

932

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université 8 Mai 1945 Guelma  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département d'électronique et télécommunications



**Mémoire de Fin d'Etudes  
Pour l'obtention du diplôme de Master académique**

Domaine : **Sciences et de la Technologie**

Filière : **électronique**

Spécialité : **Système électronique**

---

---

# **Systeme d'alarme à Base d'arduino**

---

---

Présenté par :

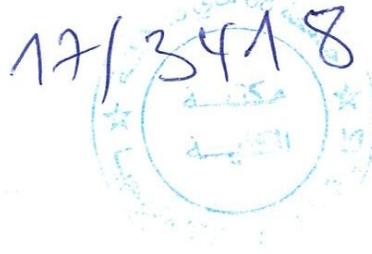
**Amrouni Ramzy**

Sous la direction de :

**M<sup>e</sup> Boudjehem djalil**



**JUIN 2017**



# REMERCIEMENT

Quels que soient les mots que nous utilisons, quels que soient les remerciements que nous formulons, nous ne pourrions jamais assez remercier Dieu le Tout Puissant de nous avoir le courage et la volonté d'élaborer ce mémoire et de nous avoir permis de nous avoir le courage et la volonté d'élaborer ce mémoire et de nous avoir permis de laisser une trace que nous espérons bénéfique pour d'autres étudiants et chercheurs.

Nous remercions aussi notre encadreur professeur « *D. boudjehem* » dont la patience, l'encouragement et le suivi continu nous ont entouré tout au long de ce travail, nous remercions aussi l'ensemble de nos enseignants pour ces précieux conseils.

Et un remerciement tout particulier, pour les membres de jurés qui ont accepté de juger le travail et qui nous ont donné un peu de leur temps pour nous entendre.

# Sommaire

<b>Introduction générale .....</b>	<b>01</b>
------------------------------------	-----------

## CHAPITRE I : LES SYSTEMES D'ALARMES

<b>I.1. Introduction.....</b>	<b>02</b>
<b>I.2. Bilan de l'histoire de l'alarme de maison .....</b>	<b>02</b>
<b>I.3. Définitions .....</b>	<b>03</b>
<b>I.4. Les différents types d'alarme.....</b>	<b>05</b>
<b>I.5. Système d'alarme anti-intrusion : qu'est-ce que c'est ?.....</b>	<b>06</b>
<b>I.5.1. Les différents capteurs des systèmes d'alarme anti intrusion.</b>	<b>06</b>
<b>I.5.2. Paramétrages spécifiques d'un système d'alarme .....</b>	<b>07</b>
<b>I.5.3. Les positions des capteurs du système d'alarme.....</b>	<b>07</b>
<b>I.6. L'alarme gaz.....</b>	<b>08</b>
<b>I.6.1. Emplacements pour l'installation des détecteurs de gaz .....</b>	<b>08</b>
<b>I.6.2. Les détecteurs de gaz .....</b>	<b>09</b>
<b>I.7. Alarme d'incendie.....</b>	<b>18</b>
<b>I.7.1. Les Capteur à Ultraviolet (185 / 265 nm) .....</b>	<b>19</b>
<b>I.7.2. Les Capteur à Infrarouge (2 / 6 µm) .....</b>	<b>19</b>
<b>I.8. Conclusion .....</b>	<b>20</b>

## CHAPITRE II: ARDUINO

II.1. Introduction .....	21
II.2. Définition .....	21
II.3. L' utilisation des cartes arduino .....	21
II.3.1. Explication du fonctionnement .....	22
II.3.2. Microcontrôleur .....	22
II.4. Présentation de l'arduino .....	23
II.4.1. Microcontrôleur ATMEGA328 .....	24
II.4.2. Interface USB/série .....	24
II.4.3. Alimentation .....	25
II.4.4. Entrées/sorties.....	25
II.4.5. Les entrées/sorties numériques .....	25
II.4.6. ISP.....	27
II.4.7. Circuit de commande.....	27
II.4.8. Circuits additionnels .....	27
II.5. Logiciel de l'arduino .....	28
II.5.1. présentation de logiciel .....	29
II.5.2. Approche et utilisation du logiciel .....	29

<b>II.6. Différent type de l'arduino .....</b>	<b>31</b>
<b>II.7. Conclusion .....</b>	<b>34</b>

## **CHAPITRE III: APPLICATION**

<b>III.1. Introduction.....</b>	<b>35</b>
<b>III.2. Objectif du projet.....</b>	<b>35</b>
<b>III.3. Schéma synoptique .....</b>	<b>36</b>
<b>III.4. Conception de notre projet .....</b>	<b>36</b>
<b>III.4.1. Matérielle utilisé.....</b>	<b>36</b>
<b>III.4.2. Carte Arduino Uno .....</b>	<b>37</b>
<b>III.4.3. Détecteur de gaz MQ2.....</b>	<b>37</b>
<b>III.4.4. Capteur de mouvement PIR .....</b>	<b>39</b>
<b>III.4.5. LED .....</b>	<b>40</b>
<b>III.4.6. Buzzer .....</b>	<b>41</b>
<b>III.5. Simulation du montage.....</b>	<b>42</b>
<b>III.6. Réalisation de montage.....</b>	<b>43</b>
<b>III.7. L'organigramme .....</b>	<b>46</b>
<b>III.8. le logiciel utilisé .....</b>	<b>47</b>
<b>III.9. Conclusion .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>50</b>

## LISTE DES FIGURES

### Chapitre I

Figure I. 4 : synoptique "détecteur de gaz fixe" .....	10
Figure I. 5 : Schéma de principe d'un détecteur de gaz IR ponctuel .....	11
Figure I. 6 : Réponse d'un 0 concentrations pour différents gaz.....	11
Figure I. 7 : détecteur de gaz 'open path' .....	13
Figure I. 8 : Schéma de principe d'un détecteur de gaz à semi-conducteur.....	14
figure I. 9 ; Schéma de principe d'un détecteur PID.....	16
figure I.10: Spectre caractéristique d'un feu carbone.....	18

### Chapitre II

Figure II. 1 : Schéma d'un Arduino. ....	21
Figure II. 2 : image Laurent Berthelot .....	22
Figure II. 3 : l'entrée au repos est 5V et 0V.....	25
Figure II. 4 : modulation de largeur d'impulsion ou PWM.....	26
Figure II. 5 : L'interface de l'IDE Arduino.....	27
Figure II. 6 : L'interface de l'IDE Arduino en détail.....	28
Figure II. 7 : Le menu Fichier.....	29
Figure II. 8 : La barre d'outils.....	29

### Chapitre III

Figure III. 1 : schéma synoptique .....	35
Figure III. 2 : schéma synoptique .....	36
Figure III. 3 : capteur de gaz MQ2 .....	37
Figure III. 4 : Caractéristique de sensibilité des différents gaz d'un MQ2.....	38
Figure III. 5 ; capteur de mouvement PIR .....	39
Figure III. 6 : un schéma d'une LED.....	39
Figure III. 7 : Schéma d'un buzzer.....	41
Figure III. 8: schéma proteus.....	42
Figure III.9 : le montage sur une plaque d'essai.....	43
Figure III.10 : le teste du montage.....	44
Figure III.11 :L'organigramme .....	45

# Introduction générale

### **Introduction générale**

Une alarme est un dispositif de sécurité visant à avertir (le plus souvent à l'aide d'un signal sonore) le propriétaire de la mise en danger du lieu où est installée l'alarme. Nous avons décomposé notre projet en trois parties

- **La première partie :** dans cette partie nous avons donné l'histoire et une petite définition sur les systèmes d'alarme, les différents capteurs et leur principe de fonctionnement.
- **La deuxième partie :** dans cette partie nous avons étudié les cartes Arduino d'une manière générale par la définition, fonctionnement de l'Arduino et les différents type de l'Arduino
- **La troisième partie :** dans cette partie nous avons fait un simple montage utilisant un capteur de mouvement et capteur de gaz avec un déclenchement d'une alarme sonore et lumineuse.

On terminera notre travail avec une conclusion général.

# Chapitre I

## I.1. Introduction :

« Alarme » est aujourd'hui un mot largement usité dans le langage courant. Il se décline dans de nombreuses expressions comme « tirer la sonnette d'alarme » ou « pousser un cri d'alarme » et représente une aubaine pour les journaux avides de titres racoleurs : la montée alarmante du chômage, le cri d'alarme des syndicats, les professeurs qui s'alarment des nouveaux rythmes scolaires... On en passe et des meilleurs.

Avec cette prolifération de l'usage du mot « alarme » et de ses dérivés dans la vie de tous les jours, on éluderait presque l'alarme de maison en tant que dispositif technique visant à sécuriser un habitat et à protéger ses biens et ses occupants. Cette page propose justement de remonter le temps et de retracer les différentes étapes de l'histoire de l'alarme de maison, siècle par siècle, de l'alarme primitive aux systèmes d'alarme les plus contemporains.

Mais avant d'aller plus loin, revenons une dernière fois sur le mot « alarme » et plus exactement à son étymologie.

Le terme date du XIV siècle : on le doit aux soldats italiens dont les cris d'alerte lors d'une embuscade ou d'une attaque ennemie se traduisent par des « Alarme ! », littéralement « Aux Armes » en Français. Le temps n'a finalement que peu dénaturé l'usage originel du mot puisque déjà à l'époque il fait office de signal d'avertissement face à une menace en approche ; exactement comme le fait aujourd'hui une alarme de maison.

## I.2 Bilan de l'histoire de l'alarme de maison

A l'origine onéreuse et peu performante, l'alarme de maison n'a cessé d'évoluer grâce au génie de certains inventeurs et aux talents de visionnaires d'hommes d'affaires. D'abord mises en place marginalement pour un usage privé, puis suscitant l'intérêt des commerçants avant d'équiper des services

d'état, les alarmes de maison se sont aujourd'hui totalement démocratisées au point que les fabricants d'alarme ont imaginé des kits d'alarme sur-mesure adaptés à divers besoins et à tous types de bâtiments attention tout de même en cas de copropriété de bien vérifier votre règlement de votre syndic de copropriété.

Au-delà de l'alarme de maison qui vise à se prémunir des cambriolages, on trouve sur le marché des alarmes aux usages divers : alarme incendie, alarme de piscine, alarme anti-agression, etc. On imagine maintenant que le futur nous réserve d'autres innovations et des systèmes d'alarme toujours plus performants comme les alarmes NFa2p.

L'alarme du XXI<sup>e</sup> siècle Intelligente, communicante, offrant un degré de sécurité optimal et diverses options avancées, l'alarme du XXI<sup>e</sup> ne ressemble que par sa fonction première aux modèles du siècle précédent. Plusieurs fabricants d'alarme ont mis sur le marché des systèmes évolués utilisant des technologies récentes pour répondre à ces nouveaux critères.

Rien de plus simple que d'intégrer la vidéosurveillance à un système d'alarme : on utilise simplement un détecteur vidéo. Raccordé au transmetteur téléphonique, le détecteur vidéo émet des alertes lorsqu'il détecte un mouvement et retransmet les images en direct sur le smartphone du propriétaire.

### I.3. Définitions

**Atmosphère explosive (ATEX) :** mélange avec l'air, dans les conditions atmosphériques, de substances inflammables sous forme de gaz, de vapeurs, de brouillards et de poussières, dans lequel, après inflammation, la combustion se propage à l'ensemble du mélange non brûlé (Directive 94/9/CE et décret 96-1010).

**Capteur de gaz (ou cellule) :** élément constitutif du détecteur de gaz ou du système de détection qui permet de transformer une grandeur physique (la concentration en gaz) en une information exploitable par l'appareil.

**Centrale d'acquisition :** élément constitutif d'un système de détection qui reçoit les informations d'une ou de plusieurs sondes déportées et qui assure la centralisation des fonctions de détection (affichages, gestion des alarmes et des relais, ...). On utilise également les termes "centrale de mesure" ou "boîtier de commande".

**Domaine d'inflammabilité :** les gaz et les vapeurs combustibles forment avec l'air des mélanges explosifs lorsqu'ils sont mélangés dans des proportions comprises dans le domaine d'inflammabilité. Chaque gaz et chaque vapeur dispose de son propre domaine.

En dehors de ce domaine, c'est-à-dire lorsque la teneur en combustible est insuffisante ou lorsque la teneur en air est trop faible, les mélanges constitués ne sont pas inflammables.

Le domaine d'explosivité est encadré par deux bornes : la limite inférieure d'explosivité (LIE) et la limite supérieure d'explosivité (LSE).

**Détecteur de gaz :** appareil de mesure dont la fonction principale est de détecter la présence de gaz dangereux et d'en avertir l'utilisateur. Lorsque le détecteur est constitué de plusieurs capteurs, on peut utiliser le terme de "système de détection gaz".

**Efficacité :** capacité à remplir la mission/fonction de sécurité qui lui est confiée pendant une durée donnée et dans son contexte d'utilisation. En général, cette efficacité s'exprime en pourcentage d'accomplissement de la fonction définie. Ce pourcentage peut varier pendant la durée de sollicitation de la barrière de sécurité.

**Élément sensible :** partie du capteur en contact direct avec l'atmosphère dont les caractéristiques physique, chimique ou électrique sont modifiées en présence

du gaz à détecter. Dans certains cas, les termes "capteur" et "élément sensible" peuvent désigner le même objet.

