beaucoup plus adapté à un ERP de grande taille. [1]

I.3.2. Structure générale d'une alarme d'incendie

On distingue trois parties essentielles (fig II.1) :

I.3.2.1. Le système de détection incendie (SDI) :

Il permet de localiser le sinistre. Il est composé de détecteurs automatiques (DA) ou de déclencheurs manuels (DM). [1]

I.3.2.2. L'acquisition et le traitement des informations :

Permet de traiter les informations reçues par les détecteurs, pour commander les systèmes nécessaires pour lutter contre l'incendie, et sauver la vie des personnes sur scène. [1]

I.3.2.3. Le système de mise en sécurité incendie (SMSI) :

Permet d'assurer les fonctions d'évacuation, de compartimentage, de désenfumage grâce aux portes coupe-feu, aux trappes de désenfumage déjà en place et aux diffuseurs sonores (DS) ou aux blocs autonomes d'alarmes sonores (BAAS). [1]

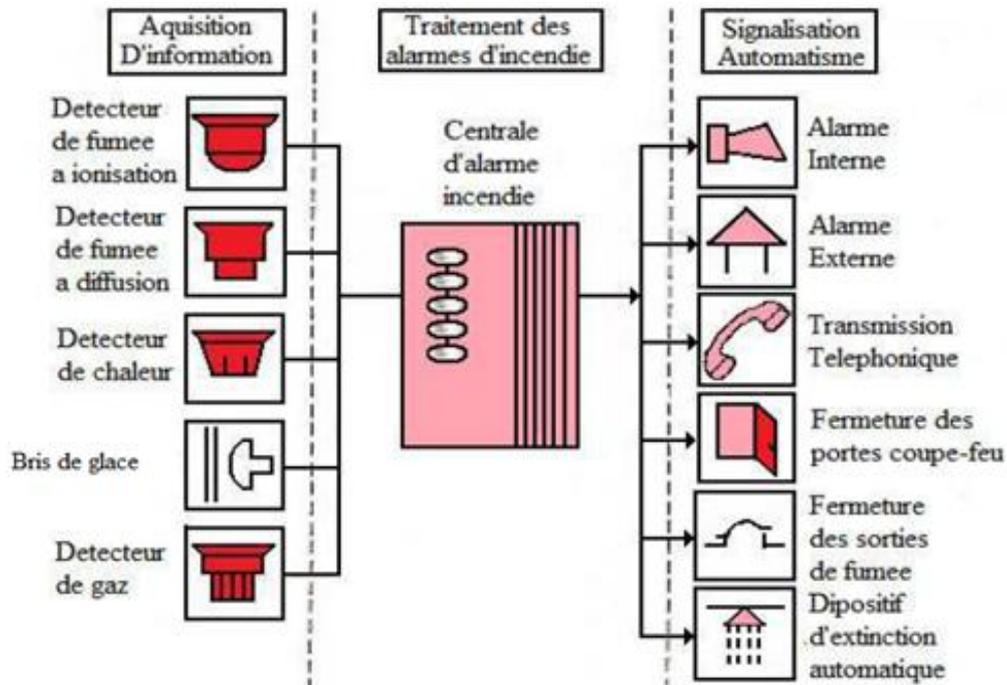


Fig I.1: centrale d'alarme d'incendie et ses périphériques

I.3.3. Les étapes de la sécurisation.

I.3.3.1. Détecter et signaler

Détecter le feu au plus tôt et signaler la localisation au personnel de surveillance pour agir convenablement selon des procédures bien déterminées afin d'assurer la sécurité des personnes et de limiter les dégâts dans le bâtiment surveillé. [1]

I.3.3.2. Mettre en sécurité :

Plusieurs actions doivent être menées pour sécuriser les personnes et les biens. Par ordre chronologique, elles sont les suivantes:

- **Évacuer :** Informer le public à l'aide de signaux visuels et sonores et libérer les issues de secours.
- **Compartimenter :** Limiter la propagation du feu et des fumées afin de faciliter l'évacuation du public et réduire les dégâts dans le bâtiment et ce, en actionnant la fermeture des portes coupe-feu grâce à des ventouses électromagnétiques.

- **Désenfumer** : Protéger les personnes des fumées et faciliter l'évacuation en commandant l'ouverture d'un exutoire de fumée par le biais d'un tableau de mise en sécurité.
- **Intervenir** : Faciliter l'intervention des secours en :
 - Signalant la localisation du feu et l'état des organes de mise en sécurité
 - Mettant à disposition les organes de commande permettant de limiter la propagation du feu et des fumées et de couper le courant électrique dans la zone sinistrée et ceci pour éviter, d'une part, les courts circuits et les risques d'explosion et pour protéger, d'autre part, les services de secours. [1]

I.3.4. Matériels utilisés dans le SDI

I.3.4.1 Déclencheur manuel

Le déclencheur manuel est équipé d'une vitre (bris de glace) ou d'une membrane déformable.

Ils sont placés :

- à 1.30m du sol ;
- à chaque étage et proches des escaliers ;
- au rez-de-chaussée à proximité des sorties ;
- près des issues de secours

Les déclencheurs sont câblés sur une même boucle avec un câble type C2 de 8/10 mm; ils sont de couleur :

- Rouge (commande du signal d'évacuation)
- Verte (Commande de gestion des issues)
- Jaune (commande de compartimentage)
- Blanche (commande de désenfumage)

On distingue deux types de déclencheurs manuels :

- Le déclencheur manuel à membrane simple dont le déclenchement se fait par pression sur la membrane. La déformation nette de celle-ci indique que le produit a été actionné.
- Le déclencheur manuel avec indicateur mécanique de l'état ce qui permet une visualisation claire et rapide de son état (actionné ou en veille).

Le déclencheur manuel adressable est équipé d'un indicateur mécanique et d'un voyant lumineux. L'indicateur mécanique renseigne sur l'état du déclencheur (actionné ou en veille) et le voyant indique si la centrale a pris en compte ou non l'information. [1]

I.3.4.2 Détecteur automatique

Les détecteurs automatiques permettent de détecter un éventuel départ du feu grâce à leur sensibilité à la fumée, à la flamme ou à la température. La figure I.2 schématise les étapes de développement du feu.

Il existe différents types de détecteurs automatiques selon le risque à surveiller.

Ainsi, ils seront choisis en fonction du type d'incendie visé ou probable:

- les feux ouverts qui engendrent flammes et chaleur.
- les feux couvrants qui engendrent fumées et gaz combustible.

La figure I.3 décrit la sensibilité de certains types de détecteurs à la température et à la fumée; chaque détecteur a sa propre marge de détection et agit soit à la température soit a la fumée;

Parmi ces détecteurs, nous citons:

- Le détecteur optique de fumée
- Les détecteurs de chaleur
- Le détecteur linéaire de fumée
- Le détecteur de flamme

Dans ce qui suit, nous décrivons brièvement, le principe de fonctionnement et les principales caractéristiques de chacun d'eux.

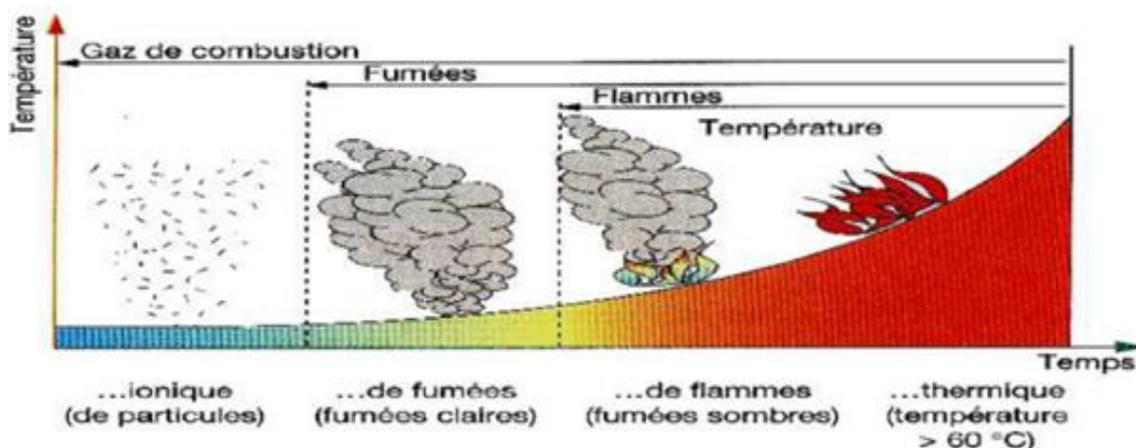


Fig I.2 : courbe de développement du feu

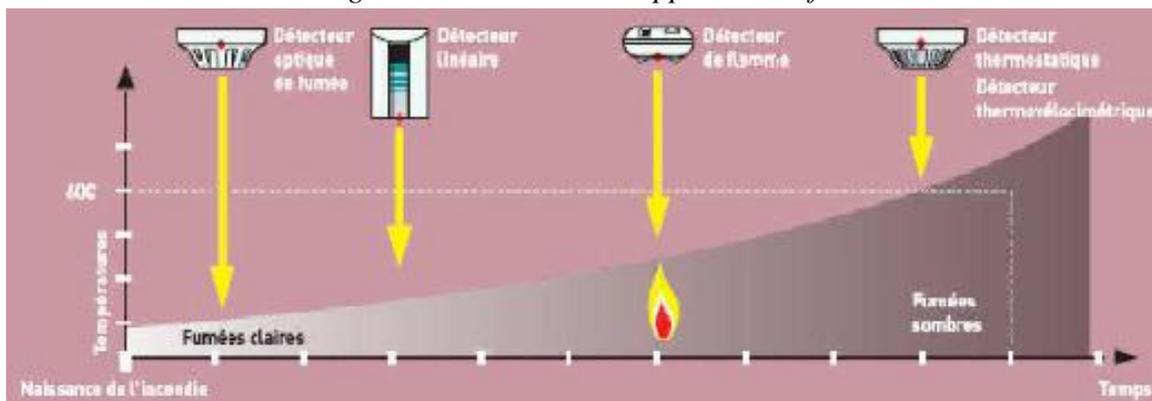


Fig I.3 : réaction des détecteurs en fonction de l'évolution du feu

a. Le détecteur optique de fumée

Il est sensible à tous les types de fumées et d'aérosols car il utilise la technique « détection de particules ». Par contre il n'est pas sensible au feu sans fumée (feu d'alcool). Son avantage est qu'il détecte rapidement le début d'un incendie avant la formation de flamme.

Il est utilisé dans les endroits où il n'y a pas de fumée d'exploitation en fonctionnement normal.

Utilisation : Ce type de détecteurs assure une protection sur une surface ne dépassant pas les 60 m² et d'une hauteur maximale de 12 m. Sa température d'utilisation peut varier entre -20 °C et +60°C. Son bon fonctionnement est entravé par des éléments perturbants tels que :

- le développement intense et soudain de poussières.
- un dispositif de cuisson
- la vapeur d'eau
- la condensation et le givre.

Dans les circulations, il faut installer un détecteur à 5 m maximum de chaque extrémité puis respecter un intervalle de 10 m maximum entre détecteurs.

b. Les détecteurs de chaleur

• Type Thermo vélocimétrique

Ce type de détecteur réagit lorsque la température atteint un certain seuil, en prenant en compte la vitesse d'élévation de la température.

Il transmet l'alarme dès que la température dépasse le seuil fixé.

Utilisation : Généralement, ce type de détecteur assure une protection sur une surface maximale de 30 m², d'une hauteur maximale de 4 m, et à une distance standard maximale de 4.4m. Sa température d'utilisation peut varier entre -20°C et +90°C, son bon fonctionnement est entravé par des éléments perturbants tels que :

- une température ambiante supérieure à 90°C
- une chambre frigorifique
- des locaux en partie ouverts

• Type Thermostatique

Il est activé dès que la température dépasse un seuil fixé sans qu'il tienne en compte la vitesse de variation de cette température.

Utilisation : Généralement, ce type de détecteur assure une protection sur une surface maximale de 18 m², d'une hauteur maximale de 4 m, et à une distance standard maximale de 3.6 m. Sa température d'utilisation peut varier entre -20°C et +70°C. Son bon fonctionnement est entravé par des éléments perturbants tels qu'une température ambiante supérieure 70°C.

c. Le détecteur linéaire de fumée

Il est sensible aux fumées blanches ou noires qui traversent le faisceau laser émis par le boîtier et renvoyé par le réflecteur.

Son intérêt réside dans la couverture de grandes distances évitant ainsi l'emploi de plusieurs détecteurs de fumée ponctuels et offrant une solution simple d'installation dans le cas de grandes hauteurs de plafond ou de points de fixation inaccessibles et non souhaités (hall, entrepôt ...) pour des détecteurs ponctuels.

Comme pour le détecteur optique de fumée, il doit être utilisé dans les locaux où il n'y a pas de fumée en mode de fonctionnement normal.

Utilisation : Il assure une surveillance sur des longues distances allant de 30 à 100 m sur une largeur de 10 m et pour une hauteur de local de 5 à 12 m (voir table no.1). Sa température d'utilisation peut varier entre -10°C et $+55^{\circ}\text{C}$. Son bon fonctionnement est entravé par des éléments perturbants tels que :

- vapeur d'eau
- poussières
- aérosols
- obstacle de toute nature

A noter que la coupure complète du faisceau laser est signalée comme un défaut.

Il faut prévoir son implantation sur un support stable et non dilatable pour éviter les variations du faisceau en position.

Il ne faut avoir aucun obstacle entre le détecteur et son réflecteur.

Table 1 : détermination de la surface de détection pour un détecteur linéaire de fumée

Hauteur du local (m)	Hauteur de détecteur sous plafond (m)	Largeur de surveillance par rapport à l'axe du faisceau (m)
$H \leq 5$	$0.3 \leq H \leq 0.5$	4
$5 < H \leq 12$	$0.5 < H \leq 2$	5

d. Le détecteur de flamme

Il est sensible au rayonnement infrarouge émis par les flammes d'un foyer ainsi qu'à la présence du CO_2 résultant.

Il détecte un foyer à une distance allant jusqu'à 17 m, pour les moins performants d'entre eux. Son angle de vision est de $\pm 45^{\circ}$ par rapport à son axe optique, soit un cône de 90° . Pour un détecteur monté sur plafond entre 3,5 et 7 m de haut, la surface couverte est de 150 m^2 . Elle varie en fonction de l'inclinaison et de la hauteur sous-plafond du détecteur. Le détecteur doit être installé à un emplacement permettant une liaison visuelle de la zone à surveiller aussi courte que possible et exempt d'obstacle.

Il faut prévoir son implantation sur un support stable. La zone à surveiller doit toujours être à la vue directe du détecteur et sans obstacles.

La surface minimale surveillée dépend de la hauteur d'implantation de détecteur (F) et de son inclinaison (V) (voir Table 2).

Utilisation : Il est utilisé lorsque le paramètre à détecter est la présence de flammes émises par la combustion de solides, liquides ou gaz carbonés (bois, fuel, butane...).

Il est très adapté à la détection de feux ouverts et peut remplacer les détecteurs de fumée lorsque les conditions d'environnement empêchent l'utilisation de ces derniers.

Ce détecteur est sensible aux phénomènes perturbants suivants :

- rayonnement direct du soleil, éclairage artificiel intense ou vacillant
- réflexion de lumière sur des plans d'eau, vitrages, parties mobiles ou machine ...
- vibration du point de fixation du détecteur
- tout mouvement produisant une modulation de la lumière captée par le détecteur.

[1]

Table 2 : détermination de la surface de détection pour un détecteur de flamme

F = hauteur de fixation du détecteur (m)	Surface maximale surveillée au sol en m ²			
	V= angle d'inclinaison par rapport à la verticale			
	0° < V < 15°	15° < V ≤ 30°	30° < V ≤ 45°	45° < V ≤ 60°
F ≤ 1,5	10	15	25	30
1,5 < F ≤ 3,5	40	60	60	60
3,5 < F ≤ 7	150	120	100	70
7 < F ≤ 10	300	250	250	250
10 < F ≤ 20	550	440	350	250

I.3.5. Matériels utilisés dans le S.M.S.I

I.3.5.1. Alarme sonore

L'évacuation des personnes peut être soit provoquée par la diffusion d'un signal sonore (fig I.4) soit organisée, dans certains cas, par le personnel de l'établissement.

L'alarme sonore doit être audible en tout point du bâtiment :

- Par sirène ou diffuseur sonore qui peuvent être autonomes ou non.
- Par un bloc autonome d'alarme sonore (BAAS)

[1]



Fig I.4: équipement pour alarme sonore

I.3.5.2 Compartimentage

Le dispositif actionné de sécurité (DAS) par fermeture automatique des portes coupe-feu utilise des ventouses électromagnétiques qui réagissent à une coupure ou à l'établissement d'une tension électrique (fig I.5). [1]



Fig I.5 : Ventouses pour fermeture de portes

I.4. les systèmes d'alarme de gaz

Les gaz souvent inodores et/ou incolores, comme le monoxyde de carbone (CO), le gaz naturel et le propane sont souvent détectés trop tard. Certains gaz ont des effets sur la santé, d'autres sont inflammables. Il est donc très important de détecter des émanations ou fuites le plus tôt possible. [2]

I.4.1. détecteur de gaz

Un détecteur de gaz est un appareil de mesure qui détecte la présence de gaz dangereux et avertit l'utilisateur du risque potentiel, notamment lors de l'occurrence de fuites. Un détecteur de gaz fixe est constitué d'un capteur, qui est l'élément sensible du détecteur, permettant de transformer la concentration de gaz en un signal électrique, et d'un transmetteur, qui traite le signal électrique issu du capteur. [2]

I.4.2. Principe de fonctionnement d'une alarme à gaz

Le fonctionnement d'une alarme à gaz est assez simple et assez semblable à celui des autres alarmes, il est constitué de détecteurs qui sont sensibles aux augmentations importantes de gaz dans l'air. Une fois que ces détecteurs ont constaté une telle augmentation, ils le signalent à une alarme ou une sirène. [3]

I.4.3. Les gaz détectés par les alarmes à gaz

Les gaz détectés dépendent de l'alarme qui est concerné. Il en existe ainsi deux principaux types.

- Les alarmes à gaz qui sont conçues pour détecter des types précis de gaz et qui par conséquent ne sont sensibles qu'à ceux là ;
- Les alarmes à gaz prévus pour détecter tous les types de gaz.

Les gaz détectés varient donc. Il peut s'agir par exemple :

- Du butane ;
- Du propane ;
- Du gaz naturel ;
- Le monoxyde de carbone ;
- Du gaz soporifique, etc.

Les alarmes à gaz peuvent être installées dans toutes les pièces. Mais la cuisine est l'un des endroits les plus privilégiés pour le faire en raison des risques de fuite de gaz qui y sont plus importantes. [3]

I.4.4. L'installation des alarmes à gaz

L'installation des alarmes est un élément très important, car de lui dépend en grande partie l'efficacité du système installé. Il convient par conséquent de le réussir. Pour ce faire :

- Il faut mettre un grand soin à l'installation lorsque l'on décide de le faire soi-même, cela nécessite donc de bonnes connaissances en bricolage.
- L'on peut faire appel à un professionnel pour l'installation de son alarme à gaz. Cela permet d'une part d'être sûr de la qualité de l'installation si le choix du professionnel a été bien fait et de bénéficier de certaines aides financières si les conditions sont réunies.

Les alarmes à gaz sont très importantes et peuvent même se révéler salutaires, à condition qu'elles soient bien installées. [3]

I.5. Alarme d'intrusion

Dans le domaine des systèmes de sécurité industrielle, la méthode de protection est tout à fait différente, elle se divise en trois parties:

- Détection
- Retardement
- Alarme.

I.5.1. Système de détection des intrusions.

Les systèmes d'alarme industriels résultent d'une intégration de plusieurs systèmes de capteurs, le plus important pour les grandes installations serait la barrière extérieure sur laquelle est placé un capteur. Il permettrait de détecter et de retarder l'intrus avant même qu'il n'atteigne le bâtiment lui-même.

Il y a un certain nombre de barrages équipés par différents types de capteurs, chacun ayant ses qualités et ses défauts.

Autre que les capteurs montés sur les barrières, d'autres capteurs peuvent être disposés sur le dessus d'un mur ou enfouis dans le sol pour créer une ligne de défense cachée. Cela permet au système de sécurité de détecter des intrus.

Un autre choix pour la détection est en circuit fermé de télévision (CCTV).

La détection peut être manuelle (un gardien surveille les écrans vidéo, par exemple) ou automatique grâce à des logiciels de détection automatique de mouvement dans l'endroit vidéo-surveillé.

Cependant, le CCTV reste peu efficace en tant que capteur autonome dans des applications externes, parce qu'il est souvent affecté par les conditions météorologiques (brouillard épais, pluie, neige).

La dernière ligne de protection est le bâtiment lui-même. Il peut être protégé par des capteurs infrarouges, capteurs micro-ondes, les serrures à puce ou des portes équipées par des détecteurs magnétiques.

I.5.2 Types d'alarme d'intrusion à l'intérieur

Ces types de capteurs sont conçus pour une utilisation à l'intérieur.

L'utilisation à l'extérieur ne serait pas recommandée en raison de la vulnérabilité de fausses alarmes.

I.5.2.1. Détecteurs à infrarouge passif

Le détecteur infrarouge passif (Passive Infra Red: PIR) est l'un des détecteurs les plus courants dans les environnements domestiques et les petites entreprises, car il offre des fonctionnalités fiables et abordables. Le terme "passif" désigne que le détecteur est capable de fonctionner sans avoir besoin de générer et émettre sa propre énergie (contrairement aux capteurs à ultrasons et à micro-ondes qui sont des détecteurs d'intrusion volumétrique "actifs").

Les PIR sont capables de distinguer si un objet émetteur infrarouge est présent d'abord par la détection de la température ambiante de l'espace surveillé, puis par la détection d'un changement dans la température causée par la présence de cet objet.

En utilisant le principe de différenciation, qui se traduit par une vérification de la présence ou non-présence, le PIR permet de décider si un intrus ou un objet est réellement là.

Parmi ces zones, il y a des zones de non-sensibilité (zones mortes) qui sont utilisées par le capteur pour la comparaison.

I.5.2.2. Détecteurs à ultrasons

Utilisant des fréquences entre 25 kHz et 75 kHz, ces détecteurs à ultrasons actifs émettent des ondes sonores inaudibles par l'être humain.

Émises par l'émetteur, ces ondes sonores sont réfléchies par des objets solides (tels que le sol, le mur et le plafond), puis captés par le récepteur.

Le principe de l'effet Doppler est à la base de son fonctionnement. En effet, les ondes ultrasonores sont presque complètement réfléchies par les objets à surface rigide alors que les objets à surface molle (comme le corps humain) ont tendance à absorber une partie de l'énergie de ces ondes et entraînent un changement de leur fréquence.

Ainsi, un objet en mouvement introduit un changement de fréquence des ondes émises dont la détection implique une intrusion dans l'espace surveillé, deux conditions doivent se produire pour détecter avec succès un événement par effet Doppler:

- Il doit y avoir un mouvement d'un objet dans l'axe du récepteur.
- Ce mouvement doit provoquer un changement de la fréquence des ultrasons captés par le récepteur par rapport à la fréquence d'émission.

Cette technologie est considérée comme démodée par de nombreux professionnels d'alarme, et n'est plus fréquemment utilisée.

I.5.2.3. Détecteur à micro-ondes

De même principe que le précédent, ce détecteur émet des micro-ondes et les détecte après qu'elles soient réfléchies tout en mesurant leur intensité.

L'émetteur et le récepteur sont généralement combinés dans un seul boîtier pour les applications intérieures, et sont dans des boîtiers séparés pour les applications extérieures.

Ainsi, ce détecteur fonctionne comme un dispositif actif volumétrique qui répond à:

- Un changement de fréquence Doppler quart de travail.
- Un décalage de phase de fréquence.
- Un mouvement entraînant une réduction de l'énergie reçue.

I.5.2.4. Détecteur à faisceaux lumineux modulés.

Le système à faisceau photoélectrique détecte la présence d'un intrus par l'émission visible ou infra rouge des faisceaux lumineux dans une zone. Pour améliorer la surface de détection, les faisceaux sont souvent employés en deux ou plus.

Toutefois, si un intrus est conscient de la présence de la technologie, il peut l'éviter.

Le système de détection peut se montrer efficace, s'il est installé dans des piles de trois ou plus, lorsque les émetteurs /récepteurs sont répartis en nombre suffisant pour pouvoir créer une barrière de manière qu'il serait inévitable de s'en passer par tout intrus.

Ce type de systèmes est valable aussi bien pour des applications internes qu'externes.

Pour empêcher une attaque discrète en utilisant une source secondaire de lumière afin de maintenir le détecteur dans un état de fermeture, la plupart des systèmes utilisent une source de lumière modulée.

I.5.2.5. Détecteurs de bris de vitre

Le détecteur de bris de verre peut être utilisé pour la protection du périmètre de construction interne. Quand le verre se casse il génère du son dans une large bande de fréquences (couvrant les fréquences sonores audibles et ultrasonores inaudibles, allant de quelques Hz à plus de 20 kHz). Les détecteurs de bris de verre acoustiques sont montés à proximité des vitres et ils écoutent les fréquences sonores causées par le bris du verre.

Un autre type de détecteurs de bris de vitres peut être utilisé : Ce sont les détecteurs sismiques qui diffèrent des détecteurs de type précédent par le fait qu'ils sont installés sur la vitre. Quand le verre se casse il produit un choc de fréquences bien déterminées qui se propagent à travers le verre et souvent par l'intermédiaire du cadre de fenêtre, les murs et le plafond.

En règle générale, les fréquences les plus intenses sont générés entre 3 et 5 kHz, selon le type de verre et de la présence d'un intercalaire en plastique.

Les détecteurs sismiques de bris de verre sentent ces fréquences aux chocs et à leur tour génèrent un état d'alarme.

I.5.3. Types d'alarmes d'intrusion à l'extérieur (En plein air)

Ces types de capteurs se trouvent souvent montés sur des barrières ou installés sur le périmètre de la zone protégée.

I.5.3.1. Vibreur

Ces dispositifs sont montés sur les obstacles et sont surtout utilisés pour détecter une attaque sur la structure elle-même. La technologie repose sur une configuration instable mécanique qui fait partie du circuit électrique. Quand un mouvement ou vibration se produit, la partie instable du circuit se déplace et brise le flux de courant, qui produit un signal d'alarme. La technologie des appareils varie et peut être sensible aux différents niveaux de vibration. Le milieu de la transmission des vibrations doit être correctement sélectionné pour le capteur spécifique.

Un type assez nouveau et non prouvée de capteurs utilise des composants piézo-électriques plutôt que de circuits mécaniques, qui peuvent être ajustées pour être très sensibles aux vibrations.

Avantages: capteurs très fiables, à faible taux de fausses alarmes et de prix abordable.

Inconvénients: Doit être monté sur une clôture. Le prix assez élevé dissuade de nombreux clients, mais son efficacité compense son prix élevé.

I.5.3.2. Détection passive du champ magnétique

Ce système de sécurité enterré, est basé sur le principe de détection des anomalies magnétiques de l'opération. Le système utilise un générateur de champ électromagnétique alimenté par deux câbles en parallèle. Les deux fils passent le long du périmètre et sont généralement installés à environ 5 cm au dessus d'un mur ou d'environ 30 cm sous terre. Les fils sont connectés à un processeur de signal qui analyse tout changement dans le champ magnétique.

Avantages: Taux de fausse alarme très faible permettant de détecter les cambrioleurs réels.

Inconvénients: ne peut pas être installé à proximité de lignes à haute tension, les radars ou les aéroports.

I.5.3.3. Détection active du champ électromagnétique

Ce système de proximité peut être installé sur le périmètre du bâtiment, des clôtures et des murs. Il offre aussi la possibilité d'être installé sur des poteaux autoportants dédié. Le système utilise un générateur de champ électromagnétique alimentant un fil, avec un autre fil de détection parallèle. Les deux fils passent le long du périmètre et sont généralement installés, près de 800 mm, l'un par rapport à l'autre. Le fil de la sonde est relié à un processeur de signal qui analyse:

- la variation d'amplitude du champ
- le changement de taux électromagnétique (mouvement des intrus)
- le temps des perturbations

Ces paramètres caractérisent le mouvement de l'intrus et quand les trois sont détectés simultanément, un signal d'alarme est généré.

La barrière peut fournir une protection contre le sol à environ 4 mètres d'altitude. Il est généralement configuré dans les zones de longueurs allant jusqu'à 200 mètres selon le nombre de fils de capteur installé.

Avantage: peut être complètement discret.

Inconvénients:

- coût élevé
- peu fiable (taux élevé de fausses alarmes, incapable de distinguer un chat d'un homme, trop dépendant des conditions météorologiques, ...etc.).

I.5.3.4. Clôture à micro-ondes

Le fonctionnement d'une barrière à micro-ondes est très simple. Ce type de dispositif produit un faisceau électromagnétique utilisant des ondes à hautes fréquences qui passent de

l'émetteur au récepteur, ce qui crée un mur invisible, mais sensible à l'intrusion. Lorsque le récepteur détecte un changement dans le faisceau reçu (dû à une éventuelle intrusion), le système démarre une analyse détaillée de la situation et peut déclencher, le cas échéant, un signal d'alarme.

Avantages: faible coût, facile à installer, barrière périmétrique invisible (limites inconnues à l'intrus).

Inconvénients: très sensible aux conditions météorologiques (pluie, neige et brouillard, par exemple, entraîneraient une rupture du fonctionnement des capteurs), nécessité d'un espace complètement dégagé (pas d'obstacle de toute sorte (arbre, ...)).

I.5.3.5. Les systèmes microphoniques

Les systèmes microphoniques sont variés, mais ont, en commun, la capacité de détecter le bruit causé par l'intrusion. Habituellement, les capteurs sont attachés aux clôtures rigides, mais pour certaines versions plus sophistiquées, ils peuvent également être enfouis sous terre.

Selon le type choisi, le système peut être sensible à différents niveaux de bruit ou de vibrations.

Avantages: très bon marché, configuration simple, facile à installer.

Inconvénients: certains systèmes sont peu fiables (taux élevé de fausses alarmes dû à une forte sensibilité des capteurs utilisés).

I.5.3.6. Détecteur à fibre optique

Un détecteur à fibre optique peut être utilisé pour détecter les intrusions en mesurant la différence de la quantité de lumière envoyée par le noyau de la fibre. Si la fibre est perturbée, une partie de la lumière sera perdue et le récepteur détecte cette fuite. La détection peut porter aussi, non pas sur la quantité de la lumière reçue, mais sur le changement de polarisation causé par le mouvement survenu sur la fibre.

Le support portant la fibre peut être attaché directement à une clôture ou lié à une bande en acier barbelé qui est utilisé pour protéger le haut des murs et des clôtures.

Avantages: très semblable au système microphonique, configuration simple, facile à installer. Peut protéger des longues distances (de plusieurs km).

