



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
جامعة عمار ثلجي بالأغواط  
Université Amar Thelidji- Laghouat



FACULTE : TECHNOLOGIE  
DEPARTEMENT : ELECTROTECHNIQUE

## MEMOIRE DE MASTER

Présenté par :

BRAHIMI MOHAMMED SEGHIR  
BAGUIRA BOUMADIAN

DOMAINE : Sciences et Techniques

FILIERE : Electrotechnique

OPTION : Commandes Electriques

### Thème

**Etude et réalisation d'un appareil de détection de fuite de gaz à l'aide d'une carte Arduino et d'un module GSM**

### Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
KOUZI katia	Pr	Président
DAREM El moradj	MAA	Encadreur
BOUGRIN Mohamed djameleddine	MCB	Examineur

Promotion : Juin 2022

# REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail, comme nous remercions nos très chers parents qui ont toujours été là pour nous.

En second lieu nous voudrions exprimer toute notre reconnaissance à notre promoteur monsieur **El Moradj DAREM** , nous le remercions de nous avoir encadrés, orientés, aidé et conseillés.

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

Et pour finir, nous remercions tout le personnel de l'université de ammar thelidji et en particulier ceux de la faculté génie électrique, département électrotechnique, comme nous tenons aussi à remercier toutes les personnes qui ont contribuées de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

# Dédicace

## A mon père

Tu es pour moi l'ami le plus fidèle et le modèle de la combativité. Tu as toujours donné la meilleure de toi pour le bonheur de ta famille et tu nous as appris le sens de l'honneur ; de la dignité et de la justice.

Merci pour votre soutien et votre encouragement m'ont toujours donné de la force pour persévérer et pour prospérer dans la vie. Ce travail est le tien : puisse cela combler l'une de tes attentes.

Que dieu te bénisse.

## A ma mère

« Il y'a plus cher au monde qu'une mère »

Pour ton amour que tu ne cesses de manifester envers tes enfants. Merci pour tous ce que tu as enduré pour nous faire grandir ; pour tes bénédictions qui n'ont cessé de nous accompagner. Puisse dieu te procure santé ; bonheur et longue vie.

## A mes sœurs

Merci pour être toujours là m'écouter et m'encourager. Je vous souhaite tous le bonheur et la réussite

## A mes frères

Je te souhaite tout le bonheur du monde et que tes rêves se réalisent.

Enfin, je remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail

**BRAHIMI MOHAMME**

A ma mère, la mer d'amour, de tendresse et de poulx réside dans mes veines, qui dans vos prières est le secret de ma réussite, le jardin du monde et la douceur de mes yeux, et à mon père à toi, le sourire de ma vie, le secret de mon existence, mes frères et sœurs, et tous ceux qui m'ont tracé le chemin de l'avenir.

Ma joie aujourd'hui est grande, car je suis couronné de succès et d'obtention du diplôme, alors je dédie mon diplôme à ceux qui ont travaillé pour moi et ont piétiné les épines afin de l'éloigner de mon chemin, à mes chers mère et père, et à tous ceux qui m'a soutenu et a prié pour moi dans l'invisible.

Je dédie mon diplôme à mes amis et collègues de l'Université, Soufian et Mohamed et Khaled et Yacin et Cherif et Abdel hak qui a été une excellente étape pour les changements dans ma vie et de nombreux ajouts.

**Baguira Boumadian**

## Résumé

Dans ce projet, nous avons présenté une étude pour construire un circuit de détection de gaz dangereux basé sur une carte Arduino pour prévenir les accidents.

A l'aide de capteurs de gaz pour détecter, lorsque le système détecte que la concentration de gaz a dépassé un certain seuil est annoncer l'utilisateur en envoyant un message au téléphone mobile et avertir les personnes à l'intérieur en déclenchant l'alarme qui comprend LED(Photodiode) et le Buzzer en même temps pour prendre des mesures préventives.

Mots-clés : Capteurs, Capteur de gaz, Module MQ-2, Arduino.

## ملخص

في هذا المشروع قدمنا دراسة لبناء دائرة للكشف عن الغازات الخطيرة استنادا بالمتحكم أردوينو لمنع وقوع حوادث الاختناق، وذلك باستخدام أجهزة استشعار الغاز للكشف عنها، عندما يكشف النظام أن تركيز الغاز تجاوز عتبة معينة يتم إعلان المستخدم عن طريق إرسال رسالة إلى الهاتف المحمول وتحذير الناس في الداخل بتشغيل ناقوس الخطر الذي يشمل صمام ضوئي والجرس في نفس الوقت لاتخاذ إجراءات الوقائية.

الكلمات المفتاحية: حساسات، مستشعر الغاز، أردوينو.

## Abstract

In this project, we presented a study to build a dangerous gas detection circuit based on the Arduino microcontroller to prevent choking accidents.

Using gas sensors to detect, when the system detects that the gas concentration has exceeded a certain threshold is announce the user by sending a message to the mobile phone and warn people inside by triggering the alarm which includes LED (Photodiode) and Buzzer at the same time to take preventive measures.

Keywords : Sensors, Gas sensor, MQ-2 module, Arduino.

# Sommaire

Remerciment.....	I
Dédicace.....	II
Résumé .....	IV
Sommaire.....	V
Liste des Figures.....	VI
Liste des Tableaux .....	VIII
Introduction Générale .....	1
<b>Chapitre I : Motivation pour un système de détection de gaz dangereux</b>	
I-1 Introduction.....	4
I-2 Asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie.....	4
I-1-1 Introduction.....	4
I-2-2 L’effet de concentration du gaz CO sur la personne.....	5
I-3 Systèmes de détection de fuite de gaz.....	6
I-3-1 Capteurs de gaz.....	6
I-3-1-1 présentation générale.....	6
I-4 différents types des capteurs MQx.....	7
I-4-1 Capteur MQ2.....	7
a) Description .....	7
b) Caractéristiques.....	8
I-4-2 Capteur MQ5.....	10
a) Description.....	10
b) Caractéristiques.....	10
I-4-3 Capteur MQ7.....	12
a) Description.....	12
b) Caractéristiques.....	12
I-5 Conclusion .....	15
<b>Chapitre II : Matériels utilisés</b>	
II-1 Introduction .....	17
II-2 Arduino.....	17
II-2-1 Définition du module Arduino.....	17
II-2-2 Choix de la carte Arduino.....	19
II-2-3 Arduino UNO .....	20
II-2-4 Constitution de la carte Arduino Uno.....	21
II-2-4-1 Partie matérielle.....	22
a) Sources d’Alimentation de la carte.....	22
b) Entrées & sorties.....	23
c) Ports de communications.....	25
II-2-4-2 Partie programme.....	26
a) L’environnement de la programmation .....	26
b) Structure générale du programme (IDE Arduino) .....	27

c) Injection du programme .....	28
d) Etapes de téléchargement du programme .....	29
II-2-4-3 Architecture interne.....	30
II-2-4-4 Les Accessoire de la carte Arduino.....	31
a) Le module Arduino Bluetooth.....	31
b) Afficheurs LCD.....	32
c) Unité de communication GSM SIM900.....	32
d) Buzzer.....	33
e) Led's.....	34
f) carte de test (breadboard connection).....	34
g) Résistances.....	35
II-3 Conclusion .....	35

**Chapitre III : Simulation et réalisation**

III-1 Introduction.....	37
III-2 Partie Hardware .....	37
III-2-1 L'afficheur LCD (Liquide Crystal Display).....	37
III-2-1-1 Module I2C pour LCD.....	39
III-2-2 LED... ..	40
III-2-3 buzzer .....	40
III-2-4 Module GSM SIM900.....	41
III-2-5 L'application globale.....	43
III-3 Partie software .....	45
III-3-1 Organigrammes adopté à la réalisation du système.....	46
III-3-2-1 Résumé de l'Organigramme du système.....	46
III-3-2-2 Organigramme du sous-programme Traitement & Action.....	47
III-4 Code source du programme sur Arduino .....	47
III-5 Conclusion .....	50
<b>Conclusion générale</b> .....	53
Bibliographie.....	55
<b>Annexe</b> .....	58

## Liste des figures

Figure	Nom de figure	Numéro de page
Fig (I.1)	Capteur MQ2	8
Fig( I.2)	les caractéristiques de sensibilité typiques du MQ-2 pour plusieurs gaz.	10
Fig( I.3)	Capteur MQ5	10
Fig( I.4)	les caractéristiques de sensibilité typiques du MQ-5 pour plusieurs gaz	11
Fig( I.5)	Capteur MQ7	12
Fig( I.6)	les caractéristiques de sensibilité typiques du MQ-7 pour plusieurs gaz.	14
Fig( I.7)	Circuit typique d'un capteur de gaz	14
Fig( I.8)	Schéma électrique des capteurs MQx utilisés	15
Figure( II.1)	Logo Arduino	17
Fig(II. 2)	La carte Arduino	18
Figure( II.3)	Microcontrôleur ATmega 328	18
Fig( II.4)	Le microcontrôleur de l'Arduino	19
Fig( II. 5)	Arduino LilyPad	19
Fig( II. 6)	Arduino MICRO	19
Fig( II.7 )	Arduino LEONARDO	20
Fig(II.8)	Arduino DUE	20
Fig( II.9 )	Arduino NANO	20
Fig(II.10)	Arduino MEGA	20
Fig( II.11)	Les fondateurs de l'arduino	20
Fig( II.12 )	la carte Arduino	21
Fig( II.13 )	Constitution de la carte Arduino Uno	22
Fig( II.14)	(1 )Broches numériques de la carte Arduino UNO ( 2) Sorties PWM	23
Fig(II.15 )	Broches d'entrées Analogiques	24
Fig( II.16 )	Lampes(TX/RX/L) de carte Arduino	25
Fig( II.17)	Les ports de communications de la carte Arduino Uno	26

Fig( II.18 )	L'environnement de la programmation (IDE Arduino)	27
Fig(II.19)	Les Structure d'un programme	28
Fig(II. 20)	Paramétrage de la carte	29
Fig( II. 21)	Les étapes de téléchargement du code	30
Fig ( II. 22)	Architecture interne	31
Fig ( II. 23)	Module Bluetooth	32
Fig ( II.24 )	Un afficheur LCD16x2	32
Fig( II.25)	Contitution GSM SIM900	33
Fig( II.26 )	Buzzer active	34
Fig( II.27)	Les Led's	34
Fig( II.28 )	Carte de test	35
Fig( II.29)	Les Résistances	35
Fig( III.1)	Brochage de l'afficheur LCD 16x2	37
Fig ( III.2)	Schéma de câblage d'un LCD 16x2 avec Arduino	39
Fig( III.3 )	Schéma de câblage d'un I2C avec Arduino	39
Fig ( III.4 )	Schéma de câblage d'un LED avec Arduino	40
Fig ( III.5 )	Schéma de câblage buzzer avec Arduino	41
Fig ( III.6)	Schéma de câblage GSM SIM900 avec Arduino	42
Fig ( III.7 )	Schéma synoptique du montage principal	43
Fig ( III.8)	Schéma du circuit de simulation (Isis- Proteus)	44
Fig( III.9)	L'application réelle du circuit de détection de gaz	45
Fig ( III.10)	Organigramme du programme principal	46
Fig ( III. 11)	Organigramme du sous-programme Traitement & Action	47

## Liste des tableaux

Tab( I.1)	L'effet de concentration du gaz CO	6
Tab( I.2)	Condition de travail standard	8
Tab( I.3)	Condition environnementales	8
Tab( I.4)	Caractéristique de sensibilité	9
Tab( I.5)	Structure et configuration, circuit de mesure de base	9
Tab( I.6)	Caractéristiques MQ5	11
Tab( I.7)	Condition de travail standard	13
Tab( I.8)	Conditions environnementales	13
Tab( I.9)	Caractéristique de sensibilité	13
Tab(III.1)	Branchement de l'afficheur LCD	39

# **Introduction générale**

## Introduction générale

Il n'y a pas si longtemps, travaillé sur un circuit électronique pour remplir une fonction spécifique signifiait construire une conception électronique complexe à partir de composants tels que (résistances, condensateurs, bobines, transistors...).

Les circuits électroniques étaient de conception fixe et rechanger ou modifier une simple pièce en eux signifiait beaucoup d'opérations complexes telles que le soudage, la coupe de fils, la reconsidération des schémas électroniques et beaucoup de choses gênantes, ce qui a conduit au travail de développement de produits électroniques. Limité à un groupe d'ingénieurs spécialisés uniquement[1].

Au vu des nombreux accidents à travers le monde et de ce que l'on entend parler de cas de fuites de gaz dans notre pays dans les habitations et les usines, qui provoquent des cas d'explosion, d'étouffement et même de décès, il fallait penser à un système de protection qui pourrait trouver une solution à ce problème. À partir de là et sur la base de tout ce qui précède, la raison du choix du sujet du mémorandum était : un système d'alarme de fuite de gaz utilisant Arduino et un système de communication mobile GSM pour contrôler l'alarme à distance à l'aide d'un téléphone intelligent. En raison de l'importance de ce sujet et de la révolution qui s'opère à cause de lui, nous avons essayé dans cette recherche de mener une étude qui comprenait les chapitres suivants[1] :

- Dans le premier chapitre, nous aborderons le sujet de L'Asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie, et L'effet de concentration du gaz CO sur la personne. Aussi un détection de fuite de gaz et pour le circuit de mesure leur les caractéristiques et des différents capteurs .
- Dans le deuxième chapitre, nous discuterons du choix du matériel pour la réalisation base qui est Arduino UNO sera détaillé : sa construction, son environnement de programmation et son principe de fonctionnement, afin de simplifier son utilisation. Aussi l'étude de la famille des capteurs de gaz MQx pour la partie d'acquisition avec présentation des caractéristiques techniques relatives aux gammes de mesure et nous aborderons également les accessoires nécessaire a la réalisation du projet.
- Dans le troisième chapitre , Après avoir terminé l'étude théorique, nous allons discuté dans le troisième chapitre de la mise en œuvre d'un projet appliqué sur le terrain, qui est "un dispositif d'alarme à distance pour détecteur de fuite de gaz utilisant Arduino et

GSM", où nous apprendrons les différentes parties Hardware et Software pour le développement et la réalisation de l'application de mesure. Aussi les éléments du projet, et comment pour les connecter à la carte Arduino, cette dernière comportera la simulation et la réalisation pratique passer à l'écriture du programme la carte Arduino

On termine par une conclusion générale qui comporte résumera l'intérêt de notre étude: les différents remarques et résultats obtenus, ainsi que les difficultés rencontrées dans l'expérimentation et tout en traçant des perspectives l'amélioration de l'application.

# **Chapitre I : Motivation pour un système de détection de gaz dangereux**

## I.1 Introduction

La sécurité est devenue une préoccupation majeure de la plupart des gens.

Un système d'alarme moderne et professionnel doit comporter impérativement des détecteurs qui pourraient détecter tout événement pouvant mettre en danger les biens ou la vie humaine telle que les incendies, l'agression, le cambriolage, ...etc.

Dans ce chapitre, on va vous présenter les généralistes sur l'asphyxie au monoxyde de carbone et sur les systèmes de détection de fuite surtout les capteurs de gaz .

## I.2. Asphyxies au monoxyde de carbone en Algérie

Le phénomène des décès par inhalation de gaz a atteint des proportions alarmantes en Algérie. À l'approche de chaque saison hivernale, des centaines de citoyens trouvent la mort par intoxication au monoxyde de carbone (CO). Par exemple, depuis le début de l'année 2020, 126 personnes en sont victimes par asphyxie. En 2021, 201 morts ont été déplorés par les services de la Protection civile. Il ne se passe pas une année sans que ce danger n'emporte avec lui des familles entières à travers les différentes régions du pays. Invisible et inodore, ce gaz asphyxiant et indétectable surprend ses victimes particulièrement dans leur sommeil pendant la nuit. Il s'incruste dans le sang à la place de l'oxygène et provoque la mort en moins d'une heure de temps. Même conscientes, les personnes atteintes sont incapables de réagir dans la plupart des cas. Les statistiques montrent que l'apparition de 0,1% de CO dans l'air tue en 1 heure, 1% en 15 minutes et 10% dans l'immédiat. C'est dire l'ampleur du danger que représente ce gaz quand il est libéré dans l'air. Quelques raisons majeures sont à l'origine des cas d'étouffement par le gaz carbonique. L'on évoque la vétusté et la défektivité du matériel de chauffage. Le défaut d'aération et de ventilation à l'intérieur des habitations engendre aussi des dégâts humains et matériels parmi les locataires. Lorsque le monoxyde de carbone n'est pas évacué à temps à l'extérieur de la maison, il prendra la place de l'oxygène, à ce moment-là, l'irréparable se produit ! À cela, il y a lieu d'ajouter la contrefaçon qui cible les équipements de chauffage utilisés. Ces derniers ne répondent pas aux normes de sécurité requises. Ils sont commercialisés à des prix bas mais leur qualité n'est pas assurée. Devant une telle situation, plusieurs campagnes de sensibilisation à travers les différentes wilayas ont été lancées. L'objectif est de donner les conseils de prévention aux citoyens qui lui permettront de mieux se protéger des risques d'intoxication au CO qu'ils encourent , si ces derniers ne font pas preuve de prudence et ne respectent pas les consignes de sécurité. [2] [3] Le monoxyde de carbone est le résultat d'une mauvaise combustion quelle que soit la source d'énergie utilisée notamment le butane, l'essence, le charbon, le gaz naturel, le pétrole, le propane... "Sa densité est voisine de l'air. Il se diffuse donc très vite dans l'environnement". Il existe, deux types d'intoxication. L'une est faible dite "chronique", se manifeste à travers des maux de tête, des nausées, une confusion mentale, de la fatigue. Elle est lente et ses symptômes peuvent ne pas se manifester immédiatement. L'autre est aigüe, rapide et entraîne des vertiges, une perte

de connaissance, une impotence musculaire, des troubles de comportement voire le coma ou le décès. [4] On peut aussi ajouter au risque du monoxyde de carbone CO, le risque lié aux fuites du gaz naturel, le méthane CH<sub>4</sub> qui alimente nos installations domestiques. La fuite de ce gaz et sa nature inflammable, présente un danger majeur sur les personnes et les immeubles, où plusieurs explosions enregistrées suite à une étincelle issue à l'allumage de l'éclairage en présence d'une fuite importante du méthane avec un manque d'aération. De tout ce qui précède, on en tire l'intérêt d'un système pour la détection, la mesure et l'alerte de ces gaz dangereux d'une façon anticipée, et avant que la catastrophe se produise.