**Fonction de sécurité** : fonction ayant pour but la réduction de la probabilité d'occurrence et/ou des effets et conséquences d'un événement non souhaité dans un système. Les principales actions assurées par les fonctions de sécurité en matière d'accidents majeurs dans les installations classées sont : empêcher, éviter, détecter, contrôler, limiter. Les fonctions de sécurité identifiées peuvent être assurées à partir de barrières techniques et / ou humaines de sécurité, ou plus généralement par la combinaison des deux. Une même fonction peut être assurée par plusieurs barrières de sécurité.

**Limite inférieure d'explosivité (LIE)** : concentration minimale en volume au-dessus de laquelle un gaz ou une vapeur inflammable en présence d'air peut être enflammé.

**Limite supérieure d'explosivité (LSE)** : concentration en volume au-dessus de laquelle un gaz ou une vapeur inflammable en présence d'air ne peut pas être enflammé.

**Partie par million (ppm)** : un taux de 1 ppm de gaz signifie qu'un cm<sup>3</sup> de gaz (ou de vapeur) est présent dans 1 million de cm<sup>3</sup> de mélange de gaz. La relation entre pourcentage et ppm est la suivante : 1 % = 10000 ppm. La ppm est utilisée pour caractériser des taux volumiques faibles.

### I.4. Les différents types d'alarme :

Une alarme est un dispositif de surveillances le plus souvent électronique ou informatique qui permet de signaler un événement comme une intrusion, une tentative de vol ou la chute d'une personne dans une piscine.

Dans le cadre des dispositifs d'alarme, il est possible de classer les différents signaux en trois grandes catégories :

- catégorie 1 : les signaux indiquant un danger pour la vie. Par exemple une alarme feu, une alarme agression, une alarme de piscine.
- catégorie 2 : les signaux indiquant un danger pour les biens. Par exemple une alarme effraction, une alarme température haute.
- catégorie 3 : les signaux indiquant une défaillance de l'installation. Par exemple une alarme perte détecteur.

Les alarmes émises par les dispositifs électroniques par l'analyse de différentes variables de l'environnement à surveiller. Lorsqu'une ou plusieurs variables sont déclarée conformes à une situation non souhaitée, le signal est émis.

### **I.5. Système d'alarme anti-intrusion : qu'est-ce que c'est ?**

Les systèmes d'alarme anti-intrusion ont pour objectif d'alerter au cas où des intrus pénétreraient dans le lieu sécurisé. Des capteurs (détecteurs de mouvement ou détecteur d'ouverture par exemple) repèrent l'intrusion et déclenchent une alarme qui fait fuir les cambrioleurs et alertent les personnes aux alentours.

#### **I.5.1. Les différents capteurs des systèmes d'alarme anti intrusion**

Les intrus peuvent pénétrer dans votre entreprise ou votre maison de plusieurs façons. Pour chaque mode d'intrusion, il existe des capteurs :

- **Les détecteurs d'ouverture** se positionnent sur les portes, notamment la porte d'entrée de l'établissement à protéger, et se déclenchent dès que la porte en question est ouverte ou forcée par les cambrioleurs. Les détecteurs d'ouverture se placent aussi sur les fenêtres pour empêcher toute intrusion.
- **Les détecteurs de mouvement** se déclenchent dès qu'un mouvement suspect survient dans les lieux protégés. Il en existe de différentes sortes :

- *Les détecteurs de mouvement en extérieur* : ils résistent aux intempéries et fonctionnent la nuit grâce à leur vision infrarouge. Certains capteurs sont spécialement dédiés à la surveillance de lieu à l'environnement difficile comme les caves par exemple (taux d'humidité élevé).

- *Les détecteurs de mouvement pour pièces étroites* : spécialement conçus pour les petites surfaces, ces capteurs fonctionnent par rayonnement infrarouge pour détecter la présence d'intrus.

- *Les détecteurs de mouvement verticaux* : ils s'adaptent spécialement à la surveillance des fenêtres et des portes.

### I.5.2. Paramétrages spécifiques d'un système d'alarme

Paramétrer votre alarme contribue à son efficacité : un bon paramétrage la fera se déclencher lorsqu'un intrus pénétrera dans votre habitation ou votre entreprise et uniquement dans ce cas. Il existe des paramétrages spécifiques tels que :

- La **classification de certaines pièces en « zones sensibles »** : l'alarme placée dans une zone désignée « sensible » sera plus prompte à se déclencher que celle placée dans une zone comportant moins de risques de vols comme une cuisine dans le cas d'un particulier ou une cafétéria pour une entreprise. Evitez également les pièces dans lesquelles vous pouvez avoir besoin de pénétrer pendant la nuit.
- Le **minutage du temps de passage** : l'alarme ne se mettra en route qu'au bout d'un certain temps d'occupation de la pièce. Elle vous laissera le temps de la désactiver par exemple quand vous rentrez dans votre local.

### I.5.3. Les positions des capteurs du système d'alarme

Les détecteurs d'ouvertures se placent logiquement sur les portes à protéger mais peuvent aussi se positionner sur les fenêtres. Concernant les détecteurs de

mouvement, il est conseillé de les positionner à chaque étage de l'établissement à sécuriser, dans les couloirs mais aussi dans les escaliers.

## **I.6. L'alarme gaz :**

Le détecteur de gaz prévient les occupants de la maison en cas de fuite de gaz. C'est un petit appareil qui détecte la présence de gaz avant que sa concentration n'atteigne la Limite Inférieure d'Explosion (L.I.E) et prévient les occupants de l'habitation avec un puissant signal sonore. Selon les modèles, le détecteur de gaz peut être raccordé à un système d'alarme filaire ou sans fil.

### **I.6.1. Emplacements pour l'installation des détecteurs de gaz :**

Les détecteurs de gaz doivent être installés à proximité des installations terminales de gaz :

- Entre 1 et 4 mètres de la chaudière à gaz, gazinière, etc...

Attention, les détecteurs de gaz naturel et les détecteurs de butane et de propane n'ont pas le même emplacement :

- Le détecteur de gaz naturel doit être installé en haut du mur entre 30 et 40 cm en dessous du plafond.
- Le détecteur de butane et de propane doit être installé en bas du mur entre 30 et 40 cm au-dessus du sol.

Le méthane qui est présent dans le gaz naturel est plus léger que l'air donc il monte et va se retrouver piégé en haut de la pièce. C'est pourquoi il faut installer ce type de détecteur près du plafond.

Le butane et le propane sont eux à l'opposé du méthane, ils sont plus lourds que l'air et vont donc se diriger vers le sol ou ils vont stagner. C'est pourquoi il faut installer ce type de détecteur près du sol.

**I.6.2. Les détecteurs 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. Aujourd'hui, les transmetteurs permettent de régler les seuils d'alarme directement sur l'appareil. Ils embarquent un afficheur ainsi que des relais d'alarme en plus de la sortie analogique 4-20 mA. Certains transmetteurs fournissent un signal numérique. Ces détecteurs nécessitent ensuite d'être reliés à des actionneurs pour remplir la fonction complète à laquelle ils sont associés. Ils peuvent également être connectés à une centrale D'acquisition, notamment dans le cas où une zone est surveillée par plusieurs détecteurs. La centrale d'acquisition est en revanche indispensable dans le cas d'utilisation de sondes déportées. Un détecteur de gaz portable est également constitué d'un capteur et d'un transmetteur, sauf que ce dernier ne possède généralement pas de sortie analogique ou numérique, ni de relais d'alarme. En revanche, il intègre un avertisseur sonore et une batterie pour un fonctionnement autonome.

Les figures suivantes présentent des synoptiques pour les détecteurs de gaz fixes et portables.

Les détecteurs de gaz fixes sont utilisés pour la surveillance de zones tandis que les détecteurs de gaz portables sont des équipements de protection individuelle (EPI). De façon générale, les appareils sur lesquels les seuils d'alarme sont réglables possèdent 2 seuils.

La tendance actuelle, concernant les détecteurs de gaz fixes et portables de dernière génération, est de fournir des capteurs (cellules) dits « intelligents » qui s'adaptent sur un même transmetteur (fixe) ou boîtier (portable) quel que

soit leur type (explosimétrique ou toxique). Le capteur est automatiquement reconnu par son dispositif d'accueil.

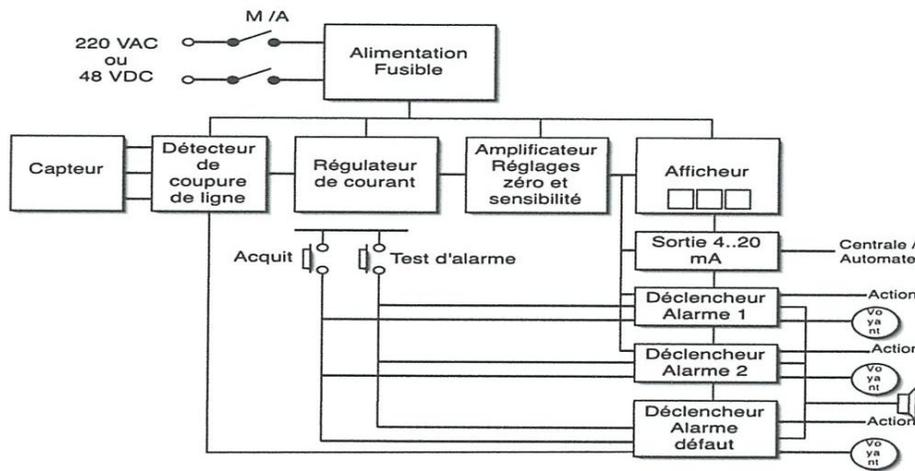


Figure I.4. synoptique "détecteur de gaz fixe"

### I.6.2.1. Technologie IR ponctuel

#### a) Principe de fonctionnement

De nombreux gaz inflammables possèdent des bandes d'absorption dans la zone infrarouge du spectre lumineux électromagnétique.

Le principe de détection repose sur l'interaction entre un rayonnement électromagnétique infrarouge et le gaz. Celui-ci absorbe de l'énergie à une longueur d'onde bien déterminée (liaisons C-H), qui dépend de l'énergie de vibration de ses molécules. L'atténuation d'énergie du rayonnement infrarouge est mesurée et est fonction de la concentration de gaz présente sur le trajet optique, suivant la loi de Lambert Beer. La gamme de mesure de ce type de détecteur est 0-100 % de la LIE.

La figure suivante présente de façon schématique un détecteur infrarouge.

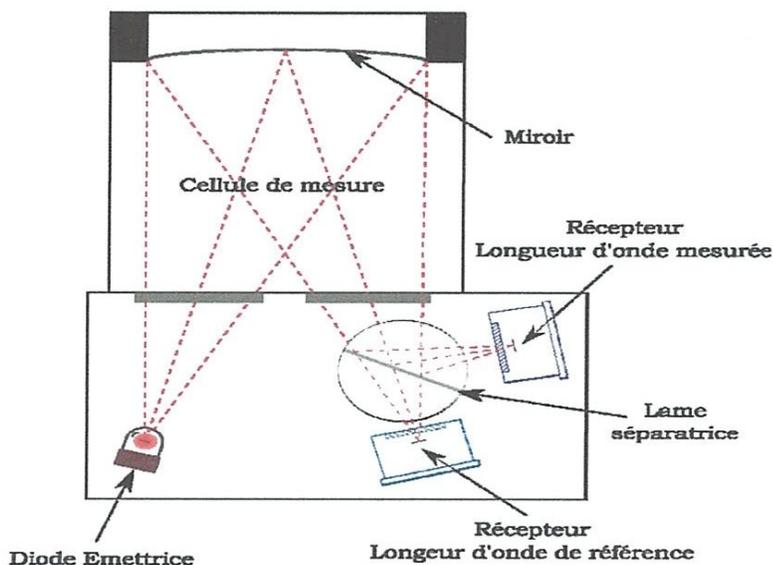


Figure I.5. Schéma de principe d'un détecteur de gaz IR ponctuel

**b) Conditions d'utilisation**

Contrairement à la détection catalytique, le coefficient de réponse du détecteur aux différents gaz par rapport au gaz de calibrage n'est pas constant sur la gamme 0-100 % de la L.I.F., puisque la réponse n'est pas linéaire mais logarithmique (loi de Lambert Beer). La figure suivante fournit un exemple de réponse (représentée par la déviation de sa ligne de base) de détecteur IR, pour différentes concentrations et 3 composés.

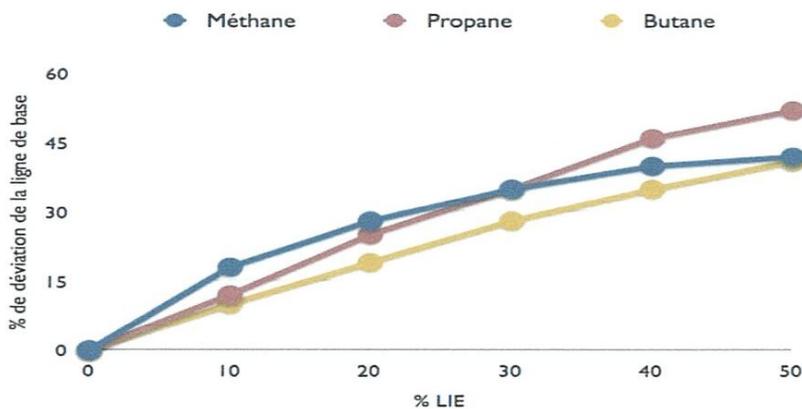


Figure I.6. Réponse d'un détecteur IR à différentes concentrations pour différents gaz.

