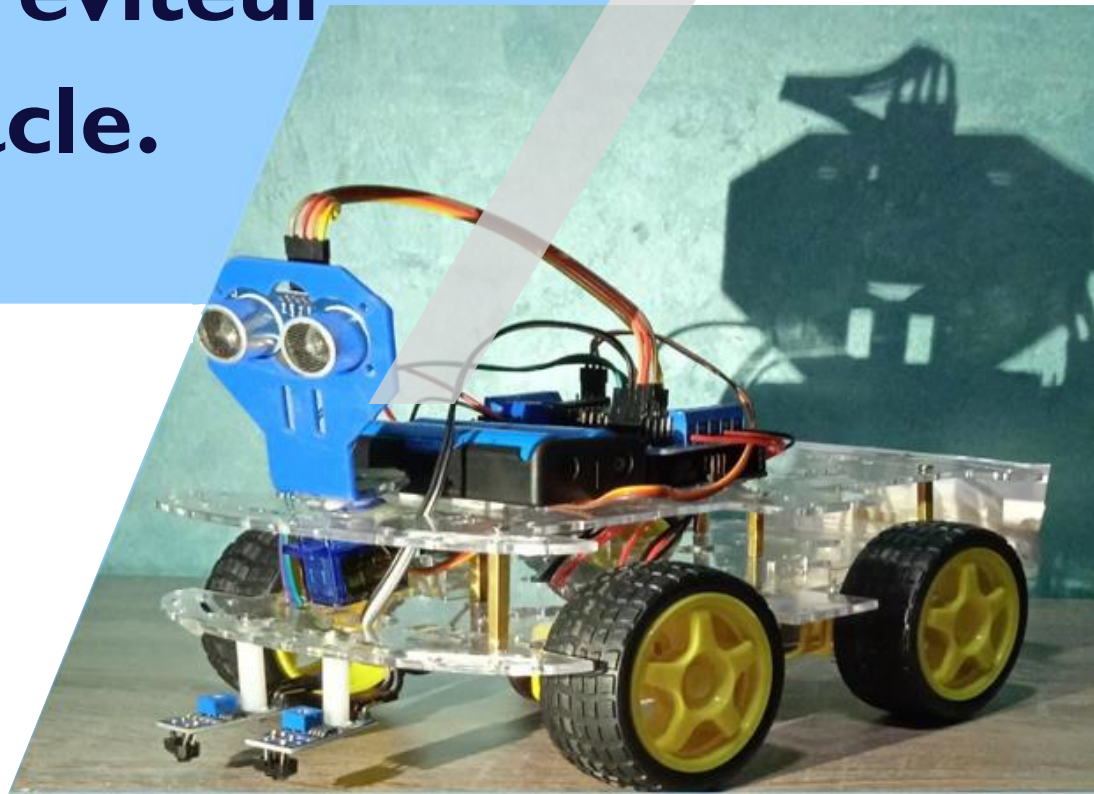


# Rapport: Robot suiveur de ligne et éviteur D'obstacle.



## Réalisée par :

Oumayma ELBAKKALI.  
Amal LAMINI.  
Fatima Ezzahra SEFFARI.  
Wafae HAMD AOUI.  
Rkia ELIDRISSI.  
Rania TOUIHAME.

## Encadré par :

Dr. Alae Ammour

Date de remise du rapport : 18/01/2022.

# SOMMAIRE

- 1) Objectifs du projet.
- 2) Introduction.
- 3) Présentation générale du projet.
  - 3.1) Le robot.
  - 3.2) Le terrain.
- 4) Organigramme.
  - 4.1) Partie La mécanique.
    - 4.1.1) La décision de la forme générale de notre robot.
    - 4.1.2) Découpe et choix des matériaux utilisés.
    - 4.1.3 Fixation des composants sur le châssis.
  - 4.2) Partie Electronique.
    - 4.2.1) Présentation des composants utilisés.
    - 4.2.2) Schémas.
      - 4.2.2.1) Schéma fonctionnel du suiveur de ligne.
      - 4.2.2.2) Schéma fonctionnel du éviteur d'obstacle.
  - 4.3) Partie informatique.
    - 4.3.1) Le logiciel et la carte Arduino.
    - 4.3.2) Technique d'un robot suiveur de ligne.
    - 4.3.3) L'algorithme.
      - 4.3.3) La description du programme.
- 5) Conclusion.

## **1) OBJECTIFS DU PROJET**

L'objectif de notre projet consiste à concevoir un appareil électronique comprenant des capteurs et qui doit être capable de détecter une ligne noire et de se déplacer en autonomie à l'aide d'un programme informatique en évitant les obstacles.