### **I.2.1L'effet de concentration du gaz CO sur la personne**

Le taux habituel de CO dans l'air ambiant est d'environ 0,2 ppm (particule par million). L'Organisation mondiale de la Santé a défini, pour l'ensemble de la population, y compris les femmes enceintes et les personnes âgées atteintes d'affections cardiaques ou respiratoires (connues ou non), des valeurs de référence considérées comme inoffensives en fonction de la durée de l'exposition :

- 10 mg/m<sup>3</sup> (10 ppm) pendant 8 heures.
- 30 mg/m<sup>3</sup> (25ppm) pendant 1 heure.
- 60 mg/m<sup>3</sup> (50ppm) pendant 30 min.
- 100 mg/m<sup>3</sup> (90ppm) pendant 15 min.

La gravité d'une intoxication est fonction de la concentration de CO dans l'air et de la durée de l'exposition:

La réglementation du travail habituellement définit des valeurs maximales de concentration auxquelles les travailleurs peuvent être exposés sans risques. Elles ne sont valables qu'en milieu de travail. Il faut garder à l'esprit qu'une quantité de CO tolérable pour un travailleur en bonne santé peut déjà représenter un certain danger pour une personne âgée ou pour un enfant. La TLV-TWA (Threshold Limit Value - Time Weighted Average) représente la concentration moyenne considérée comme inoffensive pour un travailleur qui y est exposé 40 heures par semaine pendant toute sa carrière. Elle est de 25 ppm. La TLV-C (Threshold Limit Value - Ceiling) représente la valeur plafond qui ne peut

% CO dans l'air	Symptomes
0.01	
0.02	Maux de tête, vertiges, nausées, fatigue
0.04	Maux de tête intenses, danger de mort après 3 heures.
0.08	Maux de tête, vertiges, nausées, pert de connaissance en 45 min, décès après 2-3 heures.
0.16	Symptomes sévères après 20 min, décès en 1 heure
0.32	Maux de tête, vertiges, nausées après 5 min, pert de connaissance après 30 min
0.64	Céphalées et vertiges après 1-2 min, pert de connaissance après 10-15 min.
1.28	pert de connaissance immédiate, décès 1-3 min.

Tab I.1 : L'effet de concentration du gaz CO

jamais être dépassée. Dans le cas du CO, la TLV-C est de 200 ppm. La TLV-IDHL (Threshold Limit Value –Immediately dangerous for life and health) représente la concentration à partir de laquelle l'évacuation immédiate s'impose. Bien qu'une évacuation prenne en général moins de 30 minutes, pour des raisons de sécurité, les valeurs TLV-IDHL sont basées sur les effets d'une exposition durant 30 minutes. Elle est de 1.500 ppm dans le cas du CO. [5]

### I-3 Systèmes de détection de fuite de gaz

Afin de se protéger d'une éventuelle fuite de gaz, le détecteur de fuite de gaz est la réponse et le moyen pour détecter efficacement les mélanges air et gaz combustibles ou vapeurs (gaz naturel, Méthane, Propane, Butane, Acétylène, GPL, Hydrogène, etc). Cette appareil de protection, discrets et faciles à installer, elle nous préviendrons en cas de début de fuite et nous alerteront par le déclenchement d'une alarme sonore. Si le détecteur est relié à une centrale d'alarme, cette alarme sera aussi communiquée rapidement vers l'extérieur.

#### I-3-1 Capteurs de gaz

##### I-3-1-1 présentation générale

Le détecteur de gaz est un appareil fait pour donner une alarme lorsque l'atmosphère devient explosible (présence d'un gaz combustible) ou toxique (présence d'un gaz dangereux pour la santé, ou absence d'oxygène). Le détecteur de gaz combustible, combustible gas detector en anglais, est aussi appelé « explosimètre » en français.

Pour définir un seuil de danger avec précision, l'appareil doit réaliser une mesure : il mesure la concentration du gaz présent, ou la plupart du temps sa pression partielle. Ce type d'appareil est donc utilisé en surveillance de l'atmosphère, et non en contrôle de processus, ce qui le différencie des analyseurs qui sont plus précis et donc plus coûteux. Son usage est le plus souvent de nature industrielle ; des tentatives existent cependant pour le faire entrer dans les usages domestiques (détecteur de fuites de méthane).

L'utilisation des microprocesseurs permet d'élargir son domaine à l'hygiène industrielle et même au contrôle de pollution ; il devient possible de mémoriser les mesures, de calculer des moyennes dans le temps... Cependant ces mesures, bien souvent réglementaires, exigent des précisions ou des règles spécifiques de mesurage qui ne peuvent pas toujours être obtenues ou utilisées avec ce type d'appareil. Méthodes et spécifications sont en cours d'élaboration au niveau des Communautés européenne et internationale (travaux du CEN – Comité européen de normalisation – et de l'ISO – Organisation internationale de normalisation). Il convient donc d'être prudent dans le choix de tels appareils pour des mesures autres que de simples indications de présence ou d'absence de gaz. [6]

## **I-4 différents types des capteurs MQx**

### **I-4-1 Capteur MQ2**

#### **a) Description**

Capteur de gaz MQ2 est un unite pour la détection des fuites de gaz (dans la maison et l'industrie) ,Il peut détecter le H<sub>2</sub>, le GPL, le CH<sub>4</sub>, le CO, l'alcool, la fumée, le propane. Basé sur son temps de réponse rapide. Les mesures peuvent être prises dès que possible. De plus, la sensibilité peut être réglée par le potentiomètre. [7]



Fig I.1 : Capteur MQ2

## b) Caractéristiques

### a. Condition de travail standard

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarques
Vc	Tension de circuit	5V $\pm$ 0.1	AC ou DC
VH	Tension de chauffage	5V $\pm$ 0.1	AC ou DC
RL	Résistance de charge	Peut ajuster	
RH	Résistance de chauffage	33 $\Omega$ $\pm$ 5%	Température ambiante
PH	Consommation de chauffage	Moins de 800mW	

Tab I.2: Condition de travail standard. [8]

### b. Conditions environnementales

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarques
Tao	Utilisation de Tem	-20°C -50°C	
Tas	Stockage Tem	-20°C -70°C	
RH	Humidity relative	Moins de 95% de Rh	
O2	Concentration d'oxygène	21% (condition standard) Oxygène Concentration peut affecter la sensibilité	Valeur minimale est Plus de 2%

Tab I.3 : Conditions environnementales.[8]

## c. Caractéristique de sensibilité

Symbole	Nom du paramètre	Paramètre technique	Remarques
Rs	Résistance à la détection	3K $\Omega$ -30K $\Omega$ (1000 ppm d'isobutane)	Détection de la concentration portée: 200ppm-5000ppm GPL et propane 300ppm-5000ppm butane 5000ppm-20000ppm méthane 300 ppm-5000 ppm H2 100 ppm-2000 ppm De l'alcool
$\alpha$ (3000ppm/1000ppm CH4)	Concentration Taux de pente	$\leq 0.6$	
Condition de détection standard	Temp: 20 °C $\pm$ 2 °C Vc: 5V $\pm$ 0,1 Humidité: 65% $\pm$ 5% Vh: 5V $\pm$ 0,1		
Temps de préchauffage	Plus de 24 heures		

Tab I.4 : Caractéristique de sensibilité.[8]

## d. Structure et configuration, circuit de mesure de base

	les pièces	Matériaux
1	Capteur de gaz	SnO2
2	Électrode	Au
3	Ligne d'électrode	Pt
4	Bobine de chauffag	Alliage Ni-Cr
5	Céramique tubulaire	Al2O3
6	Réseau anti-explosion	Gaze d'acier inoxydable (SUS316 100 mesh)
7	Bague de serrage	Cuivre plaqué Ni
8	Base de résine	Bakélite
9	Tube Pin Cuivre plaqué	Cuivre plaqué Ni

Tab I.5 : Structure et configuration, circuit de mesure de base. [18]

## e. Courbe caractéristique de sensibilité

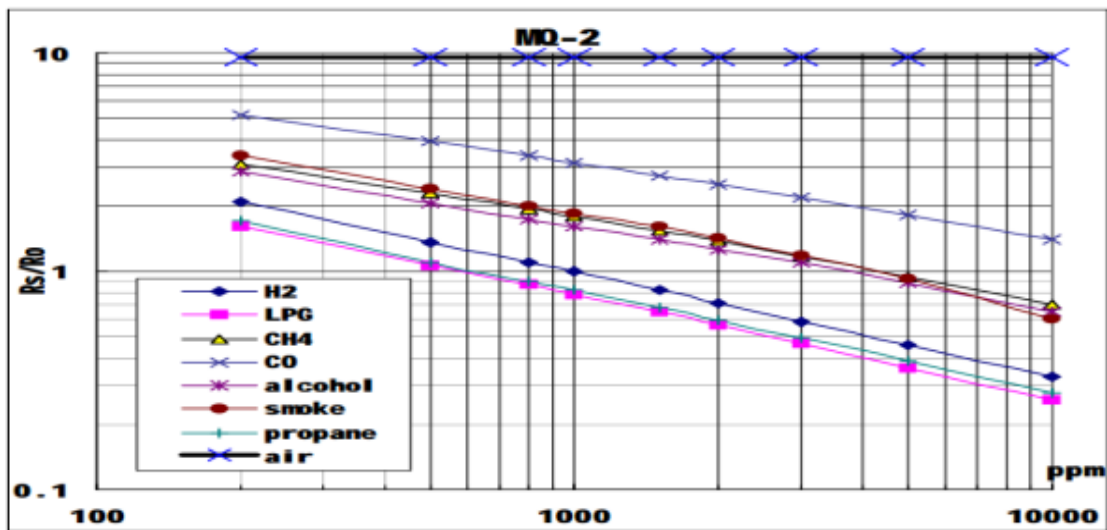


Fig I.2: les caractéristiques de sensibilité typiques du MQ-2 pour plusieurs gaz. [18]

## I-4-2 Capteur MQ5

## a) Description :

Le capteur de gaz MQ-5 a une grande sensibilité au méthane, au propane et au butane, et pourrait être utilisé pour détecter le méthane et le propane. Le capteur pourrait être utilisé pour détecter différents gaz combustibles, en particulier le méthane, il est à faible coût et convient à différentes applications.[8]



Fig I.3 : Capteur MQ5

**b) Caractéristiques**

**a. Condition de travail**

Numéro de modèle		MQ-5	
Type de capteur		Semi-conducteur	
Encapsulation standard		Bakélite (Bakélite noire)	
Détection de gaz		LPG, méthane, gaz de houille	
Concentration		300-10000 ppm (méthane, propane, butane, H <sub>2</sub> )	
Circuit	Tension de boucle	VC	≤ 24V DC
	Tension de chauffage	VH	5.0V ± 0.2V AC ou DC
	Résistance de charge	RL	Adjustable
caractère	Résistance de chauffage	RH	31Ω ± 3Ω (Room Tem.)
	Consommation de chauffage	PH	≤ 900mW
	Résistance à la détection	RS	2KΩ-20KΩ (en 2000 ppm C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> )
	Sensibilité	S	R <sub>s</sub> (dans l'air) / R <sub>s</sub> (1000 ppm C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> ) ≥ 5
	Pente	A	≤ 0,6 (R1000ppm / R500ppm H <sub>2</sub> )
Condition	Tem. Humidité	20C° ± 2C° : 65% ± 5%RH	
	Circuit de test standard	VC : 5.0V ± 0.1V- VH: 5.0V ± 0.1V	
	Temps de préchauffage	Plus de 48 heures	

Tab I.6 : Caractéristiques MQ5

**b. Courbe caractéristique de sensibilité**

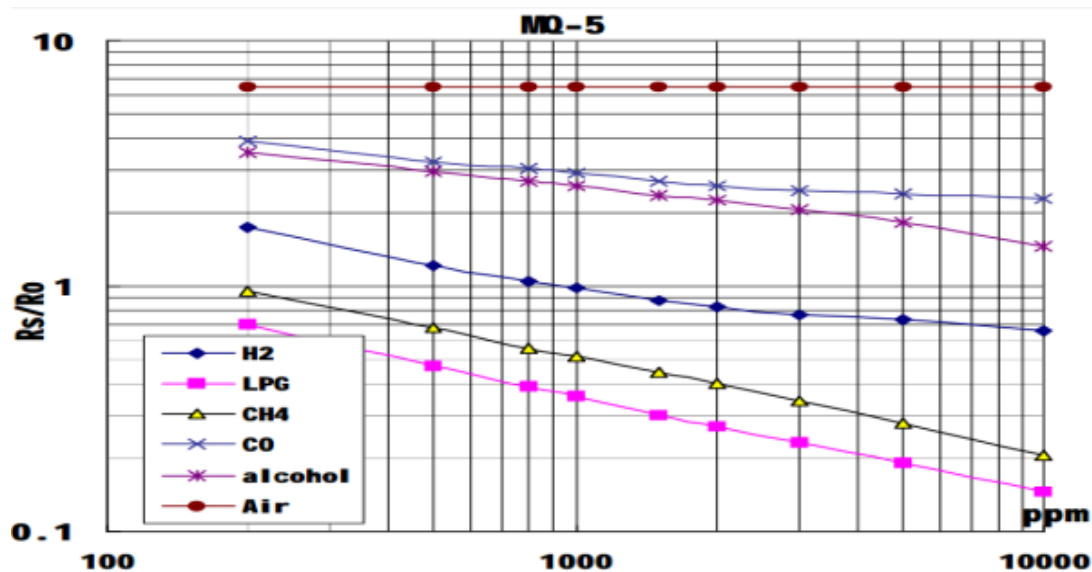


Fig I.4 : les caractéristiques de sensibilité typiques du MQ-5 pour plusieurs gaz. [8]

### I-4-3 Capteur MQ7

#### a) Description

Le capteur de gaz monoxyde de carbone MQ-7 est un capteur de gaz semi-conducteur qui détecte la présence de gaz monoxyde de carbone à des concentrations de 10 ppm à 10 000 ppm. L'interface de tension analogique simple du capteur nécessite une seule broche d'entrée analogique à partir de votre microcontrôleur. Le capteur de gaz monoxyde de carbone MQ-7 détecte la concentration de gaz monoxyde de carbone dans l'air et évite sa lecture en tant que tension analogique. Le capteur peut fonctionner à des températures comprises entre -10 et 50 ° C et consomme moins de 150 mA à 5 V. [9]



Fig I.5 : Capteur MQ7

## b) Caractéristiques

### a. Condition de travail standard

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarque
VC	Tension de circuit	$5V \pm 0.1$	AC ou DC
VH (H)	Tension de chauffage (élevée)	$5V \pm 0.1$	AC ou DC
VH (L)	Tension de chauffage (basse)	$1.4V \pm 0.1$	AC ou DC
RL	Résistance de charge	Peut ajuster	
RH	Résistance au chauffage	$33\Omega \pm 5\%$	Température ambiante
TH (H)	Temps de chauffage (élevé)	$60 \pm 1$ secondes	
TH (L)	Temps de chauffage (basse)	$90 \pm 1$ secondes	
PH	Consommation de chauffage	Environ 350mW	

Tab I.7 : Condition de travail standard. [10]

### b. Conditions environnementales

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarques
Tao	Utilisation de Tem	$-20^{\circ}\text{C}-50^{\circ}\text{C}$	
Tas	Stockage Tem	$-20^{\circ}\text{C}-50^{\circ}\text{C}$	conseils en utilisant la portée
RH	Humidity relative	Moins de 95% de Rh	
O2	Concentration d'Oxygène	21% (condition standard), Oxygène Concentration peut affecter la sensibilité	conseils en utilisant la portée, Plus de 2%

Tab I.8 : Conditions environnementales. [10]

### c. Caractéristique de sensibilité

Symbole	Nom du paramètre	Paramètre technique	Remarques

Rs	Résistance superficielle du corps sensible	2-20k	En 100 ppm de monoxyde de carbone
$\alpha$ (3000/1000ppm)	Concentration Taux de pente	Moins de 0,5	Rs (300ppm)/Rs(100ppm)
Condition de détection standard	Température -20 °C ± 2 °C humidité relative 65% ± 5% RL: 10KΩ ± 5%		
	Vc:5V ± 0.1V VH:5V ± 0.1V VH:1.4V ± 0.1V		
Temps de préchauffage	Pas moins de 48 heures	Plage de détection: 20 ppm-2000 ppm de monoxyde de carbone	