Par conséquent, les coefficients de réponse des gaz par rapport aux gaz de calibrage ne sont pas, non plus, constants.

Par ailleurs, suivant les cas, les constructeurs déterminent la longueur d'onde spécifiquement pour le gaz à détecter. Aussi, tout comme pour les autres technologies, la détection d'un autre gaz inflammable avec le même détecteur passera nécessairement par des essais qui justifieront son efficacité.

La technologie infrarouge ne permet pas la détection de gaz hydrogène, seuls les gaz au moins diatomiques sont détectables par cette technologie.

Ces détecteurs peuvent être influencés par les conditions ambiantes (température, humidité relative, pression), notamment si celles-ci sont très éloignées de la normale, ou plus exactement des conditions ambiantes dans lesquelles a été réalisé le calibrage. La température n'a pas d'influence sur l'absorption infrarouge (mais peut en avoir sur l'électronique utilisée). Les appareils non compensés en pression sous / sur estiment les concentrations lorsque la pression est inférieure / supérieure à la pression présente lors du calibrage. Certains appareils, anciens, possèdent des optiques non chauffées, avec un risque de condensation amenant le détecteur en défaut.

Concernant le temps de réponse, il est de l'ordre de 10 à 20 secondes pour une concentration de 50 % de la LIE, pour les nouvelles générations de détecteurs de gaz infrarouge (à partir de 2003), dans le cas d'un entretien optimal. Les anciennes générations affichent des temps de réponse plus importants, de l'ordre de la minute pour 50 % de la LIE. Ce temps de réponse peut être variable en fonction du contexte d'utilisation et notamment des conditions ambiantes.

La durée de vie des capteurs est de l'ordre de 1 à 4 ans, en fonction du contexte d'utilisation.

### I.6.2.2. Technologie IR à long chemin optique

Il s'agit d'une extension du détecteur ponctuel infrarouge décrit dans le paragraphe 06-02-01, avec les mêmes caractéristiques. Dans ce cas, l'émetteur et le récepteur sont distants, d'une dizaine à plusieurs centaines de mètres, comme indiqué sur la figure suivante.

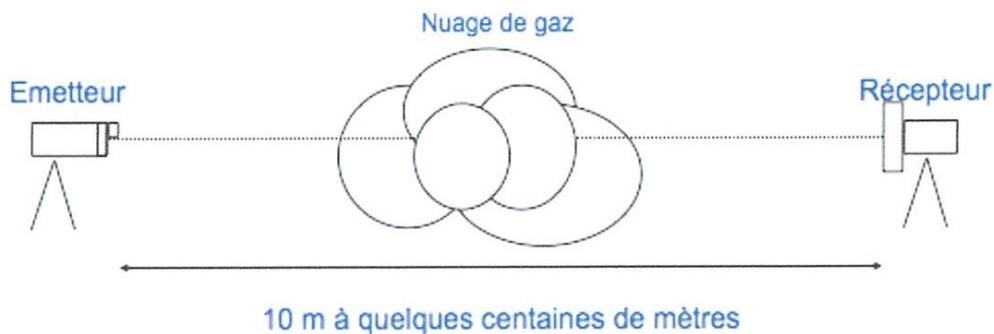


Figure I.7. détecteur de gaz 'open path'

Contrairement au détecteur ponctuel, le détecteur à long chemin optique ne fournit pas une concentration, mais une indication de présence de gaz en LIE mètre (LIE.m) ou en ppm mètre (ppm.m). L'appareil intègre tout le long de son chemin optique les molécules présentes pour calculer le paramètre LIE.m ou ppm.m. Par exemple, pour un composé donné, 1 LIE.m correspond à 100 % de la LIE sur une distance de 1 mètre ou bien 1 % de la LIE sur 100 mètres.

Ces équipements sont utilisés pour couvrir une zone ou un périmètre, à la place de plusieurs détecteurs ponctuels (catalytiques ou IR).

Dans les versions qui n'utilisent qu'une seule longueur d'onde de référence (donc des systèmes à 2 longueurs d'onde, la première correspondant à l'énergie d'absorption du gaz et la seconde étant la référence, choisie dans une plage sans absorption), les brumes voire la pluie, en diffractant le rayon infrarouge, provoquent des fausses alarmes ou des défauts. Pour s'affranchir au maximum de ces perturbations, une seconde longueur d'onde de référence a été implémentée (soit des systèmes à 3 longueurs d'onde). En plus de la brume et de la pluie, ces appareils sont influencés par les mêmes facteurs que les détecteurs

IR ponctuels. Le temps de réponse des barrières IR, même avec un émetteur et un récepteur distant de 100 mètres est de l'ordre de 5 à 20 secondes pour une équivalence 1LIE.m, dans le cas d'un entretien optimal.

### I.6.2.3. Technologie semi-conducteur

#### a) Principe de fonctionnement

Le matériau support de la réaction d'oxydo-réduction n'est pas un métal, comme c'était le cas pour le détecteur catalytique, mais un oxyde métallique semi-conducteur ( $\text{SnO}_2$ ,  $\text{ZnO}$ ...) de type p ou n, et dont la conduction est due à des lacunes d'oxygène (oxyde non exactement stœchiométrique). Les réactions d'oxydo-réduction, ou simplement d'adsorption à la surface, vont changer la résistivité du matériau, en modifiant le nombre de porteurs de charge.

Le matériau est chauffé, comme dans le cas des perles catalytiques, mais la mesure est différente : c'est la variation de la résistance du matériau lui-même qui est mesurée, et non celle de l'élément chauffant. La gamme de mesure de ces appareils dépend du traitement du signal implémenté : soit la gamme 0-100% LIE, soit la gamme 0-100 % v/v, soit la gamme ppm.

La figure suivante présente de façon schématique un détecteur semi-conducteur.

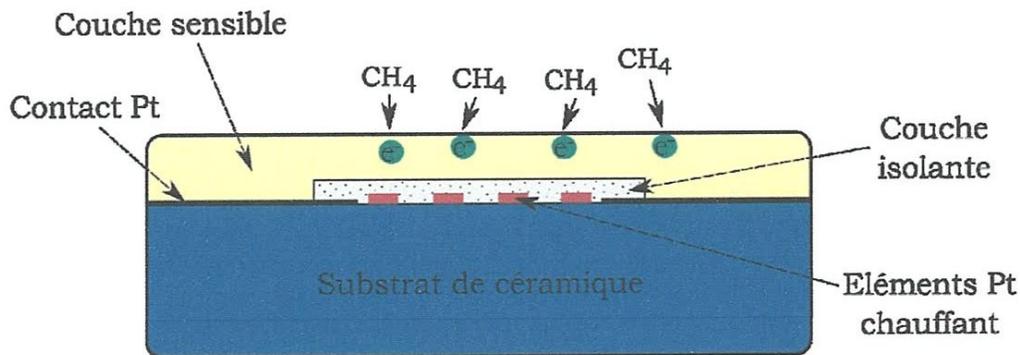


Figure I.8. Schéma de principe d'un détecteur de gaz à semi-conducteur

**b) Conditions d'utilisation**

À l'instar des technologies catalytiques et infrarouge, les détecteurs à semi-conducteur ne sont pas sélectifs et la sensibilité aux différents composés va dépendre du gaz de calibrage.

Ils nécessitent la présence d'oxygène pour fonctionner. Les détecteurs à semi-conducteur pour la détection des gaz inflammables sont très peu utilisés dans l'industrie, car ils vieillissent (à cause du chauffage) et donc dérivent très rapidement (en quelques semaines pour certains).

De plus, ces détecteurs sont influencés par les conditions ambiantes, notamment par l'humidité. La vapeur d'eau s'adsorbe à la surface du semi-conducteur : c'est une interférente problématique. Et certaines détections de gaz ne sont possibles qu'en présence d'humidité.

Le temps de réponse de ces appareils est très variable, de quelques dizaines de secondes à plusieurs minutes.

Par conséquent, l'utilisation des détecteurs semi-conducteurs, pour la détection des gaz inflammables, n'est pas recommandable, sauf si des essais simulant le contexte d'utilisation ont montré qu'ils sont efficaces, et que les temps de réponse sont compatibles avec la cinétique des phénomènes dangereux en jeu.

La durée de vie des capteurs est de l'ordre de quelques semaines à plusieurs années en fonction du contexte d'utilisation.

**I.6.2.4. Technologie PID (détecteur à photo-ionisation)****a) Principe de fonctionnement**

Une pompe prélève l'atmosphère à surveiller. Le flux d'air est amené dans une chambre d'ionisation équipée d'une lampe ultraviolette et de 2 électrodes soumises à une forte différence de potentiel (production d'un champ électrique (E)). Sous l'effet du rayonnement, les molécules dont le potentiel d'ionisation

(PI) est inférieur à l'énergie de la lampe sont ionisées. Les ions ainsi obtenus sont collectés sur la cathode et un courant est créé, directement proportionnel au nombre d'ions formés et donc aux molécules ionisées. Les gammes de mesure de ces appareils sont en général 0-100 et 0-1000 ppm. La figure suivante présente schématiquement ce système.

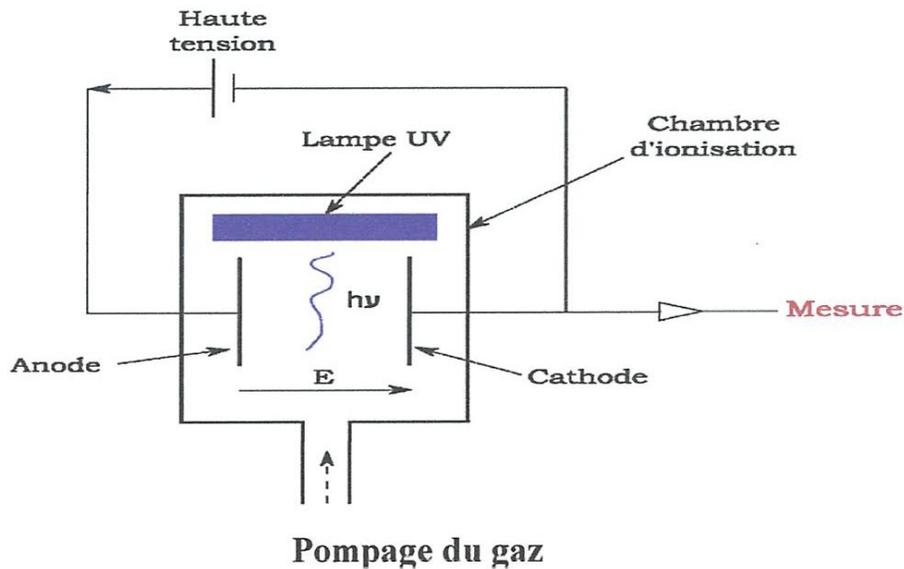


Figure I.9. Schéma de principe d'un détecteur PID

L'échelle de mesure est la ppm, fortement éloignée des LIE des substances inflammables qui sont de l'ordre du pourcent volumique.

### b- Conditions d'utilisation :

Le PID, ou détecteur à photo-ionisation, développé pour la détection des substances toxiques permet également la détection de vapeurs inflammables, notamment les solvants (qui sont la plupart du temps également toxiques). Tout comme la technologie électrochimique pour la détection d'hydrogène, les PID permettent la détection de faibles fuites de produits inflammables.

Mais toutes les substances inflammables ne sont pas détectables par cette technologie, car la détection dépend du potentiel d'ionisation de la molécule cible, et les lampes disponibles sont limitées. Par exemple, le méthane (PI=12,61 eV) et l'hydrogène (PI=15,43 eV) ne sont pas détectables avec des PID.

Il faut également noter, qu'à l'instar des autres détecteurs de gaz inflammables, le PID n'est pas sélectif : tous les gaz ou vapeurs qui ont un potentiel d'ionisation inférieur à l'énergie fournie par la lampe UV seront détectés par le PID. De la même façon que les détecteurs catalytique, il existe des coefficients de réponse pour les PID, permettant d'établir la correspondance entre la concentration lue sur l'appareil et la concentration vraie présente, en fonction du gaz de calibrage.

Ces appareils peuvent montrer des dérives de plusieurs dizaines de pourcents sur une seule journée. Lorsque ces appareils sont utilisés pour la détection de vapeurs « lourdes » (longue chaîne carbonée), ils s'encrassent facilement : cet encrassement est caractérisé par un film gras qui se dépose à la surface de la lampe. Cet encrassement est d'autant plus rapide que l'humidité ambiante est importante.

Ce phénomène est constaté même avec les instruments qui possèdent une fonction d'auto-nettoyage (la fonction d'auto-nettoyage consiste à couper l'aspiration : le rayonnement UV produit de l'ozone qui oxyde le film formé sur la lampe). Cet encrassement a pour conséquence une dérive de la mesure, qui sous-estime la concentration présente dans un premier temps, puis l'appareil se met en défaut.

Ces détecteurs sont influencés par les conditions ambiantes, notamment par l'humidité.