## **2) INTRODUCTION**

Le but de ce projet était - comme son nom l'indique - de réaliser un robot capable de suivre une ligne qu'elle soit droite ou courbe. Notre groupe était composé de six personnes du même profil mais tous déterminés à mener à bien ce projet. Nous avons beaucoup à apprendre pour réaliser ce projet, nos connaissances dans les divers domaines nécessaires étant très limitées.

Nous avons comme contrainte un délai de réalisation de 4 semaines et un challenge robotique à préparer, nous devons également faire attention à notre budget.

Notre robot est un petit véhicule muni de 4 roues activées par 4 motos réductrices. Il est piloté par un module programmable auquel on peut adjoindre différents capteurs.

## **3) PRÉSENTATION GÉNÉRALE DU PROJET**

### **3.1 LE ROBOT :**

Pour vous donner une idée de la forme de notre robot nous avons pris plusieurs photos). Une hauteur maximale de 7.5 cm une largeur maximale de 15 cm et une longueur maximale de 24 cm. Il doit

également être autonome durant tout le parcours, pour cela il sera alimenté par des batteries rechargeables.

### 3.2 LE TERRAIN :

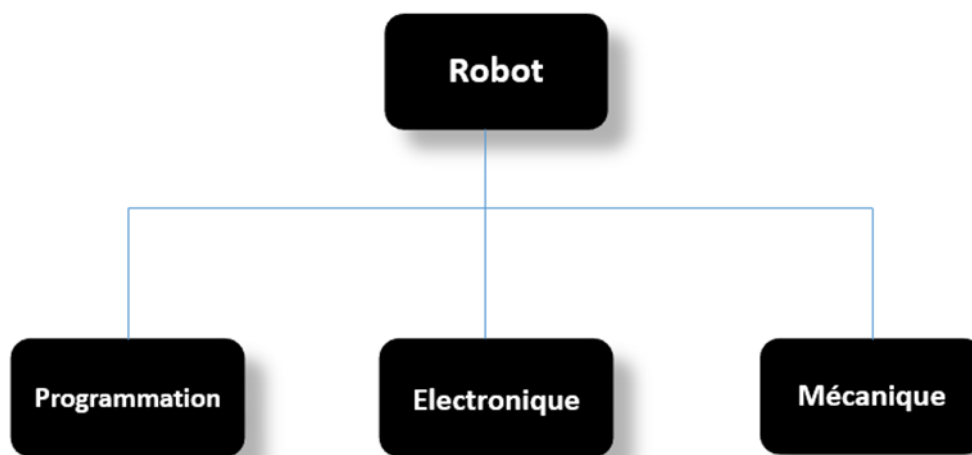
Le robot se déplacera sur une moquette blanche et devra suivre une ligne noire d'une largeur de 2 m.

## 4) ORGANIGRAMME :

Ce projet est basé autour d'un but précis : la construction d'un robot suiveur. Un travail de groupe solidaire et une bonne communication paraissaient être la clé de sa réussite.

Pour cette répartition du travail nous nous sommes appuyés sur les connaissances de chacun. En effet, n'ayant jamais réalisé de robot, nous ne savions pas à quoi nous attendre : il fallait donc nous baser sur les quelques connaissances de chacun. Nous avons essayé de travailler chaque partie en groupe (Programmation, Electronique, Mécanique)

On a l'organigramme suivant :