Tab I.9 : Caractéristique de sensibilité. [10]

d. Courbe caractéristique de sensibilité

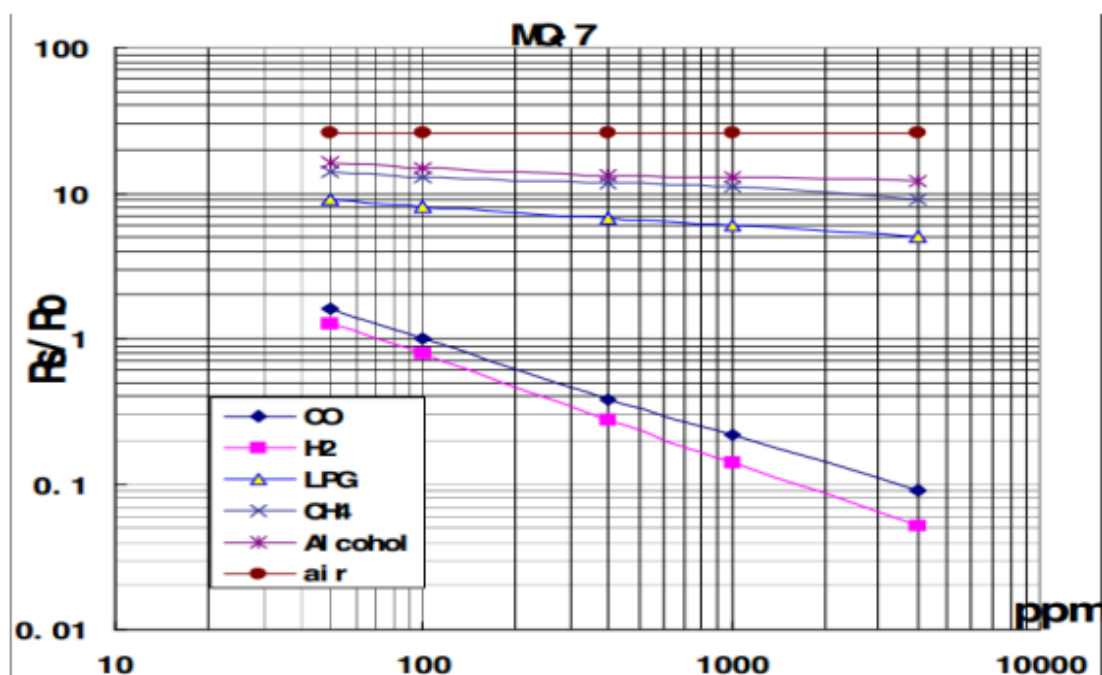


Fig I.6: les caractéristiques de sensibilité typiques du MQ-7 pour plusieurs gaz. [10]

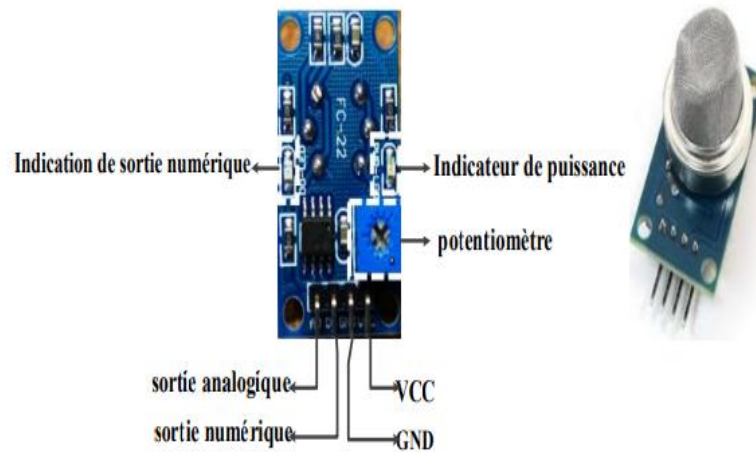


Fig I.7 : Circuit typique d'un capteur de gaz

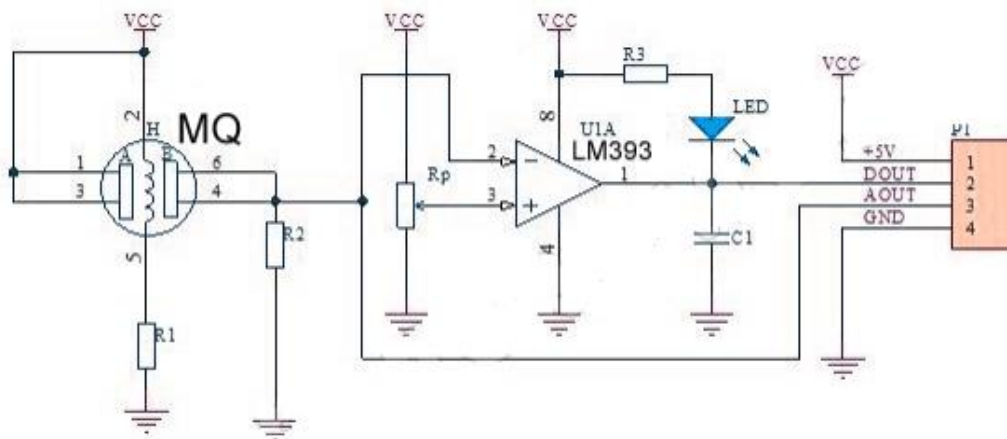


Fig I.8 : schéma typique d'un capteur de gaz

### I-5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons traité les motivations pour un système de détection de fuite de gaz dangereux, en présentant l'asphyxie au monoxyde de carbone en Algérie, et l'effet de concentration du gaz CO sur la personne.

Aussi on a fait un rappel sur la détection de fuite de gaz et pour le circuit de mesure nous avons présenté les caractéristiques des différents capteurs qui permettent de détecter plusieurs types de gaz et à partir de là nous avons choisie le capteur MQ2 comme composant du circuit pour compléter le projet.

# **Chapitre II :**

## **Matériels Utilisés**

## II – 1 Introduction

Le besoin de surveiller la vie humaine et les biens est primordial dans la vie quotidienne, pour cela, l'être humain a opté depuis plusieurs années à la création de systèmes lui aidant à protéger sa vie et ses biens.

Ce chapitre illustre l'étude des différents éléments constituant notre projet de fin d'étude qui est un système de sécurité contenant une carte Arduino , un capteur, des LED, un Buzzer, un module GSM Sim900. Ces dernier sont interconnecté à un microcontrôleur ATMEGA 328 qui lui-même gère le système.

## II-2 Arduino

### II-2-1 Définition du module Arduino

Arduino est une carte électronique sur laquelle se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques[11].



Figure II.1 : Logo Arduino[12].

- Circuit imprimé : C'est une sorte de plaque sur laquelle sont soudés plusieurs composants électroniques reliés entre eux par un circuit électrique plus ou moins compliqué . L'Arduino est donc un circuit imprimé . La photo donne une idée de la taille par rapport à la connexion USB carrée (à gauche sur la photographie, la même que sur votre imprimante par exemple).



FigII 2 : la connexion USB d'un Arduino

- **Matériel libre** : En fait, les plans de la carte elle-même sont accessibles par tout le monde, gratuitement. La notion de libre est importante pour des questions de droits de propriété.
- **Microcontrôleur** : C'est le cœur de la carte Arduino. C'est une sorte d'ordinateur minuscule (mémoire morte, mémoire vive, processeur et entrées/sorties) et c'est lui que nous allons programmer. Sur la photo précédente, c'est le grand truc rectangulaire noir avec plein de pattes. Une fois lancé et alimenté en énergie, il est autonome. La force de l'Arduino est de nous proposer le microcontrôleur, les entrées/sorties, la connectique et l'alimentation sur une seule carte. La carte Arduino est construite autour d'un microcontrôleur Atmel AVR (pas toujours le même en fonction de la date de sortie de la carte) avec une capacité de mémoire de 32000 octets pour l'Arduino UNO. Soit 32 Ko, ce qui n'est vraiment pas beaucoup et qui permet pourtant de réaliser un max de projets !

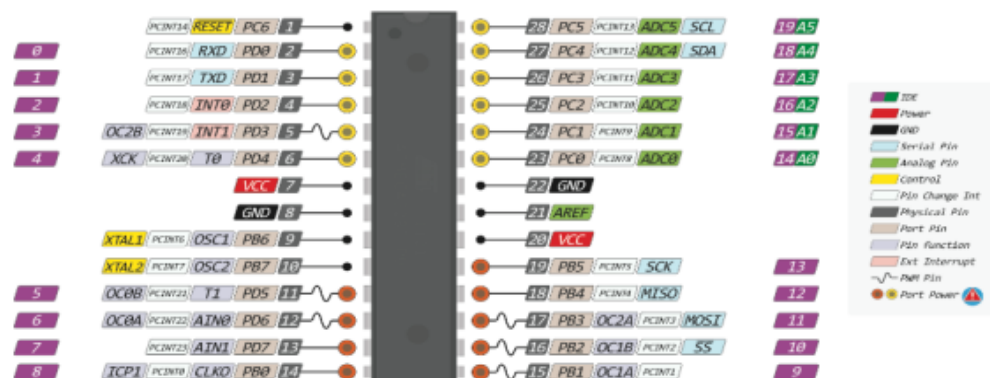


Figure II.3 : Microcontrôleur ATmega 328 [12].

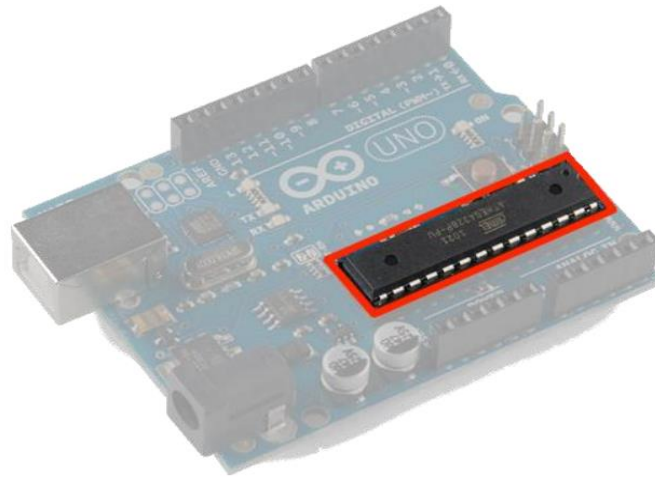


Fig II.4 : Le microcontrôleur de l'Arduino.

L'Arduino est donc une carte qui se connecte sur l'ordinateur pour être programmée, et qui peut ensuite fonctionner seule si elle est alimentée en énergie. Elle permet de recevoir des informations et d'en transmettre depuis ou vers des matériels électroniques ( diodes, potentiomètres, récepteurs, servomoteurs, moteurs, détecteurs... ).

### II-2-2 Choix de la carte Arduino

Il existe plusieurs types de cartes Arduino, notamment [11] :

Arduino LilyPad , Arduino Mini , Arduino Nano , Arduino Mega , Arduino Yun, Arduino industriel 101, Arduino micro, Arduino zero, Arduino Leonardo, Arduino Esplora , Arduino Uno. Cette dernière est utilisée pour la réalisation de notre projet.

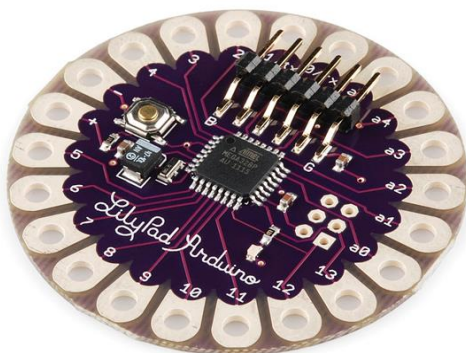


Fig II. 5: Arduino LilyPad.



Fig II. 6: Arduino MICRO.



Fig II.7: Arduino LEONARDO.



FigII.8: Arduino DUE.

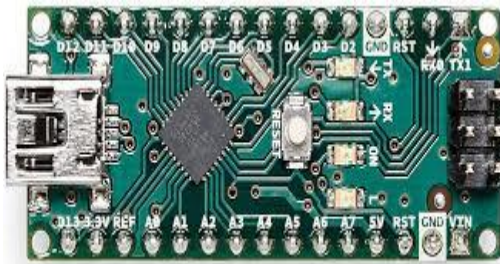


Fig II.9: Arduino NANO .



FigII.10: Arduino MEGA.

### II-2-3 Arduino UNO

Arduino UNO est une carte électronique programmable, largement utilisée dans le domaine de la programmation des circuits électroniques. Elle a été développée par une équipe composée de Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Guianluca Martino, David Mellis et Nicholas Zambetti [14].



Fig II.11: Les fondateurs de l'arduino.

La carte électronique Arduino UNO est équipée de divers composants, principalement le « Microcontrôleur AtmelAVR » avec d'autres composants supplémentaires qui aident à programmer et à interagir avec d'autres circuits. Chaque module possède au moins un "régulateur linéaire" 5V et un oscillateur "Quartz" 16 MHz [14].

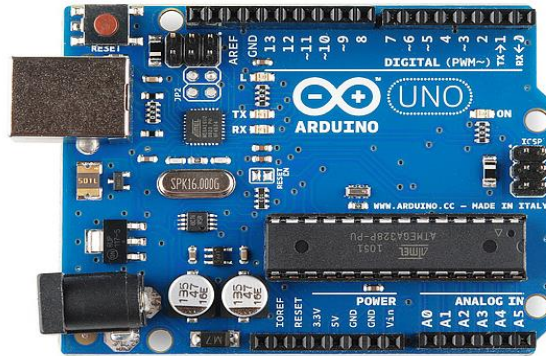


Fig II.12 : la carte Arduino Uno.[11]

#### II-2-4 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[15].

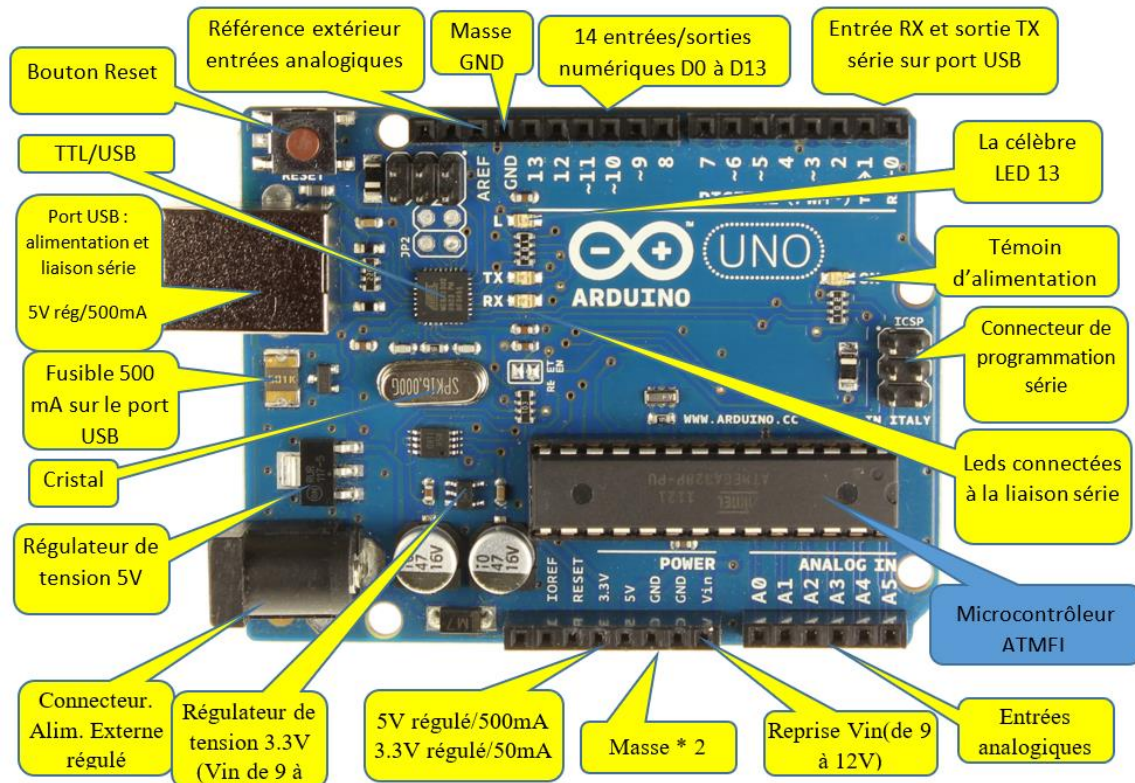


Fig II.13 : Constitution de la carte Arduino Uno.

### II-2-4-1 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) sources de l'alimentation de la carte

On peut distinguer deux genres de sources d'alimentation 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.

**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[16].

**3V3** : 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. [16]

### b) Les entrées / sorties

Cette carte possède 14 broches numériques (numérotées 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 "rappel au plus" (pull-up) (déconnectée par défaut) de 20-50KOhms. 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()`.