Inconvénients: taux élevé de fausses alarmes.

I.5.3.7. Champ électromagnétique de perturbation

Ce système utilise un principe de champ électromagnétique de perturbation basée sur deux câbles coaxiaux non blindée enterrés à environ 10-15 cm de profondeur et situé à

environ 2,1 mètres. L'émetteur émet une Radio Fréquence (RF) sur le premier câble, cette fréquence est reçue par le second câble. Lorsque le changement de l'intensité du champ diminue en raison de la présence d'un objet et atteint un seuil préétabli inférieure, une condition d'alarme est générée. Le système est discret quand il est installé correctement.

Avantages: caché comme une forme enterrée.

Inconvénients:

- sensible au bruit RF
- Taux élevé de fausses alarmes.
- Difficile à installer.

I.6. Contrôle d'accès

I.6.1. L'accès physique

En matière de sécurité physique, le terme contrôle d'accès désigne le fait de restreindre l'entrée d'une propriété, d'un bâtiment ou d'une salle aux personnes autorisées. Le contrôle d'accès physique peut être réalisé par un gardien, par des moyens mécaniques tels que des serrures à clés, ou par des moyens technologiques tels que les systèmes automatiques de contrôle d'accès, comme le vestibule de contrôle d'accès.

Le contrôle d'accès physique doit avoir des réponses aux questions:

Qui ?, Où ? Et Quand ?

Un système de contrôle d'accès détermine qui est autorisé à entrer ou sortir, où ils sont autorisés à entrer ou à sortir, et quand ils sont autorisés à entrer ou à sortir.

Historiquement, cela a été partiellement réalisé au moyen de clés et de serrures. Quand une porte est verrouillée, uniquement celui qui possède une clé peut entrer par la porte. Les serrures mécaniques à clés ne permettent pas des restrictions sur les moments et les dates d'accès. Elles ne fournissent aucun autre moyen de contrôle en ce qui concerne la copie des clés ou sur les personnes qui les ont utilisées.

Quand une clé mécanique est perdue ou le détenteur de la clef n'est plus autorisé à utiliser la zone protégée, les verrous doivent être retapés.

Le contrôle d'accès électronique utilise des systèmes plus intelligents pour éviter ce type de défauts en offrant un large éventail de pouvoirs qui peut être utilisé pour remplacer des touches mécaniques.

Le contrôle électronique accorde l'accès en se basant sur les informations d'identification présentées. Lorsque l'accès est accordé, la porte est déverrouillée pendant une durée prédéterminée et la transaction est comptabilisée. Lorsque l'accès est refusé, la porte reste verrouillée et la tentative d'accès est enregistrée. Le système peut également surveiller la

porte et déclenche une alarme si la porte est forcée ou maintenue ouverte trop longtemps après avoir été déverrouillée. [4]

I.6.2. Fonctionnement d'un système de contrôle d'accès

Quand une personne se présente devant une borne d'un système de contrôle d'accès, cette dernière transmet les informations d'identification présentées à un panneau de contrôle, qui les compare aux données dont il dispose et concernant les personnes autorisées. Le résultat de la comparaison détermine si la demande d'accès est accordée ou pas.

Un journal des transactions est alors mis à jour dans une base de données.

Lorsque l'accès est refusé, la porte reste verrouillée. Sinon, le panneau de contrôle fonctionne un relais qui ouvre la porte.

Trois types d'éléments d'authentification de l'information peuvent être utilisés:

- mot de passe
- carte à puce
- empreintes digitales

Les mots de passe sont un moyen courant pour vérifier l'identité des utilisateurs. [4]

I.6.3. Composants du système de contrôle d'accès

Un point de contrôle d'accès, tel qu'une porte, une barrière de parking, un ascenseur, ou toute autre barrière physique commandée électriquement, peut contenir plusieurs éléments. À la base, il y a une serrure électrique autonome qui se déverrouille par une opération de commutation. Pour surveiller la position de la porte un interrupteur de porte magnétique est utilisé. [4]

I.6.4. Types de lecteurs

La borne comporte souvent un lecteur qui pourrait être un clavier un lecteur de carte magnétique ou à puce, ou un lecteur biométrique (à empreintes digitales, par exemple).

Selon leur fonctionnalité, ces lecteurs peuvent être classés:

- Lecteurs de base (non-intelligents): il suffit de lire le numéro de carte ou un code PIN et le transmettre à un panneau de contrôle. Les protocoles les plus utilisés pour transmettre des données au panneau de contrôle sont RS-232, RS-485. C'est le type le plus fréquemment utilisé des lecteurs de contrôle d'accès.
- lecteurs semi-intelligents: Ils possèdent toutes les entrées et sorties nécessaires pour contrôler le matériel de porte (serrure, contact de porte, bouton de sortie), mais ne peut pas prendre de décisions d'accès. Quand un utilisateur présente une carte ou saisit son PIN, le lecteur envoie les informations au contrôleur principal et attend sa réponse. Si

la connexion au contrôleur principal est interrompue, ces lecteurs cessent de travailler ou fonctionnent dans un mode dégradé. Habituellement, les lecteurs semi-intelligents sont connectés à un panneau de commande via un bus RS-485.

- lecteurs intelligents: Ils possèdent toutes les entrées et sorties nécessaires pour contrôler la porte ainsi que les outils de décision (base de données, organe de traitement et décision), nécessaires pour prendre des décisions d'accès de manière indépendante. Comme les lecteurs semi-intelligents, ils sont reliés à un panneau de commande via un bus RS-485. Le panneau de commande envoie des mises à jour de configuration et d'événements récupérés des lecteurs. [4]

I.7. L'éclairage extérieur

L'éclairage extérieur comme l'éclairage public représente une part conséquente de la consommation d'énergie.

Il ya beaucoup de façons de réduire la consommation d'énergie, tels que la qualité des lampes sont utilisées et les types utilisés de la commande d'éclairage ... etc. Dans ce chapitre, nous allons identifier certains types d'appareils utilisés dans la commande de l'éclairage public.

I.7.1. Les dispositifs de commande

La commande d'éclairage public est l'organe qui contrôle la mise en service et la mise hors service des appareils d'éclairage qui lui sont raccordés par les réseaux d'alimentation.

L'éclairage public, dans la très grande majorité des cas, doit fonctionner quand la lumière naturelle n'est pas suffisante pour assurer une vision suffisante nécessaire à la sécurité et au confort de tous les usagers des espaces publics (conducteurs, cyclistes, piétons ...) Il est donc indispensable que l'éclairage soit en fonction dès la tombée de la nuit lorsque la lumière naturelle devient insuffisante, jusqu'au lever du jour, quand elle est à nouveau suffisante.

La maîtrise de l'énergie au niveau du système de commande peut se faire en agissant sur la maîtrise des temps de fonctionnement et sur la maîtrise de la puissance absorbée par les installations. [5]

Les différents types de commande généralement rencontrés sont les suivants :

I.7.1.1. Allumage manuel

C'est le plus rudimentaire des modes de commande. L'éclairage est déclenché par un simple interrupteur manœuvré à la demande. Obsolète - à proscrire principalement parce que très ancien et de ce fait réalisé en dehors des actuelles règles de l'art. En particulier, il se rencontre parfois sans organe de protection (ni fusibles, ni disjoncteur). [5]

I.7.1.2. Cellule photosensible avec ou sans réglage de sensibilité

C'est le système communément appelé « lumandar (Fig I.6) ». L'appellation générique est « commande par cellule photoélectrique » ou « interrupteur crépusculaire ». Le principe réside par la commande de la fermeture du contacteur de commande, pilotée par l'état de sortie d'une cellule photoélectrique. Il existe différentes technologies, mais toutes sont plus ou moins sensibles à dérive au fil du temps (vieillesse) ou en fonction de la température. De ce fait, on assistera à une variation importante des temps annuels de fonctionnement. Ce dispositif nécessitera donc un réglage périodique faute de quoi les heures d'allumage et d'extinction ne sont pas optimales. [5]



Fig I.6 : Le lumandar

I.7.1.3. Horloge simple

Une horloge «classique» (Fig I.7) est installée et commande l'allumage et l'extinction. Ceci se rencontre parfois lors de diagnostics dans les armoires de commande de l'EP de certains anciens lotissements privés ou résidences où les lotisseurs ont largement minimisé les investissements, mais où l'énergie est prise en charge par la collectivité, ce qui est cela dit, parfaitement illégal si la voirie n'a pas été intégrée dans le domaine public (délit dit « de concussion »).

Inconvénient majeur : les heures de bascule de l'horloge doivent être régulièrement modifiées. Cette contrainte fait que le responsable, pour espacer ses interventions dans l'armoire de commande, a tendance à anticiper largement l'allumage quand les jours raccourcissent et omet parfois de retarder celui-ci quand les jours allongent. L'éclairage fonctionne alors parfois longtemps en plein jour, ce qui se traduit par des temps annuels d'allumage supérieurs à 5 000 heures. A proscrire. [5]



Fig I.7 : L'horloge classique

I.7.1.4. Calculateur astronomique

Également appelé horloge astronomique (Fig I.8). C'est un système datant des années 90. Il est composé d'un boîtier modulaire placé dans le coffret de commande de l'éclairage avec une antenne intérieure est parfois disponible pour une remise à l'heure journalière automatique, afin de pallier la dérive minime du quartz de l'appareil. Il n'y a pas de capteur externe. Cet appareil calcule l'heure d'allumage et d'extinction en fonction des éléments initialisés à l'installation qui sont principalement la date et l'heure et la longitude et latitude du site (coordonnées géographiques). Un algorithme de calcul permet de connaître chaque jour l'heure exacte de l'aurore et de l'aube et ainsi de commander plus précisément l'allumage et l'extinction. [5]



Fig I.8 : Calculateur astronomique

I.7.1.5. Les commandes centralisées

Les commandes centralisées reprennent, bien entendu, les fonctions essentielles des organes de commande d'éclairage public. On peut utiliser un interrupteur crépusculaire couplé avec une horloge de précision ou une horloge astronomique radio pilotée. Ces dispositifs permettent, soit par système radio, soit par système de téléphonie de type GSM, de piloter une commande d'éclairage public équipée des modules de réception.

Les commandes centralisées ont pour objectif d'optimiser les durées de fonctionnement et surtout de synchroniser l'ensemble des points d'allumage d'une collectivité. De plus, il peut permettre de moduler l'éclairage public dans certaines zones. [5]

I.7.1.6. Commande par voie hertzienne

Ce principe repose sur l'émission d'ordres d'allumage / extinction depuis un émetteur au niveau de la commande centrale, lui-même opérant généralement grâce à un calculateur astronomique couplé à une cellule photoélectrique. Les ordres émis sont reçus par des récepteurs au niveau de chaque point de livraison d'énergie électrique. [5]

I.7.2. Les modes de fonctionnement

Associés à ces commandes différents modes de fonctionnement sont possibles favorisant plus ou moins la maîtrise de l'énergie:

- Fonctionnement permanent
- Fonctionnement semi-permanent
- Fonctionnement par régulation / réduction de puissance

I.7.2.1. Fonctionnement permanent

C'est le régime de fonctionnement le plus répandu : allumage le soir, extinction le matin. Un interrupteur crépusculaire suffit à assurer ce type de fonctionnement. Quand le dispositif d'allumage / extinction est correctement réglé, ce type de fonctionnement engendre un temps annuel d'utilisation de l'ordre de 4100 heures. [5]

I.7.2.2. Fonctionnement semi-permanent (coupure nocturne)

C'est le plus rudimentaire des moyens de maîtrise de l'énergie, mais c'est aussi le plus efficace ! Très bien accepté en zone rurale, il l'est cependant moins en zone urbaine.

C'est aussi le moyen de lutte le plus radical contre la pollution lumineuse. Le coût d'une horloge simple étant très faible, le retour sur investissement est très court quel que soit le nombre d'appareils. [5]

L'économie énergétique permise par ce type de dispositif est de plus de 8% par heure d'extinction. Les limites du recours à ce dispositif sont liées à l'inconfort en absence d'éclairage.

L'insécurité (sur la route ou pour les biens et les personnes) en absence d'éclairage est aussi un motif souvent invoqué, mais également source de débat.

La coupure nocturne double le nombre d'allumages des lampes sous pleine puissance. Les lampes s'usent plus vite lors de ces allumages. Il n'est donc pas recommandé d'effectuer une coupure nocturne trop courte. [5]

I.7.2.3. Fonctionnement par régulation / réduction de puissance (régulation de tension)

Il s'agit à proprement parlé d'une réduction de l'éclairement à certaines heures de la nuit.

Cette régulation de tension à l'armoire apporte un nombre important d'avantages à savoir :

- la réduction de la dépense énergétique grâce à la limitation de la puissance aux heures creuses.
- L'annulation des surtensions permettant à la source de travailler à un rendement maximal.
- Le maintien d'un éclairage de nuit contrairement à la coupure nocturne vue précédemment en répondant au souhait de maintien de l'éclairage toute la nuit.
- La préservation de la durée de vie des lampes en éliminant les surtensions et en assurant pour certains modèles des rampes progressives de montée en tension qui permettent de limiter les surintensités appelées sur le réseau lors de l'allumage des installations. [5]

I.8. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit les différents types d'alarme d'incendie, détecteurs de gaz et les systèmes d'intrusion, leur structure générale et les différents périphériques de ces systèmes (capteurs, détecteurs, sirènes...).

De même nous avons donné une vue globale sur les systèmes de contrôle d'accès, leur utilisations, leur rôle, et les différents types valables.

En plus, nous avons offert un aperçu de l'éclairage extérieur et les différents types de commande ou on a pris comme exemple l'éclairage public.

CHAPITRE II

Conception D'un Systeme De Gestion De Sécurité Industrielle

II.1. Introduction

La conception d'un tel projet nécessite des méthodes efficaces permettant la mise en place d'un modèle type sur lequel on va s'appuyer.

Cette partie sera consacrée aux étapes fondamentales pour le développement du système recherché.

II.2. Spécification des besoins

Cette phase consiste à comprendre le contexte du système. Il s'agit de déterminer les fonctionnalités et les exploiters et d'identifier les cas d'utilisation.

II.2.1. Besoins fonctionnels et besoins non fonctionnels

Le système à réaliser doit satisfaire et répondre aux exigences de l'utilisateur. A ce titre les besoins fonctionnels et les besoins non fonctionnels seront présentés comme suit :

II.2.1.1. Besoins fonctionnels

Il s'agit des fonctionnalités du système qui se traduisent par des besoins spécifiant un comportement clair d'entrée/sortie du système.

Dans notre cas le système possède deux exploiters :

- ✓ L'utilisateur (Habitant, agent de sécurité...).
- ✓ Le développeur.

Les services destinés à l'utilisateur du système se traduisent comme suit :

- Activer / Désactiver le système anti-intrusion pour une meilleur sécurité.
- Le signalement de moindre fuite du gaz.
- La détection de feu.
- Contrôler régulièrement et consulter la température interne.
- Contrôler à distance l'éclairage intérieur.
- Contrôler l'accès a quelques salles.
- Manipuler les portes sans contact et à distance.
- Enclencher / Déclencher le système d'aération.
- Allumer / Eteindre l'éclairage extérieur automatiquement (adaptation d'éclairage extérieur aux conditions lumineuse.)

Note :

- ✓ Tous ces services peuvent être utilisés à tout moment.
- ✓ Après chaque action (changement d'état), le système transmis un message vers l'application.

- ✓ En cas d'accident, notre système active l'alarme avec un message qui précise la nature de l'accident. En plus, il fait des actions par rapport à la nature de l'accident.

II.2.1.2. Besoins non fonctionnels

Il s'agit des besoins qui caractérisent le système, ce sont des besoins en matière de performance, de type matériel ou de type conception.

Le système doit répondre aux critères suivants :

- ✓ La rapidité de traitement
- ✓ La performance
- ✓ La facilité d'utilisation

II.3. Architecture globale du système

Pour ce qui est de l'architecture globale du système, on a utilisé une architecture simple qui satisfait à la fois les besoins fonctionnels et les besoins non fonctionnels, tout en assurant une grande flexibilité dans l'utilisation et de maintenance.

Le schéma suivant illustre bien l'architecture globale de notre système :

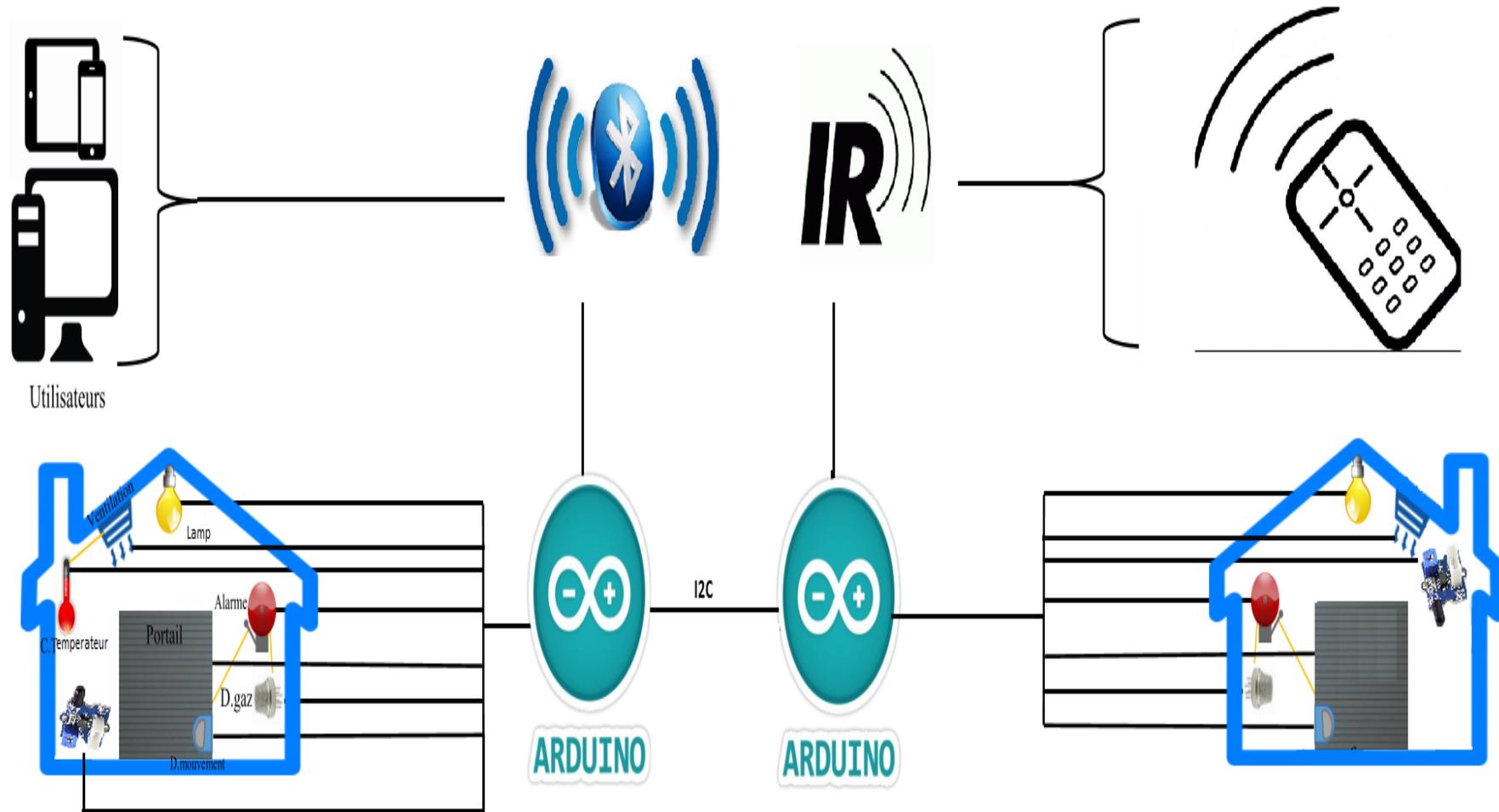


Fig II.1: Architecture globale du système

Selon le schéma ci-dessus, on remarque que l'architecture globale du système se compose de:

1ere partie : partie Utilisateur

2eme partie : partie Arduino

3eme partie : partie Matériel

II.3.1. Partie Utilisateur

L'utilisateur peut contrôler le site via plusieurs dispositifs tels que Smartphone, tablette, et PC, il suffit d'être connecté au Bluetooth ou infrarouge avec la télécommande.

II.3.2. Partie Arduino

C'est la partie la plus importante dans le système dont la carte Arduino doit être connectée à l'application et reçoit l'ordre de l'utilisateur à partir de l'interface de l'application qui se communique entre eux avec des messages, quand il reçoit un ordre qui a pour but d'éteindre une lampe dans la salle, la carte Arduino traduit cet ordre et éteint la lampe.

II.3.2.1. Pourquoi Arduino

Il y a de nombreuses cartes électroniques qui possèdent des plateformes basées sur des microcontrôleurs disponibles pour l'électronique programmée. Tous ces outils prennent en charge les détails compliqués de la programmation et les intègrent dans une présentation facile à utiliser. De la même façon, le système Arduino simplifie la façon de travailler avec les microcontrôleurs tout en offrant aux personnes intéressées plusieurs avantages cités comme suit:

- **Le prix (réduits)** : les cartes Arduino sont relativement peu coûteuses comparativement aux autres plates-formes. La moins chère des versions du module Arduino peut être assemblée à la main.
- **Multi plateforme** : le logiciel Arduino, écrit en JAVA, tourne sous les systèmes d'exploitation Windows, Macintosh et Linux. La plupart des systèmes à microcontrôleurs sont limités à Windows.
- **Un environnement de programmation clair et simple** : l'environnement de programmation Arduino (le logiciel Arduino IDE) est facile à utiliser pour les débutants, tout en étant assez flexible pour que les utilisateurs avancés puissent en tirer profit également.
- **Logiciel Open Source et extensible** : le logiciel Arduino et le langage Arduino sont publiés sous licence open source, disponible pour être complété par des

programmeurs expérimentés. Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application JAVA multi plateformes (fonctionnant sur tout système d'exploitation), servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le programme au travers de la liaison série (RS232, Bluetooth ou USB selon le module).

- **Matériel Open source et extensible** : les cartes Arduino sont basées sur les Microcontrôleurs Atmel ATMEGA8, ATMEGA168, ATMEGA 328, les schémas des modules sont publiés sous une licence créative Commons, et les concepteurs des circuits expérimentés peuvent réaliser leur propre version des cartes Arduino, en les complétant et en les améliorant. Même les utilisateurs relativement inexpérimentés peuvent fabriquer la version sur plaque d'essai de la carte Arduino, dont le but est de comprendre comment elle fonctionne pour économiser le coût. [6]

II.3.3. Partie Matériel

Cette partie est composée d'équipements qui contrôlent le site (des capteurs, des actionneurs et moyens de communication qui sont reliés avec la carte Arduino laquelle contrôle ses équipements).

Pour les capteurs on a choisi un capteur de gaz qui est sensible au gaz butane et autre genre de flamme, on a aussi choisi un capteur de mouvement pour la sécurité de site en cas d'intrusion, il y a aussi un capteur de température, en plus des LEDs pour l'éclairage intérieur avec un LDR pour l'éclairage extérieur, aussi un servomoteur qui est attaché à la porte pour l'ouverture /fermeture à la commande et un ventilateur pour l'aération.

Ainsi pour les moyens de communication, on a choisi Bluetooth et infrarouge pour commander les actionneurs.

II.4. Communication entre les arduino

La communication entre les arduino se fait avec le bus I2C (Inter Integrated Circuit) qui fait partie des bus série : 3 fils pour faire tout passer. Il a été développé au début des années 1980, par Philips pour minimiser les liaisons entre les circuits intégrés numériques de ses produits (Téléviseurs, éléments HiFi, ...).

Le but d'utiliser I2C est de faire communiquer ; transférer des informations entre les cartes arduino.

Bien entendu la communication peut être bidirectionnelle, il y a 3 fils à connecter RX/TX et la masse.

Le bus I2C fonctionne par le principe maître/esclave, il peut avoir plusieurs maîtres/esclaves (chaque esclave a un identifiant), cette interface nécessite 2 fils SDA (Serial Data Line) et SCL (Serial Clock Line).

Pour faire communiquer deux circuits électriques, il faut relier au moyen identique de chaque côté (il est nécessaire que les deux cartes soient compatibles), dans notre cas, on a choisi deux cartes arduino identiques, avec le bus série I2C.

Il existe plusieurs bus de communication (UART, I2C, SPI ...), notre choix s'orientait vers le bus série I2C.

Il y a plusieurs raisons qui peuvent amener à faire ce choix :

- Pas assez d'entrées/sorties.
- Communication à distance.
- Pour des raisons de sécurité.
- Pas assez de place ou de puissance dans notre carte principale. [7]

II.5. Diagramme de cas d'utilisation

Les cas d'utilisation sont une technique de description du système étudié privilégiant le point de vue de l'utilisateur. Un cas d'utilisation est une façon spécifique d'utiliser le système, c'est aussi l'image d'une fonctionnalité de système, déclenchée en réponse à la simulation d'un exploitateur.

II.5.1. Les exploitateurs

Un exploitateur est l'utilisateur du système.

Il faut distinguer deux types d'exploiteurs :

- ❖ Les exploitateurs principaux : Cette catégorie regroupe les personnes qui utilisent les fonctions principales du système.
- ❖ Les exploitateurs secondaires : Cette catégorie regroupe les personnes qui effectuent des tâches administratives ou de maintenance.

Dans notre système on a deux exploitateurs :

- **L'utilisateur** : c'est le résident du site qui est l'utilisateur principal de système pour la prestation des services.
- **Le développeur** : c'est celui qui est chargé de la tâche de maintenance et d'entretien du système, en cas d'erreur ou de rajout d'un nouveau service au site.

II.5.2. Les cas d'utilisation

Les cas d'utilisation se déterminent en observant et en précisant, exploitateur par exploitateur, les séquences d'interaction – les scénarios – du point de vue de l'utilisateur. Ils sont des abstractions de dialogue entre les exploitateurs et le système.

Voici les cas d'utilisation de notre application :

- Allumer / Éteindre Lampe.
- Activer / Désactiver système anti intrusion.
- Ouvrir / Fermer porte.
- Consulter la Température.
- Enclencher / Déclencher l'aération.
- afficher les messages reçus.

D'où ce diagramme représente tous les cas d'utilisation relative à notre système

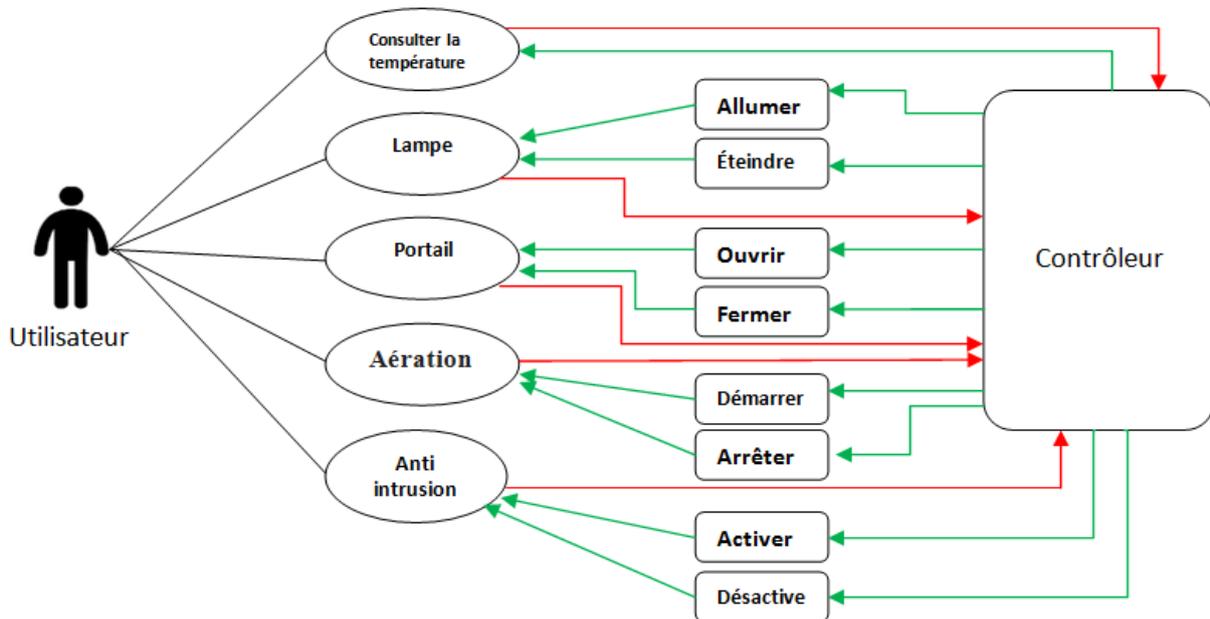


Fig II.2 : diagramme d'utilisation relative (exploiteur/Arduino)

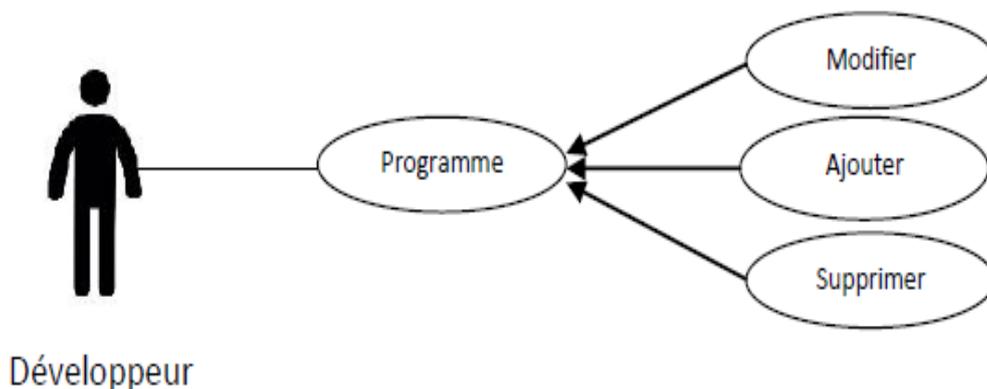


Fig II.3 : diagramme d'utilisation relative (développeur)

D'après le diagramme, les tâches de l'utilisateur sont :

- Consultation de la température.
- Allumer/Éteindre une lampe.
- Ouvrir / Fermer la porte à distance.
- Activer / Désactiver système anti intrusion.
- Enclencher / Déclencher l'aération.

Et pour le développeur sont :

- Modifier, Ajouter et Supprimer un service.