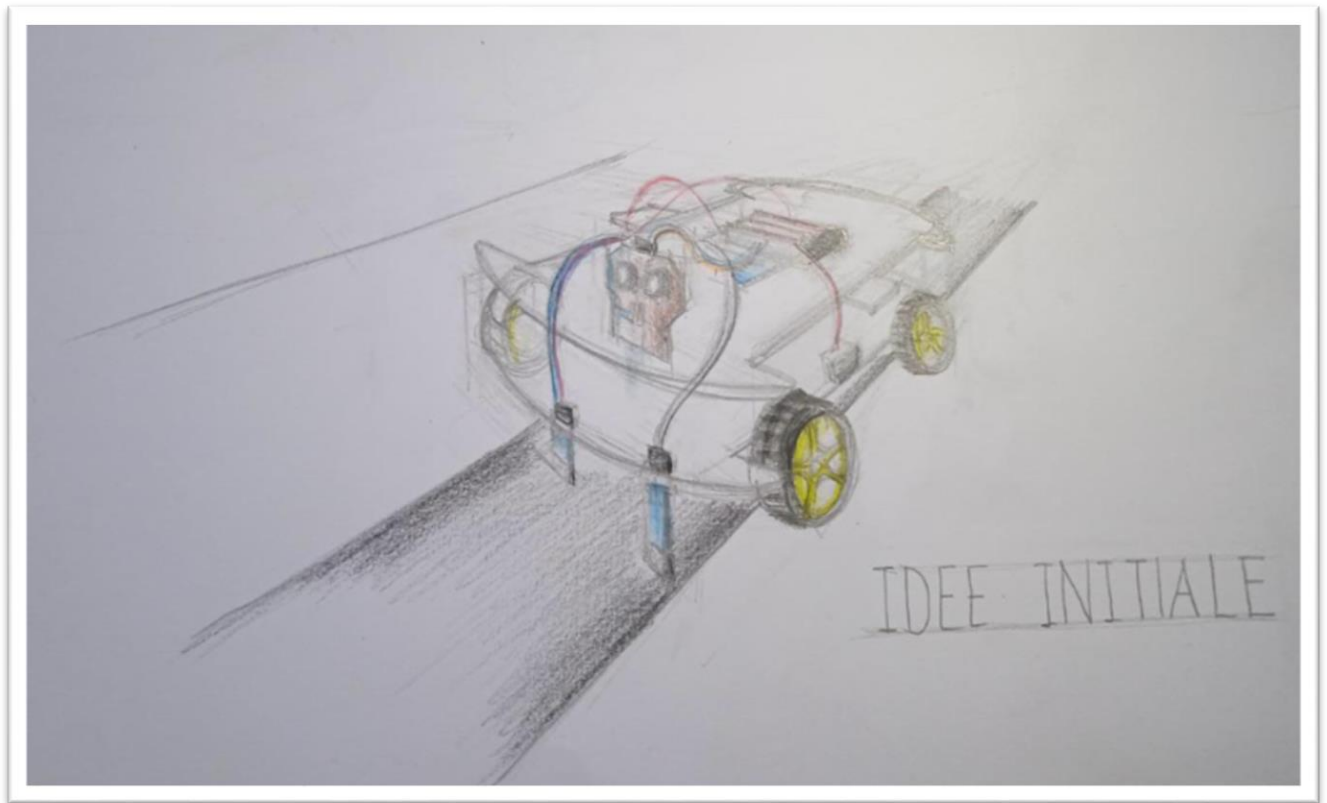
#### 4.1) PARTIE LA MÉCANIQUE.

##### 4.1.1) LA DÉCISION DE LA FORME GÉNÉRALE DE NOTRE ROBOT :

La première étape de notre projet, pour la partie mécanique, consiste à choisir la forme de notre robot et donc la forme du châssis.

Avantage:

- Pour avoir un beau design
- grande surface de travail.



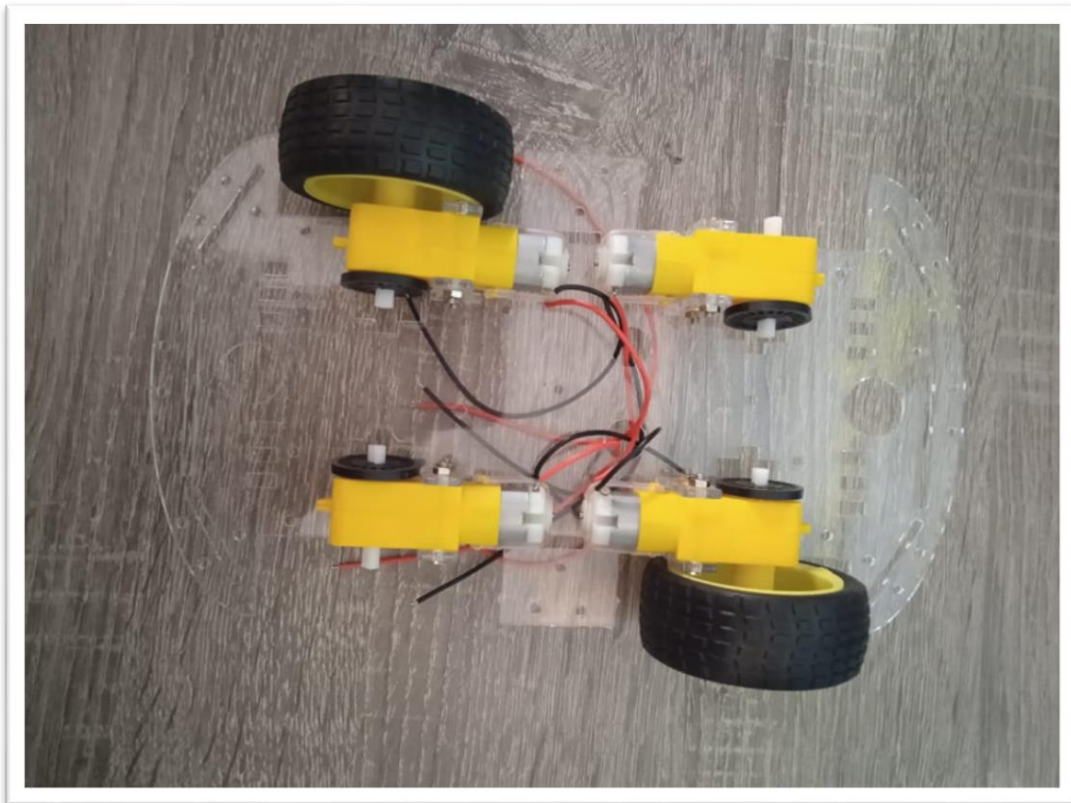
#### 4.1.2) DÉCOUPE ET CHOIX DES MATÉRIAUX UTILISÉS :