(2)



(1)

Figure II.14 : (1) Broches numériques de la carte Arduino UNO (2) Sorties PWM

•**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 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), mais il est possible de modifier la référence supérieure de la plage de mesure en utilisant la broche AREF et l'instruction `analogReference()` du langage Arduino

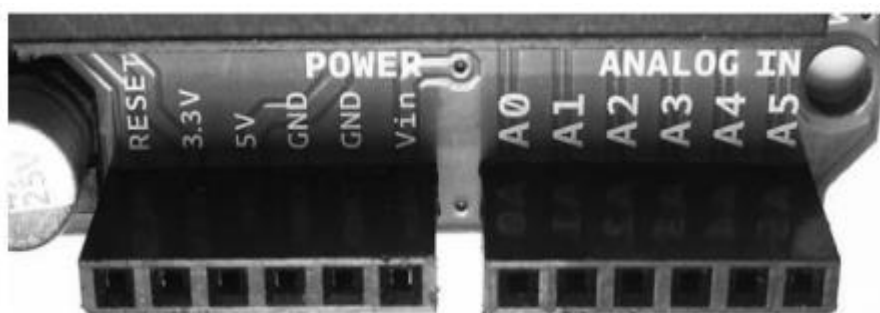


Figure II.15 : Broches d'entrées Analogiques

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. [16]

### c) Ports de communications

La carte ArduinoUNO 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) 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, composant qui assure l'interface entre les niveaux TTL et le port USB de l'ordinateur [14].

Comme 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, mais son inconvénient est le câble USB, pour éviter cela, il existe différentes méthodes pour utiliser ce dernier sans fil [15] :

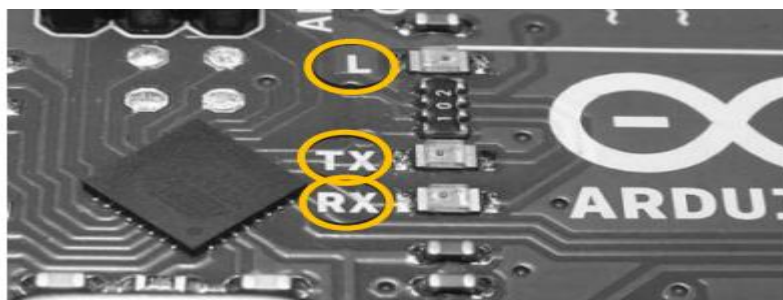


Figure II.16 : Lampes (TX/RX/L) de carte Arduino

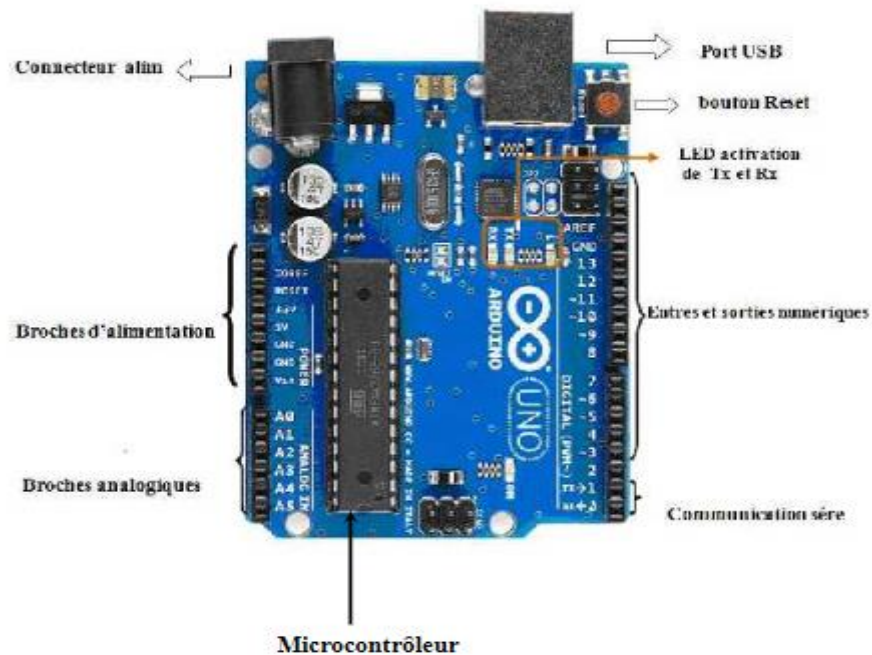


Fig II.17 : Les ports de communications de la carte Arduino Uno

### II-2-4-2 Partie programme

La carte Arduino est une carte électronique qui ne sait rien faire sans qu'on lui dise quoi faire. Pourquoi ? Eh bien c'est dû au fait qu'elle est programmable. Cela signifie qu'elle a besoin d'un programme pour fonctionner. L'environnement de programmation open-source pour Arduino peut être téléchargé gratuitement (pour Mac OS X, Windows, et Linux).[15]

#### a) L'environnement de la programmation

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.[15]



Figure II.18 : L'environnement de la programmation (IDE Arduino)

### b) 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.

Pour utiliser l'IDE standard Arduino (arduino.exe), il suffit de saisir le code dans la fenêtre dédiée, de compiler et de téléverser le programme sur la carte Arduino. La carte doit être reliée à l'ordinateur via un câble USB. Le modèle de la carte Arduino ainsi que le port série sur lequel elle est branchée doivent être déclarés dans le menu de l'IDE Outils/type de carte et Outils/port série. Une fois le programme compilé téléversé dans le microcontrôleur, son exécution sera lancée. La fonction `setup ( )` s'exécute une seule fois après la mise sous tension et après chaque redémarrage. Par contre la fonction `loop ( )` s'exécute en boucle. La figure II.18 illustre la structure générale d'un programme IDE. [17]

Un programme Arduino comporte trois parties principales :

1. la partie déclaration des variables (optionnelle).
2. la partie initialisation et configuration des entrées/sorties : la fonction `setup ( )`.
3. la partie principale qui s'exécute en boucle : la fonction `loop ( )`.

Dans chaque partie du programme sont utilisées différentes instructions issues de la syntaxe du langage Arduino. [17]

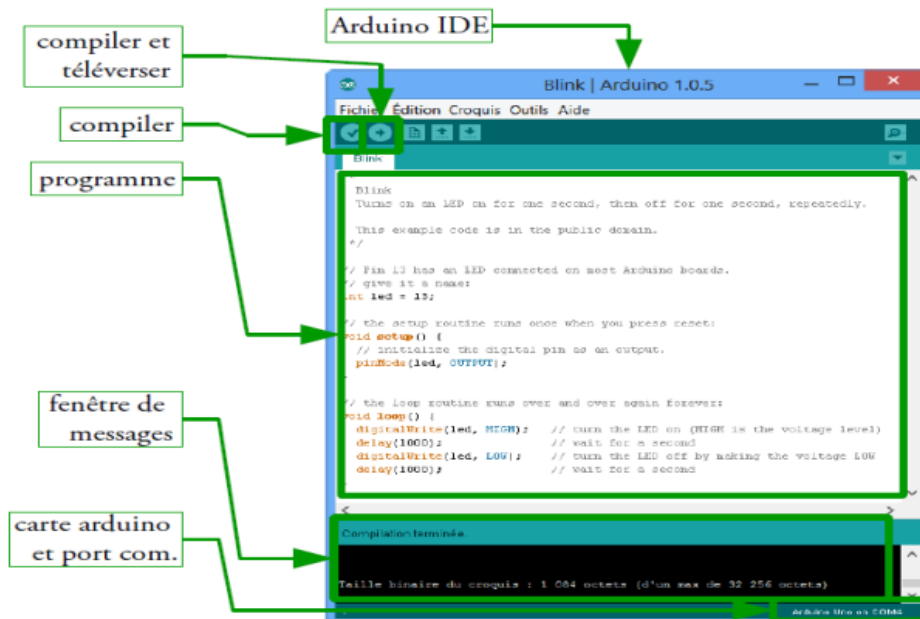
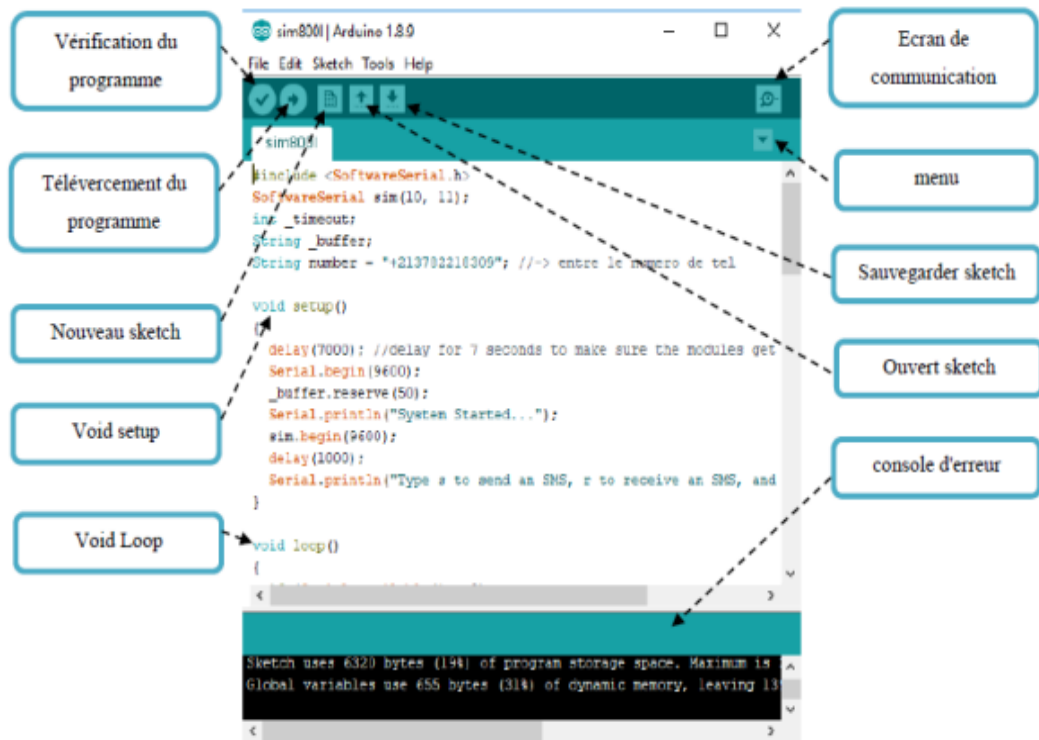
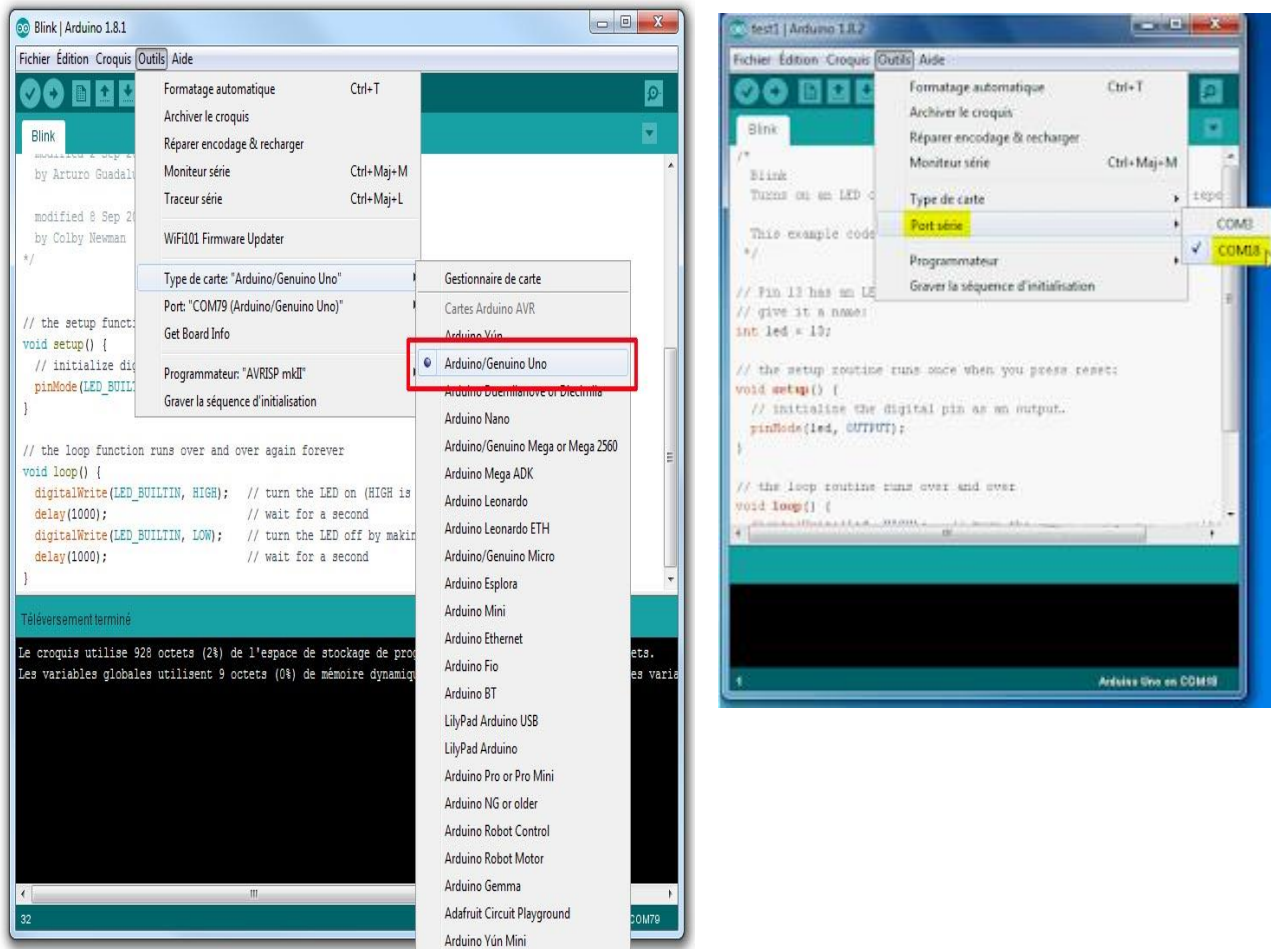


Figure II.19 : Les Structures d'un programme[17]

### c) Injection du programme

Avant d'envoyer un programme dans la carte, il est nécessaire de sélectionner le type de la carte (ArduinoUNO) et le numéro de port USB (COM 3) comme à titre d'exemple cette figure suivante.[15]



FigII. 20: Paramétrage de la carte

#### d) Etapes 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. [15]

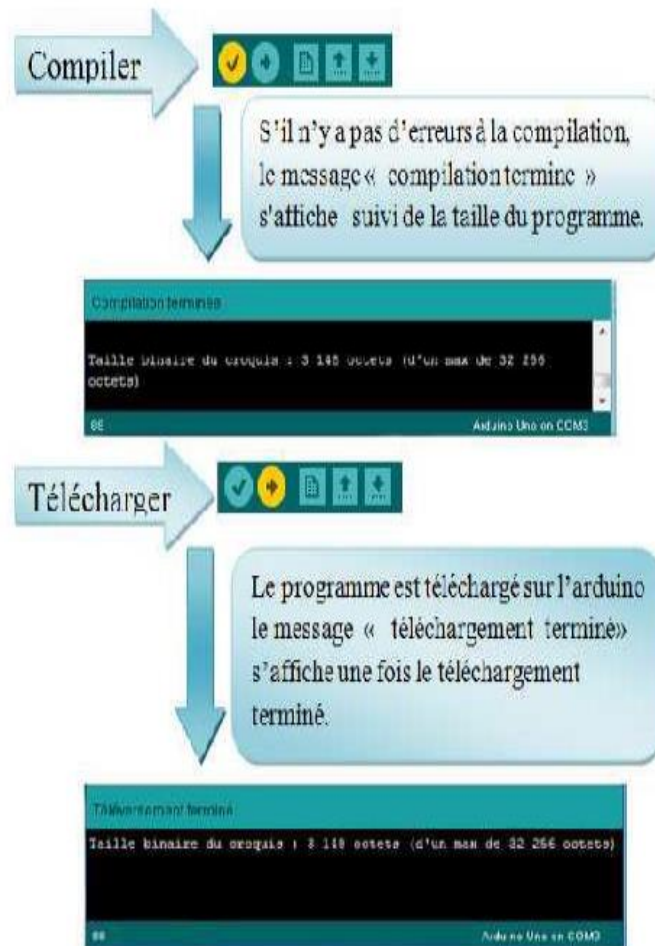


Fig II. 21 : Les étapes de téléchargement du code.[15]

### II-2-4-3 Architecture interne:

La figure II. 21 suivante qui représenter bien détaillé L'Architecture interne d'un arduino.