II.6. fonctionnement du système

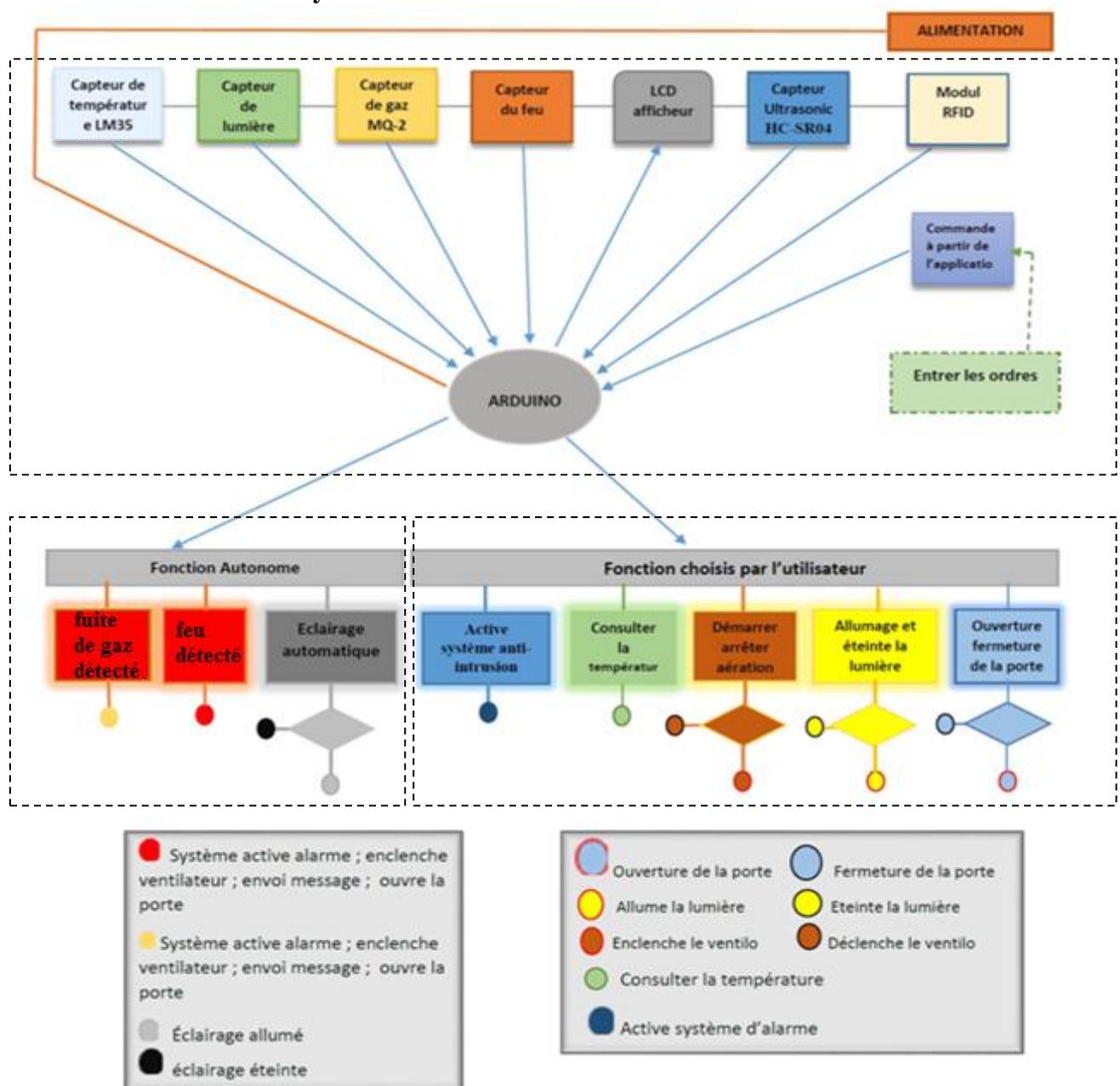


Fig II.4 : fonctionnement du système

Notre système est constitué de quatre principales parties : une partie capteurs et application pour l'acquisition d'informations et pour la commande ; une partie commande pour commander les actionneurs ; une partie de sécurité pour la détection du feu et des fuites du gaz et une dernière partie pour l'éclairage automatique.

Premièrement la partie capteur et application : elle constituée de différents capteurs et un écran LCD avec une application pour la commande, cette partie nous transmet des signaux analogique et numérique qui nous permette de commander notre système.

Deuxièmement, la partie commande : permet de commander les différents actionneurs qui permettent de consulter la température; allumage /extinction des lumières; ouverture/fermeture des portes; démarrage/arrêt aération et l'activation du système anti-intrusion.

Troisièmement la partie de sécurité : qui est un système autonome, et à partir des données acquise par les capteurs, permet la détection du feu et fuite du gaz et transmet une action selon le scénario et la tache planifiée pour ce dernier, cette partie comporte aussi l'éclairage automatique qui à partir d'un capteur de lumière, permet l'allumage-extinction automatique de la lumière extérieur en fonction de l'intensité de la lumière du soleil.

II.7. Diagramme de séquence

Les diagrammes de séquence montrent des interactions entre objets selon un point de vue temporel.

Il permet de décrire les scénarios de chaque cas d'utilisation en mettant l'accent sur la chronologie des opérations en interaction avec les objets.

Un diagramme de séquence montre une interaction présentée en séquence dans le temps. En particulier, il montre aussi les objets qui participent à l'interaction par leur "ligne de vie" et les messages qu'ils échangent présentés en séquence dans le temps.

Voici quelques notions :

- Scénario : une liste d'actions qui décrivent une interaction entre un acteur et le système.
- Interaction : un comportement qui comprend un ensemble de messages échangés par un ensemble d'objets dans un certain contexte pour accomplir une certaine tâche.
- Message : Un message représente une communication unidirectionnelle entre objets qui transporte de l'information avec l'intention de déclencher une réaction chez le récepteur.

II.7.1. Quelques diagrammes de séquence :

II.7.1.1. Diagramme de séquence du cas d'utilisation "authentification"

1. L'utilisateur accède à l'application.
2. L'application demande le mot de passe.
3. L'utilisateur saisit le mot de passe.
4. L'application vérifie la validité du mot de passe.
5. L'application autorise ou refuse l'accès.

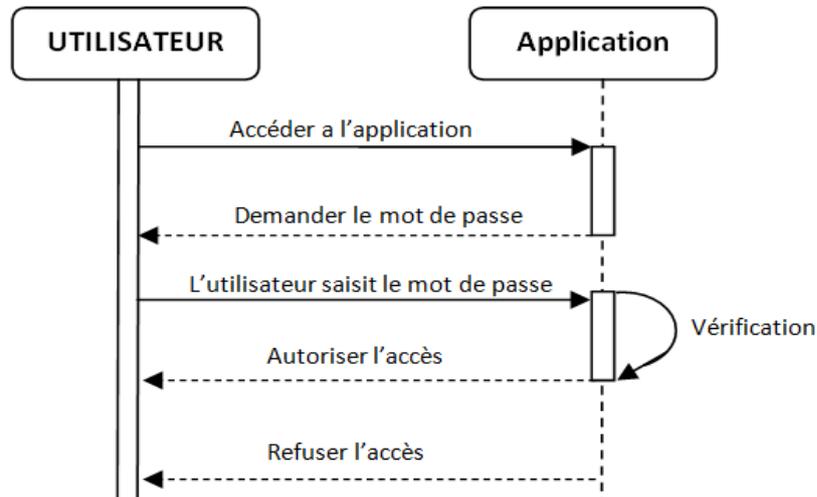


Fig II.5 : Diagramme de séquence "authentification"

II.7.1.2. Diagramme de séquence du cas d'utilisation "Lampe"

Allumer une lampe :

1. L'utilisateur accède à l'application.
2. L'utilisateur allume la lampe correspondre a la salle au choix.
3. L'application reçoit l'ordre et fait le changement.
4. L'application affiche le message "éclairage enclencher".

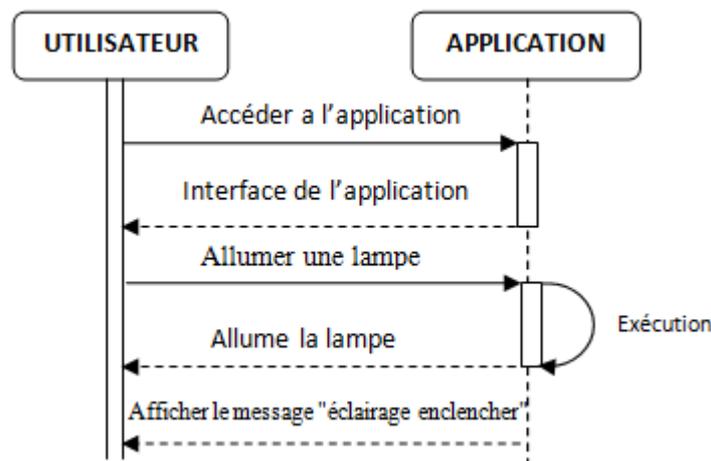


Fig II.6 : Diagramme de séquence "Allumer lampe"

Eteindre une lampe :

1. L'utilisateur accède à l'application.
2. L'utilisateur Eteindre la lampe correspond à la salle au choix.
3. L'application reçoit l'ordre et fait le changement.
4. L'application affiche le message "éclairage déclencher".

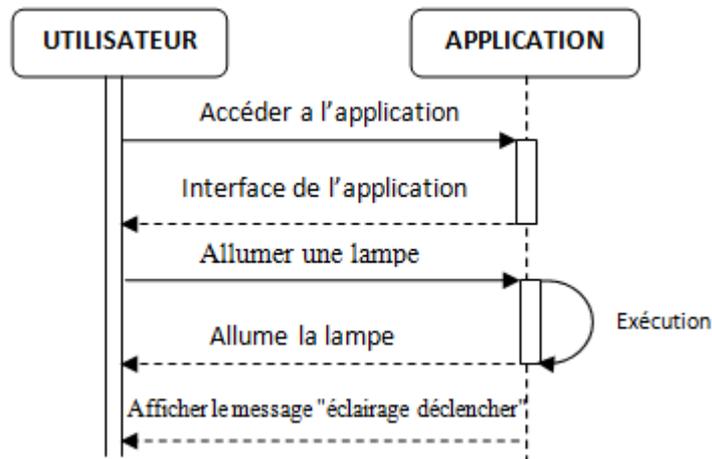


Fig II.7 : Diagramme de séquence "Eteindre lampe"

II.7.1.3. Diagramme de séquence du cas d'utilisation " porte "

1. L'utilisateur accède à l'application.
2. L'utilisateur Ouvre la porte.
3. L'application reçoit l'ordre et fait le changement.
4. L'application affiche le message "porte ouverte".

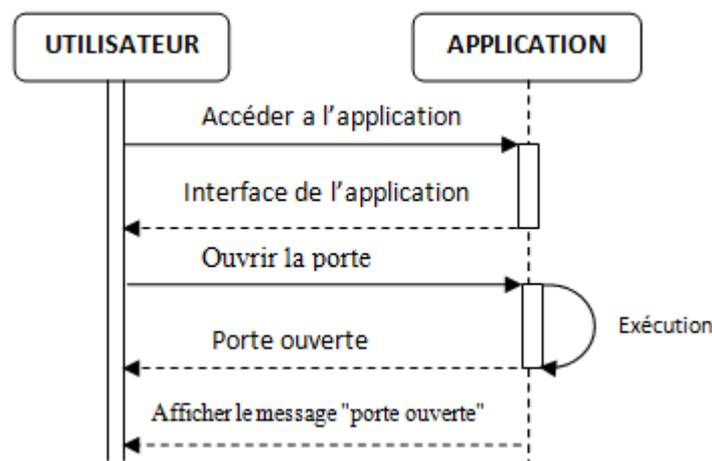


Fig II.8 : Diagramme de séquence "Ouvrir porte"

II.7.1.4. Diagramme de séquence de " fuite du gaz "

1. L'Arduino scrute l'entre pour savoir s'il y a présence du gaz.
2. fuite du gaz détectée.
3. L'Arduino affiche le message "Fuite du gaz détecte".

4. L'Arduino active l'alarme.
5. L'Arduino démarre aération.
6. L'Arduino ouvre la porte.

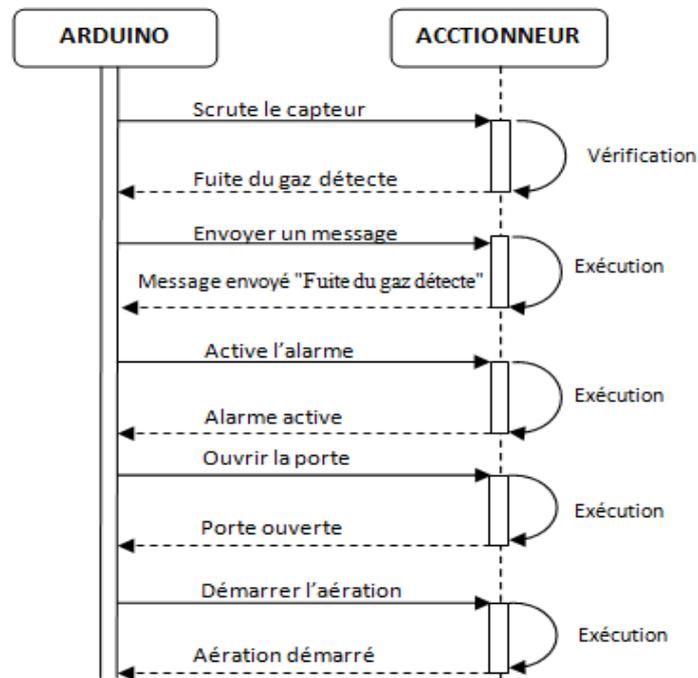


Fig II.9 : Diagramme de séquence "fuite du gaz"

II.8. Diagramme d'activité

Un diagramme d'activités est conçu pour être une vue simplifiée à ce qui se passe lors d'une opération ou d'un processus, et c'est un moyen graphique pour donner une vision de l'ensemble des actions.

Chaque activité est représentée par un rectangle arrondi, une flèche représente le passage d'une activité à une autre. Comme le diagramme d'état de transition a un point de départ (l'état initial) représenté par un cercle rempli et un point final représenté par un œil de bœuf.

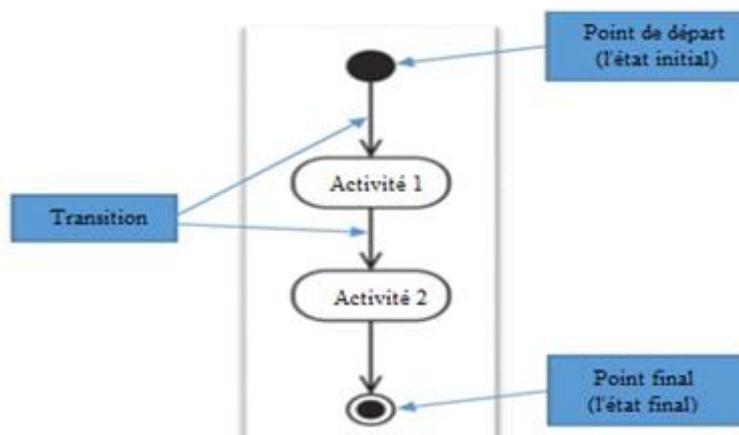


Fig II.10 : notion de base du diagramme d'activité

Le diagramme d'activités permet d'expliquer mieux les transitions de l'interface Homme-Machine avec chaque évènement déclenché afin de mieux connaître les chemins qui peuvent mener l'utilisateur à un service donné.

On vous présente le diagramme d'activité pour explique plus précisément la navigation de l'utilisateur :

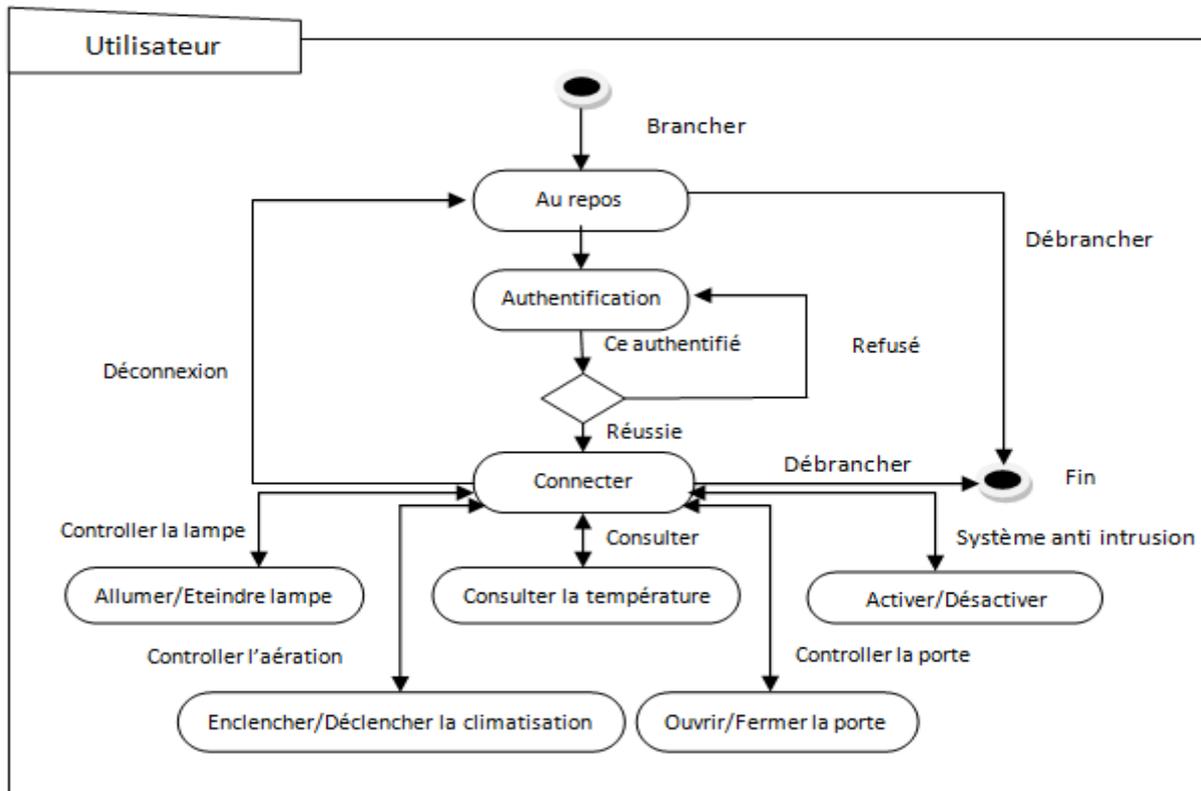


Fig II.11 : diagramme d'activité

Au départ, l'utilisateur est à l'état repos, lorsqu'il accède à l'application, il doit s'authentifier, après l'authentification il passe à l'état connecté s'il est accepté sinon il revient à l'état repos, dans ce cas-là il est connecté au système et il peut contrôler le site.

II.9. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue l'architecture globale de notre projet ainsi que les principales caractéristiques des composants qui vont le constituer. De même, nous avons étudié le système, et pour expliquer le principe de fonctionnement nous avons utilisé des diagrammes de séquence et d'activité.

Dans ce qui suit, nous allons voir les moyens utilisés pour la réalisation de notre travail.

CHAPITRE III

Moyens Utilises (Soft Et Hard)

III.1. Introduction

Aujourd'hui, l'électronique est de plus en plus remplacée par de l'électronique programmée. On parle aussi de système embarquée ou d'informatique embarquée. Son but est de simplifier les schémas électroniques et par conséquent réduire l'utilisation de composants électroniques, réduisant ainsi le coût de fabrication d'un produit. Il en résulte des systèmes plus complexes et performants pour un espace réduit.

Depuis que l'électronique existe, sa croissance est fulgurante et continue encore aujourd'hui. L'électronique est devenue accessible à toutes personnes en ayant l'envie, ce que nous allons apprendre dans ce travail est un mélange d'électronique et de programmation. On va en effet parler d'électronique embarquée qui est un sous-domaine de l'électronique et qui a l'habileté d'unir la puissance de la programmation à la puissance de l'électronique.

III.2. Partie Hard

Nous avons utilisé deux cartes électroniques et plusieurs composants pour réaliser ce travail, dans cette partie nous avons présenté les gammes de la carte Arduino et leurs modules utilisés.

III.2.1. Définition du module Arduino

Le module Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (plateforme de contrôle) dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre dont certains composants de la carte : comme le microcontrôleur et les composants complémentaires qui ne sont pas en licence libre. Un microcontrôleur programmé peut analyser et produire des signaux électriques de manière à effectuer des tâches très diverses. Arduino est utilisé dans beaucoup d'applications comme l'électrotechnique industrielle et embarquée ; le modélisme, la domotique mais aussi dans des domaines différents comme l'art contemporain et le pilotage d'un robot, commande des moteurs et faire des jeux de lumières, communiquer avec l'ordinateur, commander des appareils mobiles. Chaque module d'Arduino possède un régulateur de tension +5 V et un oscillateur à quartz 16 MHz. Pour programmer cette carte, on utilise l'logiciel IDE Arduino. [8]

III.2.2. Les gammes de la carte Arduino

Actuellement, il existe plus de 20 versions de module Arduino, nous citons quelques un afin d'éclaircir l'évaluation de ce produit scientifique et académique:

- Le NG d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega8.

Chapitre III : Moyens utilisés (Soft et Hard)

- L'extrémité d'Arduino, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un Microcontrôleur ATmega8.
- L'Arduino Mini, une version miniature de l'Arduino en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Nano, une petite carte programme à l'aide porte USB cette version utilisant un microcontrôleur ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version).
- Le NG d'Arduino plus, avec une interface d'USB pour programmer et usage d'un ATmega168.
- L'Arduino Bluetooth, avec une interface de Bluetooth pour programmer en utilisant un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Diecimila, avec une interface d'USB et utilise un microcontrôleur ATmega168.
- L'Arduino Duemilanove ("2009"), en utilisant un microcontrôleur l'ATmega168 (ATmega328 pour une plus nouvelle version) et actionné par l'intermédiaire de la puissance d'USB/DC.
- L'Arduino Mega, en utilisant un microcontrôleur ATmega1280 pour I/O additionnel et mémoire.
- L'Arduino UNO, utilisations microcontrôleur ATmega328.
- L'Arduino Mega2560, utilisations un microcontrôleur ATmega2560, et possède toute la mémoire à 256 KBS. Elle incorpore également le nouvel ATmega8U2 (ATmega16U2 dans le jeu de puces d'USB de révision 3).
- L'Arduino Leonardo, avec un morceau ATmega3U4 qui élimine le besoin de raccordement d'USB et peut être employé comme clavier. [9]

L'Arduino fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source comme interface de programmation. L'injection du programme déjà converti par l'environnement sous forme d'un code « HEX » dans la mémoire du microcontrôleur se fait d'une façon très simple par la liaison USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties. Ces cartes sont basées sur un microcontrôleur ATmega et des composants complémentaires. Les cartes Arduino contiennent une mémoire morte, elles sont dotées par des pins entrées/sorties digitales (ces pins peuvent être utilisées en tant que sortie PWM), des entrées analogiques et un cristal à 16 MHz, une connexion USB et possède un bouton de remise à zéro et une prise jack d'alimentation.

Pour la réalisation de notre travail, on a utilisé 2 cartes Arduino (Uno et Mega).

III.2.2.1. Arduino Mega 2560 :

Le schéma qui suit montre les différents composants de la carte Arduino Mega 2560 :

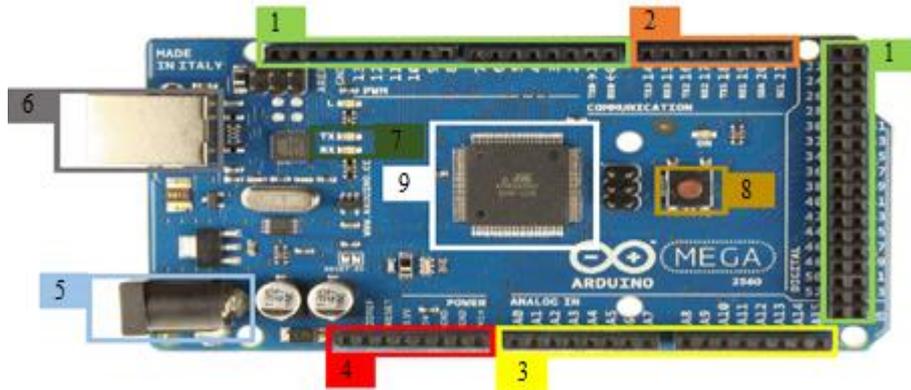


Fig III.1: les composants d'Arduino Mega 2560

- 1 : Entrées/Sorties digitales (54 pin)
- 2 : Pin de communication
- 3 : Entrées/Sorties Analogique (peuvent aussi servir comme E/S digitales, 16 pin)
- 4 : Broches d'alimentation pour le montage (5V, 3,3V, GND...)
- 5 : Entrée d'alimentation externe pour la carte
- 6 : Port USB pour la communication entre le PC et la carte
- 7 : LED indiquant la communication avec l'ordinateur (Tx, Rx)
- 8 : Botton RESET
- 9 : Microcontrôleur ATmega2560

III.2.2.2. Arduino Uno

Le schéma qui suit montre les différents composants de la carte Arduino Uno :

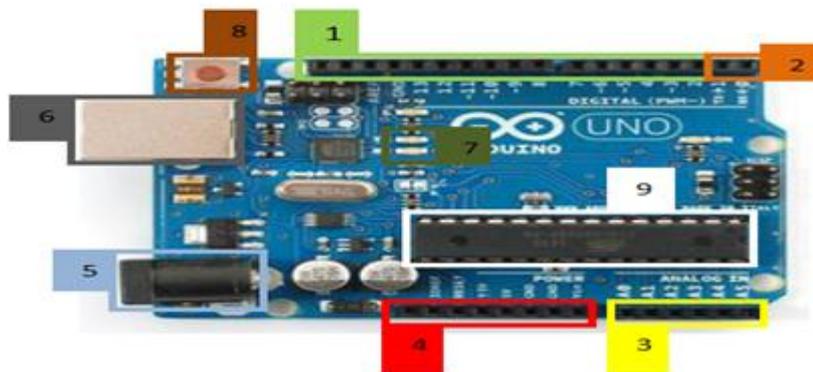


Fig III.2 : les composants d'Arduino UNO

- 1 : Entrées/Sorties digitales (14 pin)
- 2 : Pin de communication
- 3 : Entrées/Sorties Analogique (peuvent aussi servir comme E/S digitales, 6 pin)
- 4 : Broches d'alimentation pour le montage (5V, 3,3V, GND...)
- 5 : Entrée d'alimentation externe pour la carte
- 6 : Port USB pour la communication entre le PC et la carte

7 : LED indiquant la communication avec l'ordinateur (Tx, Rx)

8 : Botton RESET

9 : Microcontrôleur ATmega328

III.2.3. La constitution de la carte Arduino UNO

Un module Arduino est généralement construit autour d'un microcontrôleur ATMEL AVR, et de composants complémentaires qui facilitent la programmation et l'interfaçage avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un régulateur linéaire 5V et un oscillateur à quartz 16 MHz (ou un résonateur céramique dans certains modèles). Le microcontrôleur est préprogrammé avec un bootloader de façon à ce qu'un programmeur dédié ne soit pas nécessaire.

III.2.3.1. Partie matérielle

Généralement tout module électronique qui possède une interface de programmation est basé toujours dans sa construction sur un circuit programmable ou plus.

a. Le Microcontrôleur ATmega328

Un microcontrôleur ATmega328 est un circuit intégré qui rassemble sur une puce plusieurs éléments complexes dans un espace réduit au temps des pionniers de l'électronique. Aujourd'hui, en soudant un grand nombre de composants encombrants ; tels que les transistors; les résistances et les condensateurs tout peut être logé dans un petit boîtier en plastique noir muni d'un certain nombre de broches dont la programmation peut être réalisée en langage C. la figure III.3 montre un microcontrôleur ATmega 328, qu'on trouve sur la carte Arduino.



Le composant CMS



Le composant classique

Fig III.3 : Microcontrôleur ATmega328

Le microcontrôleur ATmega328 est constitué par un ensemble d'éléments qui ont chacun une fonction bien déterminée. Il est en fait constitué des mêmes éléments que sur la carte mère d'un ordinateur. Globalement, l'architecture interne de ce circuit programmable se compose essentiellement sur :

- **La mémoire Flash:** C'est celle qui contiendra le programme à exécuter. Cette mémoire est effaçable et réinscriptible mémoire programme de 32Ko (dont bootloader de 0.5 ko).

- **RAM** : c'est la mémoire dite "vive", elle va contenir les variables du programme. Elle est dite "volatile" car elle s'efface si on coupe l'alimentation du microcontrôleur. Sa capacité est 2 ko.
- **EEPROM** : C'est le disque dur du microcontrôleur. On y enregistre des infos qui ont besoin de survivre dans le temps, même si la carte doit être arrêtée. Cette mémoire ne s'efface pas lorsque l'on éteint le microcontrôleur ou lorsqu'on le reprogramme. [10]

b. Les sources de l'alimentation de la carte

On peut distinguer deux genres de sources d'alimentation (Entrée Sortie) et cela comme suit :

- **Vin** : La tension d'entrée positive lorsque la carte Arduino est utilisée avec une source de tension externe (à distinguer du 5V de la connexion USB ou autre source 5V régulée). On peut alimenter la carte à l'aide de cette broche, ou, si l'alimentation est fournie par le jack d'alimentation, accéder à la tension d'alimentation sur cette broche.
- **5V** : La tension régulée utilisée pour faire fonctionner le microcontrôleur et les autres composants de la carte (pour info : les circuits électroniques numériques nécessitent une tension d'alimentation parfaitement stable dite "tension régulée" obtenue à l'aide d'un composant appelé un régulateur et qui est intégré à la carte Arduino). Le 5V régulé fourni par cette broche peut donc provenir soit de la tension d'alimentation Vin via le régulateur de la carte, ou bien de la connexion USB (qui fournit du 5V régulé) ou de tout autre source d'alimentation régulée.
- **3,3 V** : Une alimentation de 3.3V fournie par le circuit intégré FTDI (circuit intégré faisant l'adaptation du signal entre le port USB de votre ordinateur et le port série de l'ATmega) de la carte est disponible : ceci est intéressant pour certains circuits externes nécessitant cette tension au lieu du 5V. L'intensité maximale disponible sur cette broche est de 50mA. [9]

c. Les entrées & sorties

Cette carte possède 14 broches numériques (numérotée de 0 à 13) peut être utilisée soit comme une entrée numérique, soit comme une sortie numérique, en utilisant les instructions `pinMode()`, `digitalWrite()` et `digitalRead()` du langage Arduino. Ces broches fonctionnent en 5V. Chaque broche peut fournir ou recevoir un maximum de 40mA d'intensité et dispose d'une résistance interne de 20-50 KOhms. Cette résistance interne s'active sur une broche en entrée à l'aide de l'instruction `digitalWrite(broche, HIGH)`.

