

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**



جامعة محمد بوضياف - المسيلة  
Université Mohamed Boudiaf - M'sila

**Faculté de Technologie**  
**Département d'électronique**

## **MINI-PROJET DE FIN D'ETUDE**

En vue de l'obtention du diplôme de :

**LICENCE**

**En Électronique**

**Option : Électronique**

*Thème*

---

**Réalisation d'un détecteur de gaz à base du  
microcontrôleur ATMega328**

---

**Préparé par :**

CHOUIREB Elmahdi

BARKATI Badreddine

BOUGOUTTAYA Salahedine

BOUGOUTTAYA Youcef

**Proposé et dirigé par :**

SAHED Mohamed

*Année universitaire : 2018/2019*

## Table des matières

Introduction générale.....	3
Chapitre 1 : Développement du travail réalisé .....	4
1.1. Introduction.....	4
1.2. Schéma électrique du montage .....	4
1.3. Etude des composants.....	4
1.3.1. Le microcontrôleur ATmega328.....	4
1.3.2. Capteur de gaz MQ135 .....	5
1.3.3. Afficheur LCD .....	8
1.3.4. LED.....	8
1.3.5. Buzzer .....	9
1.4. Programmation de l'ATmega328.....	9
1.4.1. Programme C élaboré .....	9
1.4.2. Boot Loader Arduino .....	11
Chapitre 2 : Simulation et routage.....	12
2.1. Introduction .....	12
2.2. Présentation de l'ISIS.....	12
2.3. Carte d'acquisition .....	12
2.4. Présentation de l'ARES.....	13
2.5. Routage du détecteur de gaz sur ARES.....	13
Chapitre 3 : Réalisation pratique.....	14
3.1. Introduction .....	14
3.2. Etalonnage du capteur MQ135.....	14
3.3. Etapes de réalisation pratique de la carte .....	14
3.3.1. Typon.....	14
3.3.2. Insolation.....	15
3.3.3. Révélation.....	16
3.3.4. Gravure .....	16
3.3.5. Perçage .....	16
3.3.6. Test du circuit imprimé.....	16
3.3.7. Soudure.....	16
3.4. Résultat de la réalisation pratique de la carte.....	17
Conclusion.....	18
Références bibliographiques.....	19

## Introduction générale

La sécurité humaine joue un rôle important dans le monde d'aujourd'hui et il est nécessaire que des systèmes de sécurité efficaces soient installés dans des environnements domestiques et industriels et dans des établissements d'éducation.

Durant ces dernières années, des chiffres alarmants ont été enregistré en Algérie sur le phénomène des décès par asphyxie par des gaz dangereux. Des centaines de citoyens trouvent la mort par intoxication au monoxyde de carbone (CO), ceci surtout à l'approche de chaque saison hivernale. Plusieurs raisons sont à l'origine de cette catastrophe, dont on peut citer : la mauvaise aération, la contrefaçon, les mauvaises installations et le non-respect des normes d'entretien. A ce risque s'ajoute aussi, le risque lié aux fuites du gaz naturel inflammable le méthane CH<sub>4</sub>, qui présente des risques d'explosion qui mettent les personnes et les immeubles en danger.

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

CO (ppm)	% CO dans l'air	Symptômes
100	0.01	
200	0.02	Maux de tête, vertiges, nausées, fatigue
400	0.04	Maux de tête intenses, danger de mort après 3 heures
800	0.08	Maux de tête, vertiges, nausées. Perte de connaissance en 45 min, décès après 2-heures.

### Objectif du mini-projet

L'objectif de ce projet est la réalisation d'un circuit électronique de détection des gaz dangereux si leur quantité dans l'atmosphère dépasse le seuil de 400 ppm. Le montage réalisé ici informe l'utilisateur du risque en allumant un feu rouge, en émettant une alerte sonore et en affichant la concentration en ppm sur un écran LCD 16X2.

## Chapitre 1 : Développement du travail réalisé

### 1.1. Introduction

Nous présentons dans ce chapitre les différentes étapes et les composants nécessaires pour la réalisation de notre projet qui consiste à fabriquer un détecteur de gaz à base du microcontrôleur ATmega328. Une grande partie dans ce chapitre est consacrée aux détails techniques relatifs à notre circuit de commande, ainsi qu'au circuit de mesure basé sur le capteur MQ135, les équipements nécessaires pour l'affichage, la notification et la génération d'alarme.