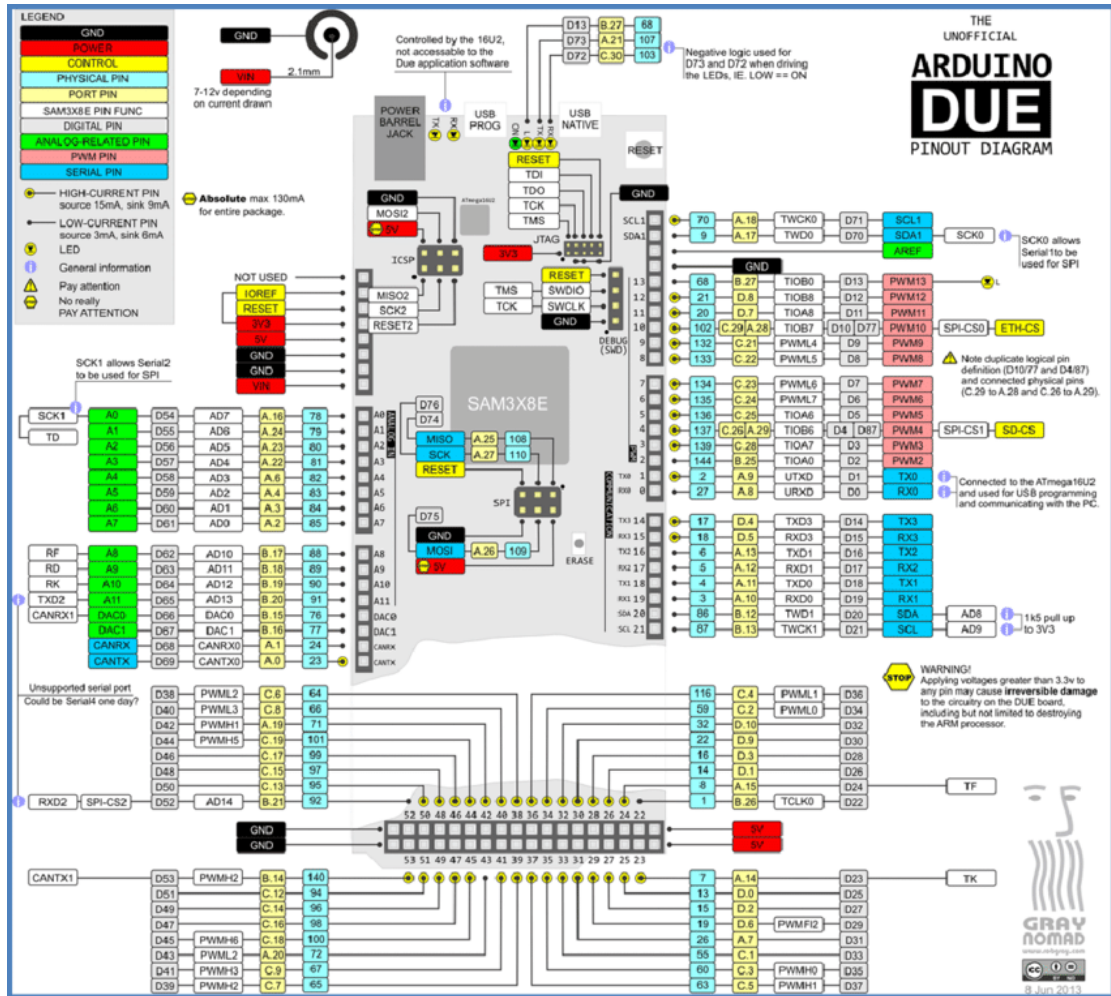


Fig II. 22 : Architecture interne. [18]

### II-2-4-4 Accessoires de la carte Arduino

La carte Arduino généralement est associée aux accessoires qui simplifient les réalisations.

#### a)- Module Arduino Bluetooth

Le Module Microcontrôleur Arduino Bluetooth est la plateforme populaire Arduino avec une connexion série Bluetooth à la place d'une connexion USB, très faible consommation d'énergie, très faible portée (sur un rayon de l'ordre d'une dizaine de mètres), faible débit, très bon marché et peu encombrant.



Fig II. 23 : Module Bluetooth.

**b)- Afficheurs LCD**

L'écran à cristaux liquides ou LCD permet de la création d'un écran plat à faible consommation d'électricité. Aujourd'hui, ces écrans sont utilisés dans les affichages électroniques et ils sont devenus indispensables dans les systèmes techniques. [19]

Plusieurs types d'afficheurs LCD sont disponibles sur le marché. Ils se différencient par leurs caractéristiques techniques, leurs tensions de fonctionnement, ainsi que leurs dimensions. [19]



Fig II.24 : Un afficheur LCD16x2.

**c)- Unité de communication GSM SIM900**

Le module GSM SIM 900 est un type de blindage Arduino, ce qui signifie qu'il peut également être monté sur Arduino UNO.

Il s'agit d'un type de modem, utilisé pour la transmission de données longue distance avec l'utilisation de la technologie GSM lorsqu'il n'y a pas de connectivité Internet.

cela le rend utile dans les projets qui nécessitent une transmission de données à distance. De nombreux projets peuvent être réalisés à l'aide de ce module, tels que des déclencheurs basés sur des appels ou des SMS, qui peuvent être utilisés dans notre vie de tous les jours. [20]

Pour réaliser des projets électroniques sur le module gsm vous devez lire ce tuto gsm.

Les agriculteurs peuvent largement utiliser cette technologie dans leur vie quotidienne, comme contrôler les pompes à eau avec un simple appel silencieux ou un SMS assis à leur domicile.

par exemple, un projet agricole basé sur gsm. Cela peut également être utilisé pour envoyer les données du module à nos téléphones portables sans utiliser Internet.

D'autres idées de projet incluent la notification d'alerte d'intrusion, la réception de mises à jour en temps opportun du capteur sur votre mobile, etc.

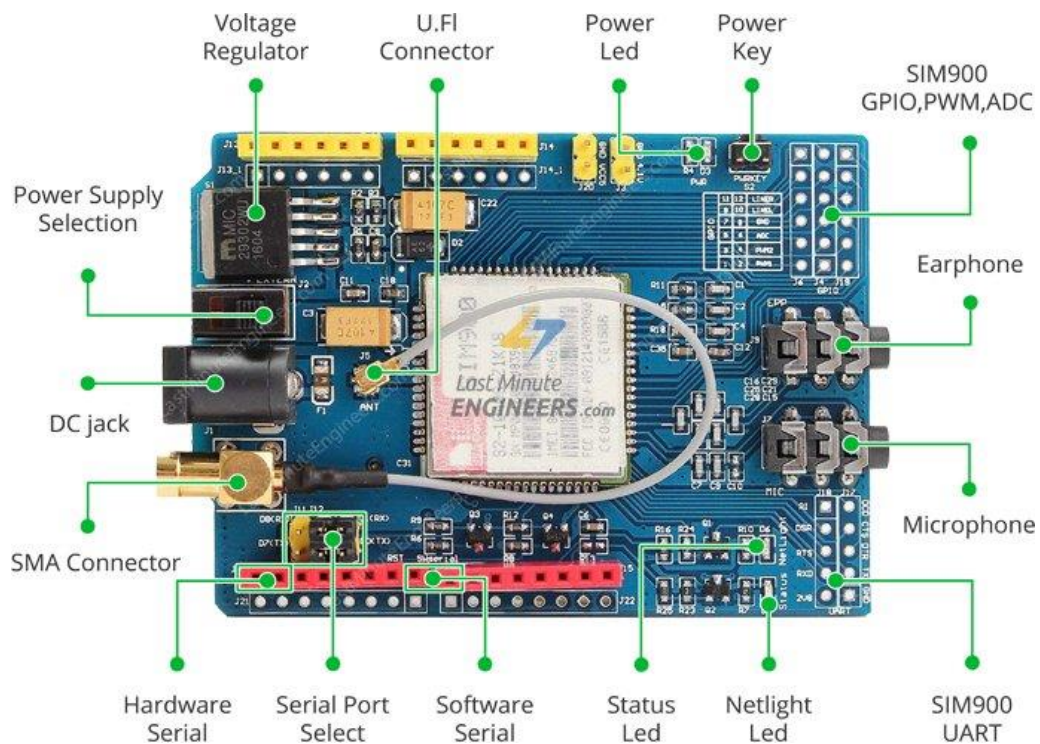


Fig II.25 : Contitution GSM SIM900. [20]

#### d)- Buzzer:

C'est un composant électronique qui émet un signal sonore d'une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz. le buzzer est principalement utilisé pour émettre un son. [16]



Figure II.26 : Buzzer active.

- Le Buzzer est Caractérisé par :
  - Type : Buzzer active
  - Tension de travail: 3.5-5.5v,
  - Courant de travail: < 25mA
  - Dimension PCB: 18.5mm x 15mm (L x P)
  - Fonction de Buzzer : buzz

#### e)- Leds

Led (light-emitting diode),c' est un dispositif opto-électronique capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique. [16]



Fig II.27 :Les Leds.

#### f )-carte de test (breadboard connection)

Est une carte spéciale utilisée pour installer et désassembler des composants électroniques dessus sans avoir besoin de soudure.

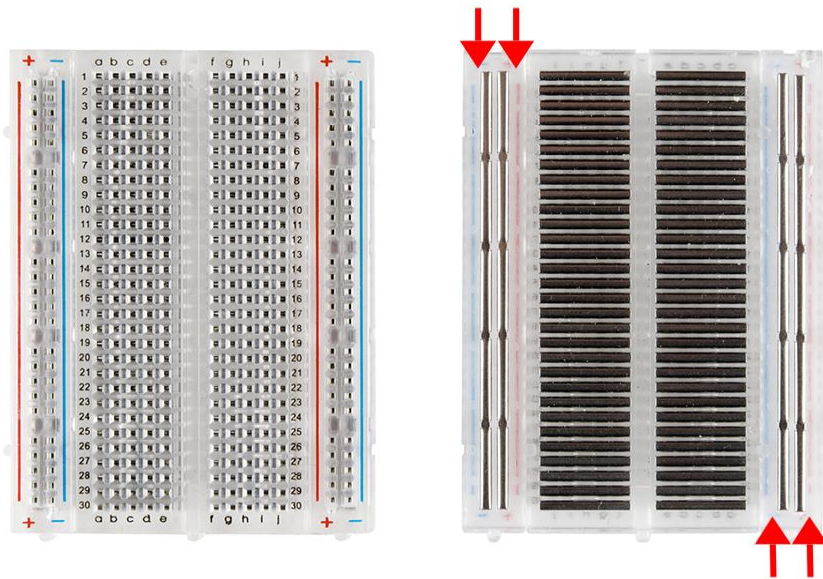


Fig II.28 : Carte de test .[22]

### g)- Résistances

La résistance est le composant électronique le plus utilisé. La résistance limite le courant dans la branche du circuit électrique où elle est insérée. Dans l'univers arduino, elle est principalement utilisée pour : limiter le courant dans une led. [23] [24]



Fig II.29 :Les Résistances

## II-3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le principe de fonctionnement et les caractéristiques de la carte Arduino et nous avons fait le choix du type d'Arduino (ArduinoUNO).

Pour réaliser le projet nous avons expliqué les deux parties essentielles de l'Arduino UNO : partie matérielle et partie de programmation. Ainsi que ses composants est ses éléments constitutifs, afin de mieux exploiter dans la réalisation pratique développée dans le chapitre suivant.

# **Chapitre III :**

## **Réalisation et Simulation**

## III-1 Introduction

La mise en marche de notre système fait l'objet de ce chapitre qui explique le principe de fonctionnement, c'est-à-dire les organigrammes d'un système de sécurité à base de (Sim 900..... etc.) gaz dangereux". Le chapitre précédent était consacré aux détails techniques de notre circuit de contrôle qui est une carte à microcontrôleur Arduino UNO, ainsi qu'au circuit de mesure basé sur différents capteurs MQx.

Dans les sections suivantes, nous présentons les dispositifs nécessaires pour l'affichage, la prévention, la notification et la génération d'alarmes.

## III-2 Partie Hardware

### III-2-1 L'afficheur LCD (Liquide Crystal Display)

L'afficheur a été utilisé pour affichage de la concentration du gaz, cette information est surtout nécessaire pour une personne qualifiée, qui peut vérifier les mesures issues des différents capteurs sans avoir besoin de brancher un PC à la carte Arduino et utiliser un logiciel spécialisé. Les écrans LCD ou écrans à cristaux liquides sont de plus en plus courants dans notre environnement, que ce soit pour afficher des informations utiles ou pour servir de sélecteur de commande. Il existe des écrans de tout type allant du simple afficheur de caractères aux écrans géants couleur. Les écrans les plus couramment utilisés dans des applications Arduino sont les écrans à caractères alphanumérique. [27]

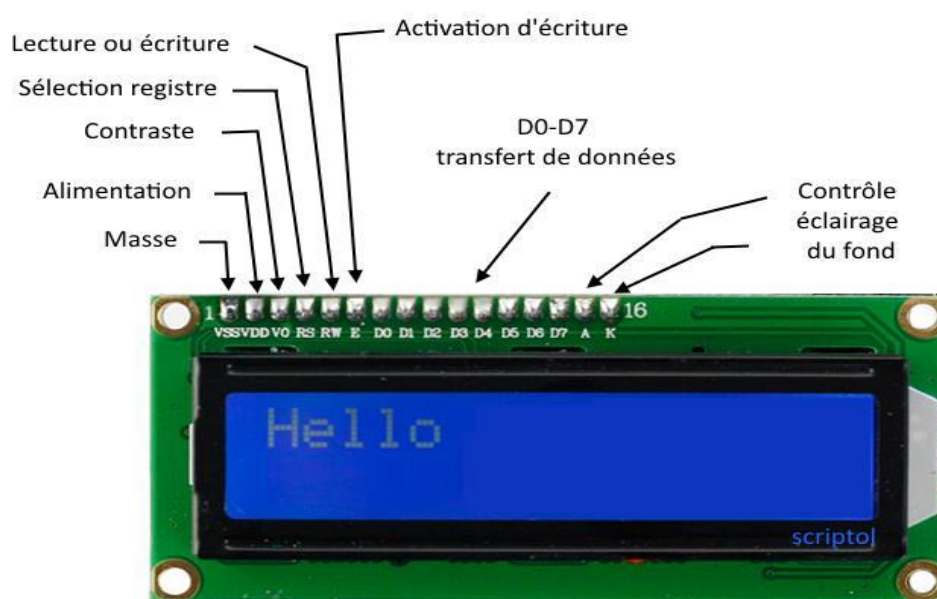


Fig III.1 : Brochage de l'afficheur LCD 16x2.

N°	NOM	Rôle
1	VSS	Masse
2	VDD	+5V
3	VO	Réglage du contraste
4	RS	Sélection du registre (commande ou donnée)
5	R/W	Lecture ou écriture
6	E	Entrée de validation
7 à 14	D0 à D7	Bits de données
15	A	Anode rétroéclairage (+5V)
16	K	Cathode rétroéclairage (masse)

Tab III.1 : branchement de l'afficheur LCD.

Généralement, pour tous les écrans LCD (non graphiques) ce brochage est le même. Les broches utiles qu'il faudra relier à l'Arduino sont les broches 4, 5 (facultatives), 6 et les données (7 à 14 pouvant être réduite à 8 à 14) en oubliant pas l'alimentation et la broche de réglage du contraste. Pour envoyer des données sur l'écran, il suffit de :

1. Placer la broche RS à 1 ou 0 selon que l'on veut envoyer une commande
2. Place sur les 8 broches de données (D0 à D7) la valeur de la donnée à afficher
3. Faire une impulsion sur E d'au moins 450 ns pour indiquer à l'écran que les données sont prêtes

La communication parallèle prend beaucoup de broches, il existe un mode "semi-parallèle". Ce dernier se contente de travailler avec seulement les broches de données D4 à D7 (en plus de RS et E) et il faudra mettre les quatre autres (D0 à D3) à la masse. Il libère donc quatre broches. Dans ce mode, on fera donc deux fois le cycle "envoi des données puis impulsion sur E" pour envoyer un octet complet. On utilisera une librairie nommée *Liquide Crystal* qui se chargera de gérer les timings et l'ensemble du protocole. L'afficheur LCD utilise 6 à 10 broches de données ((D0 à D7) ou (D4 à D7) + RS + E) et deux d'alimentations (+5V et masse). La plupart des écrans possèdent aussi une entrée analogique pour régler le contraste des caractères. On branchera dessus un potentiomètre de 10 k $\Omega$ . Les 10 broches de données peuvent être placées sur n'importe quelles entrées/sorties numériques de l'Arduino. [28]

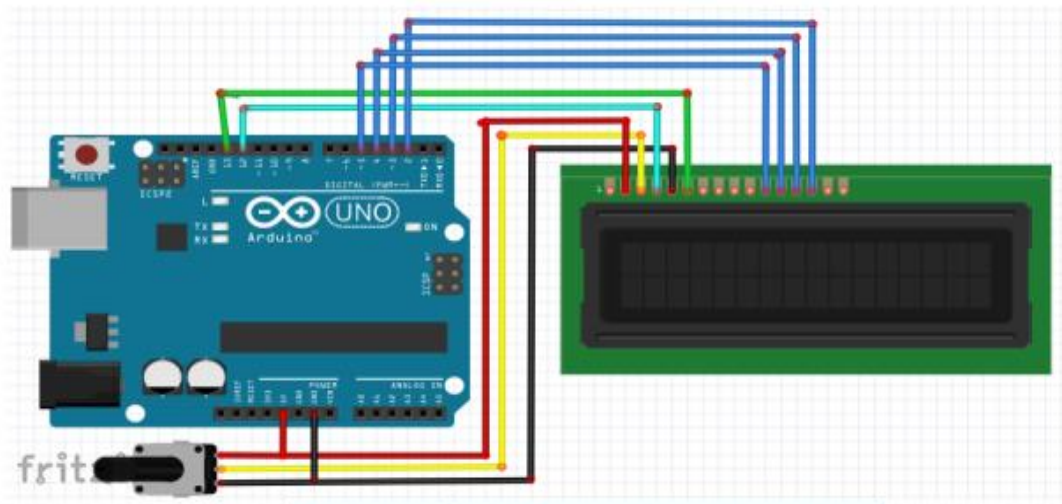


Fig III.2 : Schéma de câblage d'un LCD 16x2 avec Arduino.