Une présence d'humidité importante (par rapport au calibrage) provoque une sous-estimation des concentrations présentes. Il en est de même pour une

pression inférieure à la pression lors du calibrage. La température n'a pas ou peu d'influence.

Le temps de réponse de ces appareils est plutôt rapide, avec un  $t_{90}$  inférieur à 10 secondes, dans le cas d'un entretien optimal.

Les durées de vie des lampes sont variables suivant leur énergie et le contexte d'utilisation : quelques mois pour la lampe 11,7 eV et 1 à 2 ans pour les lampes 9,8 et 10,6 eV, hors phénomène d'encrassement

### I.7 Alarme d'incendie :

Un incendie est un feu violent et destructeur pour les activités humaines ou la nature. L'incendie est une réaction de combustion non maîtrisée dans le temps et l'espace.

Les détecteurs optiques de flammes sont constitués à la base par des capteurs travaillant dans l'ultraviolet et/ou dans l'infrarouge. Ces capteurs reçoivent les rayonnements émis par les flammes. Suivant leurs performances, ils sont équipés d'un ou plusieurs capteurs soit dans l'UV seul soit dans l'IR seul. Quant aux appareils les plus performants, ils disposent d'une combinaison des deux types de capteurs.

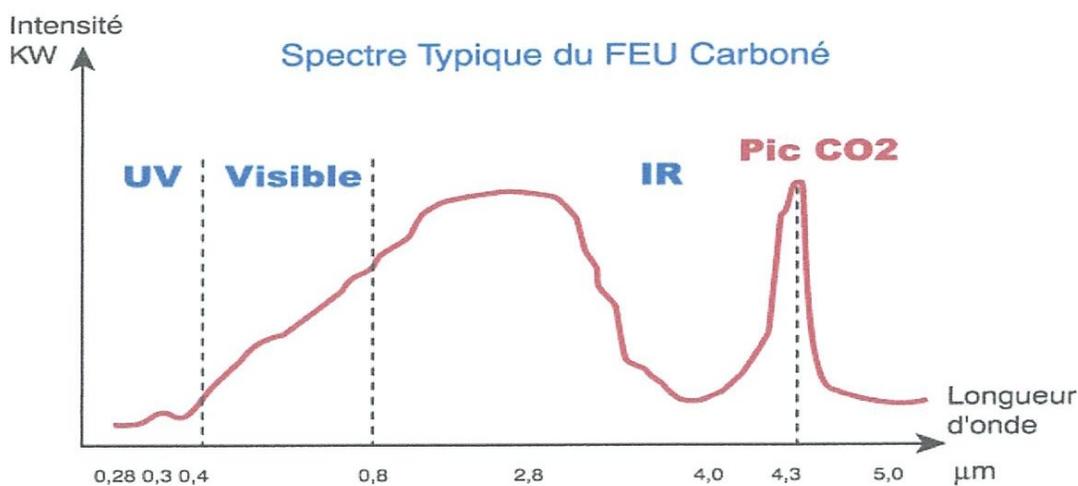


Figure I.10. Spectre caractéristique d'un feu carboné

La détection de flammes est rendue difficile par les divers rayonnements venant interférer avec le spectre du feu. Ces rayonnements sont des plus divers et la qualité première d'un détecteur optique de flammes, est de ne pas être perturbé par cet environnement.

### **I.7.1. Les Capteur à Ultraviolet (185 / 265 nm)**

#### **a- Principe de fonctionnement :**

Photo-tube à avalanche, capture de photons et transformation en énergie électrique.

Un photo-tube est constitué d'une cathode et d'une anode mises sous une très forte différence de potentiel (290v) et scellées dans un tube de quartz rempli de gaz inerte ionisant.

Lors d'un rayonnement à une longueur d'onde inférieure à 265 nm, les photons frappant la cathode libèrent des électrons qui sont propulsés vers l'anode. Les électrons, porteurs d'énergie ionisent les molécules de gaz contenues dans l'ampoule créant ainsi une réaction en chaîne. Le capteur génère un signal de sortie qui consiste en une suite d'impulsions de tension.

### **I.7.2. Les Capteur à Infrarouge (2 / 6 $\mu\text{m}$ )**

#### **a- Principe de fonctionnement:**

Pyro-électrique, détection d'un rayonnement thermique un cristal en lithium / tantale est associé à un transistor à effet de champ et à un filtre à une longueur d'onde précise.

Les vacillements aléatoires émis par la flamme dans le proche infrarouge sont perçus par le cristal qui génère un signal traité par un filtre passe-bande, basse fréquence (1-20 Hz).

**I.8. Conclusion**

Dans ce chapitre on a vu les différentes technologies de détection de gaz dangereux, incendie et l'intrusion avec ces conditions d'utilisation et le meilleur emplacement pour le meilleur rendement.

# Chapitre II

### II.1. Introduction :

Le système Arduino est un outil pour fabriquer de petits ordinateurs qui peuvent capter et contrôler davantage de choses du monde matériel que votre ordinateur de bureau. C'est une plateforme open-source d'électronique programmée qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte à microcontrôleur.

### II.2. Définition :

Le modèle UNO de la société ARDUINO est une carte électronique dont le cœur est un microcontrôleur ATMEL de référence ATmega328. Le microcontrôleur ATmega328 est un microcontrôleur 8bits de la famille AVR dont la programmation peut être réalisée en langage C. L'intérêt principal des cartes ARDUINO (d'autres modèles existent) est leur facilité de mise en œuvre. ARDUINO fournit un environnement de développement s'appuyant sur des outils open source. Le chargement du programme dans la mémoire du microcontrôleur se fait de façon très simple par port USB. En outre, des bibliothèques de fonctions "clé en main" sont également fournies pour l'exploitation d'entrées-sorties courantes : gestion des E/S TOR, gestion des convertisseurs ADC, génération de signaux PWM, exploitation de bus TWI/I2C, exploitation de servomoteurs ... L'objectif de ce document est de mettre en évidence certaines informations techniques concernant l'exploitation des périphériques intègres, en particulier lorsqu'on n'utilise pas les fonctions "clé en main" d'ARDUINO, dans l'objectif de comprendre comment ça marche !

### II.3. L'utilisation des cartes arduino :

L'utilisation des cartes arduino est très simple : connectez la carte à l'ordinateur (via le câble USB, en général), lancez « Arduino IDE » (c'est le logiciel qui permet de programmer la carte), mettez en place vos composants et reliez-les à la carte (on verra comment plus tard), puis codez votre programme. Enfin, chargez-le sur la carte grâce au bouton téléverser. Votre programme s'exécutera ensuite en boucle.

### II.3.1. Explication du fonctionnement :

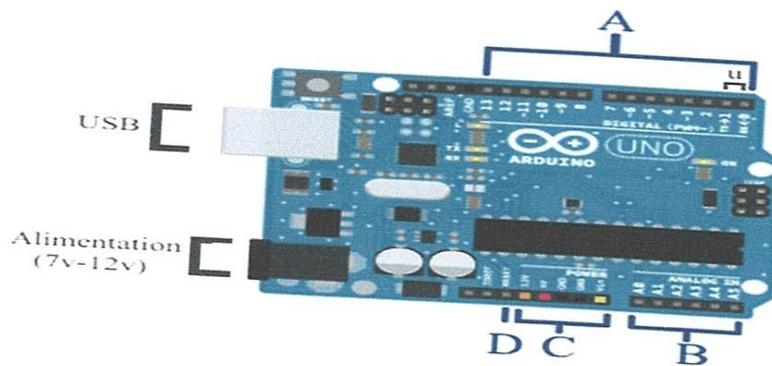


Figure 2.1 : Schéma d'un Arduino.

Les différentes versions des Arduino fonctionnent sous le même principe général :

- A : ce sont les broches dites numériques (0 ou 1) ou « tout ou rien » ; elles offrent en sortie du 5 V et acceptent en entrée du 5 V sur le même principe.
  - fonctions `digitalWrite` et `digitalRead` et pour les ports PWM `analogWrite`.
- B : ce sont les broches dites analogiques, valeur entre 0 V et 5 V
  - fonction `analogRead`
- C : les différentes broches d'alimentation :
  - Rouge : sortie 5 V (+)
  - Orange : sortie 3,3 V (+)
  - Noire : les masses (-)
  - Jaune : entrée reliée à l'alimentation (7 V-12 V)
  - Il y a des variations entre les différentes cartes (par exemple : UNO, la patte 13 est équipée d'une résistance).

### III.3.2. Microcontrôleur :

Un microcontrôleur est un petit processeur informatique relié à des entrées et des sorties numériques (0 ou 1) ou analogiques (tension variable). Il est capable de mémoriser et d'exécuter un programme visant à interpréter les entrées pour agir sur les sorties. Il se programme en général à l'aide d'un ordinateur mais peut fonctionner de manière autonome.

En milieu industriel, les automates programmables qui servent à gérer et piloter des machines en sont une illustration. Ce type de machine intervient sur la commande d'un système mais ne peut délivrer beaucoup de puissance. Pour cela, on relaye ses commandes avec des transistors ou des relais.

Il existe de nombreux types et tailles de microcontrôleurs avec plus ou moins d'entrées /sorties et d'interfaces. À petite échelle, les PIC (produits par la société Micro chip) sont des circuits intégrés bien connus des électroniciens depuis de nombreuses années. De nombreuses autres marques comme ATMEL, STMicroelectronics, Parallaxe ou Motorola produisent également des machines de ce type. Ils sont en général programmés en C/C++ et nécessitent des connaissances approfondies en électronique. La plate-forme Arduino a apporté une avancée majeure dans l'accessibilité de cette technologie au plus grand nombre par sa simplicité d'utilisation et son coût abordable.

### III.4. Présentation de l'arduino :

La carte Arduino est une plate-forme de prototypage basée sur un microcontrôleur ATMEL équipé de divers éléments qui facilitent sa mise en œuvre.

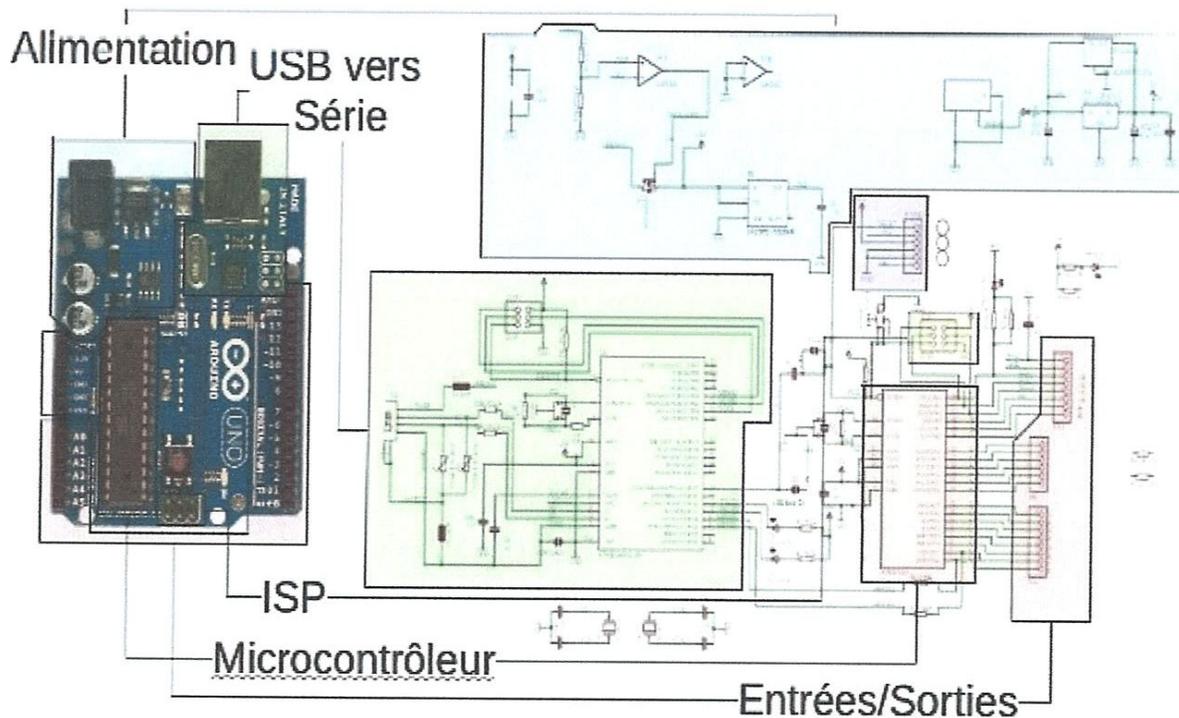


Figure 2.2 : image Laurent Berthelot

### III.4.1. Microcontrôleur ATMEGA328 :

La puce la plus courante qui équipe la carte Arduino est la ATMEGA328. Certains anciens modèles ont une puce ATMEGA168 qui est dotée d'un peu moins de mémoire. Les cartes Arduino Méga sont dotées d'une puce ATMEGA644 qui a plus de mémoire et d'entrées/sorties plus nombreuses. Tous les processeurs de la famille ATMEGA se programment sensiblement de la même manière mais des différences peuvent apparaître pour des fonctions plus complexes. Dans l'interface de programmation, le menu Tools > Board permet de définir avec quelle machine l'on travaille.