En plus, certaines broches ont des fonctions spécialisées :

- **Interruptions Externes:** Broches 2 et 3. Ces broches peuvent être configurées pour déclencher une interruption sur une valeur basse, sur un front montant ou descendant, ou sur un changement de valeur. -Impulsion PWM (largeur d'impulsion modulée): Broches 3, 5, 6, 9, 10, et 11. Fournissent une impulsion PWM 8-bits à l'aide de l'instruction `analogWrite()`.
- **SPI (Interface Série Périphérique):** Broches 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Ces broches supportent la communication SPI (Interface Série Périphérique) disponible avec la librairie pour communication SPI. Les broches SPI sont également connectées sur le connecteur ICSP qui est mécaniquement compatible avec les cartes Mega.
- **I2C:** Broches 4 (SDA) et 5 (SCL), supportent les communications de protocole I2C (ou interface TWI (Two Wire Interface - Interface "2 fils"), disponible en utilisant la librairie `Wire/I2C` (ou TWI - Two-Wire interface - interface "2 fils").
- **LED:** Broche 13, il y a une LED incluse dans la carte connectée à la broche 13. Lorsque la broche est au niveau HAUT, la LED est allumée, lorsque la broche est au niveau BAS, la LED est éteinte.

La carte UNO dispose de 6 entrées analogiques (numérotées de 0 à 5), chacune pouvant fournir une mesure d'une résolution de 10 bits (càd sur 1024 niveaux soit de 0 à 1023) à l'aide de la très utile fonction `analogRead()` du langage Arduino. Par défaut, ces broches mesurent entre le 0V (valeur 0) et le 5V (valeur 1023).

La carte Arduino UNO intègre un fusible qui protège le port USB de l'ordinateur contre les surcharges en intensité (le port USB est généralement limité à 500mA en intensité). Bien que la plupart des ordinateurs aient leur propre protection interne, le fusible de la carte fournit une couche supplémentaire de protection. Si plus de 500mA sont appliqués au port USB, le fusible de la carte coupera automatiquement la connexion jusqu'à ce que le court-circuit ou la surcharge soit stoppé. [8]

d. Les ports de communications

La carte Arduino UNO a de nombreuses possibilités de communications avec l'extérieur. L'Atmega328 possède une communication série UART TTL (5V), grâce aux broches numériques 0 (RX) et 1 (TX).

On utilise (RX) pour recevoir et (TX) pour transmettre les données séries de niveau TTL. Ces broches sont connectées aux broches correspondantes du circuit intégré ATmega328 programmé en convertisseur USB-vers-série de la carte, pour assurer l'interface entre les niveaux TTL et le port USB de l'ordinateur.

Comme il y a un port de communication virtuel pour le logiciel sur l'ordinateur, la connexion série de l'Arduino est très pratique pour communiquer avec un PC

III.2.3.2. Partie programme

Une telle carte d'acquisition qui se base sur sa construction sur un microcontrôleur doit être dotée d'une interface de programmation comme est le cas de notre carte. L'environnement de programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).

III.2.4. Bus I2C

Le bus I2C, dont le sigle signifie Inter Integrated Circuit ce qui donne IIC et par contraction I2C.

Le protocole est initialement proposé par Philips mais adopté de nos jours par de très nombreux fabricants. C'est un bus de communication de type série.

Chez certains constructeurs, ce bus est parfois nommé sous le nom de TWI (Two Wire Interface). Ce bus n'utilise que 3 fils :

- un signal de données (SDA)
- un signal d'horloge (SCL)
- un signal de référence électrique (masse). [11]

➤ Présentation

Le bus I2C qui n'utilise que deux lignes de signal permet à un certain nombre d'appareils d'échanger des informations sous forme série avec un débit pouvant atteindre 100 Kbps ou 400 Kbps pour les versions les plus récentes.

Ceci étant précisé, voici quels sont les points forts du bus I2C :

- C'est un bus série bifilaire utilisant une ligne de données appelée SDA (Serial Data) et une ligne d'horloge appelée SCL (Serial Clock) ;
- Les données peuvent être échangées dans les deux sens sans restriction.
- Le bus est multi-maître.
- Chaque abonné dispose d'une adresse codée sur 7 bits. On peut donc connecter simultanément 128 abonnés d'adresses différentes sur le même bus, sous réserve de ne pas le surcharger électriquement.
- Un acquittement est généré pour chaque octet de donnée transféré.
- Le bus peut travailler à une vitesse maximum de 100 Kbps (ou 400 Kbps) le protocole permet de ralentir automatiquement l'équipement le plus rapide pour s'adapter à la vitesse de l'élément le plus lent, lors d'un transfert.

- Les niveaux électriques permettent l'utilisation de circuits en technologies CMOS, NMOS ou TTL. [12]

III.2.5. Module Bluetooth HC-06

Bluetooth est une technologie de réseau personnel sans fils, les appareils Bluetooth ne nécessitent pas d'une ligne de vue directe pour communiquer, ce qui rend plus souple son utilisation et permet notamment une communication d'une pièce à une autre, sur de petits espaces.

L'objectif de Bluetooth est de permettre de transmettre des données ou de la voix entre des équipements possédant un circuit radio de faible coût, sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres à un peu moins d'une centaine de mètres et avec une faible consommation électrique.

Ainsi, la technologie Bluetooth est principalement prévue pour relier des périphériques entre-eux (imprimantes, téléphones portables, appareils domestiques, oreillettes sans fils, souris, clavier, etc.), des ordinateurs ou des assistants personnels (PDA), sans utiliser de liaison filaire. La technologie Bluetooth est également de plus en plus utilisée dans les téléphones portables, afin de leur permettre de communiquer avec des ordinateurs ou des assistants personnels et surtout avec des dispositifs mains-libres tels que des oreillettes Bluetooth. [13]

➤ Caractéristiques

Le Bluetooth permet d'obtenir des débits de l'ordre de 1 Mbps, correspondant à 1600 échanges par seconde en full-duplex, avec une portée d'une dizaine de mètres avec un émetteur de classe II et d'un peu moins d'une centaine de mètres avec un émetteur de classe I.

Le standard Bluetooth définit en effet 3 classes d'émetteurs proposant des portées différentes en fonction de leur puissance d'émission :

Table 3 : classification de Bluetooth en fonction de puissance d'émission

Classe	Puissance (affaiblissement)	Portée
I	100 mW (20 dBm)	100 mètres
II	2,5 mW (4 dBm)	15-20 mètres
III	1 mW (0 dBm)	10 mètres

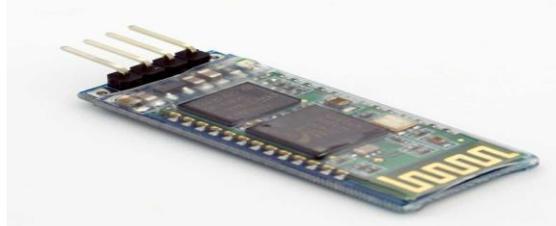


Fig III.4 : Bluetooth HC-06

Chapitre III : Moyens utilisés (Soft et Hard)

Le module Bluetooth pour Arduino fournit la possibilité à Arduino de se connecter à l'application, ce module permet d'établir une communication série simple, la configuration est rapide et simple. Il n'est cependant pas possible de configurer entièrement le module. [13]

Pour accorder ce module à la carte Arduino il faut suivre le schéma ci-après pour assurer le bon fonctionnement

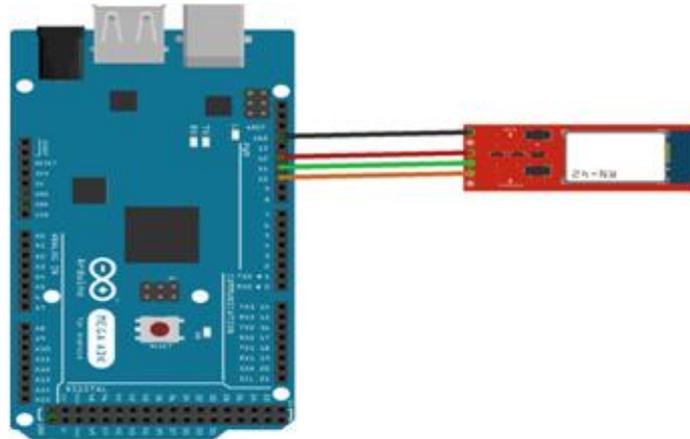


Fig III.5 : schéma de câblage Bluetooth

III.2.6. Le module infrarouge (émetteur/récepteur)

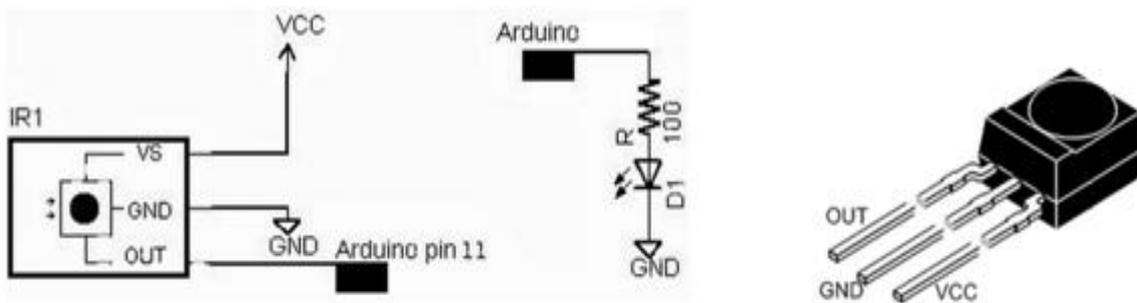


Fig III.6 : module infrarouge

Lorsqu'on fait la liaison entre le module infrarouge et Arduino, on peut commander et contrôler les actionneurs à l'aide de la télécommande.

Le schéma de câblage qu'il assure le bon fonctionnement :

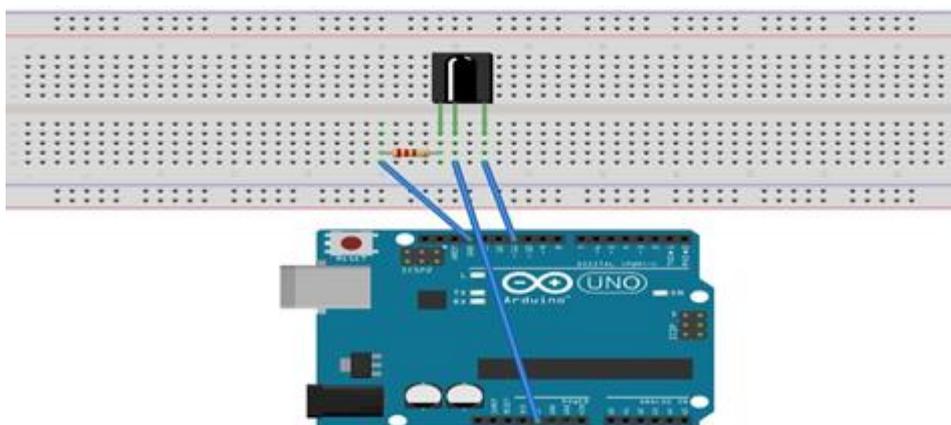


Fig III.7: schéma de câblage infrarouge

III.2.7. Capteur de gaz MQ-2

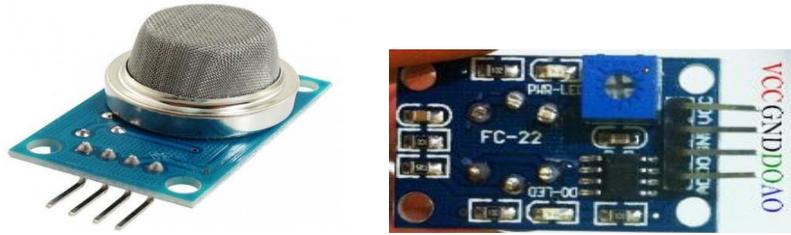


Fig III.8: Capteur de gaz MQ-2

Le MQ-2 est un capteur gaz, qui peut être utilisé dans la détection des fuites de gaz dans le site, la fumée du feu, l'isobutane, le propane et le gaz naturel liquéfié. La sensibilité peut être réglée dans le programme.

Il faut suivre le schéma ci-après pour assurer le bon fonctionnement :

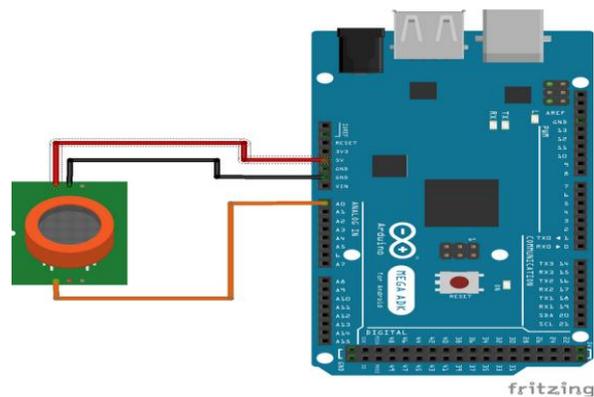


Fig III.9 : schéma de câblage capteur de gaz

III.2.8. Capteur Ultrasonic HC-SR04



Fig III.10: Capteur Ultrasonic HC-SR04

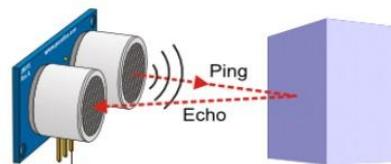


Fig III.11 : mécanisme de travail du capteur Ultrasonic HC-SR04

Le capteur d'ultrasons HC-SR04 est un capteur de proximité /distance qui travaille par les ondes radio, il a deux yeux, un pour la transmission des ondes et l'autre pour la réception, comme montre la Figure III.11.

Comme l'onde fait un aller-retour (le voyage depuis l'émission de l'onde, le rebond, puis le retour sur le récepteur), il faudra diviser le temps de vol par deux pour ne considérer qu'un trajet (l'aller ou le retour). Le calcul sera alors simple. Une vitesse s'exprime par une distance divisée par un temps $v=d/t$ donc la distance sera la vitesse multipliée par le temps $d=v \times t$.

On a utilisé ce capteur en tant que capteur de mouvement contre l'intrusion.

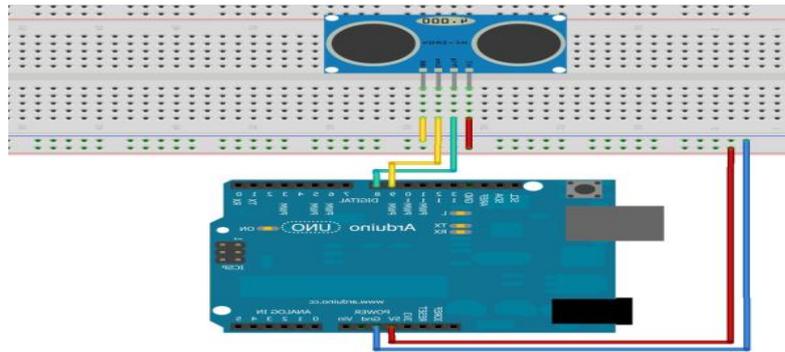


Fig III.12 : schéma de câblage Ultrasonic HC-SR04

III.2.9. Servomoteur



Fig III.13 : Servomoteur

Un servomoteur (souvent abrégé en « servo », provenant du latin *servus* qui signifie « esclave ») est un 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. C'est donc un système asservi.

Pour le travail on a utilisé le servomoteur pour contrôler la porte.

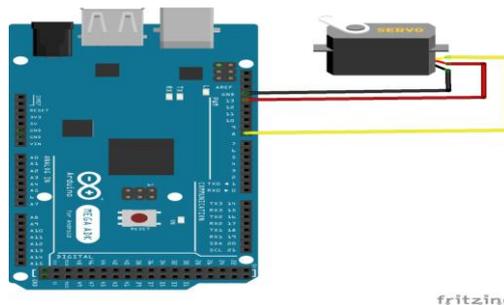


Fig III.14 : schéma de câblage servomoteur

III.2.10. Le capteur de Température

Le capteur de température est un dispositif qui permet de transformer une grandeur physique (Température) en une grandeur électrique (tension ou courant). Comme le capteur de lumière il existe deux type du capteur (actif et passif), dans notre cas nous allons utiliser un capteur du type actif (Circuit intégré LM-35).

- Le capteur LM-35

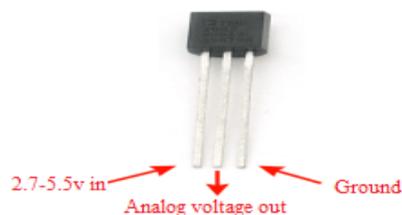


Fig III.15: Capteur de température LM-35

Chapitre III : Moyens utilisés (Soft et Hard)

Le capteur LM-35 est un capteur de température où la tension de sortie est linéairement proportionnelle à la température en Celsius centigrade. Ce capteur ne nécessite pas de calibrage externe pour fournir une précision de $\pm 1/4^{\circ}\text{C}$ sur une gamme de température de -55°C à $+150^{\circ}\text{C}$. Son coefficient est de $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ et dans notre cas le capteur est alimenté par 0-5V, on ne peut mesurer par conséquent que des températures positives. [14]

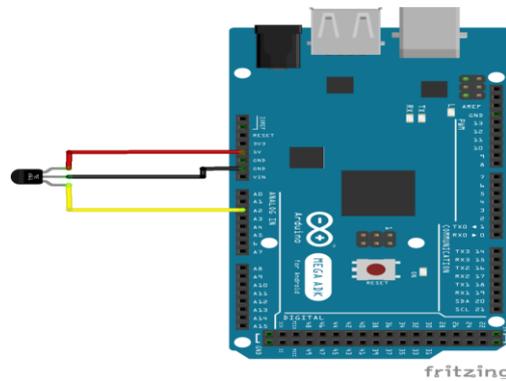


Fig III.16 : schéma de câblage capteur de température

III.2.11. DC moteur



Fig III.17 : DC moteur

Un DC moteur (moteur à courant continu) transforme l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation, dans une seule direction.

Pour le projet on a utilisé le DC moteur comme un système aération.

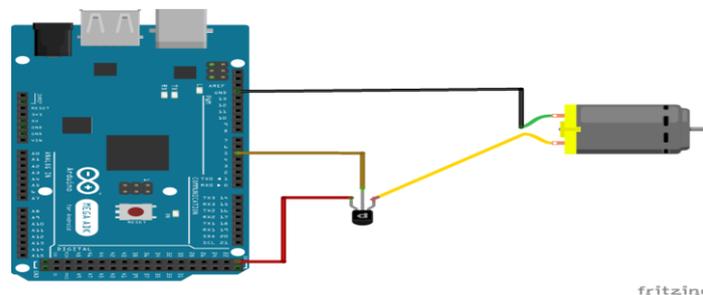


Fig III.18 : schéma de câblage DC moteur

III.2.12. Détecteur de flamme



Fig III.19 : Capteur de flamme

Il est sensible au rayonnement infrarouge émis par les flammes d'un foyer ainsi qu'à la présence du CO_2 résultant.

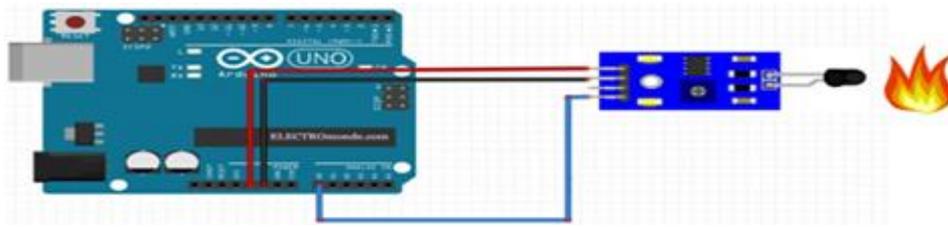


Fig III.20 : schéma de câblage capteur de flamme

III.2.13. Photorésistance



Fig III.21 : Photorésistance

Une photorésistance est une résistance qui varie en fonction de la lumière qu'elle capte. Le modèle qu'on dispose est une photorésistance qui varie d'environ 700 Ko dans le noir à 400 Ohms au soleil; cette résistance diminue en fonction de la lumière captée. L'utilisation est diverse et variée :

- Mesure de la lumière ambiante pour une station météo.
- Détecteur de lumière dans une pièce.
- Suiveur de lumière dans un robot.
- Eclairage extérieur.
- etc...

Pour tester l'utilisation de celle-ci, nous allons utiliser une entrée analogique afin de mesurer la variation de tension en fonction de la lumière captée par la photorésistance. Le schéma de câblage sera le suivant :

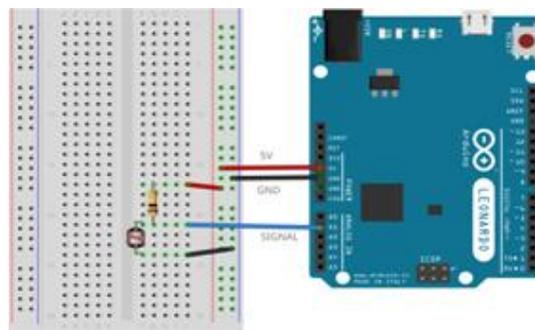


Fig III.22 : schéma de câblage photorésistance

III.2.14. RFID – RC255

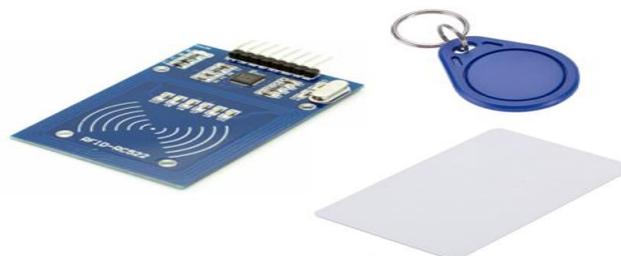


Fig III.23 : RFID – RC255

RFID (Radio Frequency Identification, identification par radio) est une méthode d'identification automatique sur la base des données stockées à distance en utilisant dispositif d'étiquette RFID et un lecteur RFID.

La technologie RFID permet la lecture des étiquettes même sans ligne de vue directe et peut traverser de fines couches de matériaux (peinture, neige, etc.).

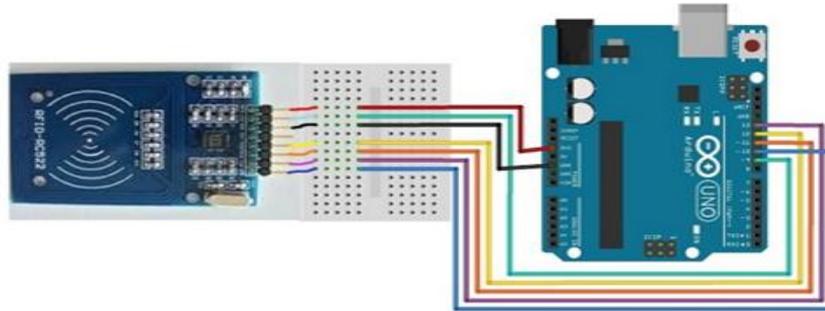


Fig III.24: schéma de câblage RFID – RC255

III.3. Partie soft

Nous avons utilisé plusieurs logiciels pour réaliser ce travail, dans cette partie nous avons présenté les logiciels de simulation et programmation.

III.3.1. Arduino IDE

Le logiciel de programmation de la carte Arduino sert d'éditeur de code (langage proche du C). Une fois, le programme tapé ou modifié au clavier, il sera transféré et mémorisé dans la carte à travers de la liaison USB. Le câble USB alimente à la fois en énergie la carte et transporte aussi l'information ce programme appelé IDE Arduino.

III.3.1.1. Structure générale du programme (IDE Arduino)

Comme n'importe quel langage de programmation, une interface souple et simple est exécutable sur n'importe quel système d'exploitation Arduino basé sur la programmation en C.

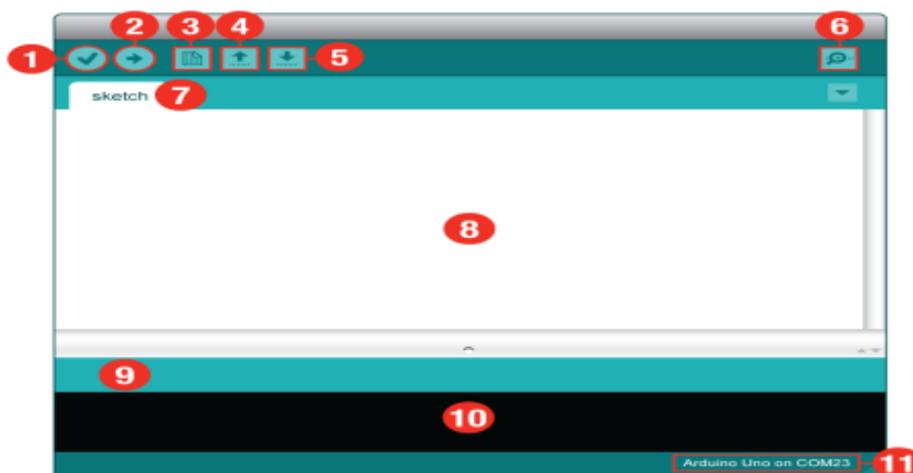


Fig III.25 : description de l'interface d'Arduino IDE

- 1 : Compiler et vérifier le code.
- 2 : Compiler et téléverser/télécharger le code vers la carte Arduino.
- 3 : Nouvel onglet de la fenêtre de code.
- 4 : Ouvrir un projet.
- 5 : Sauvegarder.
- 6 : Moniteur série (pour voir les messages qui a été programmes dans le programme).
- 7 : L'onglet en cours avec le nom de programme.
- 8 : Editeur de code.
- 9 : Zone de message.
- 10 : Le Console des erreurs (zone de notification).
- 11 : Type de la carte Arduino + port série sur lequel la carte est branchée. [15]

III.3.1.2. Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (Arduino UNO) et le numéro de port USB (COM 3) comme à titre d'exemple cette figure suivante.

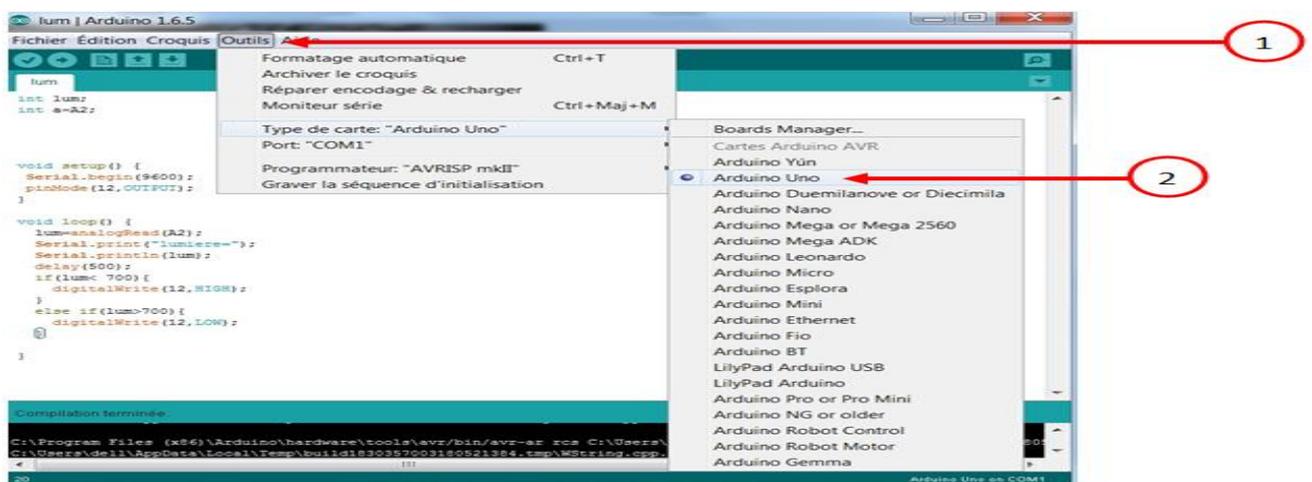


Fig III.26 : paramétrage de la carte étape1

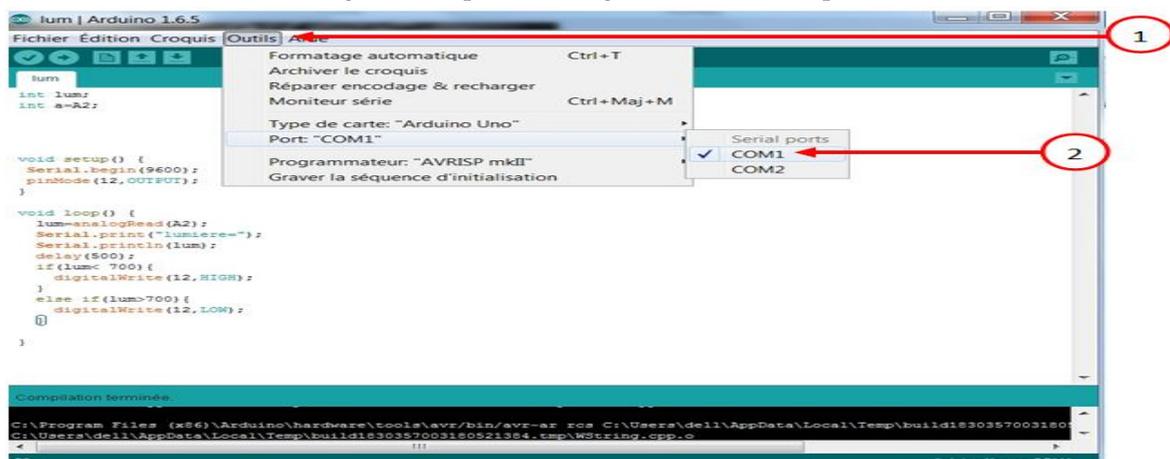


Fig III.27 : paramétrage de la carte étape2

III.3.1.3. Description du programme

Un programme arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle (ligne par ligne). La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres dans l'ordre défini par les lignes de codes.

- **Commentaires**

Les **commentaires** sont, en programmation informatique, des portions du code source ignorées par le compilateur ou l'interpréteur, car ils ne sont pas censés influencer l'exécution du programme.

```
/* programme de command DC moteur avec Smartphone via Bluetooth-----  
*et fait également clignoter la diode de test de la carte-----  
*/-----
```

- **Définition des variables**

Pour notre montage, on va utiliser une sortie numérique de la carte qui est par exemple la 3^{ème} sortie numérique ; cette variable doit être définie et nommée ici `moteur pin 3` ; la syntaxe est pour désigner un nombre entier est **Int**.

```
Int moteur 1 = 3; // mettre le moteur au pin 3-----
```

- **Configuration des entrées et des sorties void setup ()**

Les broches numériques de l'arduino peuvent aussi bien être configurées en entrées numériques ou en sorties numériques; ici on va configurer `moteur pin` en sortie ; `pin mode (nom, état)` est une des quatre fonctions relatives aux entrées/sorties numériques.

```
void setup () {-----  
// mettre le moteur 1 comme sortie:-----  
pinMode(moteur 1, OUTPUT); // lorsque le pin 3 est activé le moteur tourne-----  
}-----
```

- **Programmation des interactions void loop ()**

Dans cette boucle, on définit les opérations à effectuer dans l'ordre **digital write (nom, état)** est une autre des quatre fonctions relatives aux entrées – sorties numériques.