### 1.2. Schéma électrique du montage

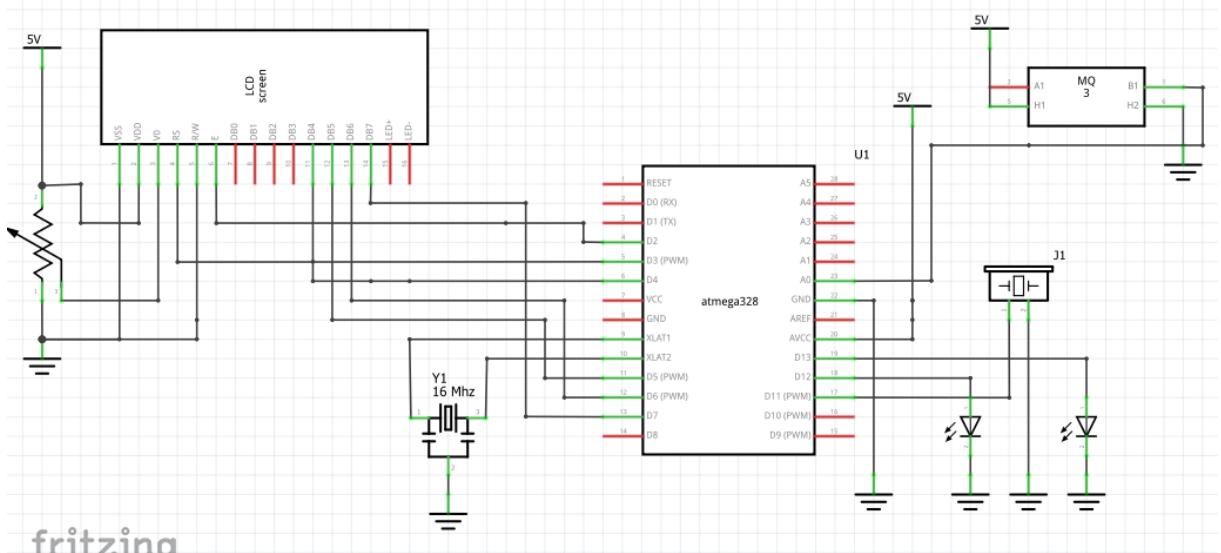


Figure 1.1 – Schéma électrique de projet réalisé

### 1.3. Etude des composants

#### 1.3.1. Le microcontrôleur ATmega328

Le microcontrôleur ATmega328 est un circuit intégré qui rassemble sur une puce plusieurs éléments complexes dans un espace réduit au temps des pionniers de l'électronique.

Aujourd'hui, en soudant un grand nombre de composants encombrants : tels que les transistors, les résistances et les condensateurs, tout peut être logé dans un petit boîtier en plastique noir muni d'un certain nombre de broches dont la programmation peut être réalisée en langage C.

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

- ✓ **La mémoire Flash** : C'est celle qui contiendra le programme à exécuter. Cette mémoire est effaçable et réinscriptible mémoire programme de 32Ko.
- ✓ **La mémoire RAM** : c'est la mémoire dite "vive", elle va contenir les variables du programme. Elle est dite "volatile" car elle s'efface si on coupe l'alimentation du microcontrôleur. Sa capacité est 2 ko.
- ✓ **La mémoire EEPROM** : C'est le disque dur du microcontrôleur. On y enregistre des infos qui ont besoin de survivre dans le temps, même si la carte doit être arrêtée. Cette mémoire ne s'efface pas lorsque l'on éteint le microcontrôleur ou lorsqu'on le reprogramme. [1]

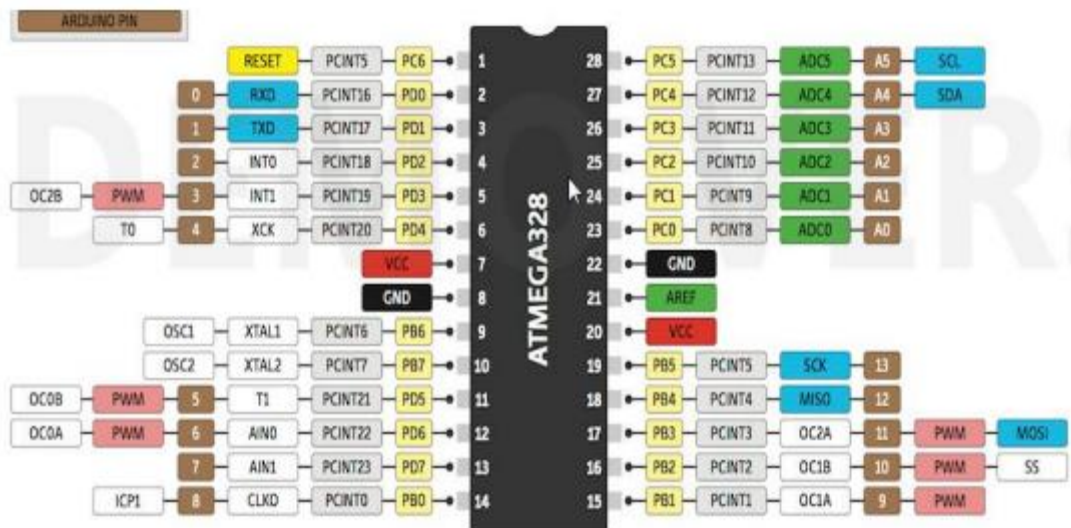


Figure 1.2 – Microcontrôleur ATmega328

### 1.3.2. Capteur de gaz MQ135

- ✓ *Description*

Le capteur de gaz MQ135 est un instrument électronique permettant la détection de la pollution d'air (dans la maison et l'industrie). Il peut détecter le NH<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, l'alcool, le Benzene, la fumée, CO<sub>2</sub>, etc., basant sur son temps de réponse rapide. Les mesures peuvent être prises dès que possible. De plus, la sensibilité peut être réglée par un potentiomètre intégré. [2]