Une fois le modèle choisi, une nouvelle décision s'imposait à nous : quel matériau devons nous choisir pour réaliser le châssis ?

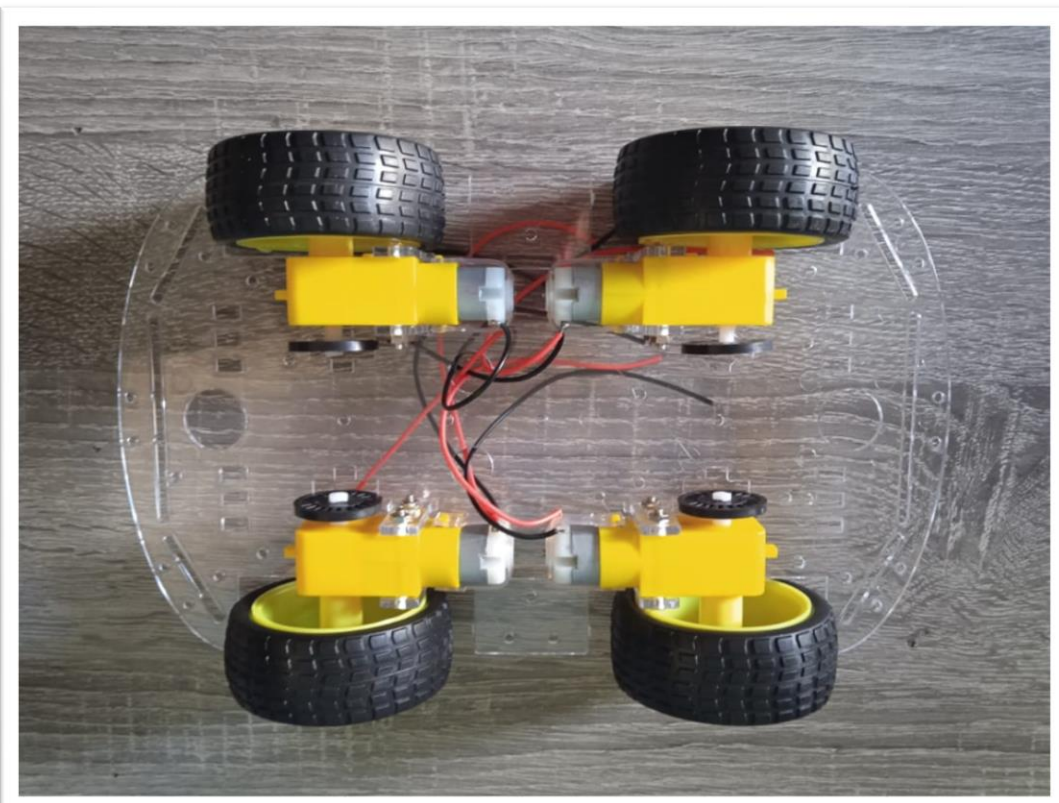
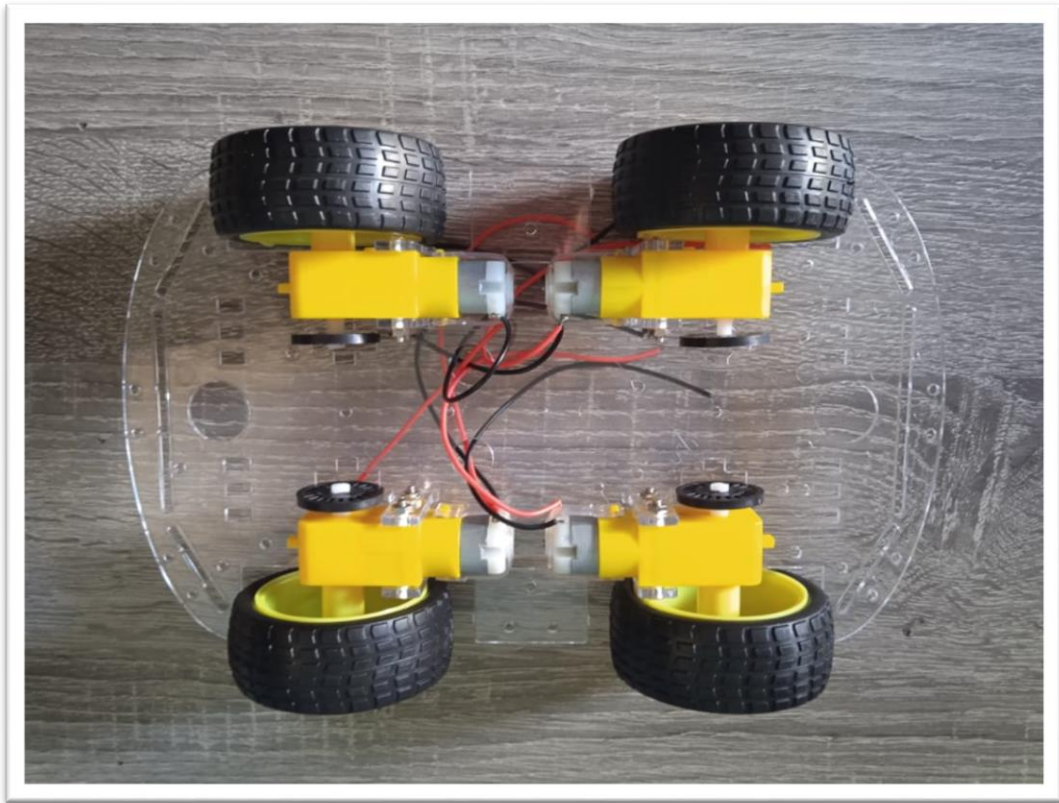
- Carte arduino.
- Roue
- Batterie
- Moteur
- Capteur ultrason.
- Capteur
- Driver
- Câble
- Servo