- **delay** (temps en milli-seconde) est la commande d'attente entre deux instructions.
- chaque ligne d'instruction est terminée par un point virgule.

```
void loop() {-----  
digital write ( moteur 1,HIGH); -----  
delay (3000)-----  
digital Write(moteur 1, LOW);-----  
delay (1000)-----  
}-----
```

III.3.1.4. Les étapes de téléchargement du programme

Une simple manipulation enchaînée doit être suivie afin d'injecter un code vers la carte Arduino via le port USB.

1. On conçoit ou on ouvre un programme existant avec le logiciel IDE Arduino.
2. On vérifie ce programme avec le logiciel Arduino (compilation).
3. Si des erreurs sont signalées, on modifie le programme.
4. On charge le programme sur la carte.
5. On câble le montage électronique.
6. L'exécution du programme est automatique après quelques secondes.
7. On alimente la carte soit par le port USB, soit par une source d'alimentation autonome (pile 9 volts par exemple).
8. On vérifie que notre montage fonctionne.

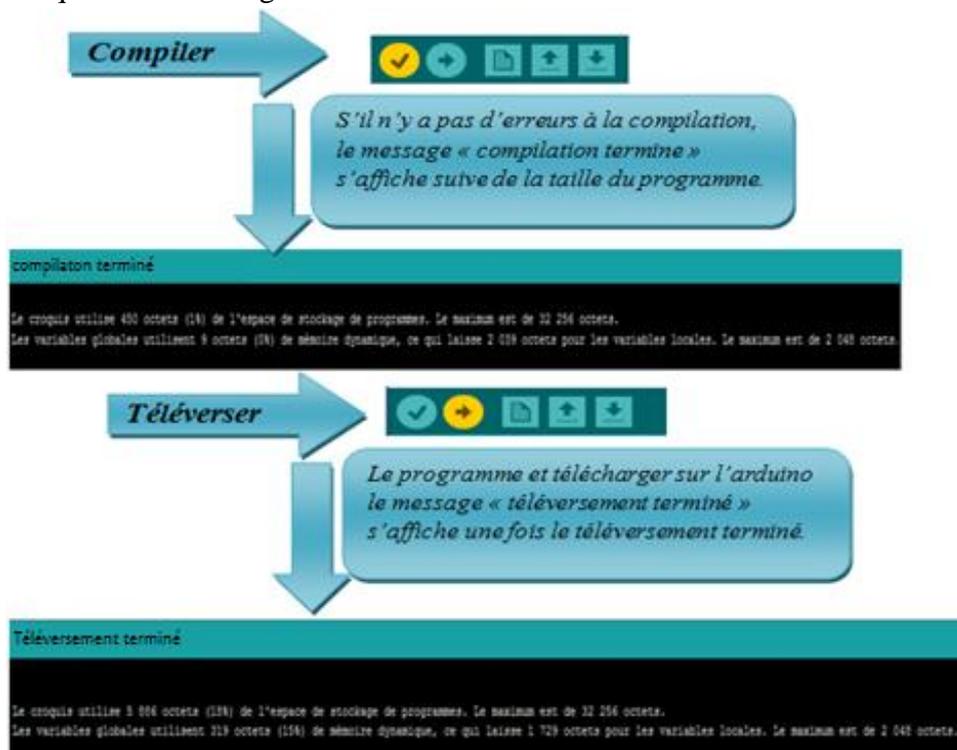


Fig III.28 : Les étapes de téléchargement du code

III.3.2. Présentation du logiciel ISIS de Proteus

Isis est un éditeur de schéma qui intègre un simulateur analogique / logique ou mixte. Toutes les opérations se passent dans cet environnement, aussi bien la configuration des différentes sources que le placement des sondes et le tracé des courbes.

III.3.2.1. la fenêtre du logiciel

Dans cette section nous allons commencer par la présentation de la fenêtre du logiciel ISIS (Fig III.29)

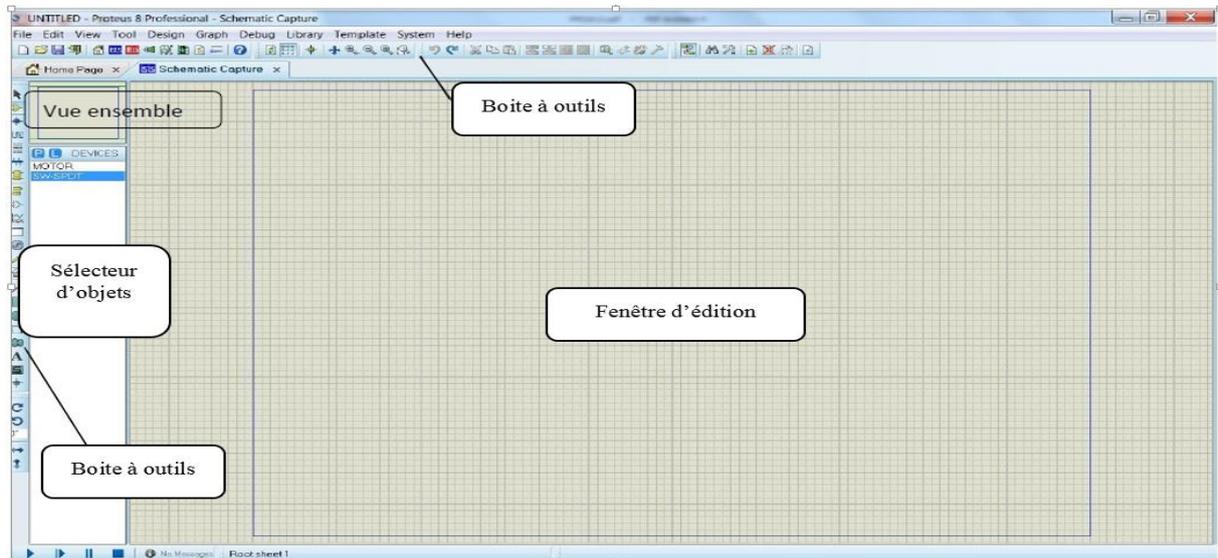


Fig III.29: Fenêtre principale d'ISIS.

a. Fenêtre d'ensemble (Vue d'ensemble)

Le cadre en bleu délimite l'espace de travail tel qu'il a été défini par la commande 'Définir taille des feuilles' du menu 'système'.

Le cadre en vert délimite la zone de travail, c'est à dire la partie du schéma visible dans la fenêtre principale.

- Vous pouvez déplacer cette zone de travail en pointant la souris sur la zone désirée de la fenêtre d'ensemble et en effectuant un clic gauche.
- Vous pouvez redéfinir la zone de travail dans la fenêtre d'ensemble en appuyant sur la touche majuscule 'shift' du clavier, associée au déplacement de la souris en maintenant appuyé le bouton gauche.

b. Fenêtre d'édition

La surface la plus grande de l'écran s'appelle "Fenêtre d'édition" et se comporte comme une fenêtre de dessin. C'est là que vous placez et câblez les composants.

c. La boîte à outils

Elle est composée d'un ensemble d'icônes dont les fonctions seront détaillées ultérieurement et d'un sélecteur d'objet utilisé pour choisir les boîtiers, le style des pastilles, des traces, des traversées, etc.

III.3.2.2. Placement et câblage des composants

Le circuit que nous allons tracer comme un exemple est représenté en Fig (III.30).

Nous commencerons par un exemple de circuit simple qui se compose d'un moteur on pont-H par interrupteur double plus l'alimentation ($V_{cc} = 5\text{Volt}$ et la masse GND). Commençons par un clic gauche sur l'icône d'un composant, Nous avons ainsi accès aux

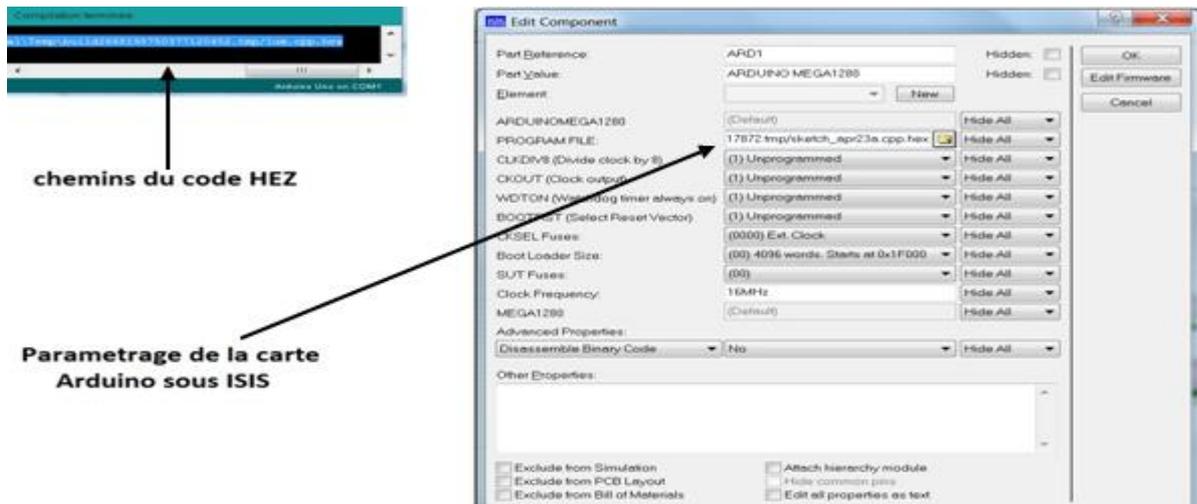


Fig III.32 : Le chemin du fichier de code HEX de notre programme

III.3.3. Fritzing

Fritzing est un logiciel libre de conception de circuit imprimé permettant de concevoir de façon entièrement graphique le circuit et d'en imprimer le typon¹, ce logiciel est destiné aux non-professionnels de l'électronique.

Il est adapté aux débutants ou confirmés en électronique pour faire rapidement des circuits simple, et est également un bon outils didactiques pour apprendre à bidouiller en électronique par la pratique. [17]

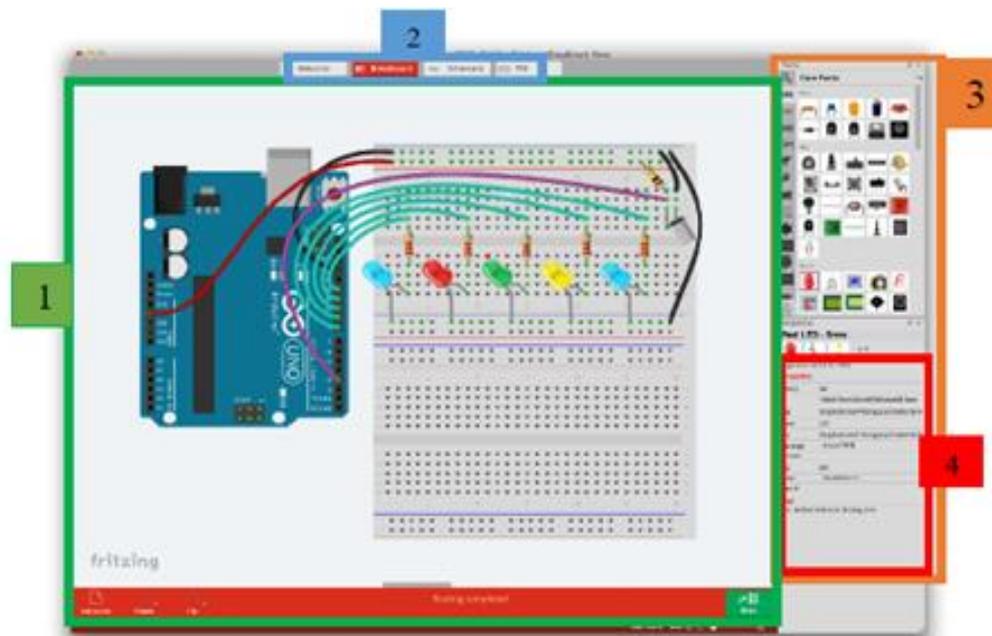


Fig III.33 : Interface de Fritzing

- 1 : L'espace de travaille
- 2 : Les déférents vus du circuit
- 3 : Palet de composent
- 4 : Information sur le composent choisi

Chapitre III : Moyens utilisés (Soft et Hard)

Le logiciel comporte trois vues principales :

- La « Platine d'essai », où l'on voit les composants tels qu'ils sont dans la réalité et où l'on construit le montage.

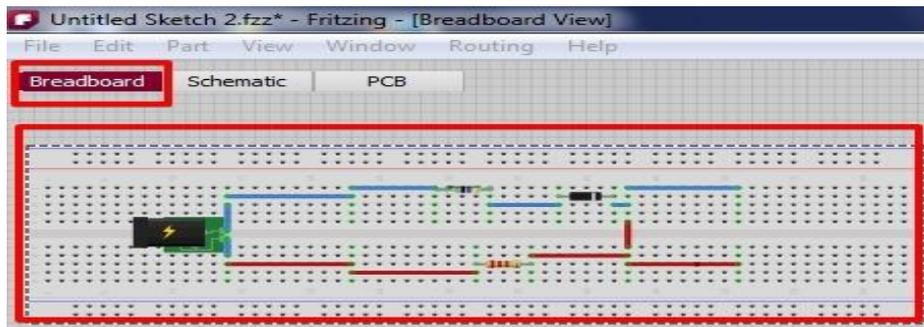


Fig III.34 : Platine d'essai (Breadboard)

- La « Vue schématique », représentant le schéma fonctionnel du circuit.

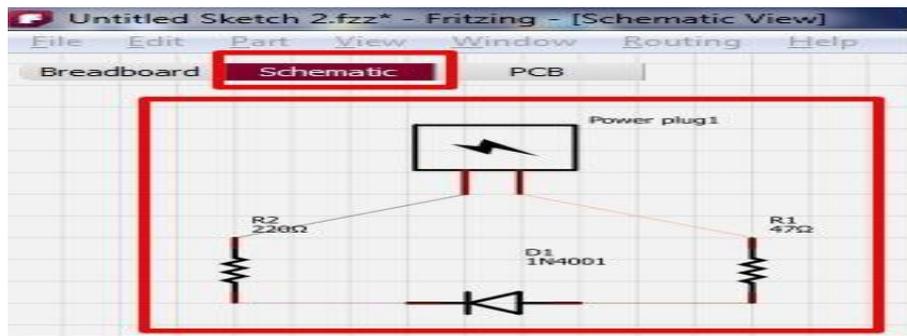


Fig III.35 : Vue schématique

- Le « Circuit imprimé », représentant la vue du circuit imprimé tel qu'il sera sorti en PDF pour être imprimé.

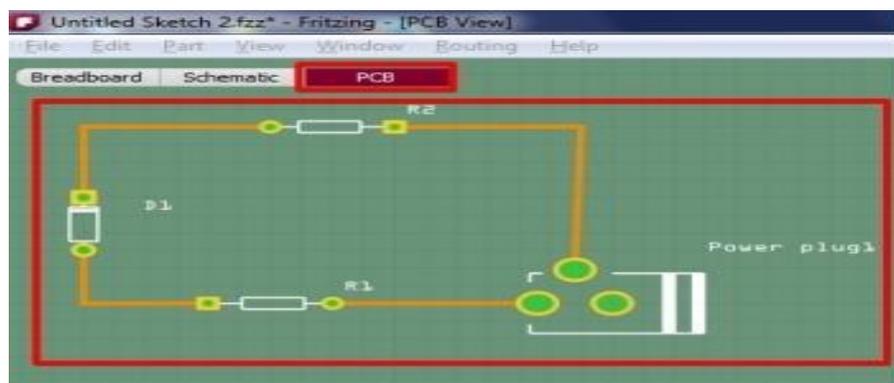


Fig III.36 : Circuit imprimé

III.4. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons expliqué les deux parties essentielles de l'Arduino (la partie matérielle et la partie de programmation). Nous avons également expliqué le principe de fonctionnement de la carte Arduino sans oublier ses caractéristiques.

Ensuite, nous avons donné quelques concepts théoriques et nous avons expliqué chaque composant principal du notre montage.

Chapitre III : Moyens utilisés (Soft et Hard)

En plus, nous avons aussi appris comment utiliser plusieurs logiciels de programmation, simulation et comment écrire le programme.

Après avoir écrit le programme, on va le transmettre vers le logiciel de simulation pour la vérification de son fonctionnement.

Le chapitre suivant sera consacré à la simulation comme la première partie et la deuxième partie sera consacrée à l'étude et à la réalisation d'un dispositif de commande de notre système.

CHAPITRE IV

Simulation Et Réalisation

IV.1. Introduction

La phase de réalisation est la plus importante étape dans le cycle de vie de notre système, car à la fin de cette dernière, nous aurons le fruit de toutes les étapes précédentes. Pour la réalisation de notre travail, plusieurs outils de développement sont disponibles et vu les contraintes matérielles et logicielles on a opté sur la carte "ARDUINO".

Au cours de ce chapitre, nous allons aborder par la programmation de chaque capteur puis on passera à la simulation de notre système.

Une fois la réalisation est achevée, une phase de validation sera nécessaire. Nous testons la fonctionnalité du prototype en vérifiant sa réponse aux détections d'incendie, fuite de gaz, système d'anti intrusion, contrôle d'accès....

IV.2. Programme et schéma de fonctionnement

Les schémas suivants représente le fonctionnement du système de manière simple et montre les différentes relations entre les composants, ainsi les sous programme de chaque système.

IV.2.1. Système de détection de gaz

Lorsque le système détecte une fuite de gaz, la sirène d'alarme se déclenche; un message transmis vers smart phone; l'ouverture de la porte; déclenchement système d'aération pour l'évacuation du gaz en dehors du site.

Le schéma suivant résume les différentes actions lors de la détection d'une fuite de gaz:

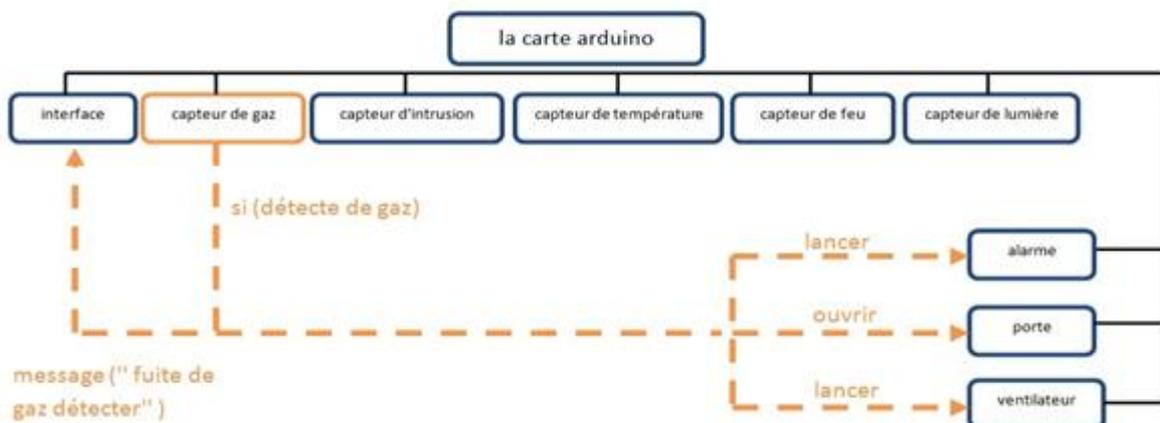


Fig IV.1 : schéma de fonctionnement Système de détection de gaz

Gérée par la fonction « `gAz(int val)` » qui a comme paramètre la variable « gaz » qui stocke le pourcentage de gaz capté par le capteur dans l'environnement de la maison par l'instruction : `val=analogRead(gaz);`

```
void gAz(int val){ //-----sous programme gaz-----
val=analogRead(gaz);
Serial.print("gaz=");
Serial.println(val);
delay(700);
if(val<200){
Serial.println("fuitte de gaz 'salle 1'");
Serial.println("ENVOYE 3 POUR ARRETE L ALARME 'salle 1'");
bluetooth.println("FUITE DE GAZ DETECTEE 'salle 1'");
bluetooth.println("ENVOYE 3 POUR ARRETE L ALARME 'salle 1'");
digitalWrite(alarme,HIGH);
digitalWrite(ventilo,HIGH);
servo.write(100);
portail = true;
fuitdegaz:
data=Serial.read();
val=analogRead(gaz);
Serial.println(val);
delay(1111);
a=bluetooth.available();
data=bluetooth.read();
if(data=='3' ){
bluetooth.println("ETAT NORMAL 'salle 1'");
Serial.println("ETAT NORMAL 'salle 1'");
digitalWrite(ventilo,LOW);
digitalWrite(alarme,LOW);
goto pasfuitdegaz;
}
goto fuitdegaz;
}
pasfuitdegaz:
val=analogRead(gaz);
} //-----fin de sous programmme de gaz-----
```

IV.2.2. Système anti intrusion

Ce système fournit une protection anti intrusion, en la faisant signaler par une alarme dans l'endroit surveillé; envoyer un message vers l'application et il assure la fermeture des portes.

Le schéma suivant explique le fonctionnement du système anti intrusion, quand le capteur détecte un mouvement indésirable :

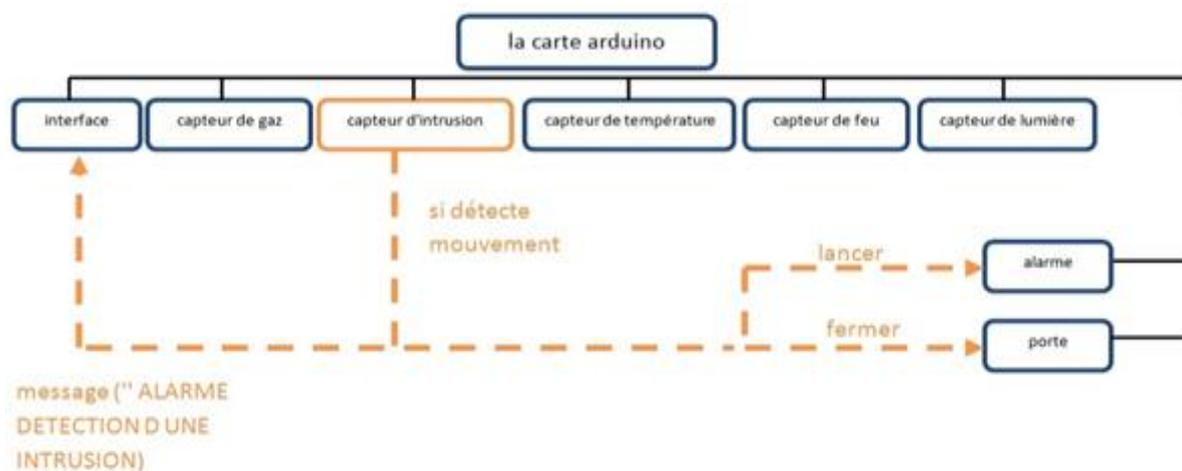


Fig IV.2 : schéma de fonctionnement système anti intrusion

Gérée par la fonction «mouvement () »

```

void mouvement() { //-----sous programme de systeme anti intrusion--
  debutt:
  a=bluetooth.available();
  data=bluetooth.read();
  y=ultrasonic.Ranging(CM);
  Serial.print(y);
  Serial.println("cm");
  delay(100);
  if( y<18 ){
    YYY:
    bluetooth.println("ALARME DETECTION D UNE INTRUSION 'salle 1'");
    digitalWrite(alarme,HIGH);
    servol.write(0); //assure la fermeture de portail
    portail = false;
    ba:
    a=bluetooth.available();
    data=bluetooth.read();
    if(data=='3' ){
      bluetooth.println("STOP ALARME");
      digitalWrite(alarme,LOW);
      bluetooth.println("ETAT NORMAL 'salle 1' ");
      delay(5000);
      bluetooth.println("SYSTEME ANTI-INTRUSION ACTIVE 'salle 1' ");
      goto debutt;
    }
    else if(data=='2'){
      digitalWrite(alarme,LOW);
      bluetooth.println("SYSTEME ANTI-INTRUSION DESACTIVE 'salle 1' ");
      goto nadir:
    }
  }
}

```

IV.2.3. Système de température

Ce système nous permet de consulte la température, il déclenchera le système d'aération lorsque il y a une augmentation.

Le schéma suivant illustre le fonctionnement du système de température par rapport à la température capté :

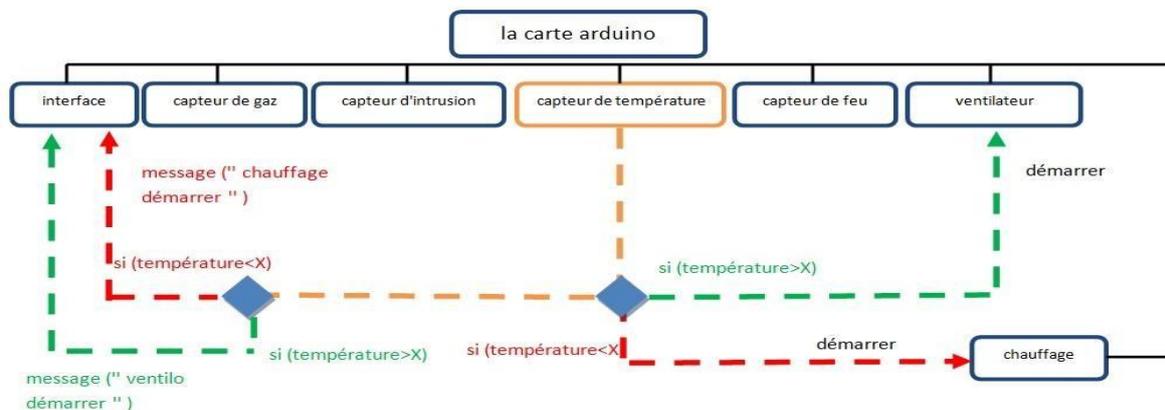


Fig IV.3 : schéma de fonctionnement système de température

```

//----- sous programme temperatureur-----
void temperatureur() {
  t=analogRead(temp);
  v=t*500/1024;
  Serial.print("temp=");
  Serial.println(v);
  if(v>55){
    digitalWrite(ventilo,HIGH);
    ventilateur=true;
    Serial.println("TEMPERATEUR ELEVE");
    bluetooth.println("TEMPERATEUR ELEVE");
    delay(5000);
    t=analogRead(temp);
    v=t*500/1024;
  }
  if(v<55){
    digitalWrite(ventilo,LOW);
    ventilateur=false;
    goto nafa;
  }
}
nafa:
t=analogRead(temp);
} //----- fin de sous programme de temperatureur-----

```

IV.2.4. Système de détection de feu

Lorsque il détecte un feu, notre système transmis un message vers l'application; déclenche la sirène d'alarme et une fois le feu est éteint le système ouvre la porte et enclenche le système d'aération puisque la porte été bloqué et le système d'aération éteint pour éviter l'alimentation du feu en oxygène (comburant).

Le schéma suivant explique la réaction du système lors de la détection d'un feu :

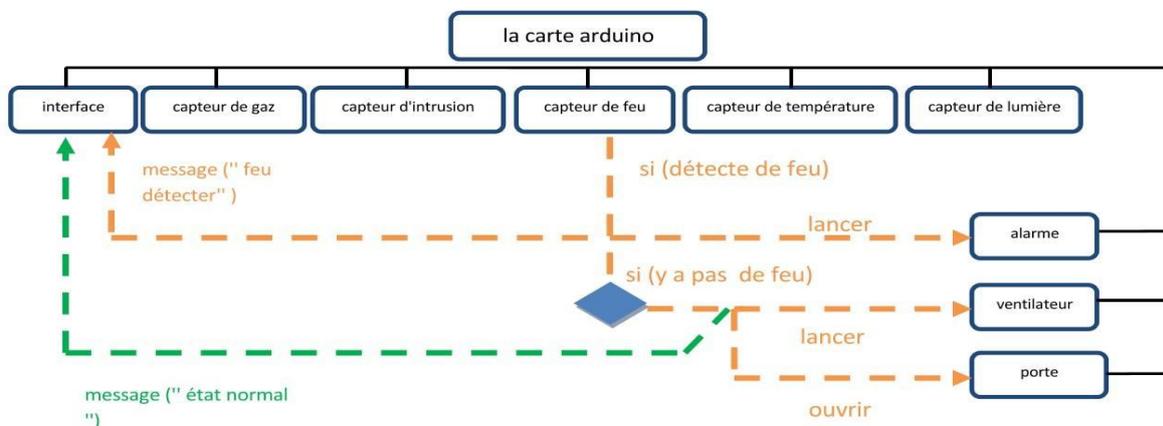


Fig IV.4 : schéma de fonctionnement système de détection de feu

```

void flamme() {
  z=analogRead(flamme);
  Serial.print("Flamme=");
  Serial.println(z);

  if(z<100){
    bluetooth.println("FEU DETECTE 'salle 1' ");
    fire:
    a=bluetooth.available();
    data=bluetooth.read();
    z=analogRead(flamme);
    digitalWrite(alarme,HIGH);
    digitalWrite(ventilo,LOW);
    ventilateur=false;
    delay(1000);
  }
  if(z>100){
    digitalWrite(alarme,LOW);
    digitalWrite(ventilo,HIGH);
    ventilateur=true;
    for(i=0;i<100;i=i+2){
      servol.write(i);
      delay(15);
    }
  }
  portail = true;
  bluetooth.println("ETAT NORMAL 'salle 1' ");
  goto notfire;
}

else if(data=='4'){
  if( portail==false){
    bluetooth.println("PORTE OUVERTE 'salle 1'");
    for(i=0;i<100;i=i+2){
      servol.write(i);
    }
  }
}

```

IV.2.5. Système d'éclairage automatique

L'éclairage extérieur est commandé automatiquement, il est adapté avec les modifications de la lumière.

Le schéma suivant montre comment il fonctionne l'éclairage automatique avec les photorésistances :

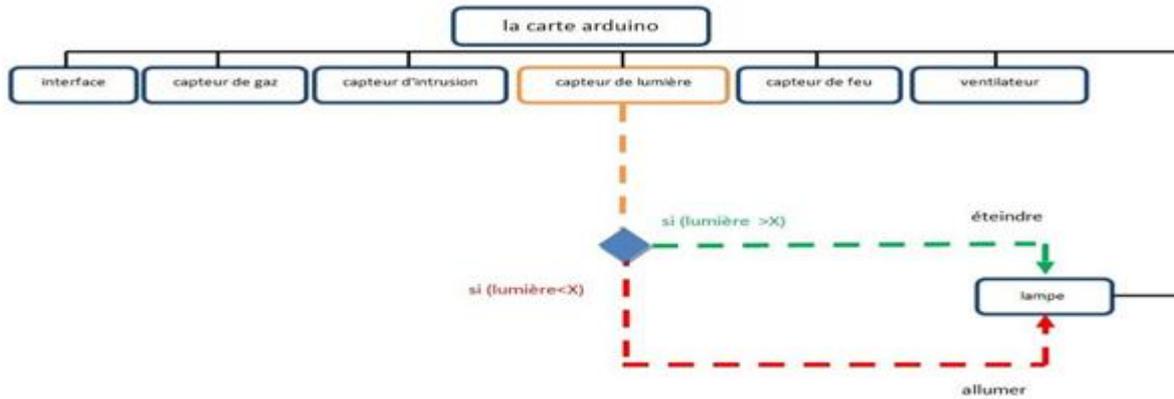


Fig IV.5 : schéma de fonctionnement système d'éclairage automatique

```

void photoresistance() { //-----sous programme photoresistance-----
f=analogRead(photoresistance);
Serial.println(f);
if(f<100){
  f=analogRead(photoresistance);
  nuit:
  a=bluetooth.available();
  data=bluetooth.read();
  digitalWrite(k,HIGH);
  f=analogRead(photoresistance);
  if(f>135){
    digitalWrite(k,LOW);
    goto jour;
  }
}
  
```

IV.3. Contrôler Arduino à partir de l'application

Pour lier la carte Arduino avec l'application tout d'abord il faut connecter l'appareil qui contient l'application avec le Bluetooth et saisir le mot de passe, ce la est fait avec l'intégration de la bibliothèque < Bluetooth>, dans la carte Arduino connecté a l'application qui nous permet d'accéder et contrôler certains de ses pin d'E / S sur la carte.