✓ **Caractéristiques**

**a. Condition de travail standard**

Symbole	Nom du paramètre	Condition technique	Remarques
vc	Tension de circuit	5V±0.1	AC OU DC
VH	Tension de chauffage	5V±0.1	AC OU DC
RL	Résistance de charge	Peut ajuster	
RH	Résistance de chauffage	33Ω±5%	Température ambiante
PH	Consommation de chauffage	Moins de 800mW	

**b. Caractéristiques de sensibilité**

Symbole	Nom du paramètre	Paramètre technique	Remarques
Rs	Résistance à la détection	30KΩ-200KΩ (100ppm NH <sub>3</sub> )	Detecting concentration scope 10ppm-300ppm NH <sub>3</sub> 10ppm-1000ppm Benzene 10ppm-300ppm Alcohol
α (3000ppm/1000ppm CH <sub>4</sub> )	Concentration Taux de pente	≤0.65	
Condition de détection standard	Temp: 20±2 Vc:5V±0.1 Humidity: 65%±5% Vh: 5V±0.1		
Temps de préchauffage	Plus de 24 hour		

**c. Courbe caractéristique de sensibilité**

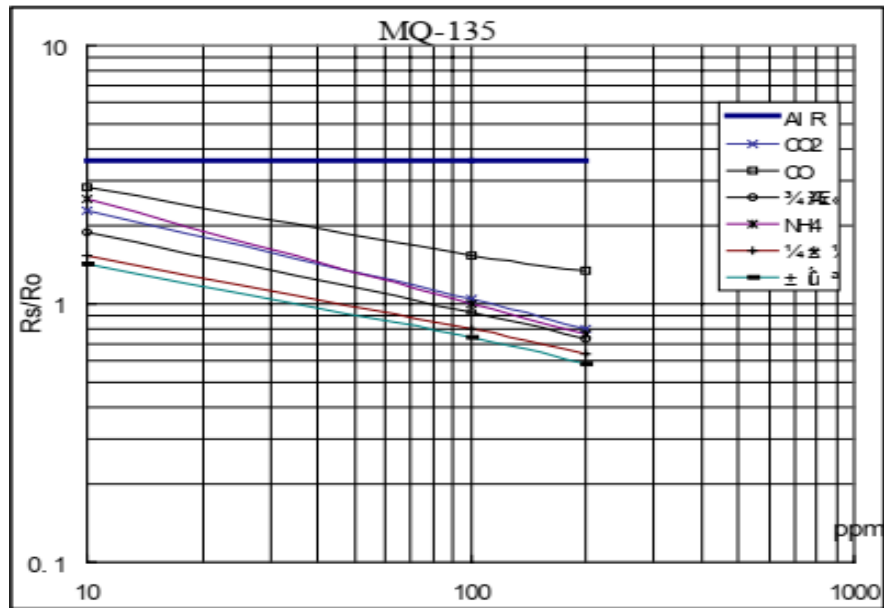


Figure 1.3 – Courbe caractéristique de sensibilité du capteur MQ135

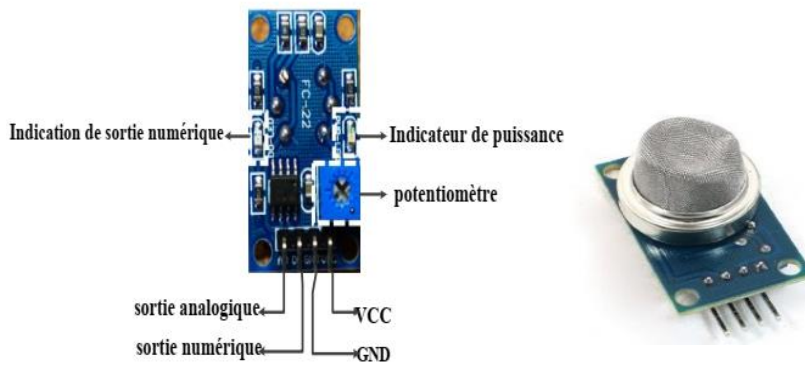


Figure 1.4 – Circuit typique du capteur MQ135

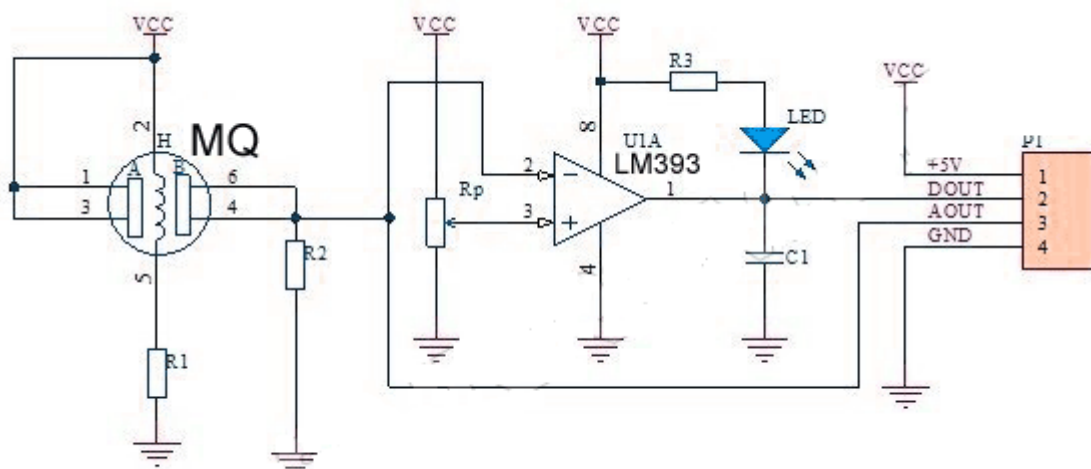