#### 4.1.3 FIXATION DES COMPOSANTS SUR LE CHÂSSIS :

La première étape consista à fixer les roues ainsi que les moteurs.



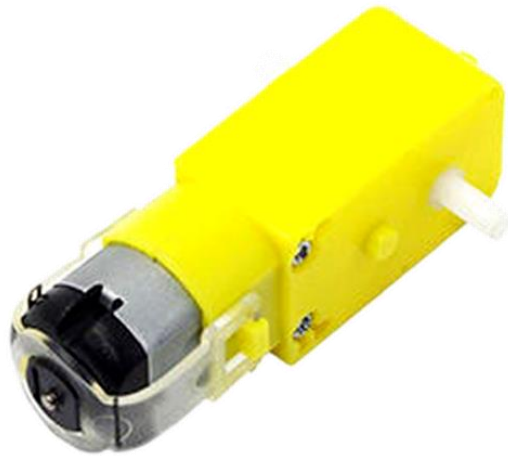






La partie mécanique est une des parties qui nous a pris le moins de temps, dans cette partie nous avons utilisé les composants suivants :

**MOTEUR (4) :**



Le véhicule robotisé est constitué de deux roues motrices, chacune d'entre elles étant actionnée par un moteur à courant continu. Il est très important que ces moteurs comportent une boîte d'engrenage pour diminuer leur vitesse de rotation: un moteur à courant continu directement relié à la roue, sans boîte d'engrenage, produirait un bolide beaucoup trop nerveux pour suivre la ligne.

### ROUE(4) :



### 4.2) PARTIE ELECTRONIQUE.

Probablement la partie où nous avons passé le plus de temps, c'est également celle où les recherches ont été les plus longues ainsi que les tests préalables, et c'est aussi malheureusement la partie qui nous a causé le plus de soucis et d'erreurs.

#### 4.2.1) PRÉSENTATION DES COMPOSANTS UTILISÉS :

##### **CARTE ARDUINO**

C'est une carte matériellement libre qui comporte un microcontrôleur. Il est possible de programmer ce microcontrôleur afin d'analyser et de produire des signaux électriques dans le but d'automatiser un robot. Il s'agit donc du cœur du robot par le biais duquel tous les autres composants communiquent.



##### **CAPTEUR ULTRASON.**

Module à ultrasons pour déterminer la distance par rapport à un obstacle.