La carte Arduino traite les messages qui sont reçu à partir de l'application pour extraire les variables de control comme montre le programme suivant :

- **1^{er} partie** : consacré pour définir les E/S des leds, capteurs, porte..., aussi la déclaration des variables, et d'ajouter les bibliothèques (Bluetooth.h ; servo.h ; wire.h...).

```

#include <SoftwareSerial.h> // bibliotheque
SoftwareSerial bluetooth(10,11); // TX, RX

int a;
int data;

#include "Ultrasonic.h"
Ultrasonic ultrasonic(22,23);
int y;

#include <Wire.h>

#include <Servo.h> //bibliotheque
Servo servoi;
int i;

const int gaz=A0; //input pr MQ-6.
int val; //variable pr MQ-6.
const int temp=A2; //input pr LM35.
float t; //variable pr LM35.
int v; //variable pr LM35.

const int flamme=A3;
int z;

const int photoresistance=A1;
int f;
int k=2;
int l=3;
int ventilo=8;
int alarme=13;
boolean portail = false;
  
```

- **2^{ème} partie** : c'est l'initialisation des pins tant que des entres/sorties, en plus rejoindre les bus de transmission (bus I2C, TX/RX).

```
boolean ventilateur=false;
boolean lumiere=false;
boolean photo=false;
void setup() {
  Wire.begin(4); // Rejoindre le bus à l'adresse #4
  Wire.onReceive(receiveEvent); // Preparer une fonction spécifique a la reception de donnee
  Serial.begin(9600);
  bluetooth.begin(9600);
  servol.attach(12); //input pr servo moteur
  servol.write(0);
  pinMode(alarme,OUTPUT);
  pinMode(ventilo,OUTPUT);
  pinMode(k,OUTPUT);
  pinMode(l,OUTPUT);
}
void loop() {
  nadir:
  if( bluetooth.available()){
    data = bluetooth.read();
  switch(data){
  case '1' :
    bluetooth.println("SYSTEME ANTI-INTRUSION ACTIVE 'salle 1' ");
    sai=true;
    break;
  case '2' :
    bluetooth.println("SYSTEME ANTI-INTRUSION DESACTIVE 'salle 1' ");
```

- **3^{ème} partie** : qui est la partie principale.

```
void loop() {
  nadir:
  if( bluetooth.available()){
    data = bluetooth.read();

  switch(data){
  case '1' :
    bluetooth.println("SYSTEME ANTI-INTRUSION ACTIVE 'salle 1' ");
    sai=true;
    break;
  case '2' :
    bluetooth.println("SYSTEME ANTI-INTRUSION DESACTIVE 'salle 1' ");

    break;
  case '3' :
    bluetooth.println("STOP ALARME 'salle 1' ");
    digitalWrite(13, LOW);
    break;
  case '4' :if( portail==false){
    bluetooth.println("PORTE OUVERTE 'salle 1' ");
    for(i=0;i<100;i=i+2){
      servol.write(i);
      delay(15);
    }
    portail=true;
  }
  else{
    bluetooth.println("ACTION DEJA EFFECTUEE ");
  }
  break;
  case '5' : if( portail==true){
    bluetooth.println("PORTE FERME 'salle 1' ");
    for(i=100;i>0;i=i-2){
      servol.write(i);
      delay(15);
    }
  }
}
```

IV.4. Simulation

Avant de passer à la réalisation pratique de notre système, nous avons eu recours à la simulation des différentes parties du système, pour cela on utilise le logiciel proteus qui est un très bon logiciel de simulation en électronique.

Isis est un éditeur de schémas qui intègre un simulateur analogique, logique ou mixte. Toutes les opérations se font dans cet environnement, aussi bien la configuration des différentes sources que le placement des sondes et le tracé des courbes.

Chapitre IV : Simulation et Réalisation

La simulation permet d'ajuster et de modifier le circuit comme si on manipulait un montage réel. Ceci permet d'accélérer le prototypage et de réduire son coût.

Il faut toujours prendre en considération que les résultats obtenus de la simulation sont un peu différents de celles du monde réel, et ce dépend de la précision des modèles SPICE1 des composants et de la complication des montages.

On va expliquer la simulation de quelques systèmes de notre projet :

IV.4.1. Simulation de la commande des actionneurs

Ce montage a été nécessaire pour tester notre carte en effet il fallait tout d'abord s'assurer de son bon fonctionnement.

Le schéma électronique de l'Arduino avec les actionneurs (servomoteur, led, Motors) ; module Ultrasonic; Visual Terminal est présenté dans la figure V.1

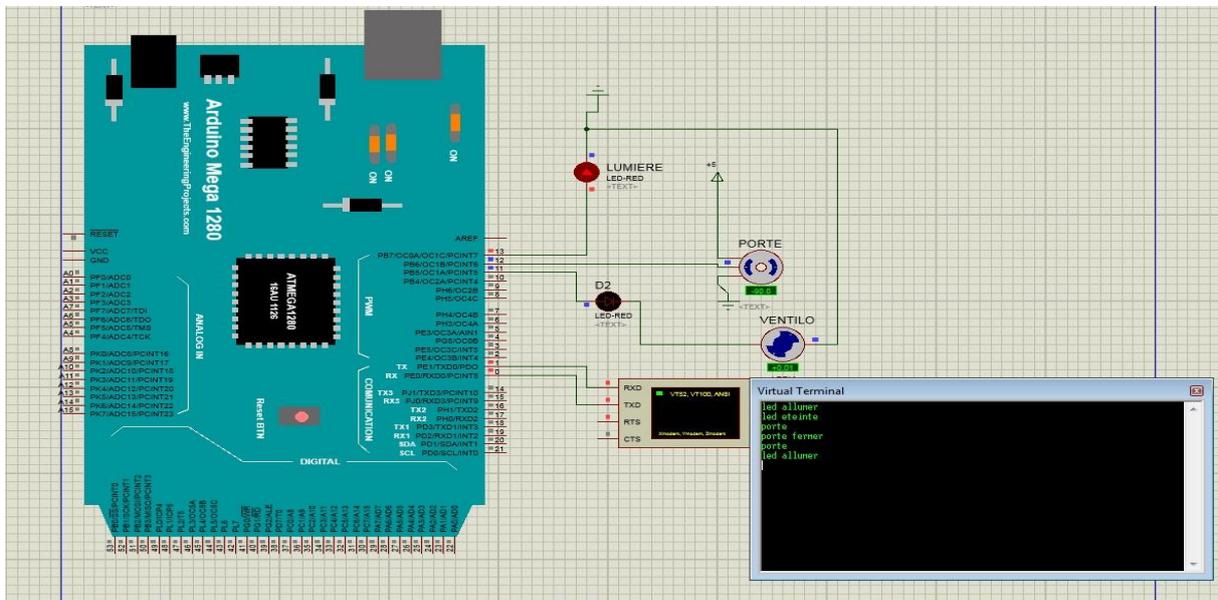


Fig IV.6 : La simulation de la commande des actionneurs par le Bluetooth

Le tableau suivant contient les commandes et leurs actions:

Table 4: Les codes utilisés pour chaque action

Code	Rôle
1	Activation le système d'alarme
2	Désactivation le système d'alarme
3	Stopper l'alarme
4	Ouverture de la porte
5	Fermeture de la porte
6	Allumage des LEDs
7	Extinction des LEDs
8	enclenche l'aération
9	Déclenche l'aération
T	Consulter la température

Il va activer le système d'alarme; transmis un message; ouvre la porte; démarrer le Moteur.

IV.4.2.2. Explication

Le programme de ce montage comporte les fonctions suivantes :

- feu= analog Read(); affiche les valeurs des signaux analogique des capteurs (feu, gaz, température).
- serial.print ln("feu detecte"); affiche les messages à l'aide de Virtual terminal (Bluetooth) on cas où il y a incident.
- digital write(12,HIGH); active l'alarme et système d'aération on cas ou il y a incident.
- my servo.write(90); ouvre la porte on cas où il y a fuite de gaz.
- serial.print ln(temp); consulte et affiche la température

IV.4.3. Simulation de la communication entre les Arduino avec le bus I2C

Le schéma électronique des deux carte Arduino avec les capteurs (feu, gaz); les actionneurs (led, sirène, Moteur); Visual Terminal; bus I2C sont présenté dans la figure suivante:

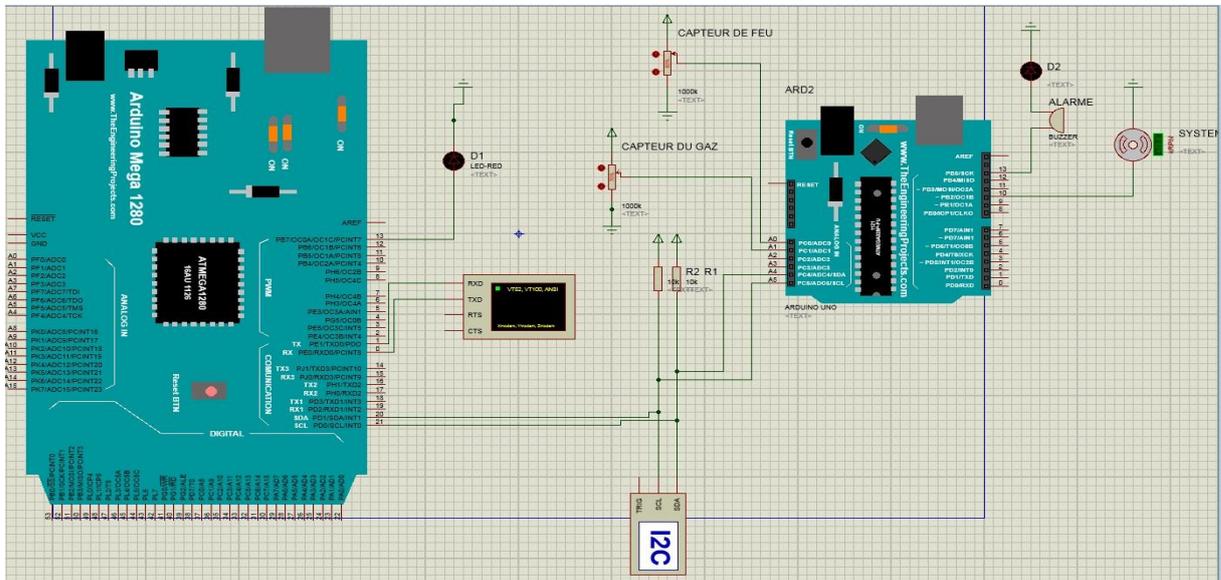


Fig IV.8: Simulation de la communication entre les Arduino avec le bus I2C

IV.4.3.1. Exemple de la simulation du feu

Au cette exemple, on a fait une ligne de communication entre l'ARDUINO UNO et l'ARDUINO MEGA à l'aide de bus I2C, l'Arduino UNO scrute les entrées des capteurs (feu, gaz), si l'ARDUINO UNO capte du feu donc il va faire des actions.

- activer le système d'alarme.
- démarrer le moteur.
- transmission des messages vers l'Arduino Mega.

En suite, l'Arduino Mega va transmettre un message vers Virtual terminal.

IV.4.3.2. Explication

Le programme de ce montage comporte les fonctions suivantes :

- `digital write(12,HIGH);` Active l'alarme et le système d'aération on cas où il y a incident (feu, fuit de gaz).
- `wire write(1);` Transmission des messages de l'Arduino Uno vers l'Arduino Mega à l'aide de bus I2C.
- `serial.print ln("fuit de gaz detecte");` affiche les messages à l'aide de Virtual terminal (Bluetooth) on cas où il y a incident (fuit de gaz).

IV.5. Réalisation

IV.5.1. Déroulement de la réalisation

La réalisation matérielle est faite en premier lieu, chaque module du prototype est réalisé et testé séparément, les montages sont d'abord construits sur des "breadboard" ou cartes de montage expérimental.

Après les avoir expérimentés et adoptés séparément, nous les avons regroupés et réalisés sur deux circuits (voir figures et). Ces derniers sont faits en se servant du logiciel "fritzing " (programme de dessin des schémas électroniques ; il comporte une librairie assez riche en composants).

À ce niveau, un autre test est fait pour vérifier le bon fonctionnement des circuits ainsi réalisés.

IV.6. Fonctionnement du système

IV.6.1. Configurations nécessaires

Pour faire fonctionner le système, plusieurs réglages, installations et configurations sont nécessaires, parmi ceux-ci, nous citons:

- Installation des capteurs: Les différents capteurs doivent être mis en place dans les endroits désignés afin de couvrir l'ensemble des zones surveillées, puis ils doivent être connectés à la carte électronique Arduino.

Les capteurs et détecteurs doivent être calibrés et ajustés convenablement pour réduire au minimum la probabilité des fausses alarmes.

- Installation des modules de contrôle d'accès dans les endroits désirés, où chacun doit être connecté à la porte (ou autre élément d'accès) concernée par la commande d'accès.
- Installation des modules de communication (Bluetooth, infrarouge) dans les endroits désirés, chaque module doit être placé dans un endroit désigné.

- Après l'installation des cartes électroniques, capteurs, modules, actionneurs, il est nécessaire de faire la liaison entre les cartes électroniques à l'aide de bus I2C.

IV.6.2. Fonctionnement typique en situation alarmante

Lorsque le système est mise en marche, à la réception d'un signal d'alarme transmis par, l'Arduino localise le lieu du capteur d'où provient le signal, et après un certain délai instauré pour vérifier qu'il ne s'agit pas d'un signal instable et fugitif, l'Arduino réagit en déclenchant l'alarme selon la procédure établie pour la zone concernée et selon le type d'alarme signalée (incendie, intrusion, fuite de gaz...).

Pour désactiver l'alarme il faut entrer le code correspondant, ce que veut dire désactivation de l'alarme.

IV.7. Validation et tests

Après avoir achevé le premier prototype, la phase de test est nécessaire pour s'assurer du bon fonctionnement du système.

Le système est munie d'un programme qui test les différents parties du système dès la mise en marche, si un ou plusieurs capteurs n'est pas fonctionnel, le signal transmis du capteur ver l'arduino reste constant, ce que veut dire que capteur est en panne.

Le système est testée pendant 24heures avec les périphériques suivants, les capteurs sont installer, la sirène est en place, et le module d'accès et l'application sont connectés.

Les résultats sont satisfaisantes le système fonctionne comme prévu, si n'importe quel capteur détecte (feu, gaz...) la sirène se met en marche, le module Bluetooth transmis un message vers l'application.

Le module d'accès active l'alarme après trois essais consécutifs non acceptés.

IV.8. Schéma de câblage

Les schémas suivant montrent le câblage des composants avec les cartes Arduino:

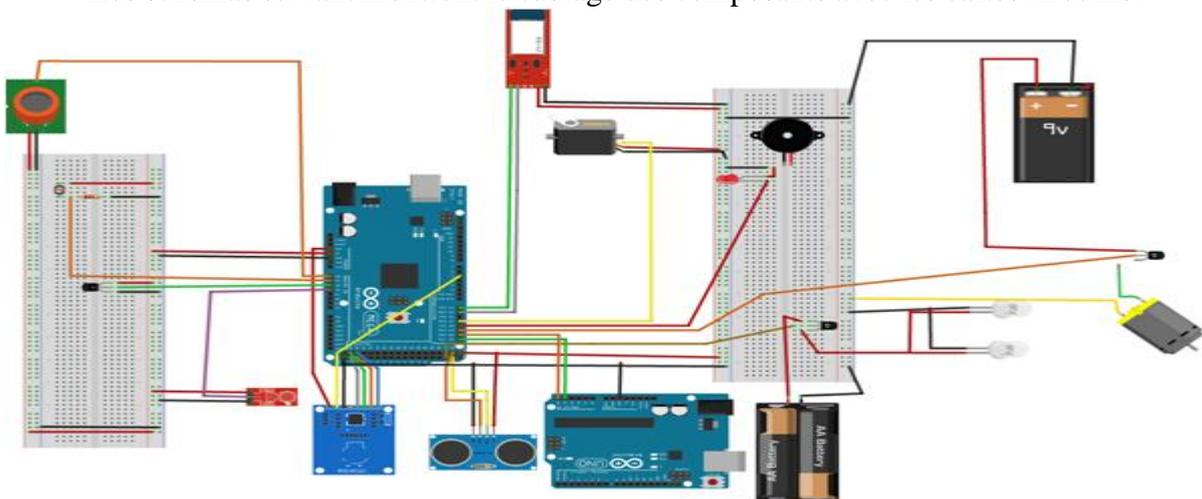


Fig IV.9 : schéma de câblage sale 1

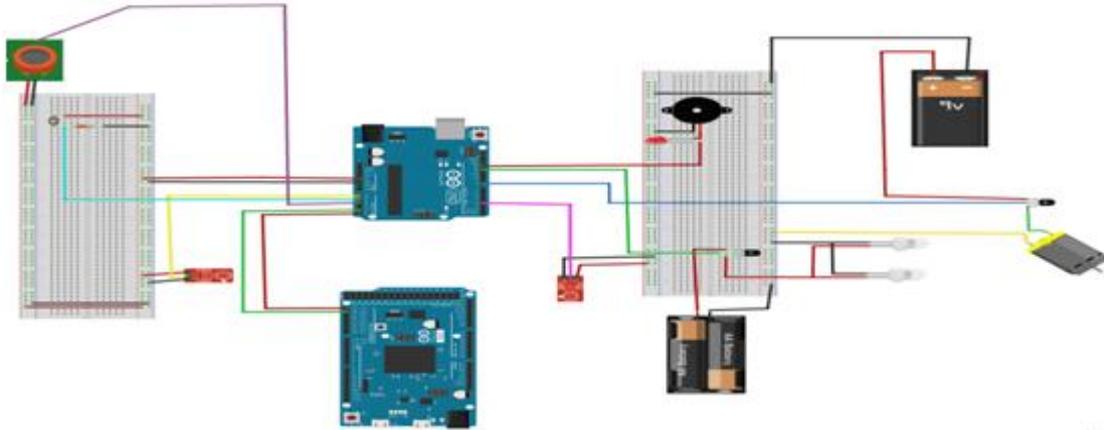


Fig IV.10 : schéma de câblage sale 2

IV.9. Maquette de projet

Une simple maquette pour l'application de notre système.

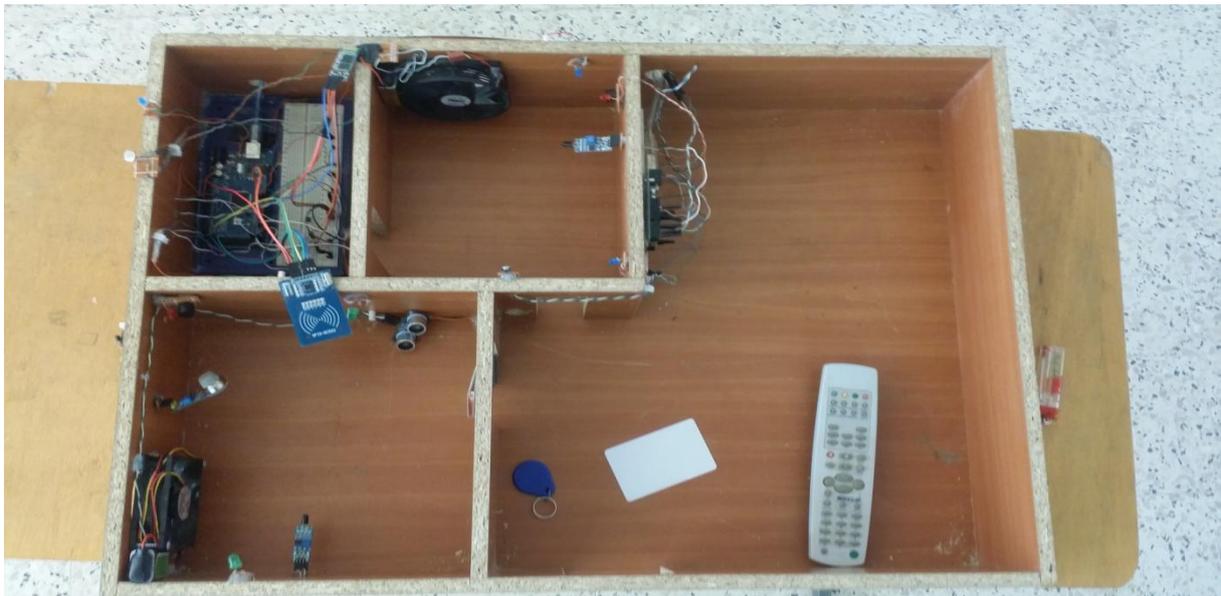


Fig IV.11 : Maquette de projet

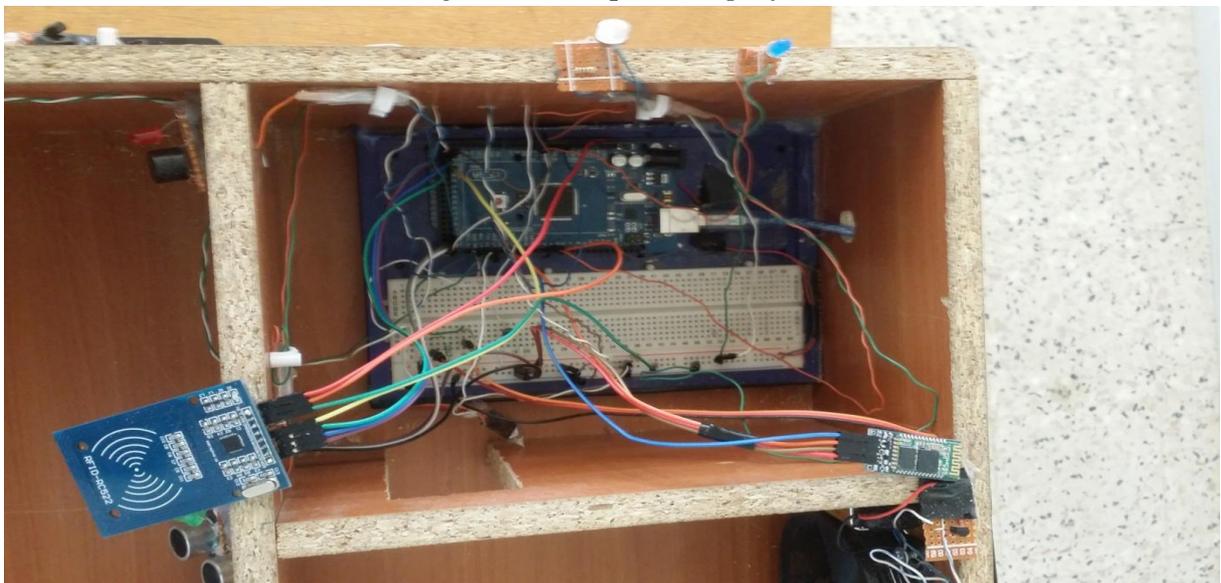


Fig IV.12 : Salle de contrôle principale



Fig IV.13 : Salle de contrôle secondaire

IV.10. Conclusion

Dans cette partie, nous avons fait la simulation des composants électriques à l'aide de logiciel ISIS-protus.

Ensuite, nous avons décrit le processus de la réalisation matériel du prototype de notre système, avec les différents services et aussi un test de fonctionnement.

Pour conclure, on pourra dire que la partie réalisation est la partie la plus importante, car elle nous a permis de savoir que notre projet est réalisable. Ainsi nous pourrions dire qu'on a réussi à concrétiser notre idée.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Dès l'aube de l'humanité, l'homme cherche à se protéger et à protéger ses propriétés contre toute sorte de risques naturels ou humains.

Nous nous sommes intéressés à travers ce projet à développer un outil permettant d'aider l'entreprise à protéger ses propriétés contre les incendies, hôte température, fuite de gaz, l'intrusion, maîtriser davantage l'accès à des endroits spécifiques réservés, la commande automatique de l'éclairage extérieur et nous avons fait un système qui commande les actionneur (porte , led, aération..) à distance à l'aide d'une application sur smart phone qui est connectée via Bluetooth, ou infra-rouge.

La conception de ce projet nous a permis d'acquérir des connaissances supplémentaires en conception et en développement, en fait, nous avons pu accéder à la maîtrise du langage d'Arduino, également appris à travailler sur des cartes programmables ayant des capacités et des performances élevées, à savoir ARDUINO.

Dans notre travail, nous avons utilisé une méthode qui repose sur l'installation des capteurs (fumée, température, LDR, gaz, ...), et les relier à des cartes électroniques ARDUINO, en plus nous avons fait la liaison entre les ARDUINO, ces cartes ARDUINO gèrent l'ensemble de ces capteurs, modules, actionneurs et déclenchement, en fonction de la situation, une certaine signalisation d'alarme et agissent convenablement à chaque événement détecté. L'application du smart phone permet à l'utilisateur de reconnaître la nature de l'incident.

Notre projet a abouti au développement d'un prototype de système de détection de toute fuite de gaz, détection de feu, l'intrusion, le contrôle d'accès ..., les essais ont données des résultats très satisfaisante et efficace, ce qui nous permet de le réaliser réellement.

La réalisation de ce projet nous a énormément appris, autant au niveau de l'électronique, de la programmation des cartes électroniques. Nous avons aussi appris de nouvelles connaissances au niveau de la gestion du temps et des équipes.

Ce travail reste, comme toute œuvre humaine, incomplète et perfectible, nous recommandons d'en améliorer la conception et pour cela nous proposons ci-dessous des améliorations pour les futurs développements :

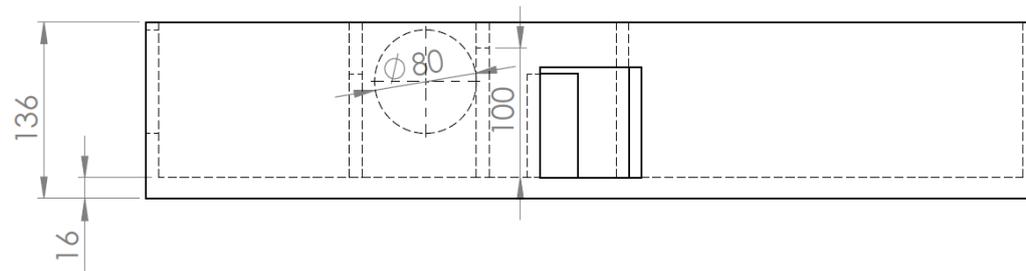
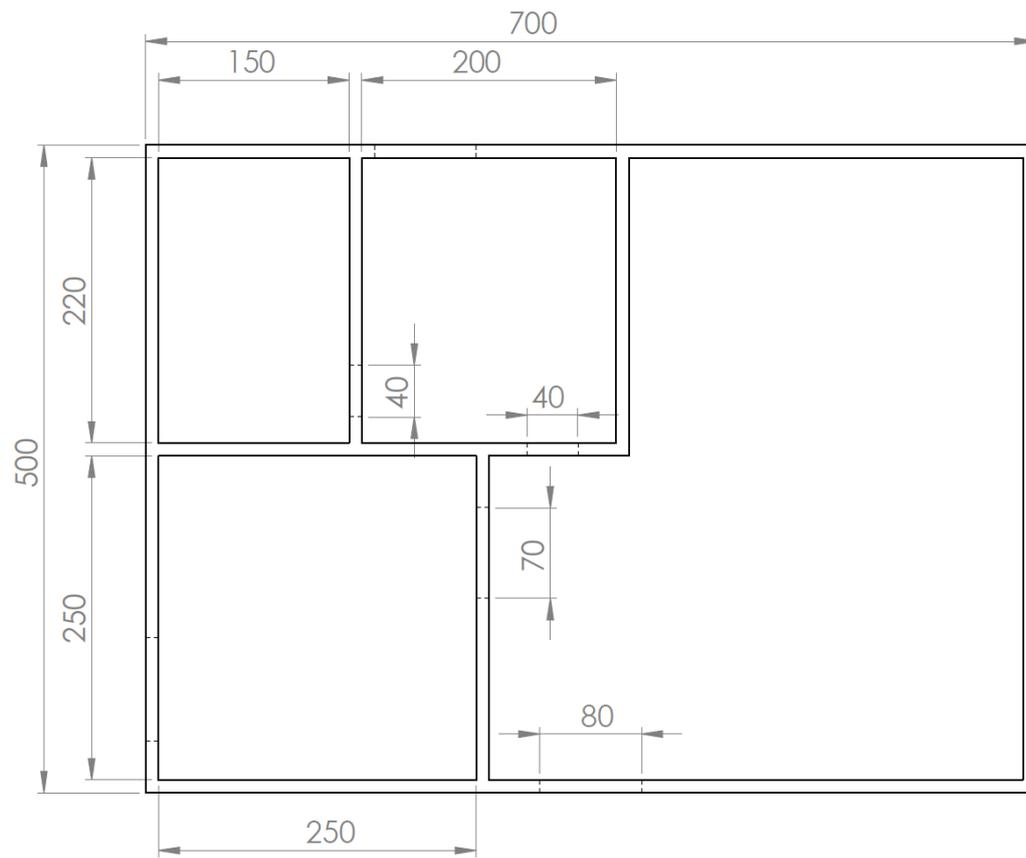
- Améliorer le système de sécurité par des caméras de surveillance.
- Ajouter des nouvelles fonctionnalités pour améliorer le confort (message vocaux, ...).
- On peut aussi utiliser des modèles wifi, internet, pour une large possibilité de transmission et de réception d'informations

Bibliographie

- [1] : Catalogue LEGRAND France pour L'année 2010.
- [2] : <http://www.alarmesmaison.info/les-alarmes-a-gaz/>
- [3] : Le guide de l'alarme Ooreka Auteurs : M. Cordier © Fine Media, 2012
- [4] : http://fr.wikipedia.org/wiki/contrôle_d'accès, Articles : contrôle d'accès, Auteurs : [http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Contrôle_d'accès &action=history_control d acces](http://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Contrôle_d'accès&action=history_control_d_acces)
- [5] : (www.la-diege.fr/telechargements/fichiers/eco_ep.pdf) : " Eclairage public et économie d'énergie.", 22/03/2013
- [6] :http://www.mon-clubelec.fr/pmwiki_reference_arduino/pmwiki.php?n=Main.DebuterIntroduction.
Auteurs : Xavier HINAULT.
- [7] : <https://www.aurel32.net/elec/i2c.php>
- [8] : <http://www.generationrobots.com/fr/152-arduino>
- [9] : S.V.D.Reyvanth, G.Shirish, « PID controller using Arduino ».
- [10] : mémoire fin d'étude Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde Réalisé par: KRAMA Abdelbasset, GOUGUI Abdelmoumen. page 7.
- [10] : (www.thierry-lequeu.fr/data/RAP-TUILARD-P1.pdf), TUILARD Benjamin, "Rapport de projet tutoré 2ème année Horloge à LED Commandée par protocole I2C avec un RTC", p15-16.
- [11] : mémoire fin d etude Conception et réalisation d'un enregistreur de données Réalisé par: Alibi Elmehdi Jawadi Sami.
- [12] : <http://www.commentcamarche.net/contents/108-bluetooth>.
- [13]:(ma.www.free.fr/enseirb/ma_www_fichiers/rapports_projets/2_eme_annee/projets_e2/projet_num/e2_proj_num__thermometre__rapport.pdf), SARGOS Mathilde/ ZANCAN Adrien, "Projet de système numérique Thèrmomètre à affichage digital", p7.
- [14] : Jean- Noël, « livret Arduino en français », centre de ressources art sensitif.
- [15] : (www.gesi.asso.fr/web/ressources-ressources-dl.php?fichier=46), "L'EDITEUR ISIS Version 6.5 SP5".
- [16] : «Fritzing,» [En ligne]. Available: <http://wiki.eanswers.com/fr/Fritzing?ext=t&cid=5083>
[Accès le 18 05 2015].