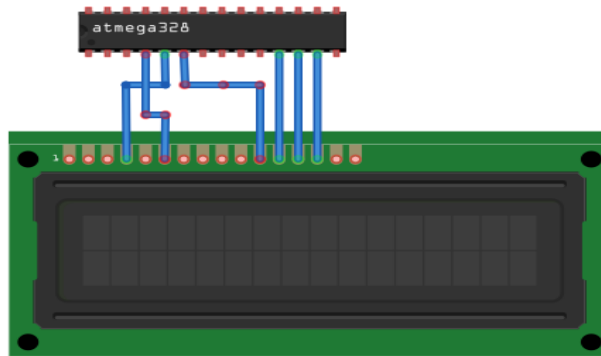


Figure 1.5 – Schéma électrique du capteur MQ135

### 1.3.3. Afficheur LCD

Les afficheurs LCD (Liquid Crystal Display) sont devenues incontournables dans toutes applications qui demandent la visualisation de paramètres, il s'agit donc d'une interface Homme/Machine. Ils sont très utilisés dans les montages à microcontrôleur, et permettent une grande convivialité. Ils peuvent aussi être utilisés lors de la phase de développement d'un programme, car on peut facilement y afficher les valeurs de différentes variables. Au paravent onéreux et difficile à mettre en œuvre, ils sont maintenant bon marchés et l'interface parallèle au standard Hitachi permet un pilotage facile. [1]



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)

Figure 1.6 – Branchement de l'afficheur LCD

### 1.3.4. 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 allume pour signaler la situation dangereuse.[1]



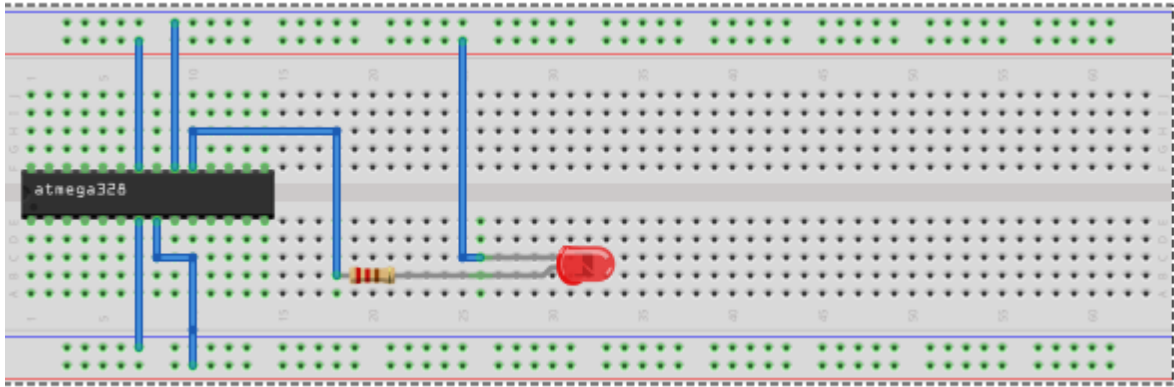


Figure 1.7 – Schéma de câblage d'un LED avec ATmega328

### 1.3.5. Buzzer

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.