Le microcontrôleur traite des informations reçues par ses entrées pour agir sur les sorties suivant un programme défini par l'utilisateur et ce via l'environnement de programmation Arduino.

#### III.4.1.1 Microcontrôleur ATMEL ATMega328

Le microcontrôleur utilisé sur la carte Arduino UNO est un microcontrôleur **ATMega328**. C'est un microcontrôleur ATMEL de la famille AVR 8bits.

Les principales caractéristiques sont :

**FLASH** = mémoire programme de 32Ko

**SRAM** = données (volatiles) 2Ko

**EEPROM** = données (non volatiles) 1Ko

**Digital I/O (entrées-sorties Tout Ou Rien)** = 3 ports PortB, PortC, PortD (soit 23 broches en tout I/O)

**Timers/Counters** : Timer0 et Timer2 (comptage 8 bits), Timer1 (comptage 16bits)

Chaque timer peut être utilisé pour générer deux signaux PWM. (6 broches OCxA/OCxB)

### III.4.2. Interface USB/série :

Cette partie permet d'établir une communication avec un ordinateur, directement avec un câble USB, afin de programmer le contrôleur ou d'échanger des informations avec un programme qu'il exécute. Côté ordinateur, la carte Arduino apparaît au même titre que n'importe quel périphérique USB et nécessite l'installation d'un pilote. Lorsqu'on utilise cette connexion, l'ordinateur assure directement l'alimentation de la carte Arduino via la liaison USB.

### III.4.3 Alimentation :

Ce circuit assure l'alimentation de l'ensemble des composants et des sorties suivant deux modes différents :

- lorsque la carte est connectée à un ordinateur via USB, c'est le port USB de l'ordinateur qui fournit l'énergie (5 V) ;
- lorsqu'on branche une source d'énergie au connecteur de la carte (batterie, transformateur ou pile), le système peut fonctionner de manière autonome.

Ce circuit inclut un régulateur de tension à 5 V mais il doit être alimenté entre 6 et 20 V. On conseille en général de l'alimenter plutôt entre 7 et 12 V pour garder une marge en basse tension et éviter que le circuit ne chauffe trop (car le régulateur de tension disperse toute surtension en chaleur). Sur les premiers modèles de cartes Arduino, un petit sélecteur permettait de choisir le mode mais depuis le modèle « Duemilanove », le passage de l'un à l'autre mode est automatique. Il ne faut pas brancher sur le 5 V de la carte des composants qui consomment plus de 500 mA.

### III.4.4. Entrées/sorties :

C'est par ces connexions que le microcontrôleur est relié au monde extérieur. Une carte Arduino standard est dotée de :

- 6 entrées analogiques.
- 14 entrées/sorties numériques dont 6 peuvent assurer une sortie PWM

Les entrées analogiques lui permettent de mesurer une tension variable (entre 0 et 5 V) qui peut provenir de capteurs ou d'interfaces diverses (potentiomètres, etc.).

### III.4.5. Les entrées/sorties numériques :

Reçoivent ou envoient des signaux « 0 » ou « 1 » traduits par 0 ou 5 V. On décide du comportement de ces connecteurs (entrée ou sortie) en général dans l'initialisation du programme mais il peut être aussi changé dans le corps du programme.

Lorsqu'on utilise une entrée numérique, il est important de s'assurer que le potentiel de l'entrée « au repos » est bien celui auquel on s'attend. En effet, si on laisse l'entrée « libre », c'est-à-dire câblée à rien, le potentiel qu'elle prendra ne sera pas nécessairement 0 V. On parle alors de potentiel flottant car l'électricité statique ambiante ou les perturbations électromagnétiques peuvent faire apparaître des valeurs très fluctuantes. Pour s'assurer du bon fonctionnement, l'on utilise une liaison protégée par une résistance qui va « tirer vers le haut » (5 V) ou « tirer vers le bas » (0 V) le potentiel au repos, comme une sorte d'élastique. On utilise en général une résistance de 10 kOhms.

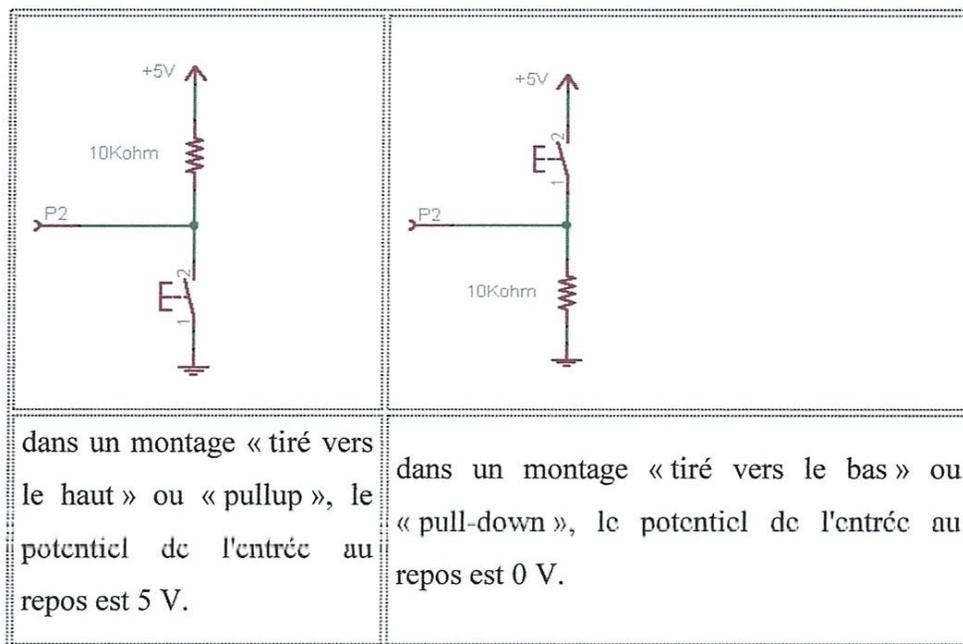


Figure 2.3 : l'entrée au repos est 5V et 0V

Les sorties numériques peuvent actionner de nombreux composants (LED, transistor, etc.) mais elles ne peuvent pas fournir beaucoup de courant (40 mA pour une carte Arduino UNO). Pour piloter des circuits de plus forte puissance, il faut passer par des transistors ou des relais. La puce ATMEGA n'est pas capable de sortir des tensions variables. Heureusement, 6 des sorties numériques (N° 3, 5, 6, 9, 10, 11) peuvent produire un signal PWM. Ce sigle signifie « Pulse Width modulation » en anglais ; en français l'on parle de MLI : « Modulation de largeur d'impulsion ». Il s'agit d'un artifice permettant de produire une tension variable à partir d'une tension fixe.

La technique s'apparente approximativement à du morse : le signal de sortie est modulé sous forme d'un signal carré dont la largeur des créneaux varie pour faire varier tension moyenne :

- pilotage de matrices de LEDs : pour piloter de nombreuses LED avec peu de sorties.
- écran LCD : pour afficher des informations.
- lecteur de carte mémoire : lire ou stocker des données.
- lecteur de MP3.
- GPS : pour avoir une information de position géographique.
- Joystick .

## II.5. Logiciel de l'arduino :

Le logiciel de programmation des modules Arduino est une application Java, libre et multiplateforme, servant d'éditeur de code et de compilateur, et qui peut transférer le firmware et le programme au travers de la liaison série (RS-232, Bluetooth ou USB selon le module). Il est également possible de se passer de l'interface Arduino, et de compiler et uploader les programmes via l'interface en ligne de commande.

Le langage de programmation utilisé est le C++, compilé avec `avr-g++`, et lié à la bibliothèque de développement Arduino, permettant l'utilisation de la carte et de ses entrées/sorties. La mise en place de ce langage standard rend aisé le développement de programmes sur les plates-formes Arduino, à toute personne maîtrisant le C ou le C++.

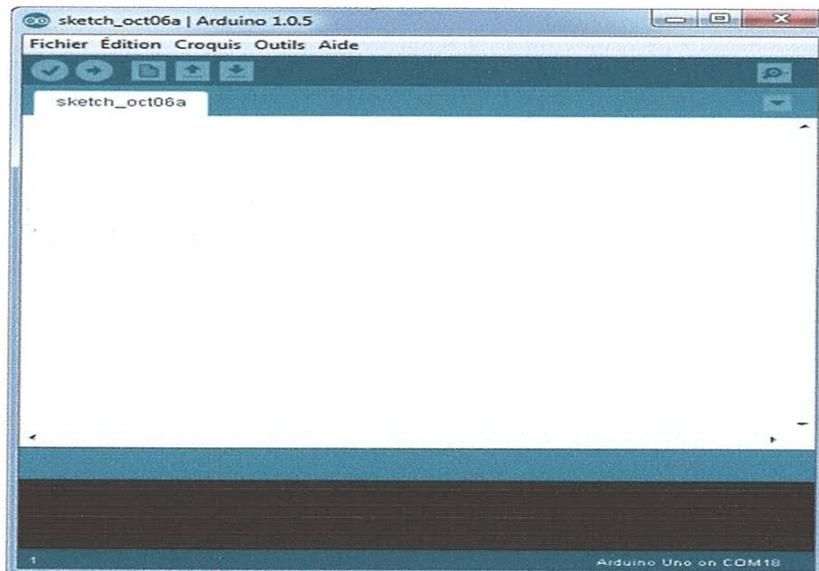


Figure 2.6 : L'interface de l'IDE Arduino

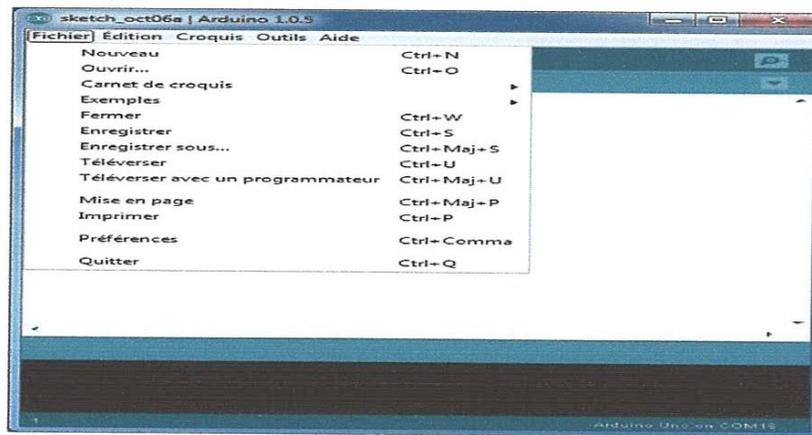


Figure 2.8: Le menu Fichier

- **Carnet de croquis** : Ce menu regroupe les fichiers que vous avez pu faire jusqu'à maintenant (et s'ils sont enregistrés dans le dossier par défaut du logiciel).
- **Exemples (exemples)** : Ceci est important, toute une liste se déroule pour afficher les noms d'exemples de programmes existants ; avec ça, vous pourrez vous aider/inspirer pour créer vos propres programmes ou tester de nouveaux composants.
- **Téléverser** : Permet d'envoyer le programme sur la carte Arduino. Nous y reviendrons .
- **Téléverser avec un programmeur** : Idem que ci-dessus, mais avec l'utilisation d'un programmeur (vous n'en n'aurez que très rarement besoin).
- **Préférences** : Vous pourrez régler ici quelques paramètres du logiciel. Le reste des menus n'est pas intéressant pour l'instant, on y reviendra plus tard, avant de commencer à programmer.

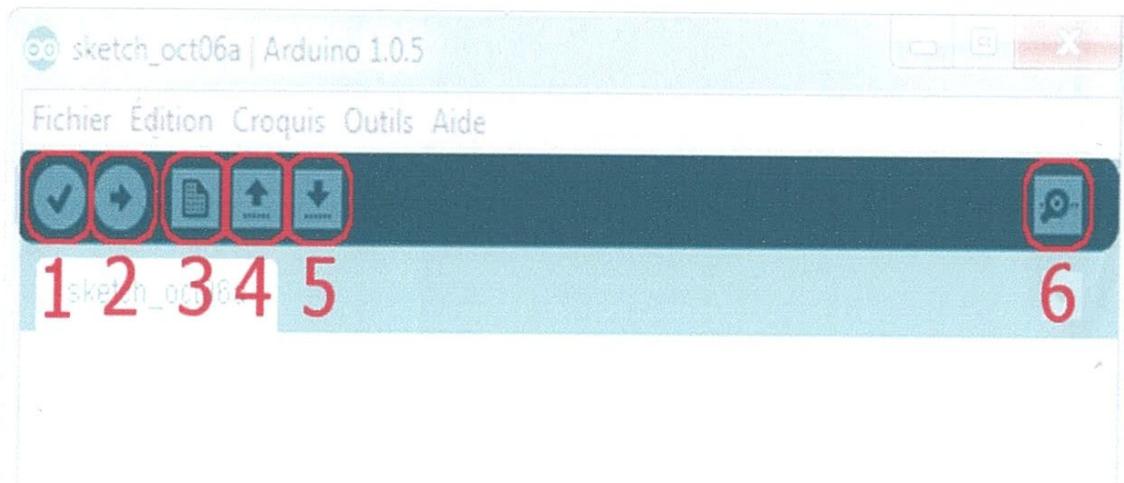


Figure 2.9 : La barre d'outils

- Bouton 1 : Ce bouton permet de vérifier le programme, il actionne un module qui cherche les erreurs dans votre programme
- Bouton 2 : Charge (téléverse) le programme dans la carte Arduino.
- Bouton 3 : Crée un nouveau fichier.
- Bouton 4 : Ouvre un fichier.
- Bouton 5 : Enregistre le fichier.
- Bouton 6 : Ouvre le moniteur série (on verra plus tard ce que c'est).