### III-2-1-1 Module I2C pour LCD

Les normes I2C (Inter-Integrated Circuit) et SPI (Serial Peripheral Interface) ont été créées pour fournir un moyen simple de transférer des informations numériques entre des capteurs et des microcontrôleurs.

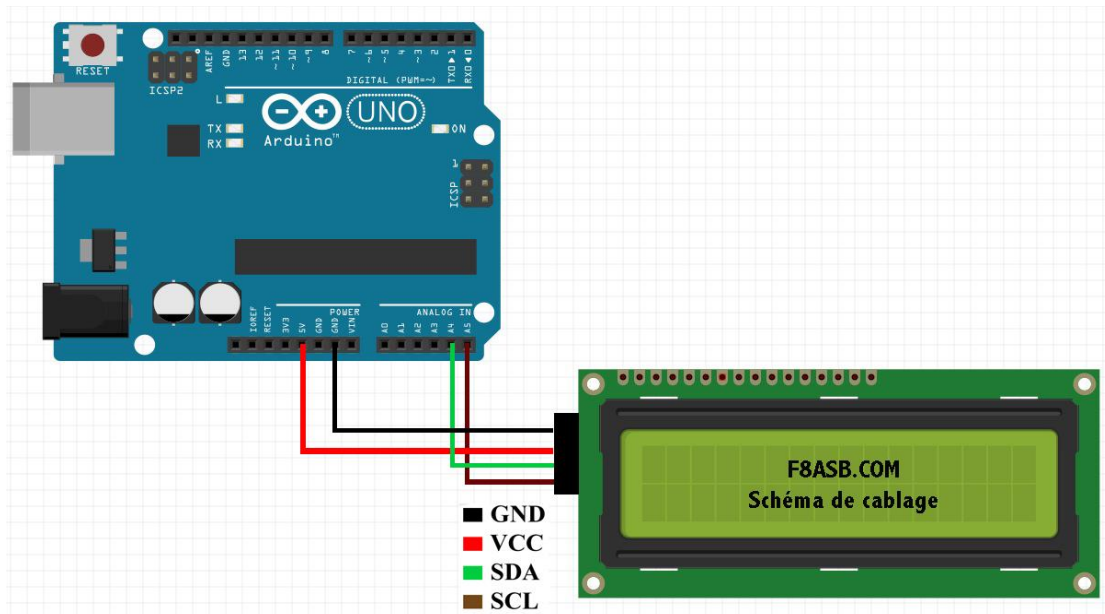


Fig III.3 : Schéma de câblage d'un I2C avec Arduino.

Les bibliothèques Arduino pour I2C et SPI facilitent l'utilisation de ces deux protocoles. Le choix entre I2C et SPI est en général déterminé par les périphériques que l'on souhaite connecter. Certains appareils offrent les deux standards, mais habituellement un périphérique ou une puce ne supporte qu'une seule des deux normes. Les deux connexions du bus I2C se nomment SCL (Serial Clock Line) et SDA (Serial Data line). Elles sont disponibles sur une carte standard Arduino en employant la broche analogique 5 pour SCL qui fournit un signal d'horloge, et la broche analogique 4 pour SDA, qui s'occupe du transfert des données. [28]

### III-2-2 LED

Les LEDs ont été utilisées dans le seul but d'une alerte visuelle.

Une LED verte s'allume lorsque les gaz dangereux ne sont pas détectés dans l'environnement. Dans le cas où ces gaz sont détectés, la LED verte s'éteint et une LED rouge s'allume pour signaler la situation dangereuse.

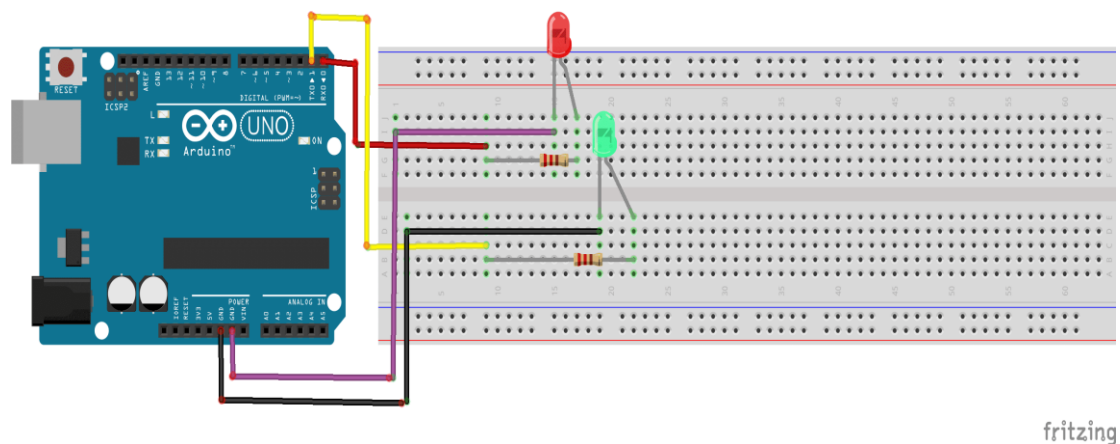


Fig III.4 : Schéma de câblage d'un LED avec Arduino.

### III-2-3 Buzzer(sirène)

Ici pour simuler l'effet d'une sirène, un buzzer est utilisé à sa place pour générer une alarme sonore.

Un buzzer ou un bipper est un dispositif de signalisation audio, qui peut être mécanique, électromécanique ou piézoélectrique. Les utilisations typiques des buzzers et des bippers comprennent les dispositifs d'alarme, les horloges et la confirmation de l'entrée de l'utilisateur, comme un clic de souris ou une frappe de touche.

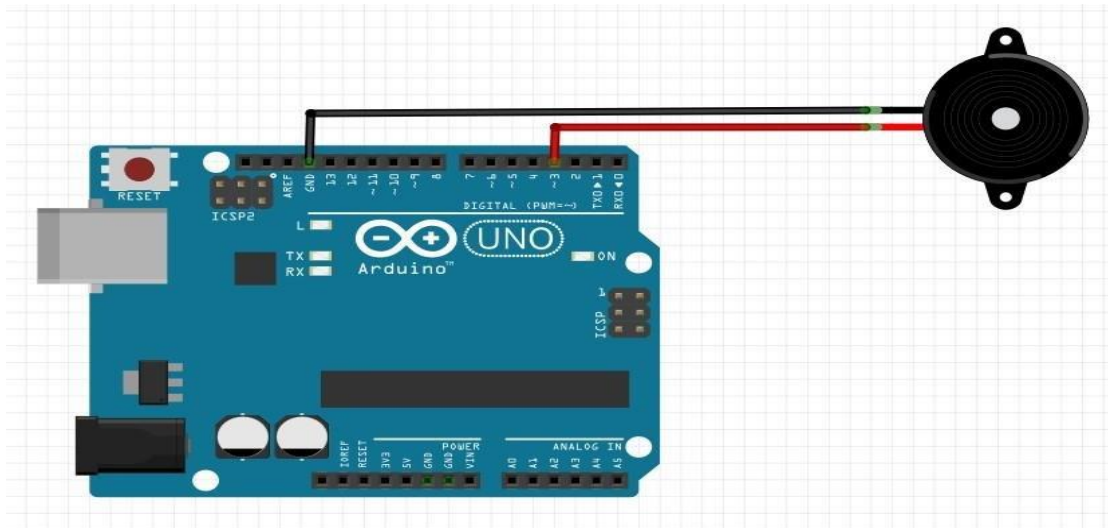


Fig III.5 : Schéma de câblage buzzer avec Arduino.

Le buzzer est une structure intégrée de transducteurs électroniques, d'alimentation en courant continu, largement utilisée dans les ordinateurs, les imprimantes, les copieurs, les alarmes, les jouets électroniques, les équipements électroniques automobiles, les téléphones, les minuteriers et autres produits électroniques pour appareils sonores. Buzzer actif 5V L'alimentation nominale peut être directement connectée à un son continu, ce module dédié à l'extension de capteur et à la carte en combinaison peut compléter une conception de circuit simple [30].

### III-2-4 Module GSM SIM 900

Le SIM900 est un module sans fil fiable et ultra-compact. C'est un module quadri-bande GSM/GPRS complet de type SMT et conçu avec un processeur à puce unique très puissant intégrant un cœur ARM926EJ-S, ce qui vous permet de bénéficier de solutions de petites dimensions et économiques. Doté d'une interface standard de l'industrie, le SIM900 offre des performances GSM/GPRS à 850/ 900/ 1 800/ 1 900 MHz pour la voix, les SMS, le fax et les données dans un petit facteur de forme et avec une faible consommation d'énergie.

Le module Sim 900 nous fournit un moyen de communiquer en utilisant le réseau de téléphonie cellulaire GSM à travers une liaison série, ainsi il nous permet d'atteindre les SMS, MMS, GPRS et audio via UART.

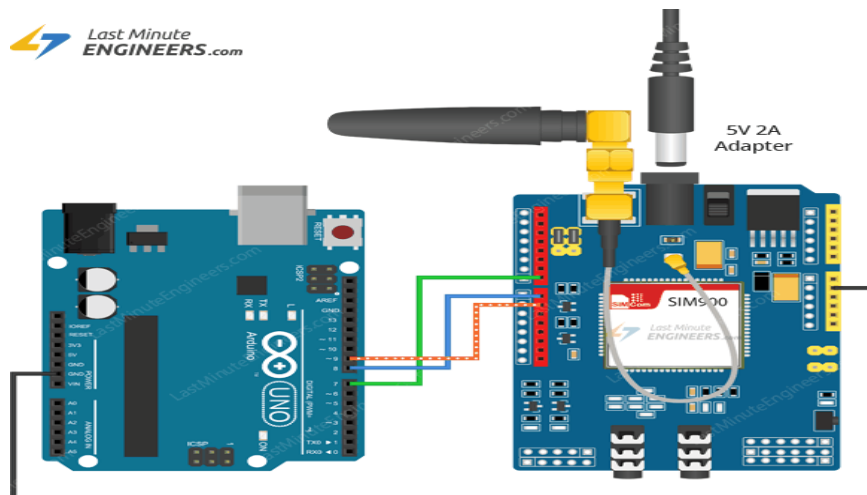


Fig III.6 : Schéma de câblage GSM SIM900 avec Arduino.

### III-2-4- 1 Principales Caractéristiques :

- Quadri-Bande 850 / 900/ 1800 / 1900 MHz (devrait fonctionner avec tous les réseaux GSM de tous les pays).

- GPRS multi-slot class 10/8.

- GPRS mobile station class B.

- Conform à GSM phase 2/2+

Class 4 (2 W @ 850 / 900 MHz)

Class 1 (1 W @ 1800 / 1900MHz)

-Contrôle à l'aide de commandes AT (Commandes standard : GSM 07.07 &07.05).

-Messages SMS (Il est ainsi possible d'envoyer de petites quantités de données via le réseau mobile (ASCII ou données hexadécimales)).

- une stack TCP/UDP (Permettant d'envoyer des données sur un serveur web. Support RTC).

-Port série sélectionnable.

-Prise pour micro et casque.

-Basse consommation (1.5mA(en mode veille)).

-Supporte la norme de température industrielle (-40°C à +85 °C).

-Tension d'entrée 5V 2A ou 12V 1A DC.

### III-2-5 L'application globale

Le système que nous avons réalisé est un système de sécurité qui permet de prévenir un danger dans une société ou un atelier, cela en captant les fuites de gaz, ce dernier est à base d'un microcontrôleur ATMEGA328, ce système alertera soit le propriétaire, soit les autorités prévues par un message, cette tâche se fait à l'aide d'un module GSM appelé Sim 900.

Notre système se compose de Cinq blocs qui sont comme suit :

- Bloc d'Alimentation : Soit par USB, soit par une source de tension régulée .
- Bloc de Détection : Capteur MQ2.
- Bloc d'Interface : Afficheur LCD16x2 .
- Bloc de Gestion du système :MicrocontrôleurATMEGA 328.
- Bloc d'Action de Signalisation : Module GSM Sim900, Buzzer, LED.

Le schéma fonctionnel du système proposé est illustré à la figure (III.7). Parmi les phases les plus importantes dans le développement de l'application,

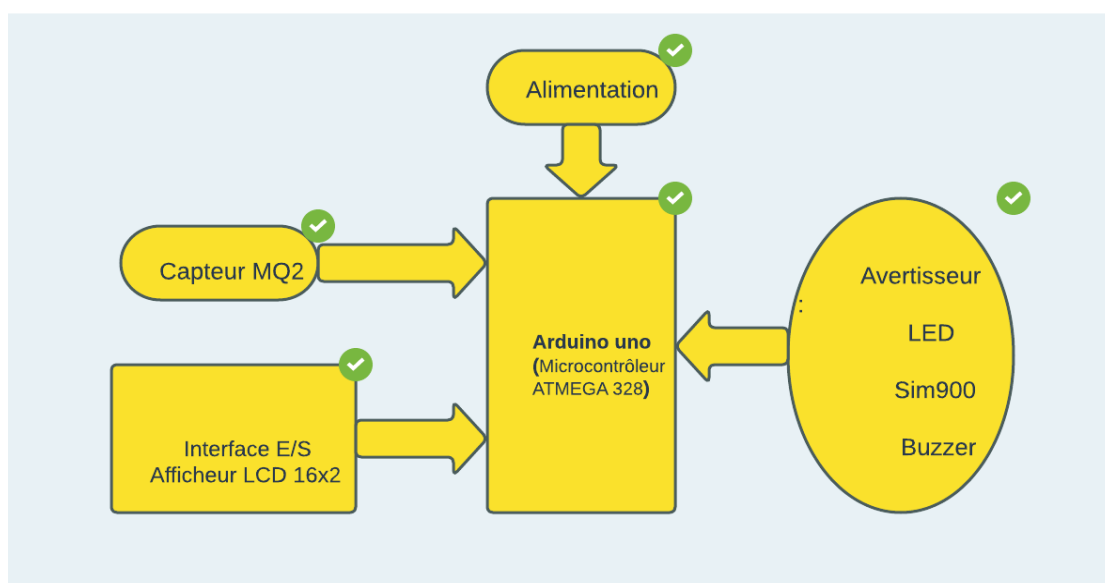


Fig III.7 : Schéma synoptique du montage principal.

la phase de Calibrage du capteur, le meilleur temps de préchauffage du capteur est supérieur à 24 heures. Le capteur de gaz qui est conçu pour interagir avec un microcontrôleur et surveiller en permanence la fuite de gaz dans l'air et l'envoi de ces informations au microcontrôleur. Lorsque la concentration de gaz dépasse le seuil toléré, le microcontrôleur alerte automatiquement le consommateur sur la présence des fuites en envoyant des SMS d'alerte via GSM aux numéros stockés, active la LED (alarme visuelle) et le Buzzer (alarme sonore), La figure III.15 représente notre circuit de simulation (Isis-Proteus) [29].

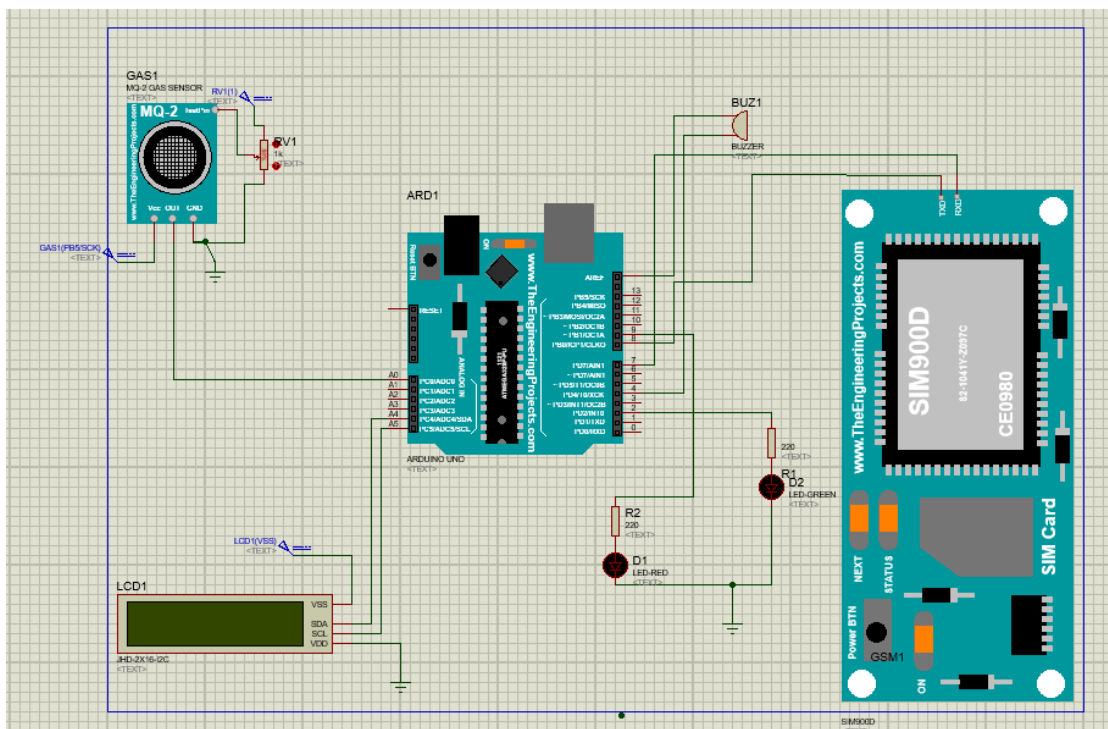


Fig III.8 : Schéma du circuit de simulation (Isis-Proteus).