Ici pour simuler l'effet d'une sirène, un buzzer (ou bipeur) est utilisé à sa place pour générer une alarme sonore. Un buzzer est un dispositif de signalisation audio, qui peut être mécanique, électromécanique ou piézoélectrique.

Les utilisations typiques des buzzer 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.[3]

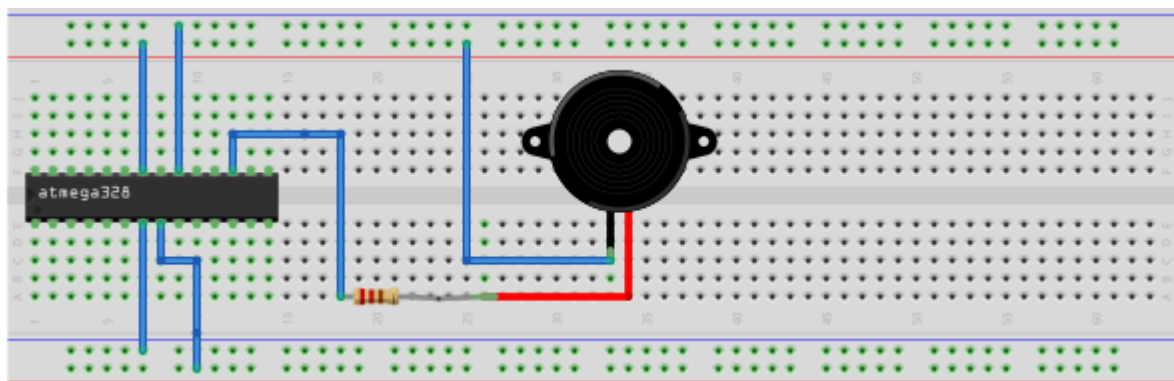


Figure 1.7 – Schéma de câblage d'un buzzer avec ATmega328

## 1.4. Programmation de l'ATmega328

### 1.4.1. Programme C élaboré

Dans la partie de code montré ci-après, nous avons identifié des variables, configuré les composants (LED, Buzzer, MQ135) et appelé les bibliothèques nécessaires pour notre projet (LCD, MQ135).

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <MQ135.h>
LiquidCrystal lcd(3,2,4,5,6,7);

int ledrouge = 13;
int Ledvert = 12;
int buzzer = 11;
int quality_air ;
int gazSensor ;
```

Ensuite, nous configurons les différentes entrées/sorties (analogiques et/ou numériques) du microcontrôleur ATmega328 qu'on va utiliser par la suite (voir morceau de code suivant).