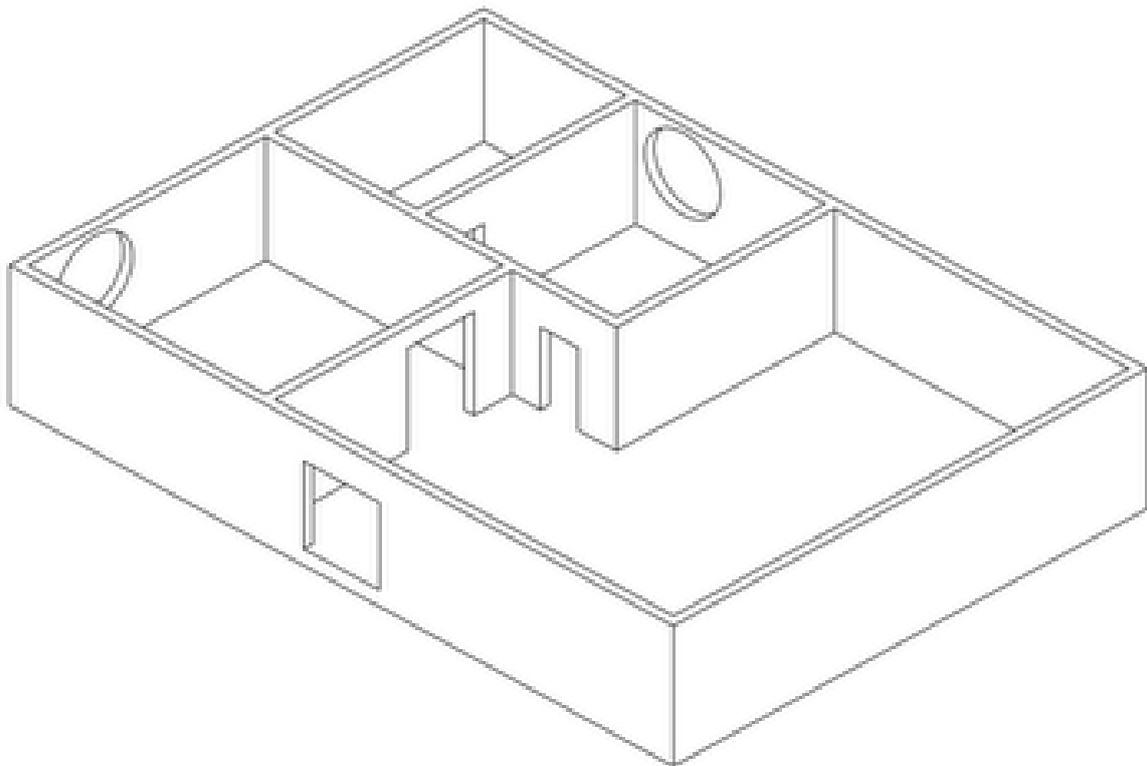
ANNEXE

Plan 2D de la maquette



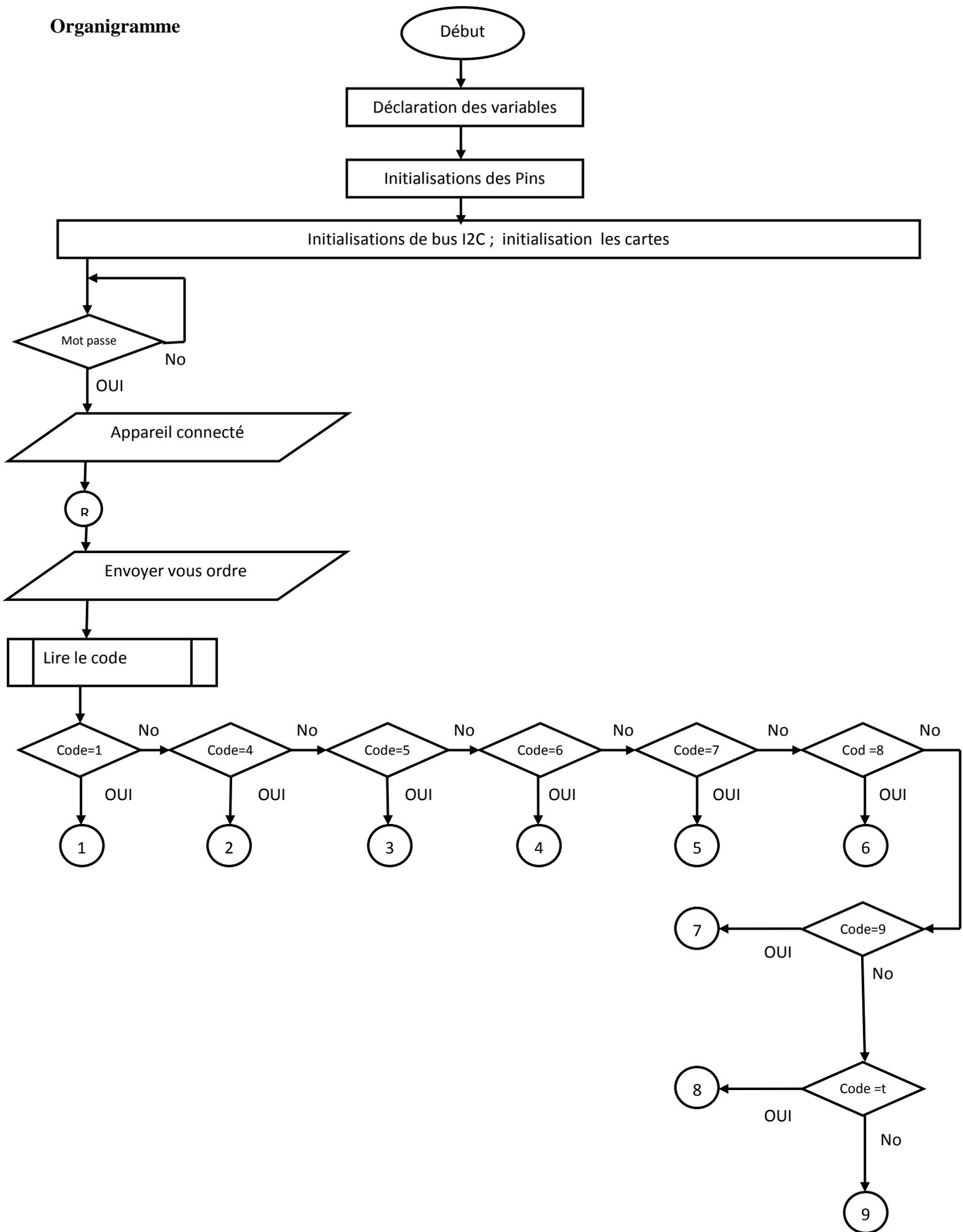
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
NAME		SIGNATURE		DATE				TITLE:			
DRAWN											
CHK'D											
APP'VD											
MFG											
Q.A						MATERIAL:		DWG NO.		A4	
						WEIGHT:		SCALE:1:1		SHEET 1 OF 1	

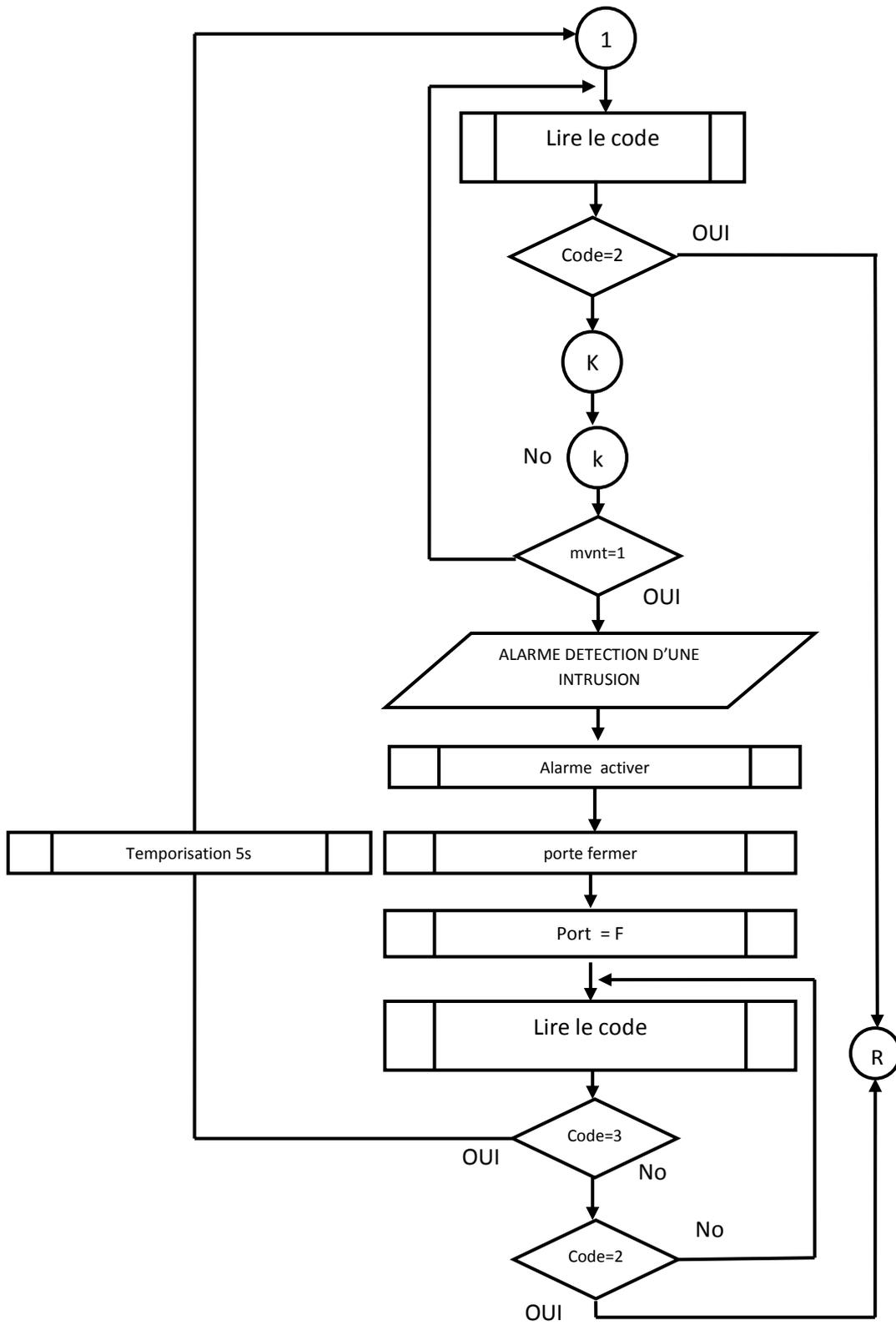
Plan 3D de la maquette

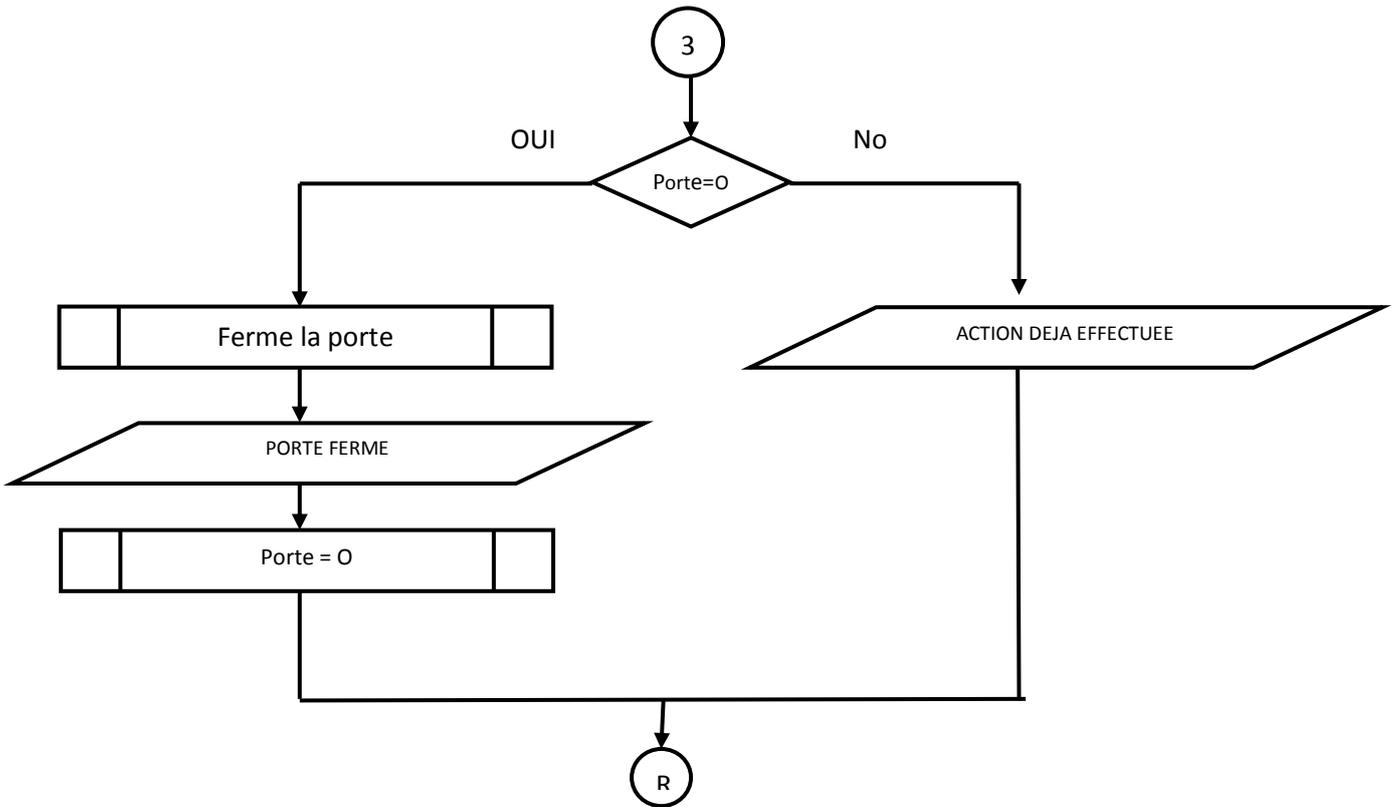
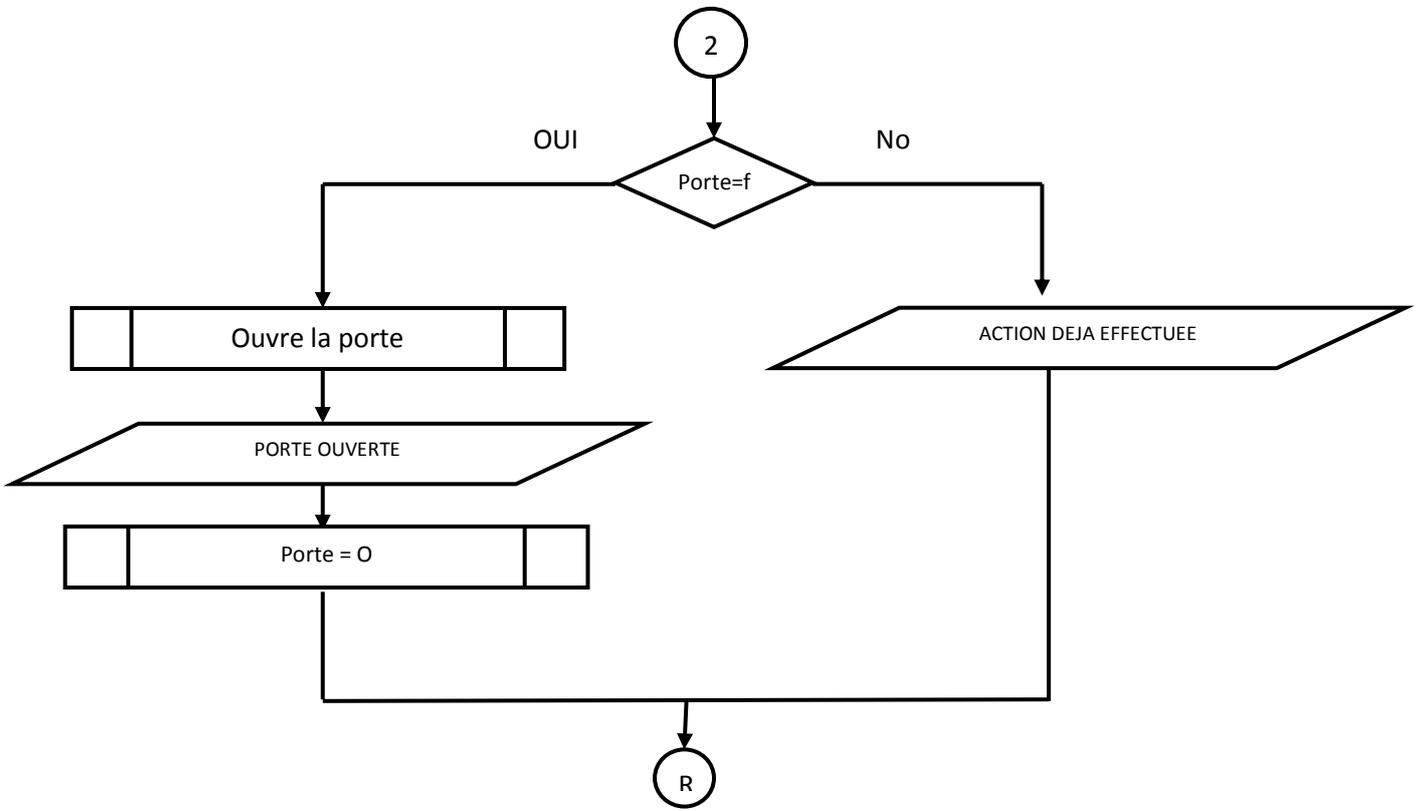


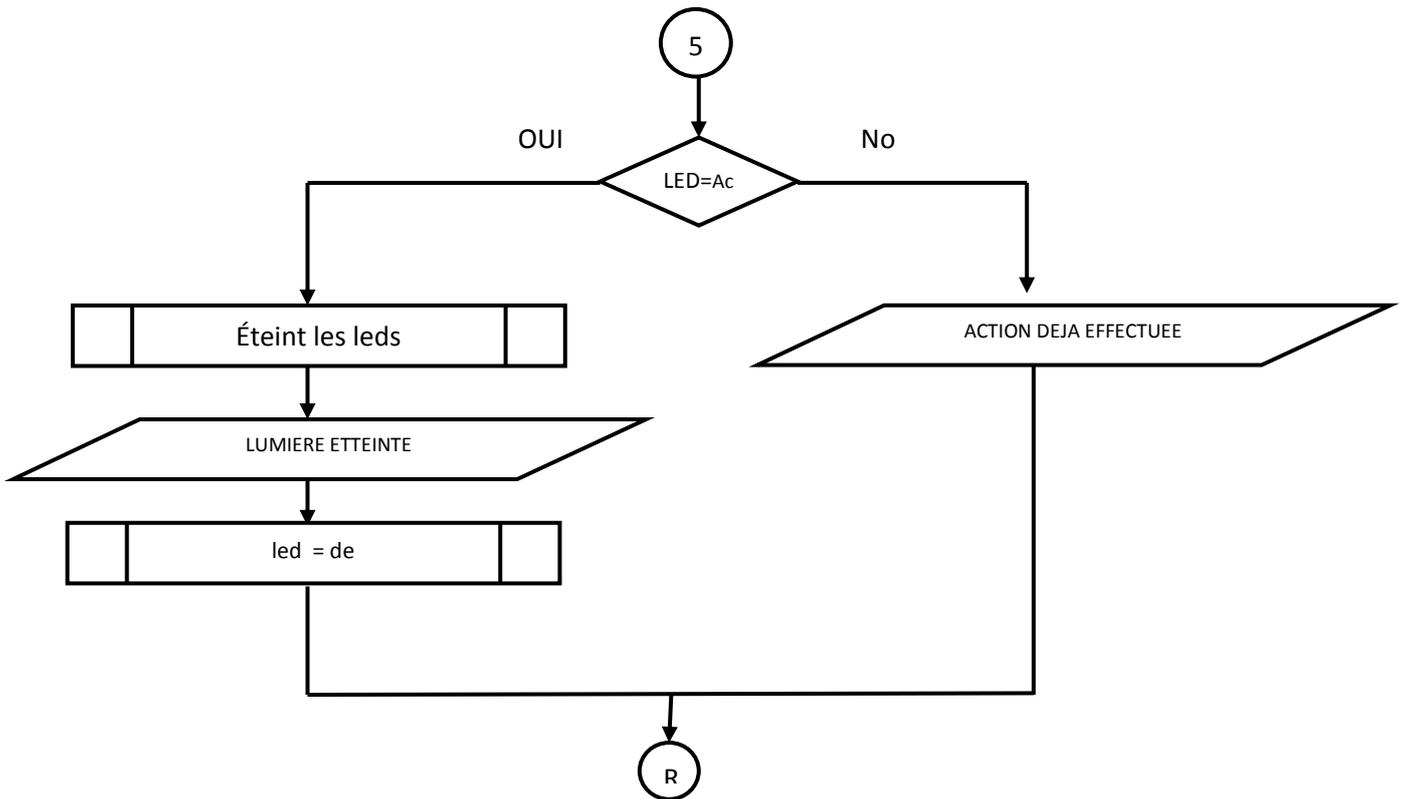
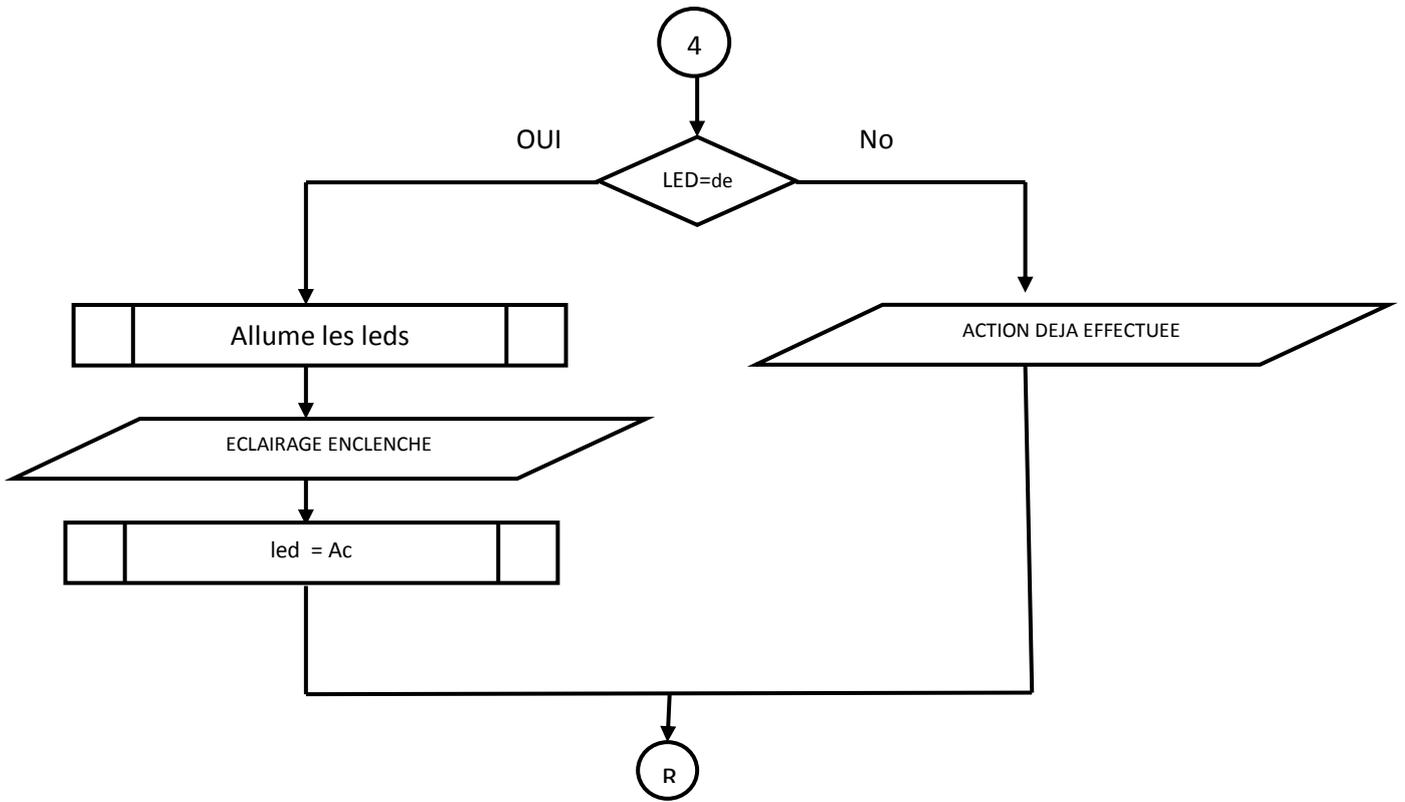
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: (UNLESS INDICATED) LINEAR: ANGULAR:				FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE					
DRAWN							
CHECKED							
APPROVED							
MFG							
Q.A.					MATERIAL:	DWG NO.	A4
					WEIGHT:	SCALE: 1:20	SHEET 1 OF 1

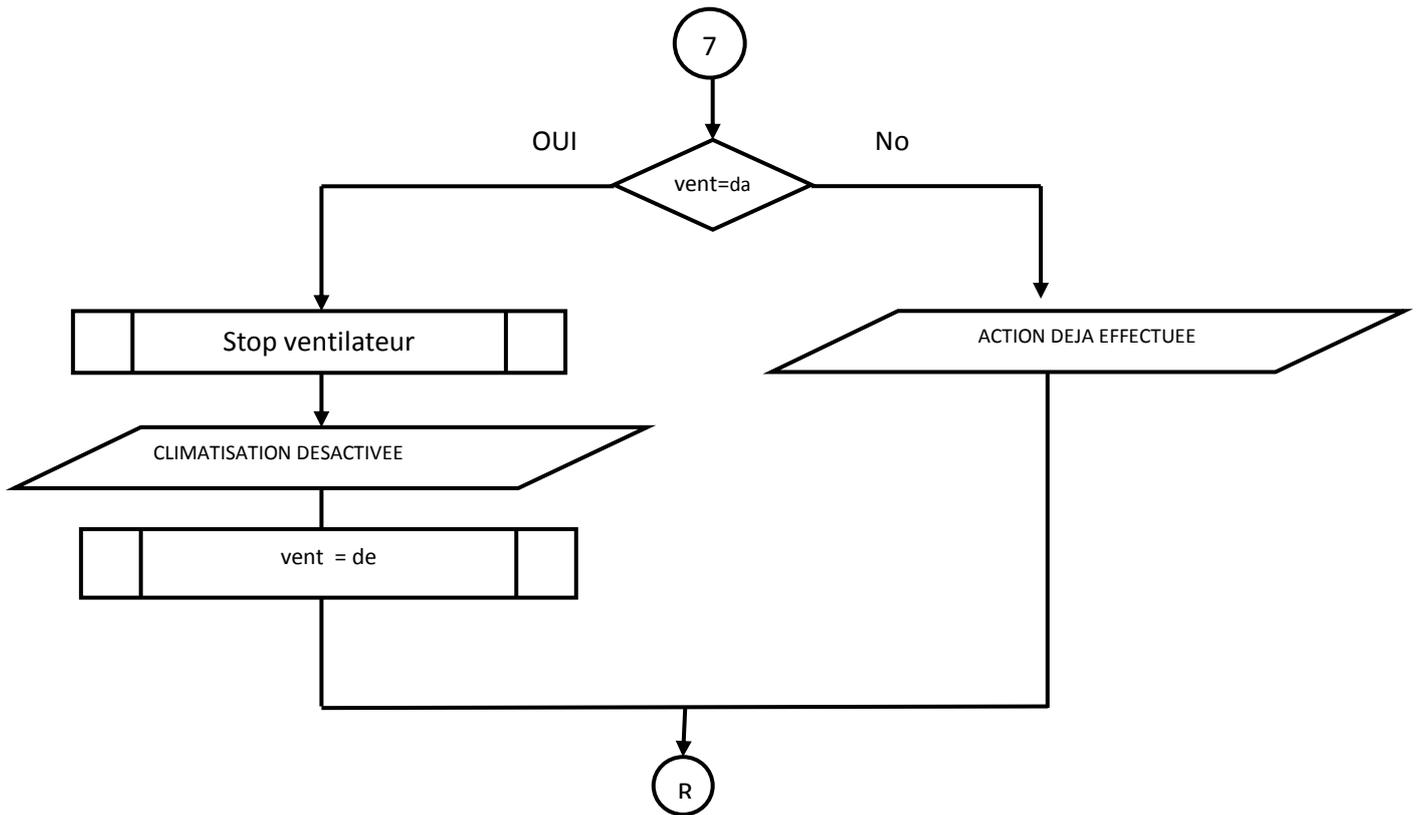
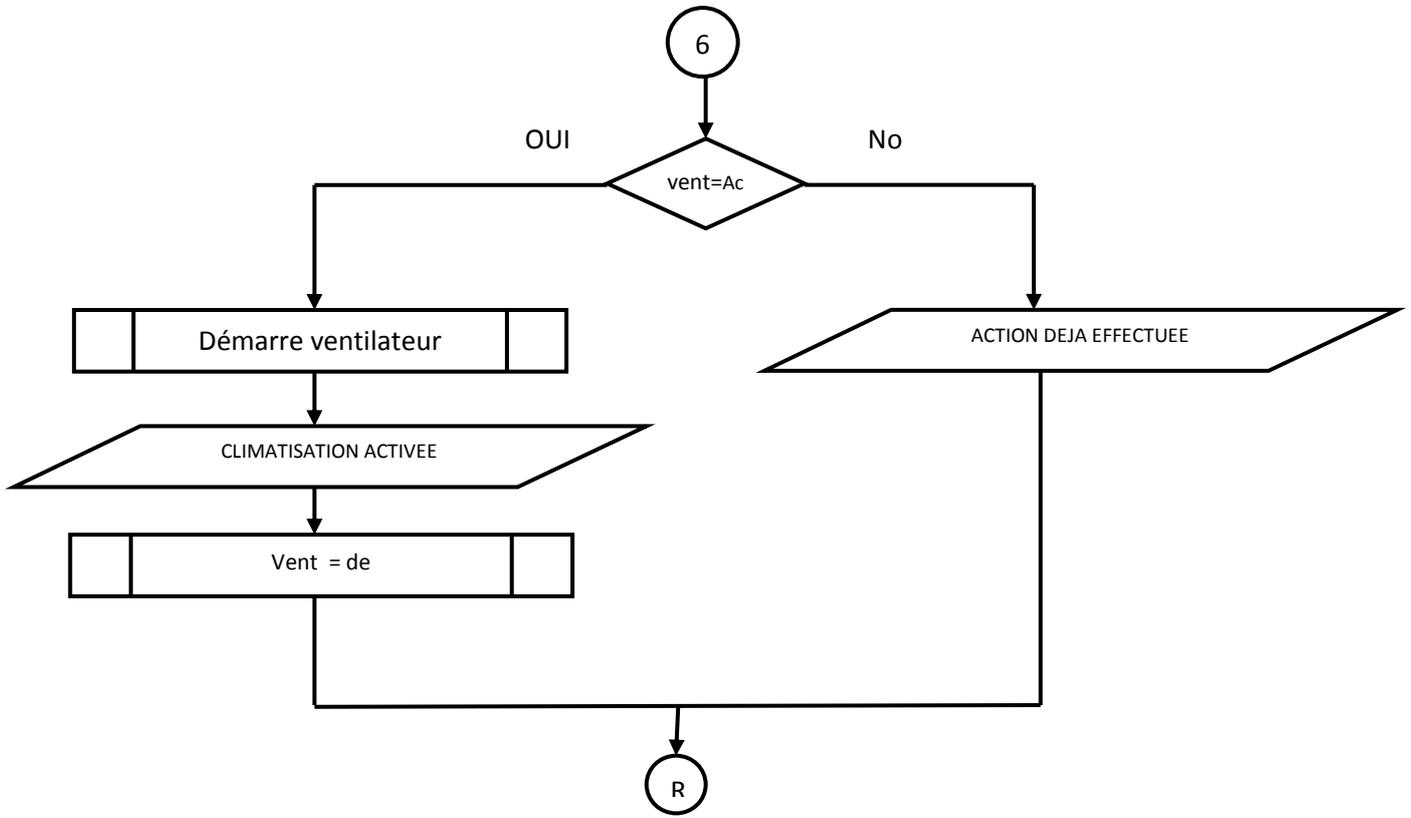
Organigramme