**II.6. Différent type de l'arduino :**

- 1- La carte arduino UNO R3 (classique et CMS).
- 2- La carte arduino UNO R3 Ethernet (classique et POE).
- 3- La carte arduino Leonardo.
- 4- La carte arduino Méga 2560.
- 5- La carte arduino Méga ADK.
- 6- La carte arduino DUE.
- 7- La carte arduino Esplora.
- 8- La carte arduino Mini.
- 9- La carte arduino Nano.
- 10- La carte arduino Yun (classique et POE).
- 11- La carte arduino zéro PRO

**II.6.1. Tableau comparatif des différentes cartes Arduino :**

	UNO R3 (classique et CMS)	UNO R3 Ethernet (classique et POE)	Leonardo	Méga 2560	Méga ADK
Microcontrôleur	ATmega328P	ATmega328P	ATmega32u4	ATmega2560	ATmega2560
Cadencement horloge	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz

Tension d'entrée	7-12 V	7-12 V	7-12 V	7-12 V	7-12 V
Tension de fonctionnement	5 V	5 V	5 V	5 V	5 V
Entrée /Sortie numérique	14/6	14/4	20/7	54/15	54/15
Entrée-Sortie (PWM) Analogique	6/0	6/0	12/0	16/0	16/0
Mémoire vive (Flash)	32 Ko	32 Ko	32 Ko	256 Ko	256 Ko
Mémoire vive (SRAM)	2 Ko	2 Ko	2.5 Ko	8 Ko	8 Ko
Mémoire morte (EEPROM)	1 Ko	1 Ko	1 Ko	4 Ko	4 Ko
Interface USB	USB-B male	USB-B male	Micro-USB	USB-B male	USB-B male et USB-A pour Androïde
Porte UART	1	1	1	4	4
Carte SD	/	Existe	/	/	/
Ethernet	/	Existe	/	/	/
Wi-Fi	/	/	/	/	/
Dimension	68x53mm	68x53mm	68x53mm	101x53mm	101x53mm

	DUE	Esplora	Mini	Nano	Yun (classique et POE)	zéro PRO
Microcontrôleur	AT91SAM3X8E	ATmega328P	ATmega328P	ATmega328P	ATmega32u4	ATSAMD21G18

Cadencement	84 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	16 MHz	48 MHz
Tension d'entrée	7-12 V	7-9 V	7-9 V	7-9 V	5V	5V
Tension de fonctionnement	3,3 V	5V	5V	5V	5V	3,3 V
Entrée /Sortie numérique	54/12	/	14/6	14/6	20/7	14/12
Entrée- Sortie (PWM) Analogique	12/2 (DAC)	/	8/0	8/0	12/0	6/1 (DAC)
Mémoire vive (Flash)	512 Ko	32 Ko	32 Ko	32 Ko	32 Ko	256 Ko
Mémoire vive (SRAM)	96 Ko	2,5 Ko	2 Ko	2 Ko	2,5 Ko	32 Ko
Mémoire morte (EEPROM)	/	1 Ko	1 Ko	1 Ko	1 Ko	16 Ko
Interface USB	2 porte micro-USB (Native et programmé)	Micro- USB	/	Mini- USB	Micro- USB	2 porte micro-USB (Native et programmé)
Porte UART	4	/	/	1	1	2
Carte SD	/	/	/	/	Existe	/
Ethernet	/	/	/	/	Existe	/
Wi-Fi	/	/	/	/	Existe	/
Dimension	101x53mm	165x60m	30x18m	45x18m	68x53m	68x53mm

			m	m	m	
--	--	--	---	---	---	--

- **Remarque :** Attention, presque toutes cartes Arduino fonctionnent en 5V sauf l'Arduino DUE et l'Arduino Zéro PRO qui fonctionnent en 3.3V.

### II.7. Conclusion :

Maintenant vous devriez avoir une idée un peu plus précise de ce qu'est (et ce que n'est pas) un arduino, alors pour résumer:

- Un arduino n'est pas un petit PC.
- Ses domaines de prédilections sont les systèmes embarqués.
- C'est un microcontrôleur simplifié.
- L'idéal pour commencer est l'arduino UNO.
- Il est possible d'ajouter des cartes offrant des options ou connectiques supplémentaires à votre arduino (appelé Shield).
- Ce projet est open source et sous licence libre, il y a donc des cartes ressemblant aux arduino (et ayant souvent « duino » dans leurs noms) mais vendu sous une autre dénomination. Ce ne sont pas des contrefaçons.

# Chapitre III

### III.1 Introduction

Après avoir donné une description théorique sur le module Arduino et son environnement de développement dans le chapitre précédent, on va maintenant, procéder à l'application expérimentale. On présentera la simulation du projet qui représente un système d'alarme, qui sert à informer les habitants.

Ce système est conçu à base de la carte Arduino Uno et il contient deux capteurs, un capteur de gaz MQ2 et l'autre un capteur de mouvement PIR.

Avant de passer à la réalisation pratique, nous avons utilisé un logiciel nommée « ISIS PORTEUS », c'est un CAO électronique qui permet de représenter des schémas électroniques, de les simuler et de réaliser le circuit imprimé correspondant.

### III.2 Objectif du projet

ce système a pour but de :

- protéger votre habitation ou votre entreprise des intrusions suspectes, a savoir les tentatives de cambriolage c'est le matériel le plus dissuasif pour les voleurs.
- permet de vous prévenir d'un début d'incendie. Son installation peut s'avérer obligatoire dans certaine situation (entreprises qui accueillent des publiques, ..)
- permet de détecter les fuites de gaz liées à un système de chauffage (émanation de monoxyde de carbone) ou à des appareils de cuisine ( fuite de propane, de butane, ...). Il est également capable de détecter le gaz soporifique utilisé parfois lors cambriolage.

### III.3 Schéma synoptique

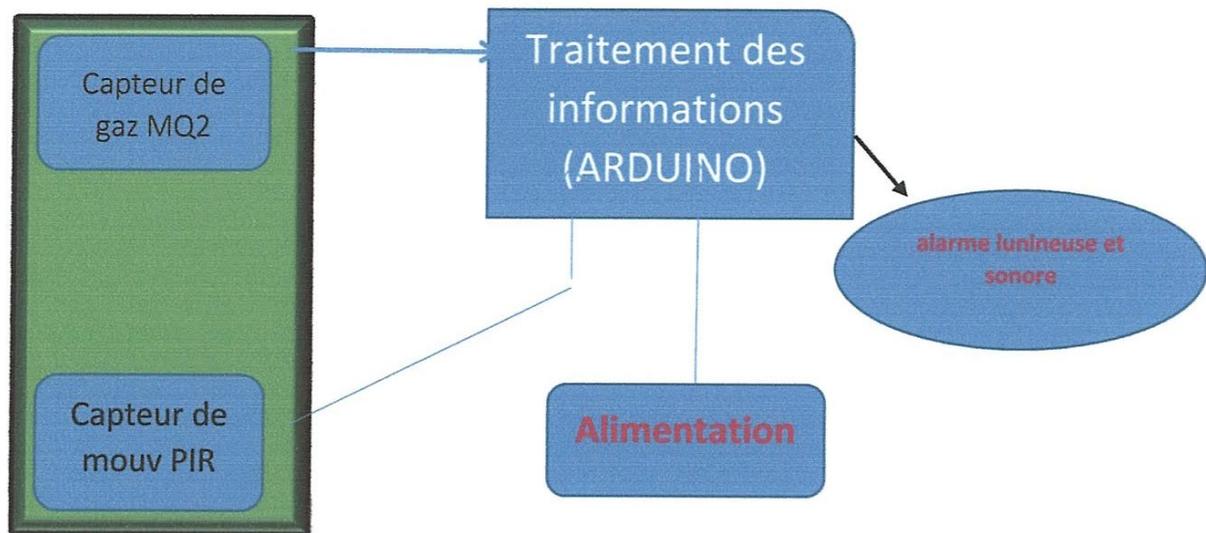


Figure III.1 : schéma synoptique

### III.4 Conception de notre projet :

Dans ce tutoriel, nous allons faire ensemble un petit montage d'un système d'alarme qui contient deux capteurs (capteur de gaz mq2 , capteur de mouvement pir) et d'une carte Arduino UNO. Nous verrons d'abord comment fonctionnent ces capteur, puis comment l'utiliser.

#### III.4.1 Matérielle utilisé :

- Carte Arduino Uno.
- Capteur de gaz mq2 .
- Capteur de mouvement pir.
- Résistances 30 k $\Omega$ .
- LED vert et rouge .
- Plaque d'essai.
- Buzzer

### III.4.2 Carte Arduino Uno :

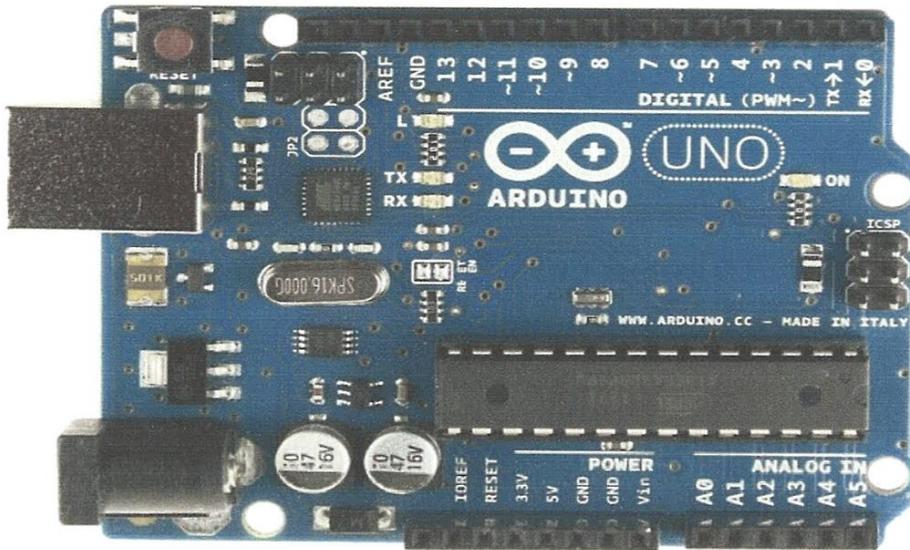


figure III.2 carte arduino

#### .Définition :

Arduino est un circuit imprimé en matériel libre (dont les plans de la carte elle-même sont publiés en licence libre mais dont certains composants sur la carte, comme le microcontrôleur par exemple, ne sont pas en licence libre) sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques – éclairage, chauffage, le pilotage d'un robot, etc.

### III.4.3 Détecteur de gaz MQ2:

Le **Capteur de Gaz/Fumée MQ2** est un capteur semi-conducteur qui détecte la présence du gaz/fumée à des concentrations de 300 ppm à 10000 ppm. Le simple interface de la tension analogique du capteur ne nécessite qu'une seule broche d'entrée analogique de votre microcontrôleur.

Le capteur de gaz méthane MQ-2 détecte la concentration de gaz/fumée dans l'air, et le résultat est représentée comme une tension analogique. La

concentration de la gamme de détection de l'ordre de 300 ppm à 10000 ppm est approprié pour la détection des fuites. Le capteur peut fonctionner à des températures allant de -10 à 50 ° C et consomme moins de 150 mA à 5 V.

### III.4.3.1 Connexions

Raccordement de 5 volts à travers la résistance de chauffage, cet broches conserve le capteur assez chaud pour fonctionner correctement. Raccordement de 5 volts, soit au broches Vcc, elle provoque le capteur d'émettre une tension analogique sur les autres broches. Une charge ohmique entre les broches de sortie et la terre, définit la sensibilité du détecteur. La charge résistive doit être calibré pour votre application particulière en utilisant les équations de la fiche technique, mais une bonne valeur de départ pour la résistance est de 20 kΩ.