### **CAPTEUR :**

Le capteur d'infrarouge qu'on va les utiliser dans notre projet est composé d'un émetteur (LED infrarouge) et un récepteur (phototransistor). Il peut convertir les ondes infrarouges en une tension proportionnelle. Ces rayons infrarouges sont invisible par l'œil humain parce que la longueur d'ondes  $\lambda$  est inférieure à 800(nm) or l'être humaine peut voir un spectre entre 400nm et 800nm.

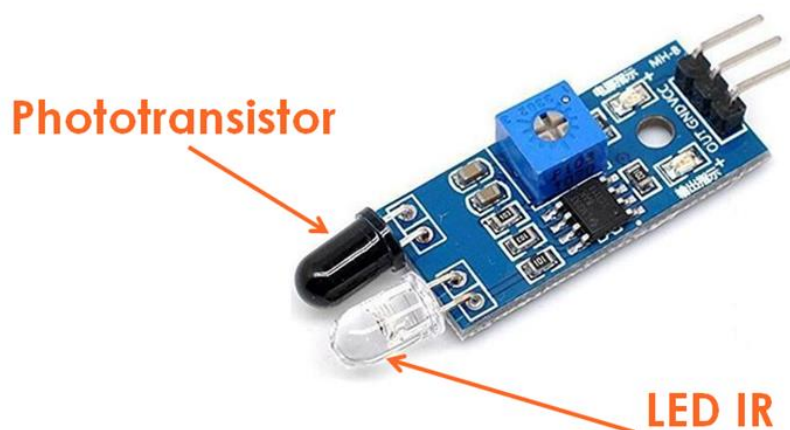
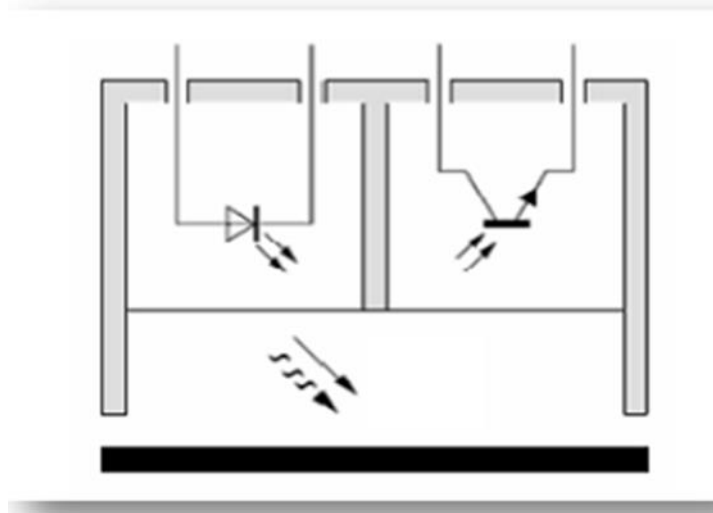


Figure 1 : Capteur d'infrarouge.

L'intérêt d'utiliser ce capteur est la détection d'un obstacle de couleur noir. Pour comprendre bien son fonctionnement, on prend l'exemple suivant :



*Figure 3 : Obstacle avec une couleur noire.*

Dans ce cas l'émetteur envoie des rayonnements d'infrarouge. Ils se réfléchissent avec la ligne ensuite le phototransistor reçoit ces rayonnements. Alors on aura une tension élevée à la sortie du capteur.

### CABLE



## SERVO MOTEUR



Le servo moteur est un moteur à courant continu qui peut faire des mouvements très précis avec une limite de débattement d'angle de 180 degrés.

Il est utilisé dans ce système pour positionner le capteur de la présence d'un obstacle.