La figure III.16 montre l'image de l'ensemble de l'application pratique: Arduino UNO, capteur MQ2 , GSM SIM 900, Buzzer, afficheur ,deux led's.

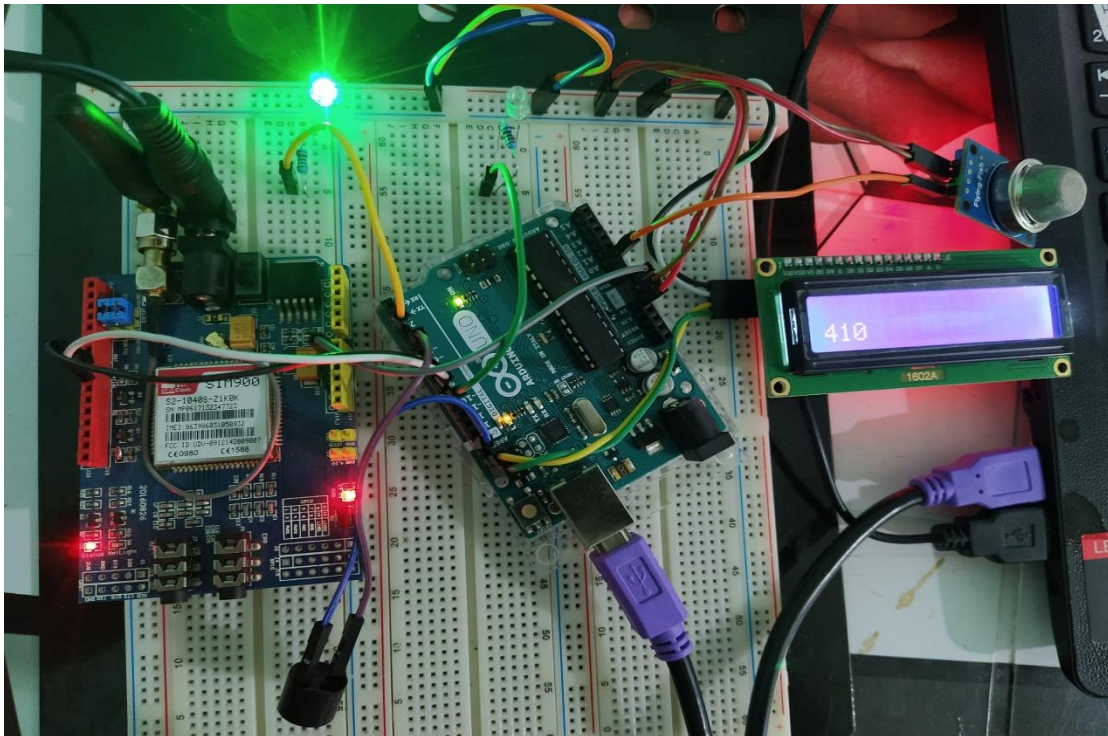


Fig III.9 : L'application réelle du circuit de détection de gaz.

### III-3 Partie Software

Pour programmer les étapes de fonctionnement de notre système, l'environnement Arduino - IDE est utilisé. Notre programme comporte différentes routines ; chacune est destinée à remplir une tâche spécifique :

1. Le « Programme Principal » : où on configure le microcontrôleur pour les différentes entrées analogiques et numériques, ainsi que les sorties digitales à utiliser. Aussi, on déclare les différentes constantes relatives aux nombres d'échantillons et l'intervalle d'échantillonnage à prendre dans les phases de calibration et de mesure, la résistance de charge utilisée et les points de mesure qui donnent la résistance relative par rapport à la concentration du gaz mesuré en échelle logarithmique, cette dernière dépend du type de gaz ainsi que du capteur utilisé .

2. La fonction « Lecture » : cette routine est destinée à donner une valeur moyenne des mesures issues du capteur après conversion analogique numérique, et ceci pour la mesure et le calibration.

3. La fonction « Alarme » : qui permet d'envoyer un SMS d'alerte aux numéros stockés, activer l'alarme visuelle (LED rouge), activer l'alarme sonore (Buzzer) [29].

### III-3-1 Organigrammes adopté à la réalisation du système :

#### III-3-2-1 Résumé de l'Organigramme du système :

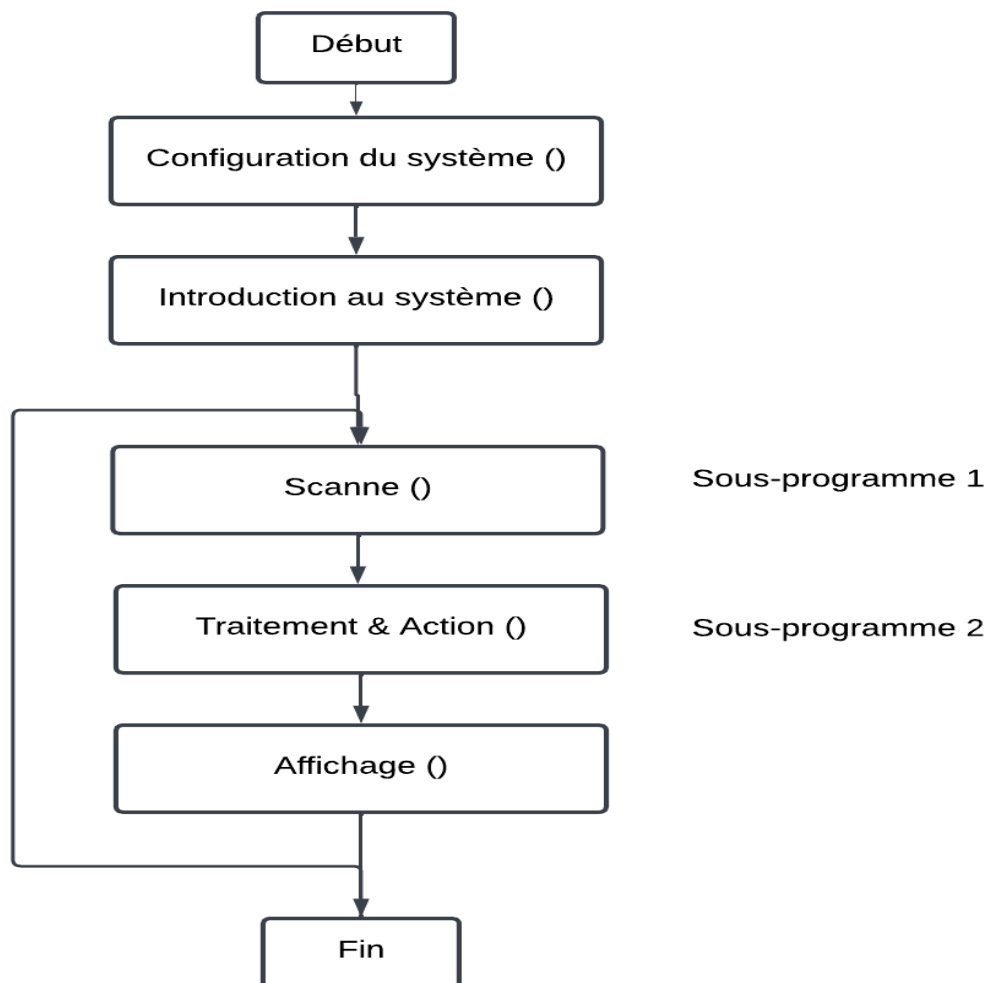


Fig III. 10 : Organigramme du programme principal.

## III-3-2-2 Organigramme du sous-programme Traitement &amp; Action :

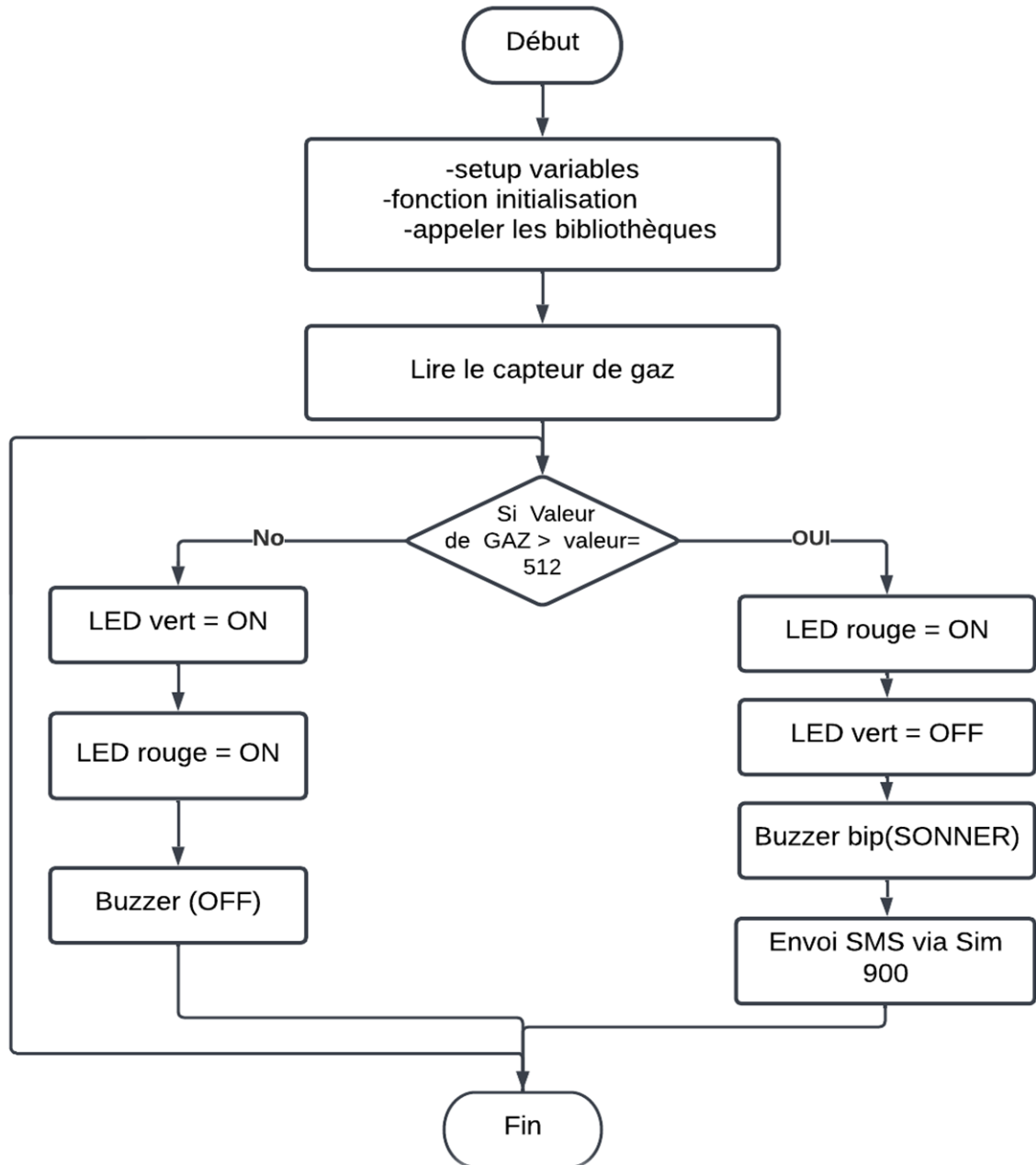


Fig III. 11 : Organigramme du sous-programme Traitement &amp; Action.

## III-4 Code source du programme sur Arduino

[code]

// include the library code:

#include &lt;LCD\_I2C.h&gt;

```
#include <SoftwareSerial.h>

//Create software serial object to communicate with SIM900
SoftwareSerial mySerial(7, 8); //SIM900 Tx & Rx is connected to Arduino #7 & #8

int buzzer = 4;

int sensorPin = A0;

LCD_I2C lcd(0x27, 16, 2);

int green=2;

int red=9;

void setup() {

  pinMode (buzzer, OUTPUT);

  lcd.begin();

  lcd.backlight();

  //Begin serial communication with Arduino and Arduino IDE (Serial Monitor)

  Serial.begin(9600);

  //Begin serial communication with Arduino and SIM900

  mySerial.begin(9600);

  Serial.println("Initializing...");

  delay(1000);

  pinMode(red, OUTPUT);

  pinMode(green, OUTPUT);

}

void loop() {

  int val = analogRead (sensorPin);

  lcd.setCursor(0, 0);

  lcd.print("");

  lcd.setCursor(0, 1); // columns * rows

  lcd.print(val);

  delay(500);
```

```
if (val>512){
    digitalWrite(buzzer,HIGH);
    digitalWrite(red,HIGH);
    digitalWrite(green,LOW);
    sendsms();
    mySerial.write(26);
    delay(1000);
}
else
{
    digitalWrite(buzzer,LOW);
    digitalWrite(red,LOW);
    digitalWrite(green,HIGH);
    delay(1000);
}
}
void sendsms()
{
    mySerial.println("AT"); //Handshaking with SIM900
    updateSerial();
    mySerial.println("AT+CMGF=1"); // Configuring TEXT mode
    updateSerial();
    mySerial.println("AT+CMGS=\"+213699426996\"");//change ZZ with country code
and xxxxxxxxxxxx with phone number to sms
    updateSerial();
    mySerial.print("warning"); //text content
    updateSerial();
```

```
delay(100);  
mySerial.write(26);  
}  
void updateSerial()  
{  
  delay(500);  
  while (Serial.available())  
  {  
    mySerial.write(Serial.read());//Forward what Serial received to Software Serial Port  
  }  
  while(mySerial.available())  
  {  
    Serial.write(mySerial.read());//Forward what Software Serial received to Serial Port  
  }  
}  
[/code]
```

### **III-5 Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons abordé la réalisation d'un projet appliqué, qui est la réalisation d'un dispositif d'alarme sensible au gaz au moyen d'une carte Arduino et d'un module GSM, après avoir identifié les composants les plus importants de cet appareil et la manière de les connecter à l'Arduino à l'aide du logiciel Freezing, nous avons écrit le programme nécessaire pour ce projet à l'aide du programme Arduino, en plus de vérifier la validité du fichier programme et de nous assurer également de la connexion correcte des différents composants de l'appareil, afin que le fichier programme soit ensuite téléchargé sur l'Arduino, dans le but de vérifier la validité du projet, nous avons réalisé une série d'expériences, à travers lesquelles nous nous sommes assurés que le programme fonctionne selon nos désirs et selon les objectifs du projet.

Le résultat de ce travail pratique a été positif, si bien que nous avons pu maîtriser de nombreuses compétences dans le domaine de la programmation Arduino ,et nous avons appris beaucoup de choses que nous ne savions pas dans ce domaine merveilleux.En effet, ce chapitre se distingue par son plaisir, son suspense et son envie de travailler et de performer.



# **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

L'utilisation du gaz comme source d'énergie est essentielle dans notre vie, il y a des risques pour cette utilisation sur la vie humaine en cas de fuites, en particulier le monoxyde de carbone qui reste la première cause d'accidents domestiques mortel en Algérie.

Dans ce contexte, nous avons proposé un système pour la détection et la mesure de concentration de gaz toxiques (monoxyde de carbone et méthane), ainsi que pour la prévention et l'alerte. Ce système peut être aussi très important dans les environnements domestiques et industriels, et cela peut contribuer à sauver la vie humaine et conserver les biens.

Ce projet nous a permis de faire le lien entre l'étude théorique d'un montage électronique et sa réalisation pratique avec un aspect pluridisciplinaire qui englobe électrique et l'électronique et l'informatique industrielle(programation).

Pour développer cette application, plusieurs étapes progressives ont été entamées, puis finalisées par l'application globale, ou dans chaque étape, deux partie pour la conception sont faites ; une partie software : qui consistait en la programmation en langage C dans l'environnement Arduino IDE ; et une partie hardware : qui consistait à simuler nos circuits sur une plateforme de simulation (ISIS PROTEUS) et puis à la réalisation pratique.

Les résultats achevés montrent l'efficacité du système dans la détection et l'alerte en temps réel de la présence d'un des gaz dangereux, et son extensibilité à d'autres types de gaz.

Comme travaux futurs, nous envisagerons d'améliorer les performances de l'application en introduisant des dispositifs d'étalonnage plus avancés, tout en réduisant le coût dans le but de les obtenir comme produit commercialisable à faible coût.

### **Résultats et difficultés**

Après avoir terminé la rédaction des instructions, nous nous assurons que le programme est exempt de toute erreur en appuyant sur le bouton Verify du programme Arduino IDE.