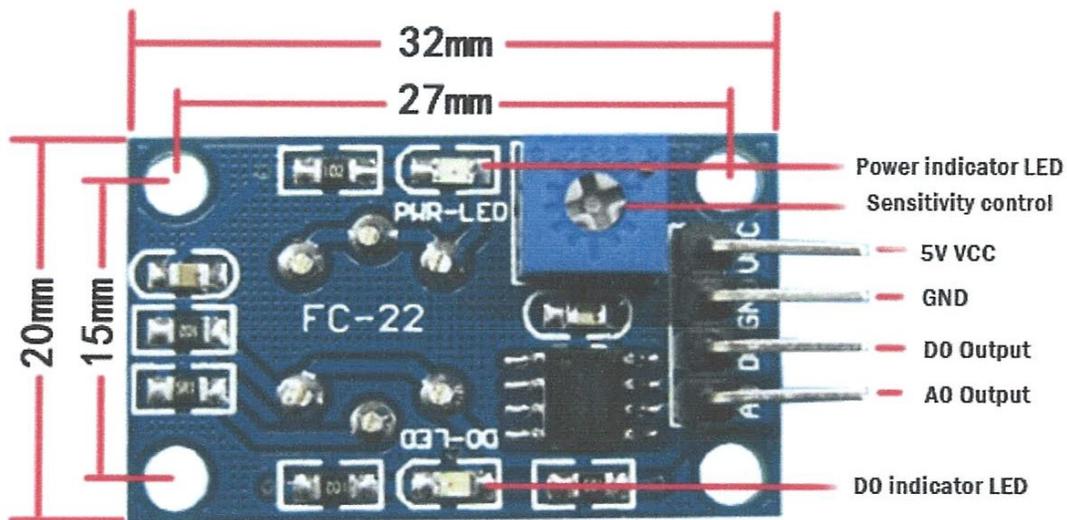
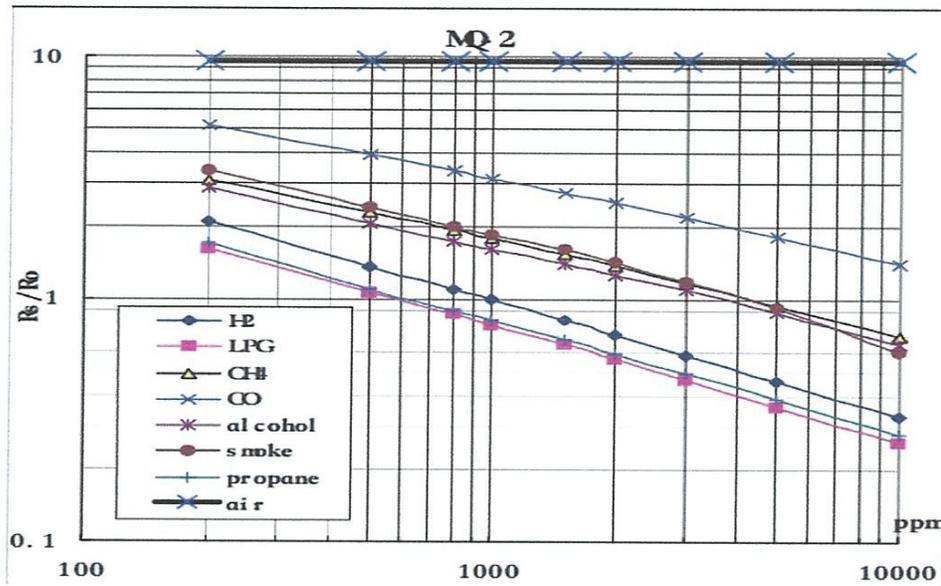


Figure III.3 : capteur de gaz MQ2



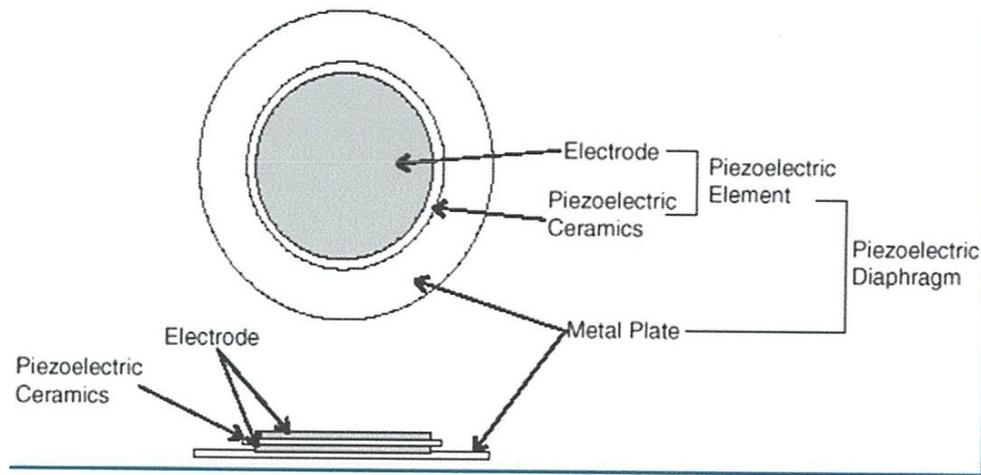
**Figure III.4. : Caractéristique de sensibilité des différents gaz d'un MQ2**

$R_0$  : la résistance de capteur a 1000 ppm de H<sub>2</sub> dans l'air.

$R_s$  : La résistance de capteur dans les différents concentration des gazes.

#### III.4.4 Capteur de mouvement PIR :

Le capteur de mouvements PIR peut détecter des mouvement jusqu'à 6 mètres grâce à une lentille de Fresnel et un élément sensible à l'infrarouge. Il s'agit d'un dispositif pyroélectrique qui détecte les mouvements en mesurant les changements dans les niveaux infrarouge émis par les objets environnants. Il est peu coûteux et facile à utiliser et idéal pour les systèmes d'alarme, détecteurs de changement d'éclairage, les accessoires de fête, et les applications robotiques.



**Figure III.7 :Schéma d'un buzzer**

### III.5 Simulation du montage :

Dans la phase de conception notre système d'alarme nous avons passer par la simulation en utilisant le logiciel PROTEUS, cette étape est très importante pour la validation avant de passer dans la phase de réalisation

#### a- Proteus

Le logiciel PROTEUS est composé de trois modules :

- L'éditeur de schéma ISIS
- Le simulateur LISA
- L'outil de conception de circuit imprimé ARES

ISIS produit d'une part, une liste d'équipotentiels qui peut être utilisée par le simulateur LISA et l'outil de conception de circuit imprimé ARES, d'autre part, une zone de travail, un clavier, une liste de matériel et des rapports de contrôle des règles électriques.

LISA est un ensemble de modules de simulation lié à ISIS. Le noyau de simulation PROSPICE est basé sur la version 3F5 du moteur SPICE publié par l'université de Berkeley.

ARES est un module de conception de circuit imprimé compatible Windows, 98 2000 et XP. Il permet le placement des composants en mode automatique, manuel ou semi-automatique et le routage des liaisons sur plusieurs couches en mode automatique manuel ou semi-automatique[6].

### a.1 la simulation proteus :

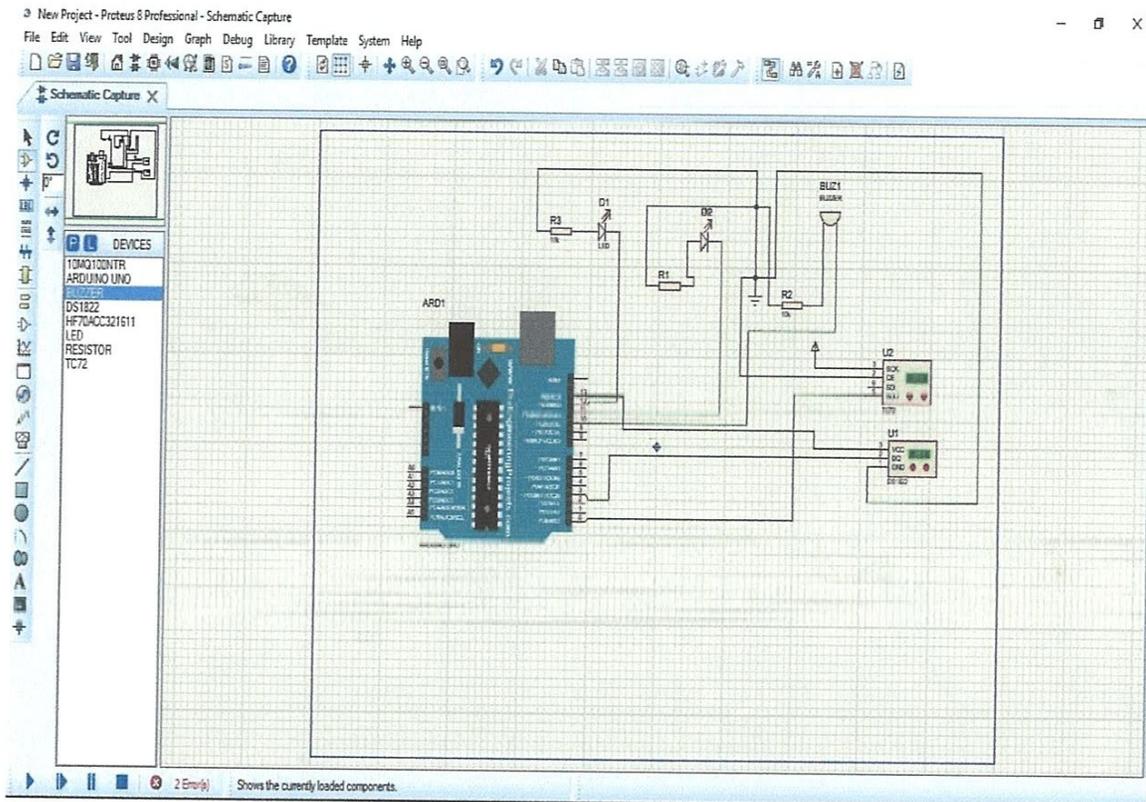
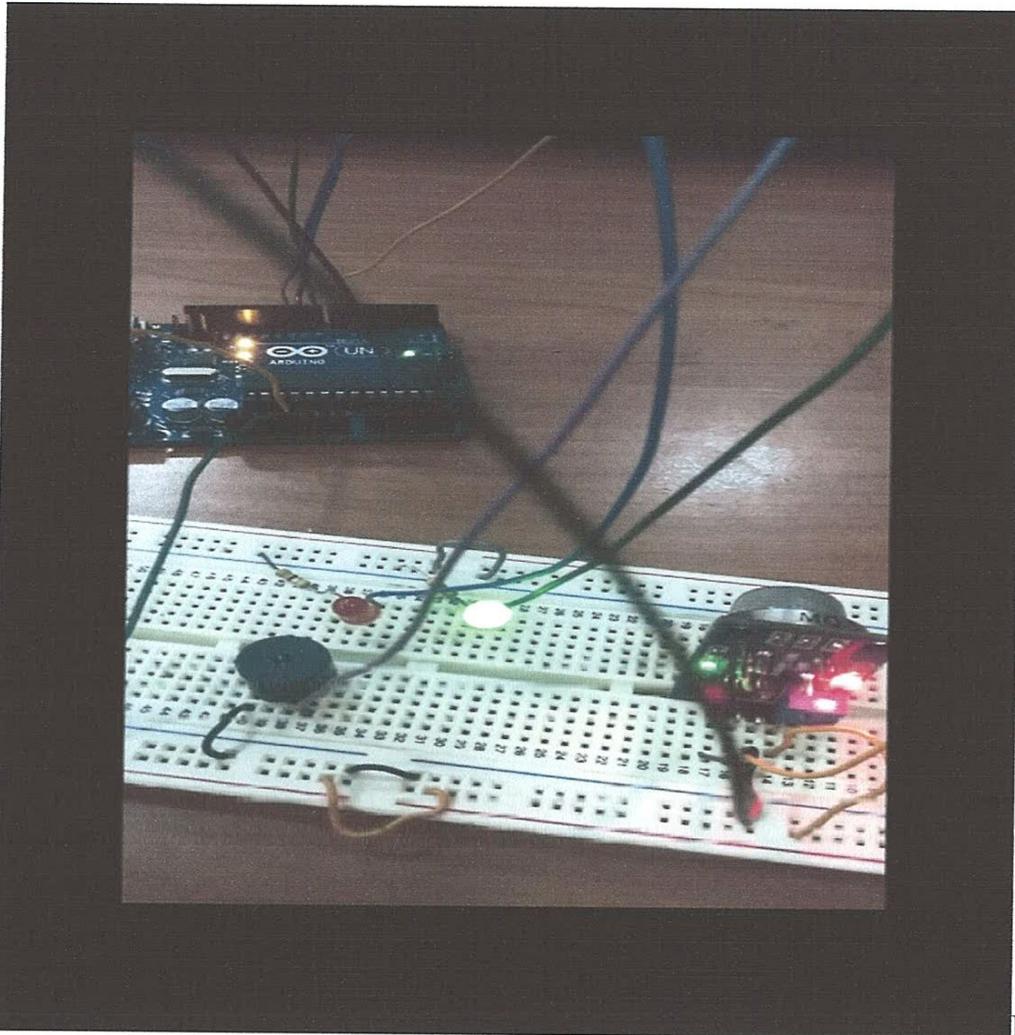


figure III.8 : schéma électronique.