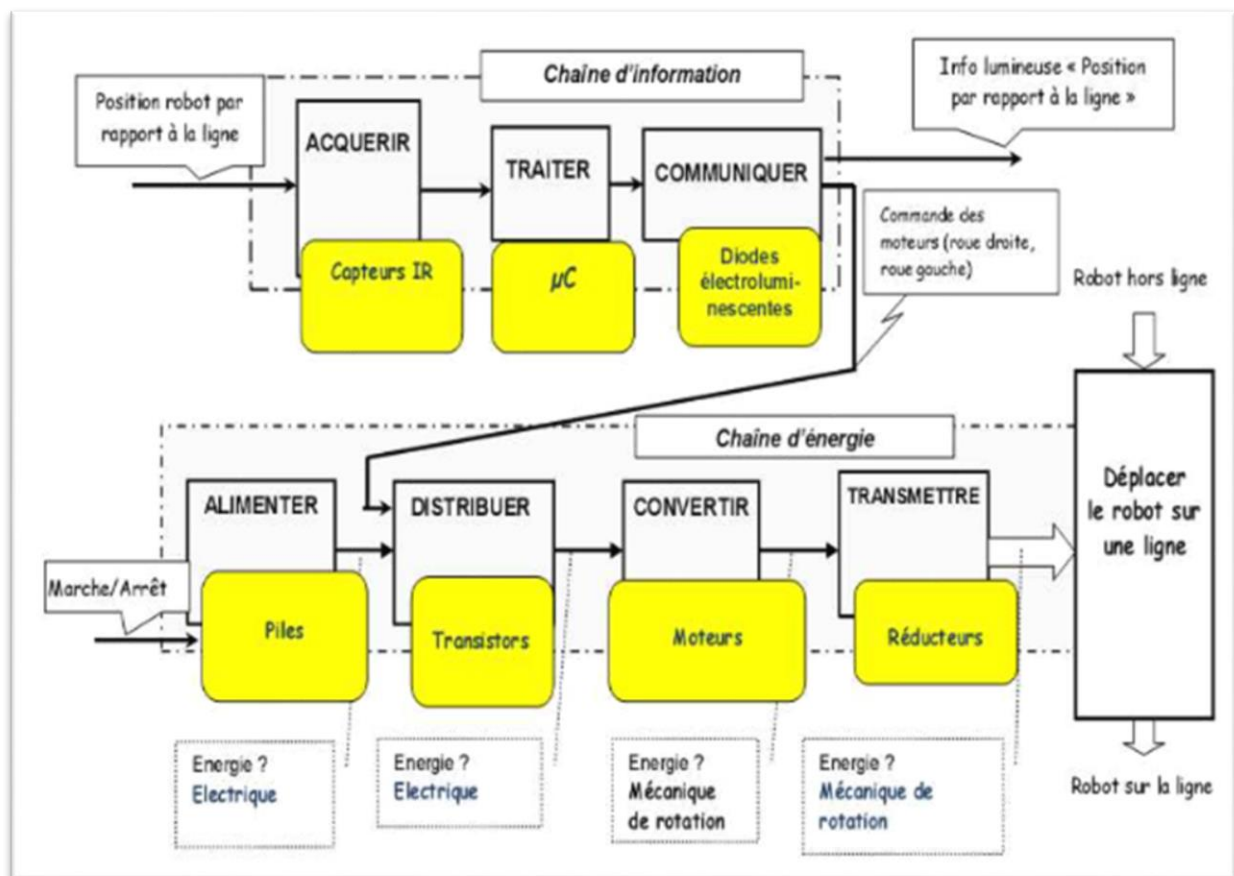
## DRIVER



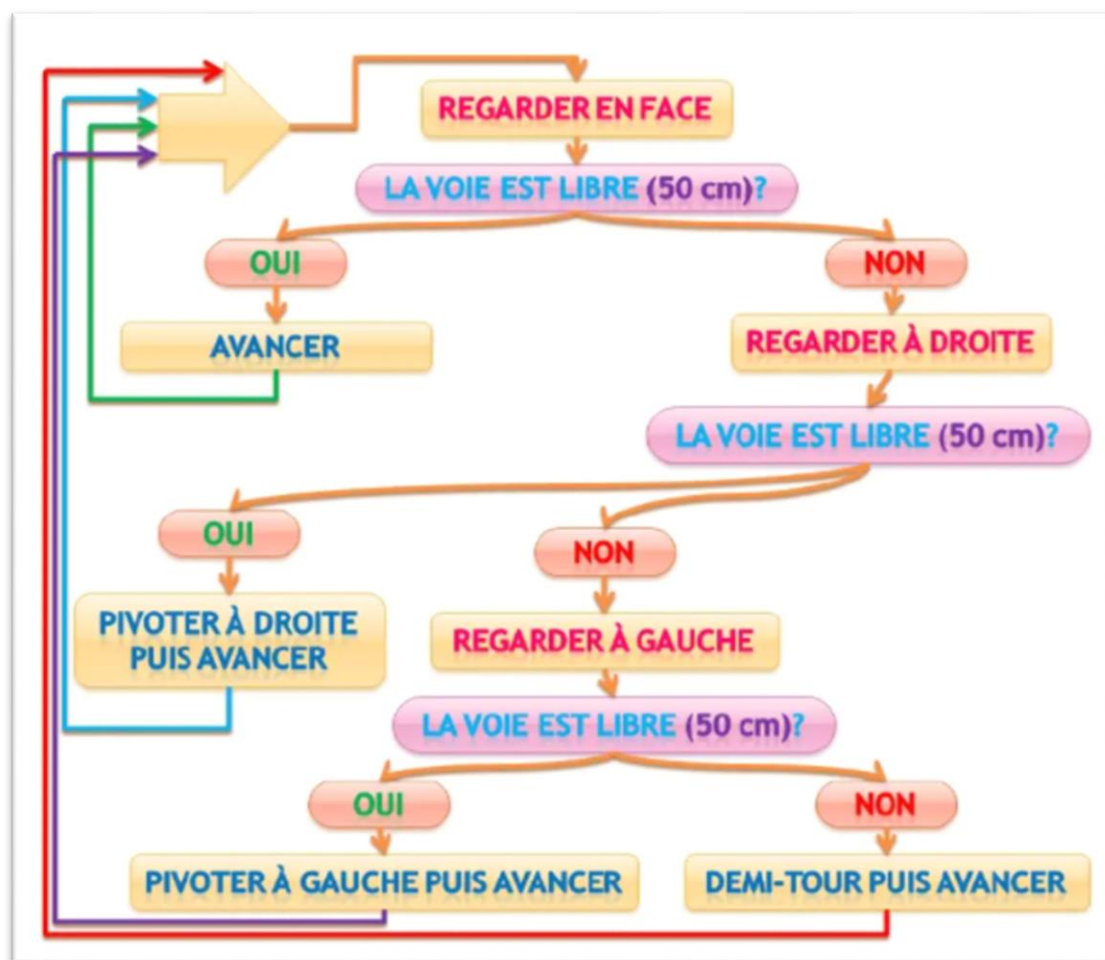
Agissent comme une interface entre les moteurs et les circuits de commande