```
void setup() {
  pinMode(ledrouge, OUTPUT);
  pinMode(Ledvert, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  pinMode(quality_air, INPUT);
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print(" détecteur de ");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" pollution ");
  delay(1000);
  lcd.clear();
}
```

Et dans la partie suivante, on calcule la valeur des mesures issues du capteur après conversion analogique numérique. Cette valeur est comparée ensuite avec une valeur de seuil (ici 400 ppm). Si la valeur calculée dépasse le seuil 400ppm, la LED rouge s'allume, l'alarme sonore (Buzzer) se déclenche. La valeur mesurée s'affiche aussi sur l'écran LCD.



## Chapitre 2 : Simulation et routage

### 2.1. Introduction

Dans ce chapitre, on va présenter en premier lieu le logiciel Proteus utilisé pour la simulation du circuit électronique du détecteur de gaz à réaliser. Ce détecteur, qui est piloté par le microcontrôleur ATmega328, nécessite un programme en langage C pour qu'il soit fonctionnel. Ce programme est édité dans l'environnement de programmation et de compilation Arduino. Pour cela, nous avons introduit brièvement ce compilateur et expliqué ainsi les différentes étapes d'édition et de compilation de programmes dans cet environnement. A la fin de ce chapitre, on présente en détail une analyse complète par simulation du circuit électronique du détecteur de gaz sur Proteus.

### 2.2. Présentation de l'ISIS

L'ISIS est un logiciel professionnel, utilisé dans l'électronique pour simuler des circuits et créer des typons.

L'utilisation du logiciel « ISIS » permet de mieux visualiser le bon déroulement du système ainsi que d'avoir une idée claire sur la partie matérielle et la conception des circuits imprimés.

Il nous permet de limiter les essais réels [6].

### 2.3. Carte d'acquisition

Dans cette section, nous présentons la carte d'acquisition de notre détecteur de gaz simulée sur ISIS. Le schéma électrique complet correspondant est montré sur la figure suivante :

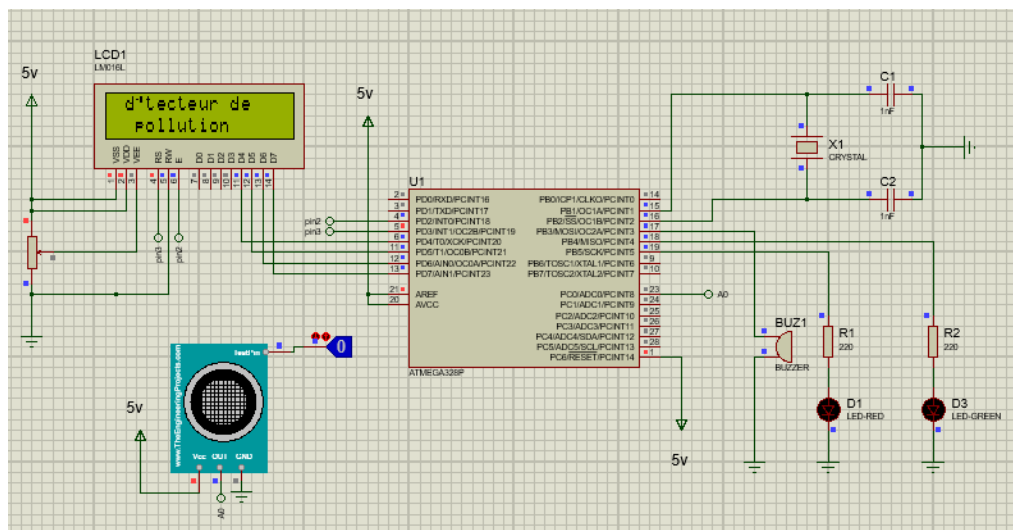


Figure 2.1 – Schéma électrique du détecteur de gaz sur ISIS

## 2.4. Présentation de l'ARES

C'est un logiciel permettant le routage des cartes électroniques en mode automatique ou manuel. Il est possible d'utiliser ARES sans avoir créé au préalable un schéma dans ISIS.

Cette fonctionnalité permet de réaliser des circuits de faible complexité en plaçant les composants et en traçant les pistes directement sur ARES. Une fois les connections établies, il est possible d'effectuer un routage automatique des pistes.

Dans ce logiciel vous pouvez également créer de nouveaux boîtiers et les placer dans une bibliothèque.[6]

## 2.5. Routage du détecteur de gaz sur ARES

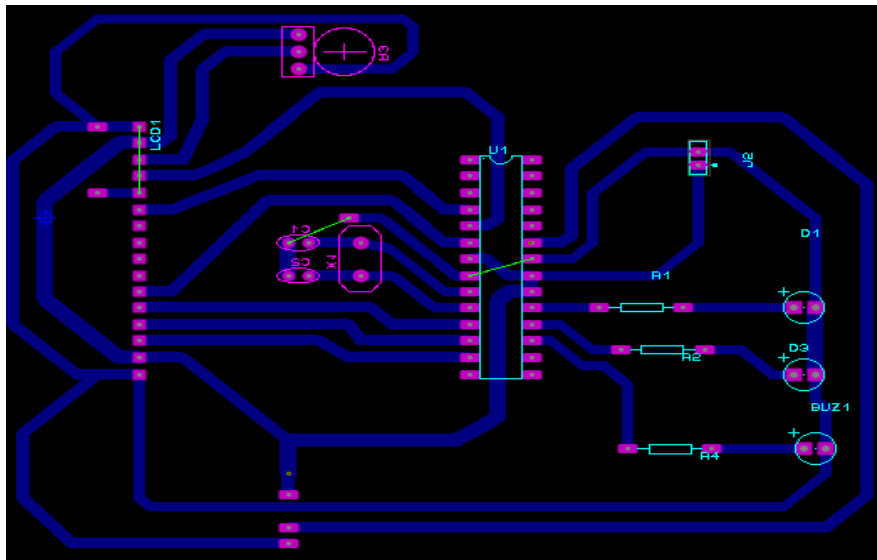


Figure 2.2 – Schéma de routage du détecteur de gaz sur ARES