Après cela, nous connectons la carte Arduino à l'ordinateur via une connexion USB, puis nous cliquons sur le bouton "upload", le programme est téléchargé sur la carte arduino, nous remarquons que de petites LED fonctionnent sur une carte Arduino écrite à côté TX et RX et c'est la preuve de l'envoi d'un programme que nous avons écrit sur la carte arduino.

Après avoir terminé le téléchargement du programme, nous effectuons une série d'expériences pour déterminer l'efficacité du projet. Dans le cas normal, nous

remarquons l'apparition d'un petit pourcentage du gaz provenant du capteur affiché à l'écran Avec seulement le voyant vert allumé, il n'y a pas de fuite de gaz.

Mais dans le cas où la concentration de gaz dépasse la valeur minimale définie (512) dans le programme, l'appareil déclenchera l'alarme et le voyant rouge s'allumera en même temps, indiquant une fuite de gaz et envoyant un message instantané par SIM 900 au téléphone qui y est connecté.

Constatant des difficultés à programmer le boîtier de communication SIM 800L et à le connecter à la carte Arduino, ainsi que la présence d'un défaut technique sur ce boîtier dû à sa faible qualité par rapport au SIM 900 ,sans parler de la rareté et de la cherté de cet élément.

Le coût élevé du kit Arduino et sa disponibilité dans quelques états comme la capitale et Mostaganem uniquement, ce projet coûte environ 10000 DA.

En ce qui concerne les simulations, l'unité GSM sim 900 de notre projet n'a pas pu être simulée car nous avons eu des difficultés à la connecter, à la programmer et à la communiquer avec le destinataire.

Manque de temps et manque de moyens pour concrétiser l'idée initiale du projet, qui est de construire une maison sécurisée, où lorsque le gaz fuit, l'alarme se déclenche en ouvrant les fenêtres et en allumant le ventilateur pour ventiler le lieu, ainsi qu'en coupant partiellement l'électricité pour éviter une étincelle qui pourrait conduire à une éventuelle explosion une future idée de développement pour le projet.

---

## Bibliographies

- [1]. Dräger Safety AG & Co. KGaA Lübeck « Livre de poche des capteurs Dräger Sensor et détecteurs portables de gaz » 4e Edition, Germany 2019.
- [2]. --, Spéciale les accidents domestiques, Disponible à : [www.cna.dz/.../1/.../RP\\_Spéciale\\_Accidents\\_Domestiques\\_2015.pdf](http://www.cna.dz/.../1/.../RP_Spéciale_Accidents_Domestiques_2015.pdf). Consulté pendant avril 2022.
- [3].-- , Pourcentage monoxyde de carbone en algerie et sont morts en une annee, Disponible à : <https://www.presse-dz.com/revue-de-presse/monoxyde-de-carbone-300-algeriens-sont-morts-en-une-annee> , Consulté pendant avril 2022.
- [4] --, Nouvelles d'accident de gaz, Disponible à : [www.liberte-algerie.com/actualite/alerte-aux-accidents-de-gaz-85551](http://www.liberte-algerie.com/actualite/alerte-aux-accidents-de-gaz-85551), Consulté pendant avril 2022.
- [5]. --, Les concentrations toxiques de gaz , Disponible à : <https://www.centreatipoisons.be/monoxyde-de-carbone/le-monoxyde-de-carbone-co-en-d-tail/quelles-sont-les-concentrations-toxiques-de>, Consulté pendant avril 2022.
- [6]. --, Antoinette ACCORSI- Traite de l'utilisation des détecteurs de gaz pour l'explosimétrie et la toxicométrie, Disponible à : <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/mesures-analyses-th1/metrologie-relative-aux-gaz-42539210/explosimetres-detecteurs-de-gaz-r2380/>, Consulté pendant avril 2022.
- [7] . , Disponible à : <https://docs.particle.io/assets/datasheets/electronsensorkit/MQ-2.pd> , Consulté pendant mai 2022.
- [8]. Généralité sur capteur MQ2 , Disponible à : [http://www.hdevbot.com/datasheet/datasheet\\_MQ-2.pdf](http://www.hdevbot.com/datasheet/datasheet_MQ-2.pdf), Consulté pendant mai 2022.
- [9]. Caractéristique sur capteur MQ7, Disponible à : <http://fr.hobbytronics.co.uk/mq7-carbon-monoxide-sensor>, Consulté pendant mai 2022.
- [10] .Généralité sur capteur MQ7, Disponible à : <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-7.pdf>, Consulté pendant mai 2022.
- [11] Généralité sur la carte arduino , Disponible à : <http://www.arduino.cc/>, Consulté pendant mai 2022.
- [12].--, Qu'est-ce qu'un microcontrôleur ? univ-mlv, Disponible à : <http://www-igm.univmlv.fr/~dr/XPOSE2002/robotique/chapitres/MicrocontroleurWhat.htm>, Consulté pendant avril 2022.

- [13]. Microcontroller atmega328 , Disponible  
à :<https://www.mrwatt.eu/en/shop/electronics-and-domotics/arduino-uno-rev3-with-microcontroller-atmega328-100-compatible.html>, Consulté pendant mai 2022.
- [14]. Les accessoires d'une carte arduino , Disponible  
à :<http://www.ShieldList.org/>, Consulté pendant mai 2022.
- [15]. ZIOUECHE DJAWED, MEBREK SALAH EDDINE. Réalisation d'un capteur de présence piloté par Arduino. Tlemcen : Université Aboubakr Belkaïd, Faculté de Technologie, 2016.
- [16]. ZERROUKI Mohamed Amine, NESNAS Riadh. Conception et réalisation d'un système de commande d'une habitation. TIZI-OUZOU : Université Mouloud Mammeri, Faculté de génie électrique et informatique, 2018.
- [17]. MANSOUR Amir. Etude et réalisation d'un système de sécurité basé sur module GSM Sim 900 via ATMEGA 328. TIZI-OUZOU : UNIVERSITE Mouloud MAMMERI , Faculté de génie électrique et informatique, 2018.
- [18]. Aghiles ABED Hassina, KACI MOUSSA. Conception et réalisation d'un système de régulation à base d'un microcontrôleur. Tizi-Ouzou : Université Mouloud Ammeri , Faculté de génie électrique et informatique, le 12 juillet 2018.
- [19]. Architecture interne de la carte arduino, Disponible  
à :[https://www.researchgate.net/figure/Figure-16-Architecture-interne-de-la-carte-Arduino-Due\\_](https://www.researchgate.net/figure/Figure-16-Architecture-interne-de-la-carte-Arduino-Due_), Consulté pendant avril 2022.
- [20]. Les afficheurs à cristaux liquides. aurel32, Disponible  
à :<https://www.aurel32.net/elec/lcd.php/>, Consulté pendant avril 2022.
- [21]. Unité de communication GSM SIM900 , Disponible à :<https://electronics-go.com/sim900-gsm-gprs/>, Consulté pendant avril 2022.
- [22]. Constitution de module GSM SIM900, Disponible  
à :<https://lastminuteengineers.com/sim900-gsm-shield-arduino-tutorial/>, Consulté pendant avril 2022.
- [23]. Carte de test (breadboard connection), Disponible à : <https://robx.org/en/wiki-en/electronics/prototyping-electronics/how-to-use-a-breadboard/>, Consulté pendant avril 2022.
- [24]. Les résistances électriques, Disponible à :  
<https://www.cdiscount.com/bricolage/electricite/resistance-sourcingmap-r-50-x-resistances-200-ohm/f-1661416-sou0608641706857.html>, Consulté pendant avril 2022.

- [25]. Généralité sur les résistances électriques , Disponible  
à :<http://www.elektronique.fr/cours/resistance/resistance.php>, Consulté pendant avril 2022.
- [26]. Nicolas GOILAV Geoffrey LOI «Arduino» (page12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 267, 268, 302, 303) , Consulté pendant avril 2022.
- [27]. Branchement l'afficheur avec arduino, Disponible à :  
[projet.eu.org/pedago/sin/tutos/arduino.odt](http://projet.eu.org/pedago/sin/tutos/arduino.odt), Consulté pendant avril 2022.
- [28] . Câblage d'un I2C avec une carte arduino , Disponible  
à :[electroniqueveynes.free.fr/IMG/pdf/Bus\\_I2C.pdf](http://electroniqueveynes.free.fr/IMG/pdf/Bus_I2C.pdf), Consulté pendant avril 2022.
- [29] .Boudjedir Imen. UN SYSTEME EMBARQUE POUR LA DETECTION DES GAZ DANGEREUX. OUM EL BOUAGUI :UNIVERSITE LARBI BEN M'HIDI , FACULTE DES SCIENCES ET SCIENCES APPLIQUEES, 2017.
- [30]. Généralité sur le Module buzzer, Disponible  
à :[tinkbox.ph/sites/tinkbox.ph/files/.../5V\\_BUZZER\\_MODULE.pdf](http://tinkbox.ph/sites/tinkbox.ph/files/.../5V_BUZZER_MODULE.pdf), Consulté pendant avril 2022.

# **ANNEXE**

## I .Câblage du module MQ-2 avec Arduino UNO

Outre la détection, le MQ-2 peut fournir la concentration du gaz dans l'air. Pour faire, il suffit de connecter le module avec la carte Arduino (voir figure I.1) .

La première étape consiste à connecter respectivement les broches VCC et GND du MQ-2 aux broches 5V et GND de l'Arduino .

Ensuite, il suffit de connecter la sortie analogique du MQ-2 (A0) avec une entrée analogique d'Arduino, ou de connecter la sortie numérique du module (D0) avec une entrée numérique de la carte Arduino UNO .(comme le MQ-2 n'existe pas dans la bibliothèque fritzing j'ai trouvé le MQ-3 très similaire)

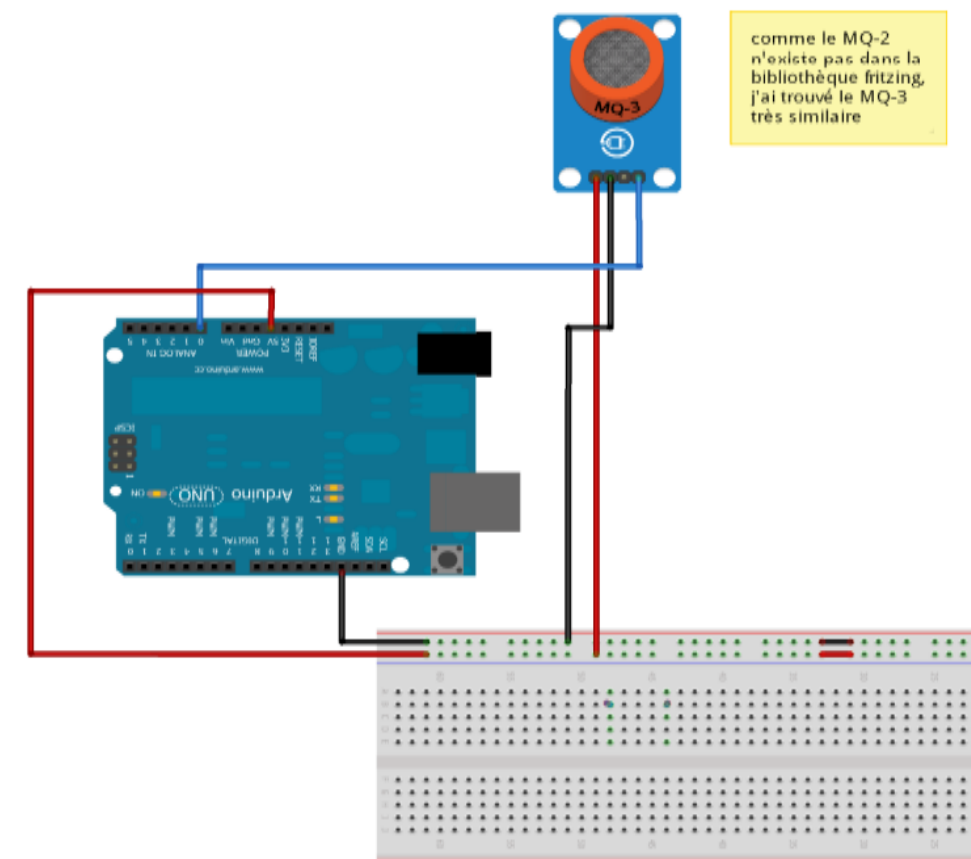


Fig 1 : Le bloc de détection de gaz sous Fritzing.

## II. Conception de systeme



Fig 2 : La face externe

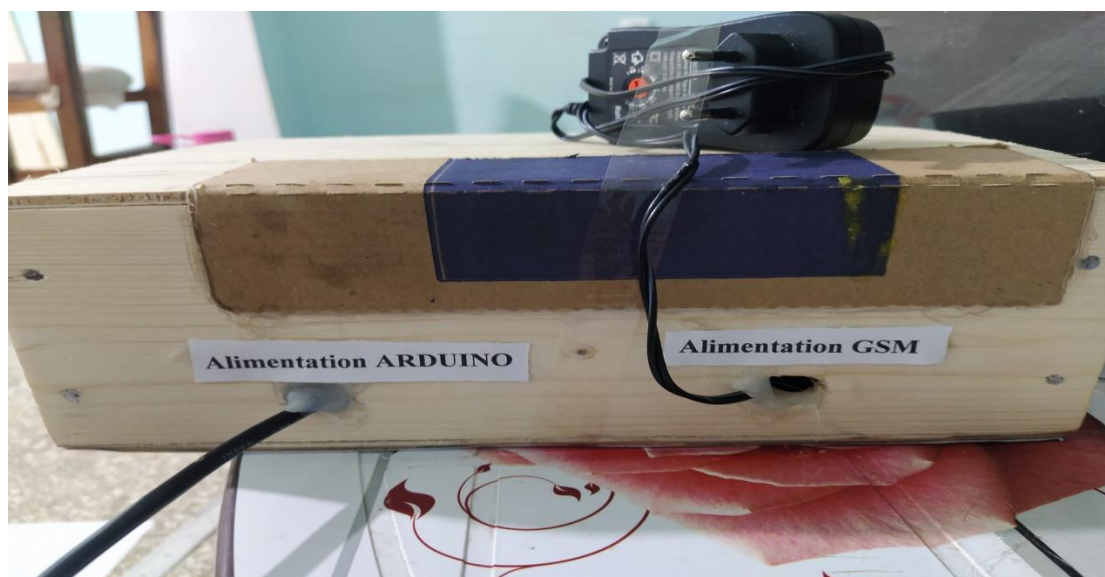


Fig 3 : La face arriere

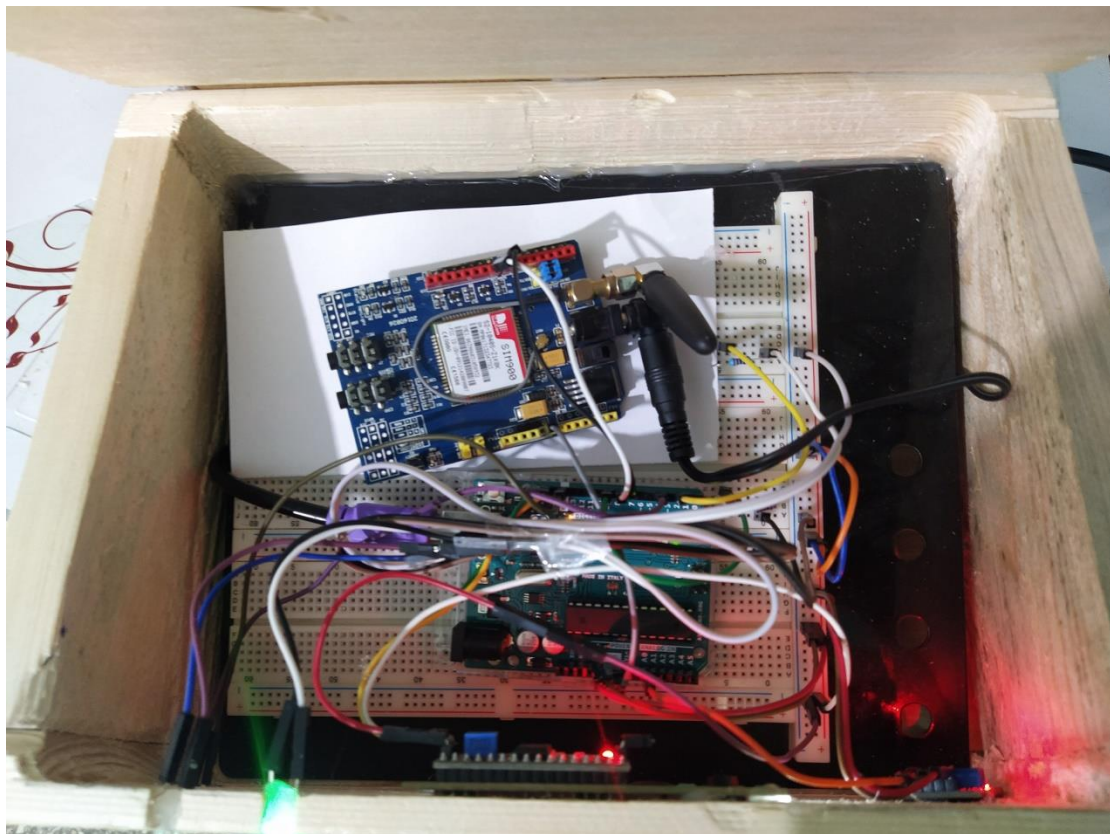


Fig 4 : La face interne