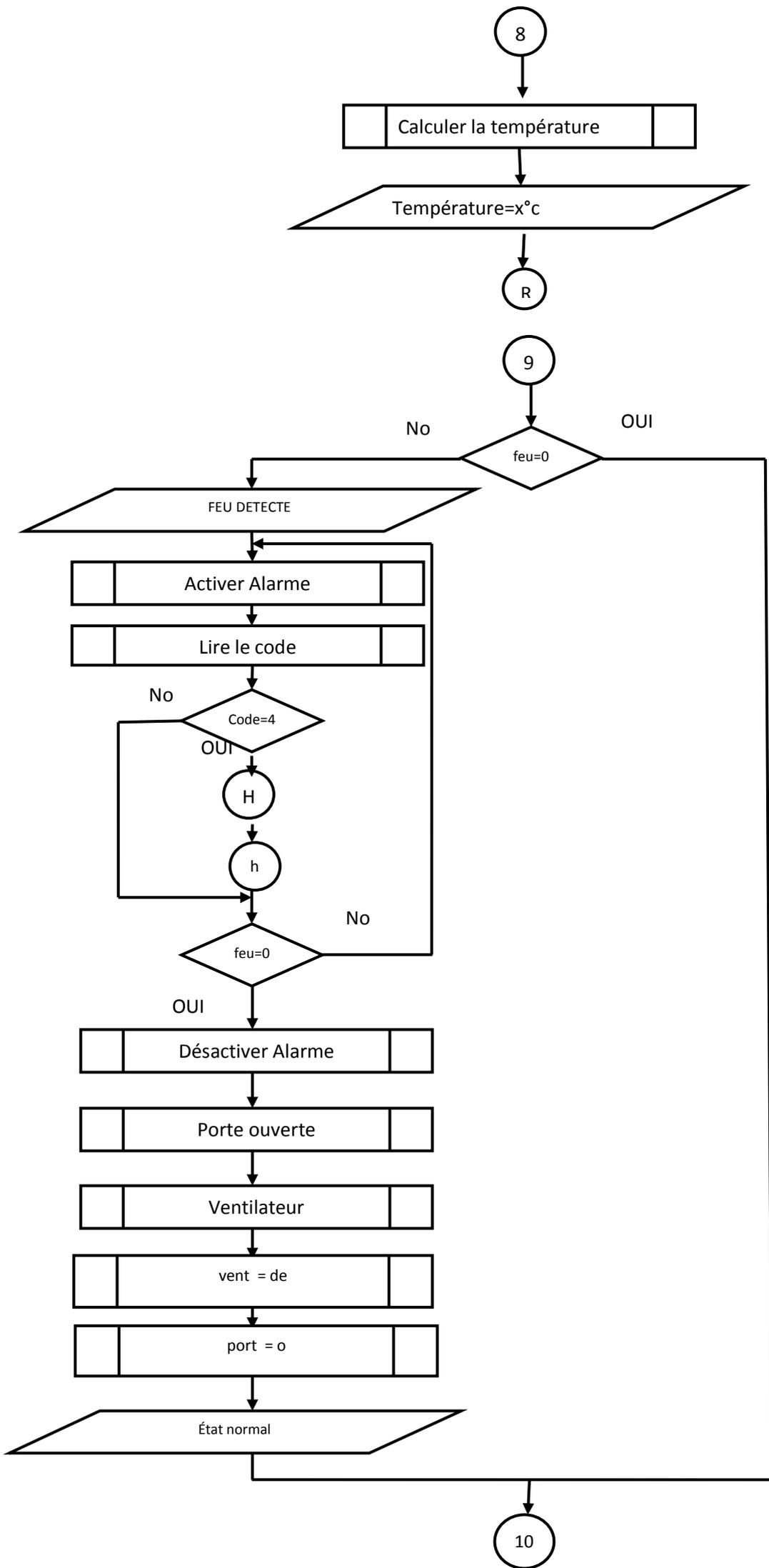












8

Calculer la température

Température=x°C

R

9

feu=0

No

OUI

FEU DETECTE

Activer Alarme

Lire le code

No

Code=4

OUI

H

h

No

feu=0

OUI

Désactiver Alarme

Porte ouverte

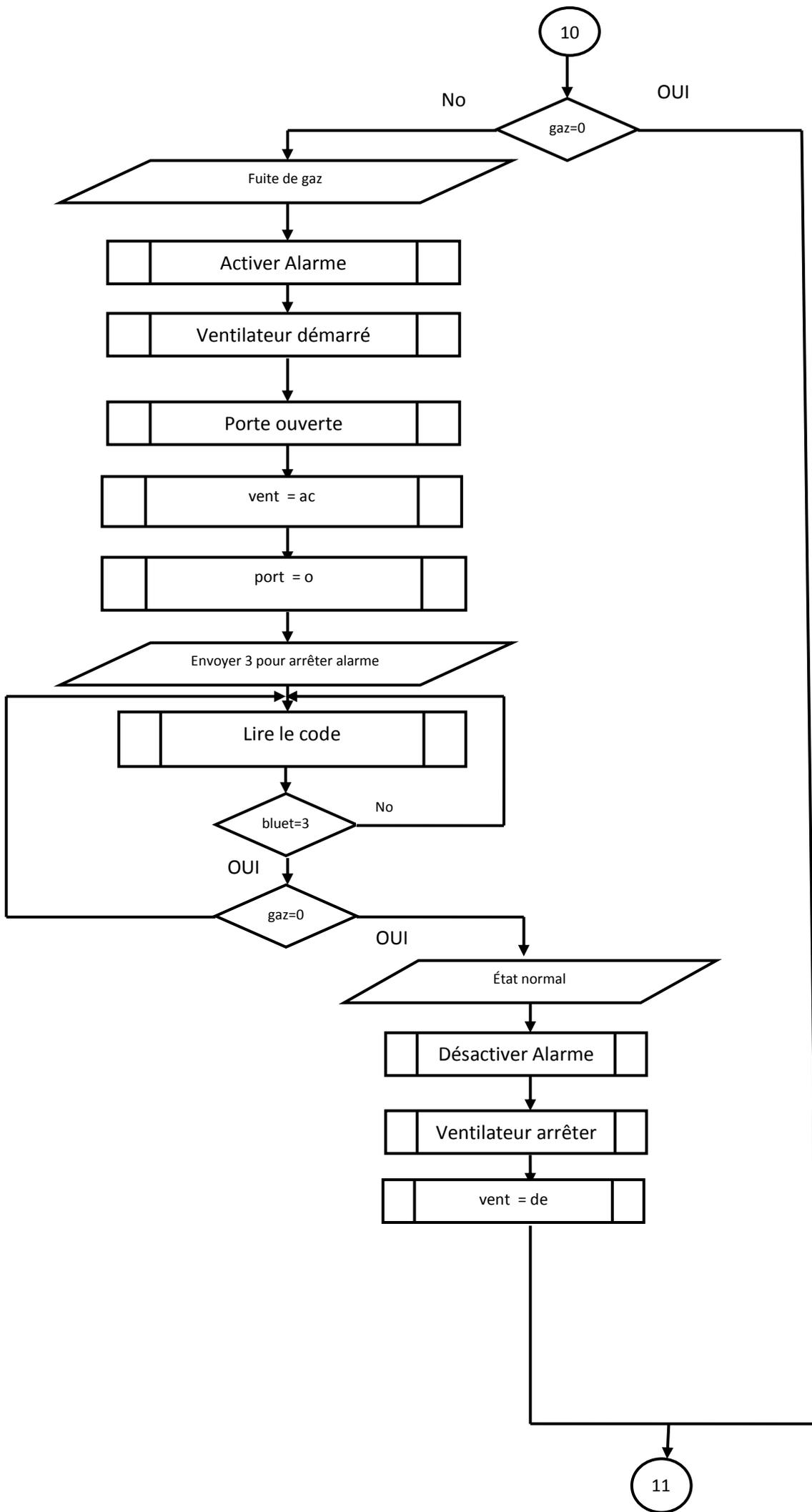
Ventilateur

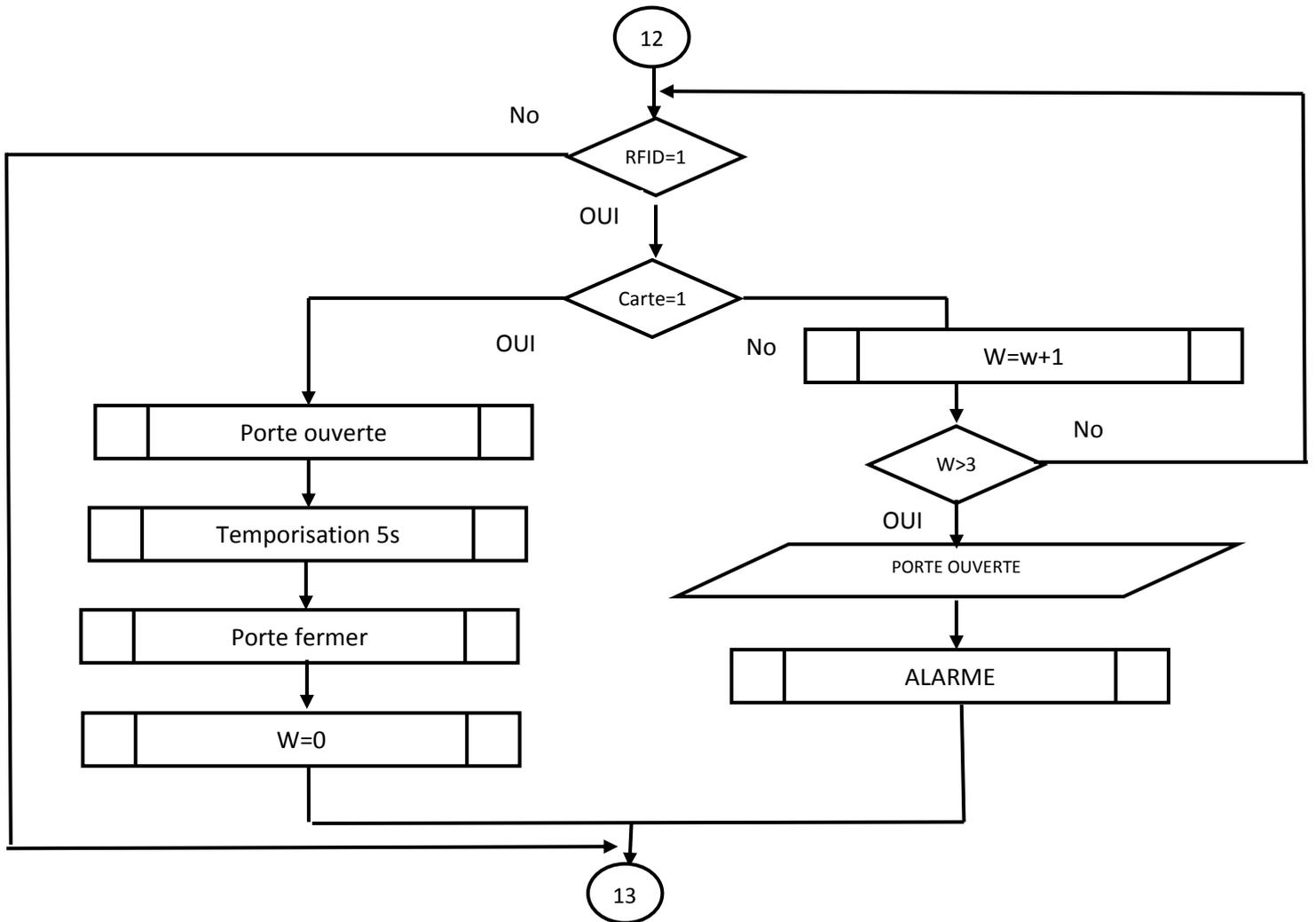
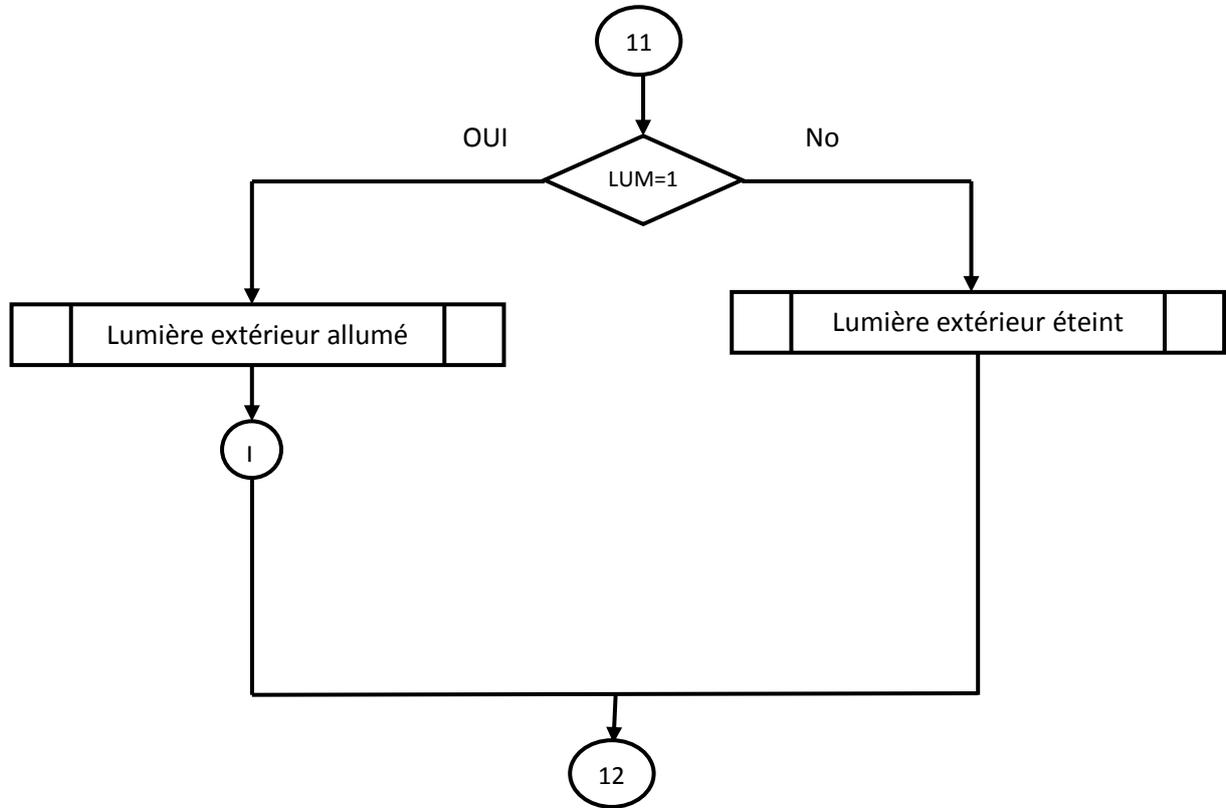
vent = de

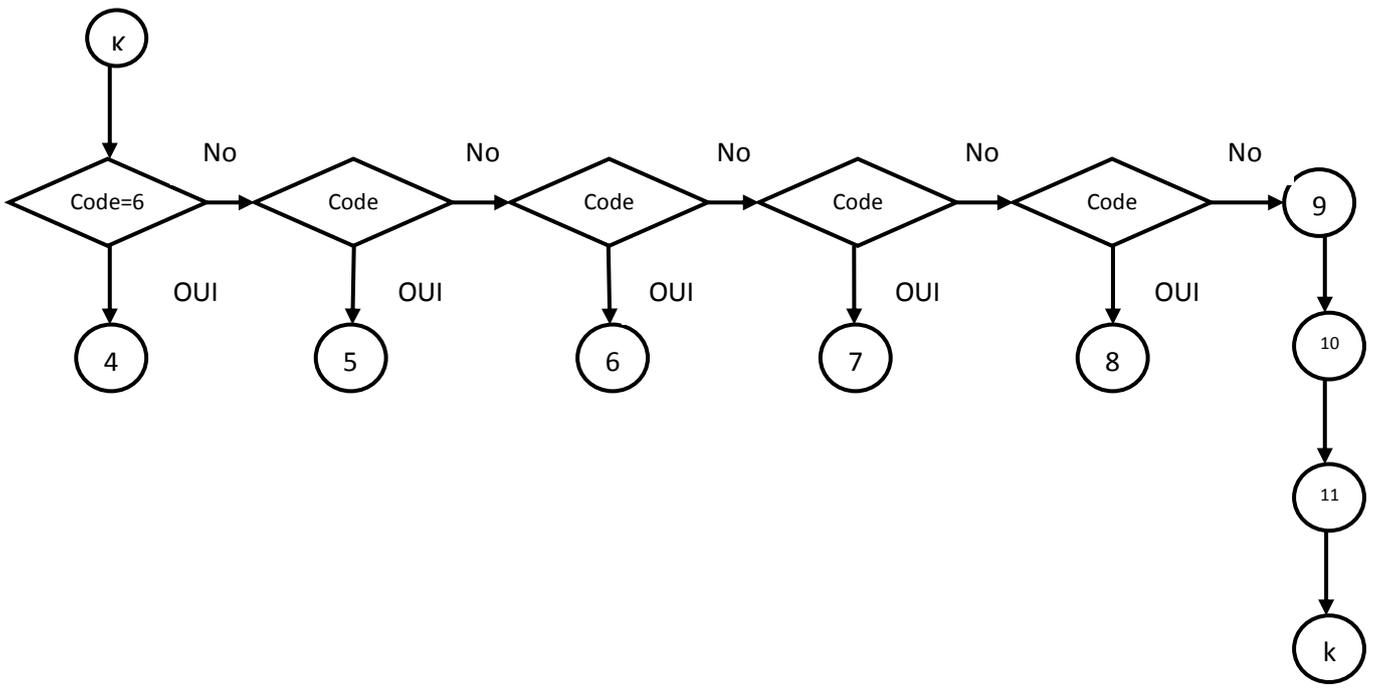
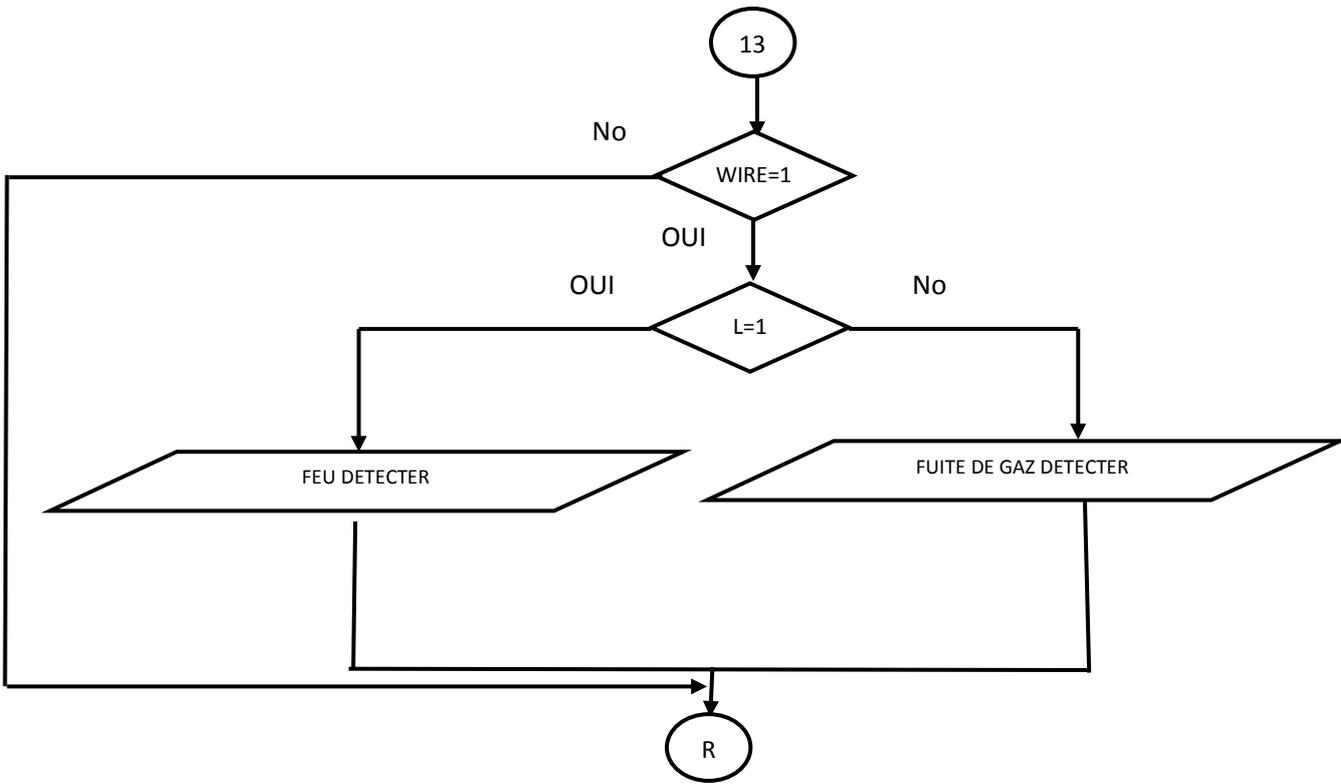
port = o

État normal

10







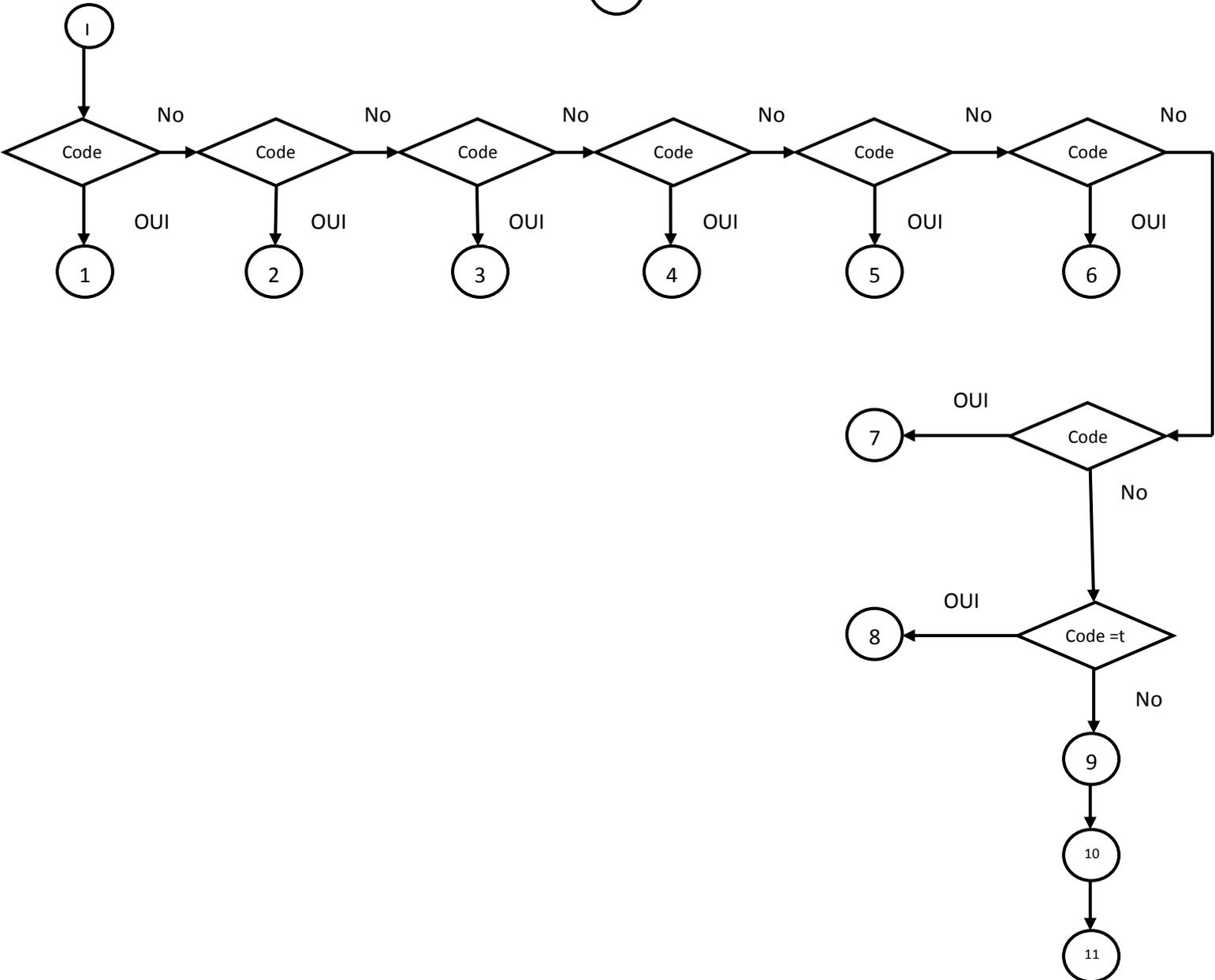
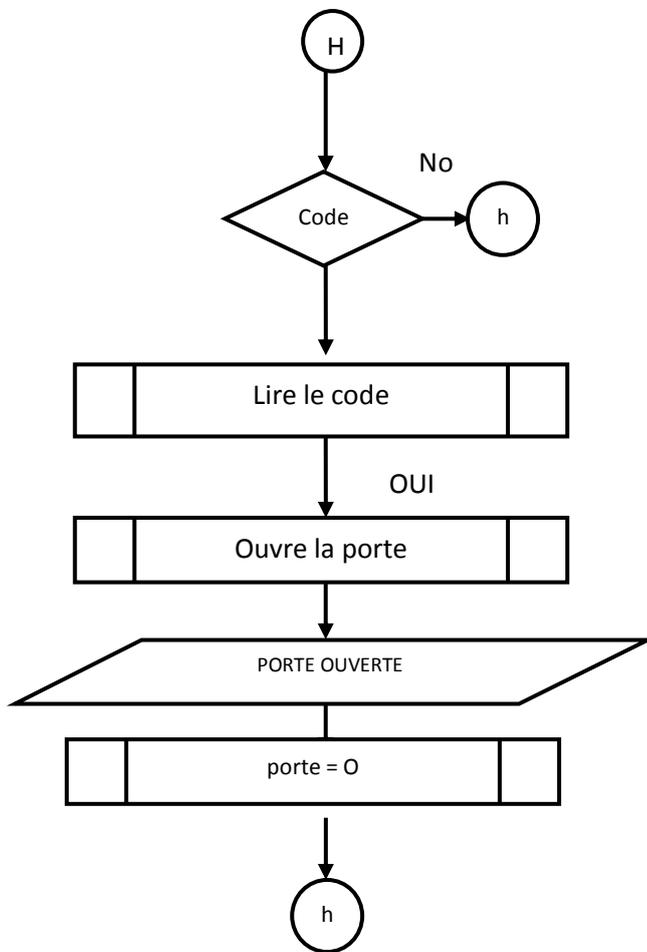


Tableau des pins utilisé de la carte ARDUINO

Matérielles	PIN
Capteur de Gaz	A0
Photo Résistance	A1
Capteur de Température	A2
Capteur de Flamme	A3
Lumière auto	2
Bluetooth	Tx : 14 Rx : 15
Servomoteur	17
Alarme	18
Ventilateur	19
Bus I2C	SDL : 20 SCL : 21
Ultrasonic	TRIG : 22 ECHO : 23
Lumière	24
RFID	RST : 5 MISO : 50 MOSI : 51 SCK : 52 SDA : 53