## Chapitre 3 : Réalisation pratique

### 3.1. Introduction

Dans ce dernier chapitre, on va exposer les différentes étapes de la réalisation pratique de notre détecteur de gaz. Chaque étape est illustrée par des photos réelles du montage réalisé sur plaque d'essai et celui soudé sur une carte imprimé. A la fin de ce chapitre, on présente les résultats des tests effectués pour valider le fonctionnement correct de notre détecteur de gaz.

### 3.2. Etalonnage du capteur MQ135

Parmi les phases les plus importantes dans le développement de l'application, la phase d'étalonnage (calibrage) du capteur MQ135, le meilleur temps de préchauffage du capteur est supérieur à 24 heures.

### 3.3. Etapes de réalisation pratique de la carte

Pour réaliser une telle carte nous avons passé par plusieurs étapes

- Découper la plaque Epoxy/Cuivre ;
- Mettre le typon dans l'insoleuse en vérifiant bien son sens ;
- Pour que l'insolation puisse s'effectuer, il faut retirer l'adhésif opaque qui protège la couche photosensible des rayons ultra-violet de la lumière ambiante ;
- placer la plaque pré sensibilisée dans l'insoleuse, avec le typon côté cuivre une fois l'adhésif retiré.
- L'étape qui suit présente « Une gravure chimique » dans laquelle est utilisé le produit attaquant le cuivre « le perchlorure de fer » [7].

#### 3.3.1. Typon

Pour préparer le typon on a recours au même logiciel de simulation qui est ISIS, Un typon est une image du circuit imprimé. Les pistes sont en noir et le reste doit être transparent à la lumière. L'idéal est d'imprimer avec une imprimante jet d'encre sur du papier transparent spécial jet d'encre. Il faut régler l'impression sur 'papier photo épais' pour avoir un maximum d'encre sur le papier et obtenir un noir plus opaque. La photocopieuse et l'imprimante laser convient aussi [8].

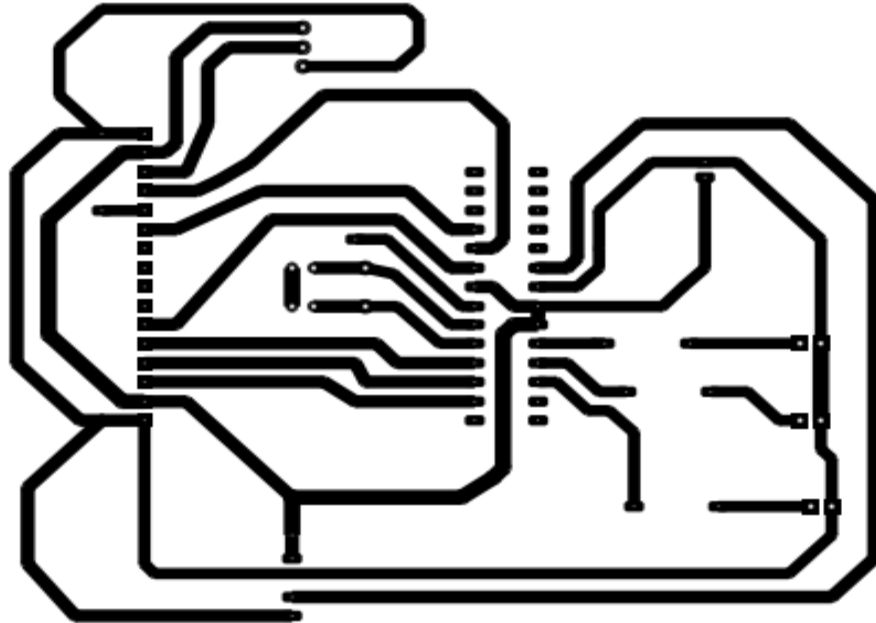


Figure 3.1 – Typon du détecteur de gaz proposé

### 3.3.2. Insolation

Le temps d'insolation est très important. Si ce dernier est trop long les rayons UV passeront au travers les zones noires du typon, et inversement on aura du mal à révéler notre plaque. Les étapes à suivre pour réaliser cette opération on suit la démarche ci-dessous :

- ✓ Découper la plaque d'époxy à la taille du typon en laissant une marge de 1 cm au moins.
- ✓ Positionner le typon dans le bon sens sur la vitre de l'insoleuse. (vue coté composant)
- ✓ Retirer la pellicule protectrice de la plaque (au dernier moment).
- ✓ Poser cette plaque avec le coté vert sur le typon dans l'insoleuse et fermer le capot.
- ✓ Insoler environ 1 à 5 minutes. [8]

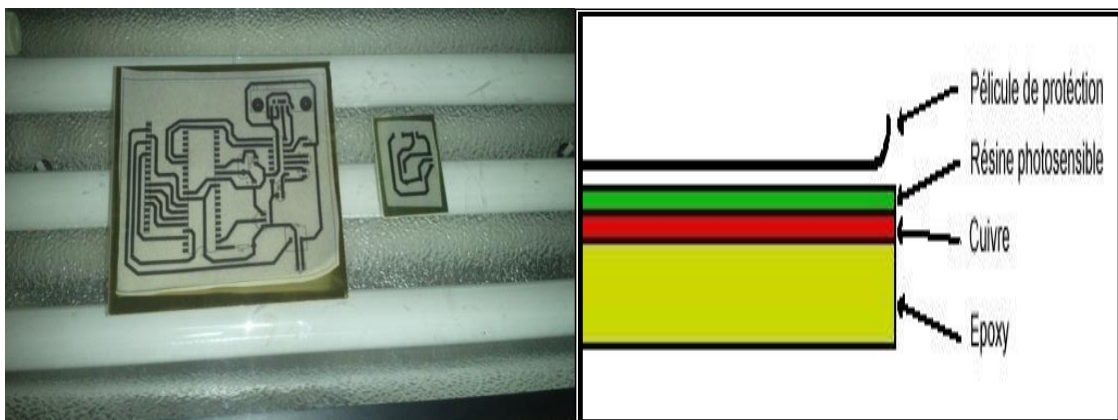


Figure 3.2 – Insolation de la carte.