### III.6 Réalisation de montage :

L'image ci-dessous nous montre le montage sur la plaque d'essai avant l'installation final :



Figure

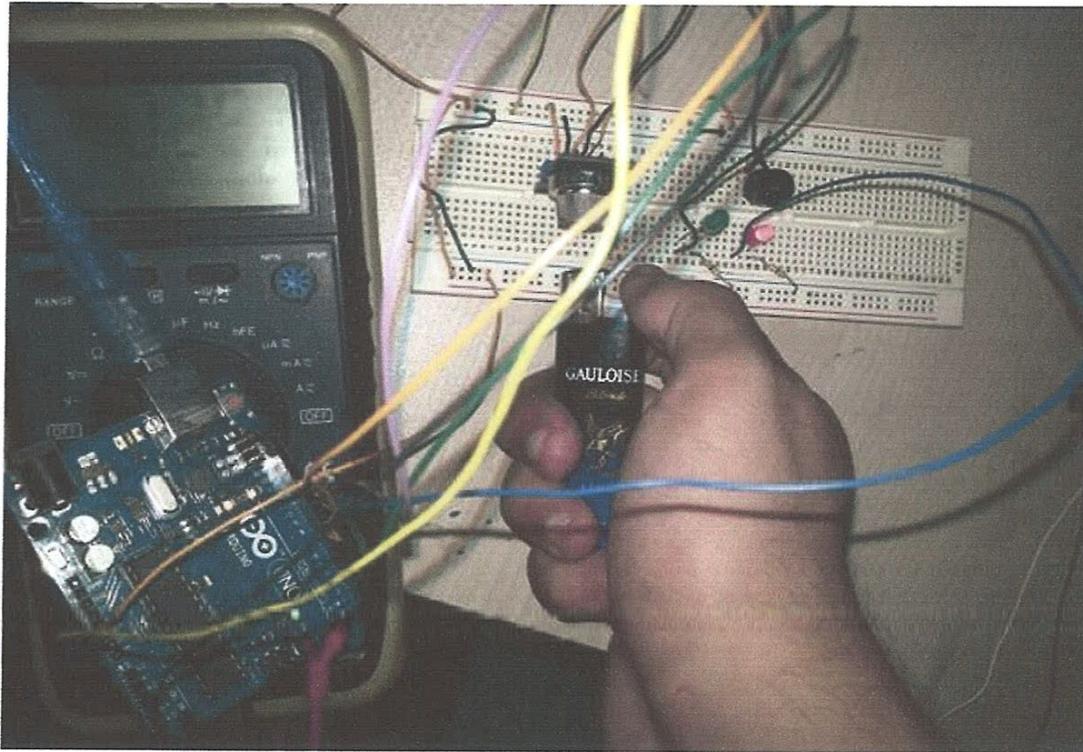
### III.9: le montage sur une plaque d'essai.

#### III.6.1 Description du montage :

Dans ce montage on a utilisé deux capteur (MQ2 et PIR) comme des entrés, deux LED et un buzzer comme des sorties, dans le cas normal ou il n'ya pas une fuite de gaz ou une mouvement une led verte est toujours allumé, lorsque on applique certaine quantité de gaz ou bien une petite mouvement une alarme sonore et lumineuse se déclenche.

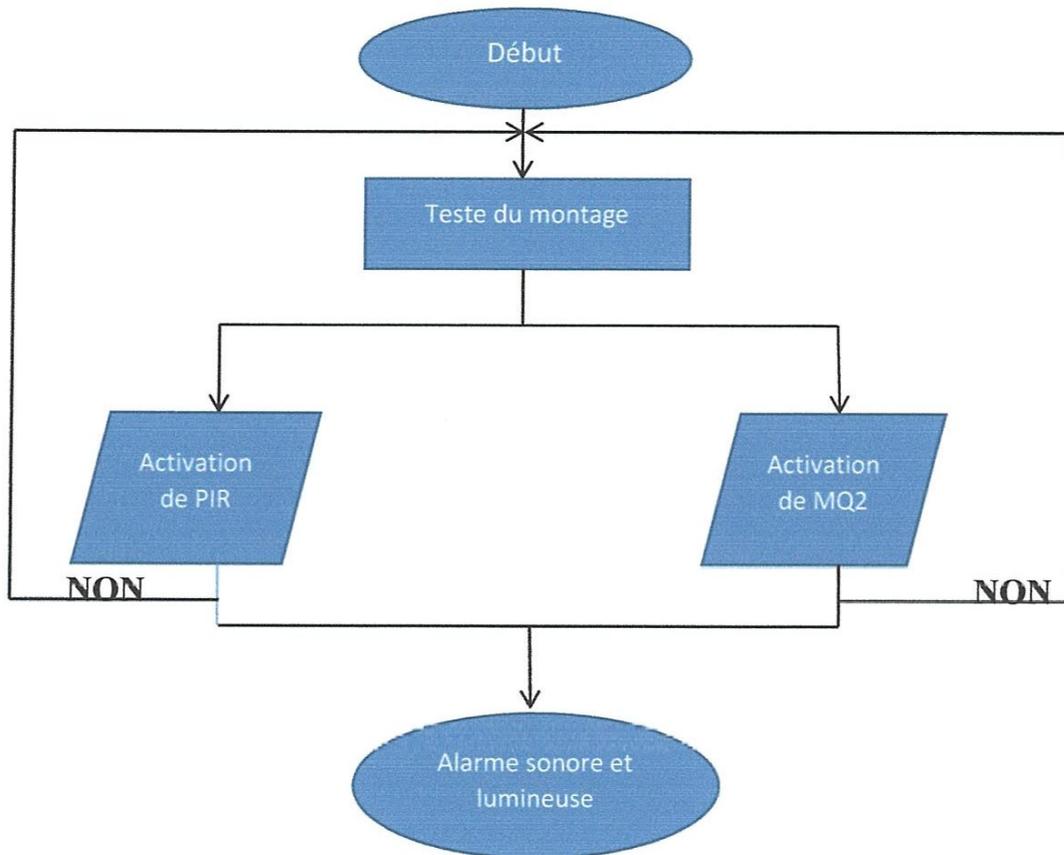
Dans l'état normal les deux capteurs nous donne une tension de sortie de quelque milli ampère.

Lorsque le capteur de mouvement ou bien le capteur de gaz détecte un danger la tension de sortie s'augmente, la led rouge (indication visuelle) s'allume et l'alarme sonore se déclenche (indication sonore), la figure ci-après représente la mise en fonction du système lors de la détection de gaz ou une mouvement :



**Figure III.10 : le teste du montage**

**L'organigramme :**



**Figure III.11 : L'organigramme**

### III.8 le logiciel utilisé :

```

sketch_jun15a | Arduino 1.8.
Fichier Edition Croquis Outils Aide
sketch_jun15a $
//the time we give the sensor to calibrate (10-60 secs according to the datasheet)
int calibrationTime = 30;

//the time when the sensor outputs a low impulse
long unsigned int lowIn;

//the amount of milliseconds the sensor has to be low
//before we assume all motion has stopped
long unsigned int pause = 5000;

boolean lockLow = true;
boolean takeLowTime;

int pirPin = 3; //the digital pin connected to the PIR sensor's output
int ledPin = 13;
int pin_led_rouge = 8;
int pin_led_verte = 9;
int pin_buzzer = 10;
// Definition des broches du senseur
int pin_d = 7; // Senseur DOUT (digitale)
int pin_a = A2; // Senseur AGOUT (analogique)

int niveau_senseur = 250;

////////////////////////////////////
//SETUP
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

Compilation terminée.

Le croquis utilise 3088 octets (94) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 32256 octets.
Les variables globales utilisent 297 octets (144) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1751 octets pour les variables locales. Le maximum est de 2048 octets.
142 Arduino/Genuino Uno sur COM3

```

```

sketch_jun15a | Arduino 1.8.
Fichier Edition Croquis Outils Aide
sketch_jun15a $
Serial.begin(9600);
pinMode(pirPin, INPUT);
pinMode(ledPin, OUTPUT);
digitalWrite(pirPin, LOW);

//give the sensor some time to calibrate
Serial.print("calibrating sensor ");
for(int i = 0; i < calibrationTime; i++){
  Serial.print(".");
  delay(1000);
}
Serial.println(" done");
Serial.println("SENSOR ACTIVE");
delay(50);
// Définir les broches du senseur comme entree
pinMode(pin_d, INPUT);
pinMode(pin_a, INPUT);

// Définir le buzzer et LEDs comme sortie
pinMode(pin_led_rouge, OUTPUT);
pinMode(pin_led_verte, OUTPUT);
pinMode(pin_buzzer, OUTPUT);

// Initialiser le port serie
Serial.begin(9600);
}

////////////////////////////////////
Compilation terminée.

Le croquis utilise 3088 octets (94) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 32256 octets.
Les variables globales utilisent 297 octets (144) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1751 octets pour les variables locales. Le maximum est de 2048 octets.
18 Arduino/Genuino Uno sur COM3

```

```

sketch_jun15a | Arduino 1.8
Fichier Edition Croquis Outils Aide
sketch_jun15a $
////////////////////////////////////
//LOOP
void loop(){

  if(digitalRead(pirPin) == HIGH){
    digitalWrite(ledPin, HIGH); //the led visualizes the sensors output pin state
    if(lockLow){
      //makes sure we wait for a transition to LOW before any further output is made:
      lockLow = false;
      Serial.println("---");
      Serial.print("motion detected at ");
      Serial.print(millis()/1000);
      Serial.println(" sec");
      delay(50);
    }
    takeLowTime = true;
  }

  if(digitalRead(pirPin) == LOW){
    digitalWrite(ledPin, LOW); //the led visualizes the sensors output pin state

    if(takeLowTime){
      lowIn = millis(); //save the time of the transition from high to LOW
      takeLowTime = false; //make sure this is only done at the start of a LOW phase
    }
    //if the sensor is low for more than the given pause,
    //we assume that no more motion is going to happen
    #if LOWTIME == 10000 //10 sec pause
  }
}

Compilation terminée

Le croquis utilise 3088 octets (94) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 32256 octets.
Les variables globales utilisent 297 octets (148) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1751 octets pour les variables locales. Le maximum est de 2048 octets.
10 Arduino/Genuino Uno sur COM3

```

```

sketch_jun15a | Arduino 1.8
Fichier Edition Croquis Outils Aide
sketch_jun15a $
{
  // (LOWTIME == 10000) // 10000 / 1000000
  //makes sure this block of code is only executed again after
  //a new motion sequence has been detected
  lockLow = true;
  Serial.print("motion ended at "); //output
  Serial.print(millis() - pause)/1000);
  Serial.println(" sec");
  delay(50);
}
}

// Lecture de DOUT du senseur sur l'entree digital
int valeur_digital = digitalRead(pin_d);
// Lecture de AGOUT du senseur sur l'entree analogique
int valeur_analogique = analogRead(pin_a);

// Afficher les donnees sur le moniteur serie
Serial.print("Dout : ");
Serial.print(valeur_digital);
Serial.print(" Aout : ");
Serial.println(valeur_analogique);

// Verifier le niveau de gaz/fumees
// sur le detecteur
if (valeur_analogique > niveau_senseur)
{
  // Passer en mode alarme (led rouge et buzzer)
  digitalWrite(pin_led_rouge, HIGH);
  digitalWrite(pin_buzzer, HIGH);
}

Compilation terminée

Le croquis utilise 3088 octets (94) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 32256 octets.
Les variables globales utilisent 297 octets (148) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1751 octets pour les variables locales. Le maximum est de 2048 octets.
18 Arduino/Genuino Uno sur COM3

```

```
digitalWrite(pin_led_verte, LOW);
digitalWrite(pin_buzzer, HIGH);
}
else
{
  // Tous va bien... laisser la LED verte allumee
  digitalWrite(pin_led_rouge, LOW);
  digitalWrite(pin_led_verte, HIGH);
  digitalWrite(pin_buzzer, LOW);
}

delay(100); // petite pause
}

Compilation terminée.
Le croquis utilise 3088 octets (94) de l'espace de stockage de programmes. Le maximum est de 32256 octets.
Les variables globales utilisent 297 octets (14) de mémoire dynamique, ce qui laisse 1751 octets pour les variables locales. Le maximum est de 2048 octets.
```

### III.9 Conclusion :

Dans cette partie nous avons démontré les deux phases de notre système d'alarme

- la conception.
- la réalisation et mise en service .

dans la première phase nous avons utilisé le logiciel PROTEUS pour simuler notre projet et vérifier que la conception du projet est réalisable.

dans la deuxième phase, nous avons réalisé le système d'alarme d'abord sur une plaque d'essai, puis passer à la réalisation finale.

le test final du système avec le gaz et le mouvement, nous confirmer que le système construit est capable de nous protéger contre les fuites de gaz et en cas de cambriolage.

# Conclusion générale

---

## Conclusion générale

Le présent projet permis d'apprendre la programmation de l'Arduino Uno avec c et la différente instruction de lequel nous avons travaillé.

J'ai ainsi, appris comment contrôler le programme traité dans notre travail d'une manière correct.

J'ai pu aussi apprendre la simulation par l'utilisation de logiciel de l'Arduino .ceux-ci nous ont permis de détecter aisément les erreurs ou les défauts de notre programme testé.

J'ai apprendre comment fonctionnés les capteurs de gaz, capteur de mouvement et capteur d'incendie

J'ai apprendre comment fonctionné la carte Arduino le programme qui programmé dan logiciel et envoie a circuit utilisé.

## Bibliographie

---

N.Ayrault. Evaluation des barrières techniques de sécurité, Oméga 10, DRA35- Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs , février 2005, 34 pages.

S.Bouchet Efficacité et temps de réponse des confinements dynamiques lors de fuite de gaz et de fuites diphasique d'ammoniac, DCE-DRA73- Evaluation des performances des barrières technique de sécurité, septembre 2007, 25 pages

E. Miché, F. prats , S Chaumette. Démarche d'évaluation des barrières humaines de sécurité Oméga 10, DRA35 Formalisation du savoir et des outils dans le domaine des risques majeurs , décembre 2006, 45 pages