### 3.3.3. Révélation

Cette étape va dissoudre la résine qui à été exposé aux UV. Ce qui mettra le cuivre à nu et les pistes resteront protégées par la résine verte. Préparation du révélateur : Ce révélateur pourra vous servir pour une bonne dizaine de circuits.[8]

### 3.3.4. Gravure

La gravure consiste à plonger le circuit dans un bain d'acide (Perchlorure de fer). Le cuivre mis à nu lors de la révélation sera dissous. Seules les pistes protégées par la résine resteront.[8]

### 3.3.5. Perçage

L'opération de perçage est l'ultime étape dans la réalisation d'un circuit imprimé, si l'on fait abstraction de la mise en place des composants et du soudage.

### 3.3.6. Test du circuit imprimé

Si vous doutez de votre carte, utiliser un Ohmmètre ou un testeur de continuité pour vérifier :

- La continuité des pistes.
- L'absence de court-circuit.

### 3.3.7. Soudure

L'opération de soudure est fait à l'aide d'un fer à souder et l'étain.

On commencera par:

Des composants neutres: supports de C. Intégrés, connectiques... [8]

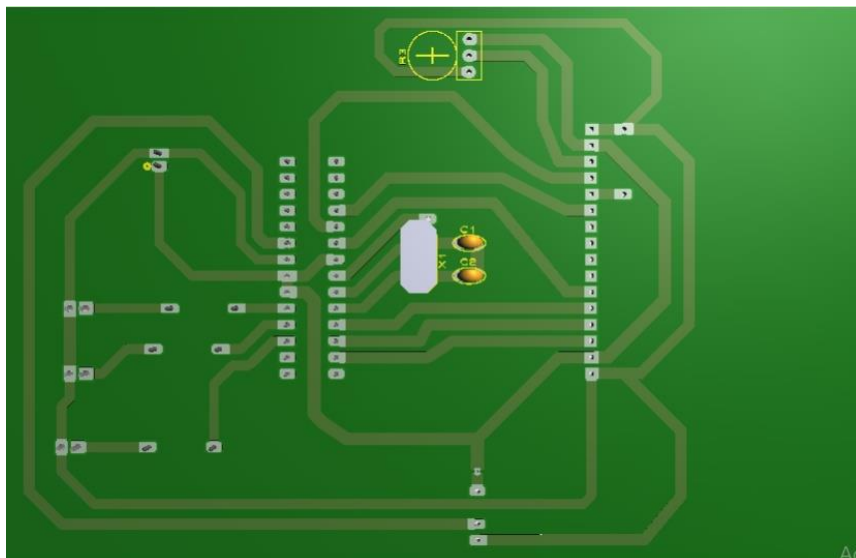


Figure 3.3 – Circuit de soudage



### **3.4. Résultat de la réalisation pratique de la carte**

Le forme finale de projet après avoir appliqué toutes les étape

**Figure 3.4** – Carte finale du projet

## Conclusion

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

Dans ce contexte, nous avons réalisé un système pour la détection et la mesure de concentration de gaz toxiques (CO, méthane, par exemple) basé sur le microcontrôleur ATmega328. L'utilisation de ce système, de prévention et d'alarme, est donc très importante dans les endroits domestiques et les environnements industriels, puisqu'il peut contribuer à sauver la vie humaine et conserver les biens.

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

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 perspectives, nous envisagerons d'améliorer les performances de l'application réalisée en introduisant, des appareils de calibrage plus sophistiqués, tout en réduisant le coût dans le but d'avoir un produit *low cost* commercialisable

## **Références bibliographiques**

- [1] Nicolas GOILAV Geoffrey LOI «Arduino» (page12 – 18, 267, 268, 302, 303).
- [2] [http://www.hdevbot.com/datasheet/datasheet\\_MQ-135.pdf](http://www.hdevbot.com/datasheet/datasheet_MQ-135.pdf)
- [3] [tinkbox.ph/sites/tinkbox.ph/files/.../5V\\_BUZZER\\_MODULE.pdf](http://tinkbox.ph/sites/tinkbox.ph/files/.../5V_BUZZER_MODULE.pdf) de Nice Sophia-Antipolis, 2009. 63p.
- [4] Conception et réalisation d'un système d'agriculture intelligente (KAMBOUCHE Sofiane et ATTOU Ismail)
- [6] : rapport-supervision-par-GSM
- [7] : KRAMA\_Abdelbasset\_GOUGUI\_Abdelmoumen , Etude et réalisation d'une carte de contrôle par Arduino via le système Androïde
- [8] : rapport-eclairage, [www.efy.com](http://www.efy.com) , [www.electronics.com](http://www.electronics.com)  
[www.eeweb.com](http://www.eeweb.com)