## 4.2.2) SCHÉMA :

### 4.2.2.1) SCHÉMA FONCTIONNEL DU SUIVEUR DE LIGNE :



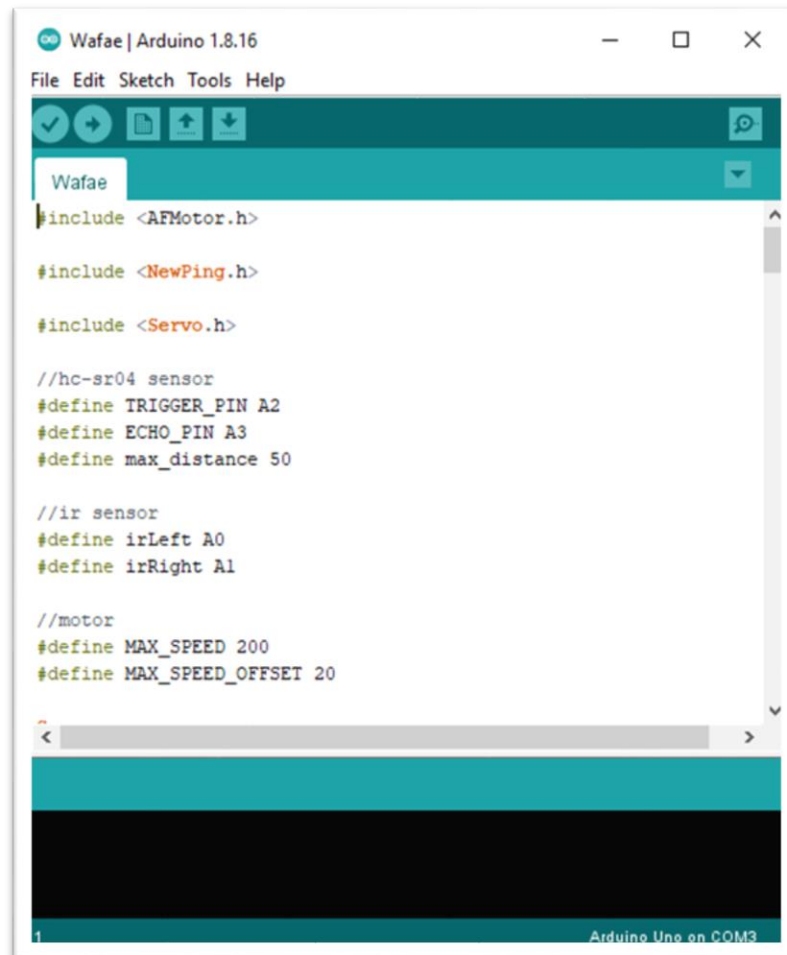
#### 4.2.2.2) SCHÉMA FONCTIONNEL DU ÉVITEUR D'OBSTACLE :



### 4.3) PARTIE INFORMATIQUE

#### 4.3.1 LE LOGICIEL ET LA CARTE ARDUINO

La programmation a été pour nous la partie la plus compliquée



```
Wafae | Arduino 1.8.16
File Edit Sketch Tools Help

Wafae
#include <AFMotor.h>

#include <NewPing.h>

#include <Servo.h>

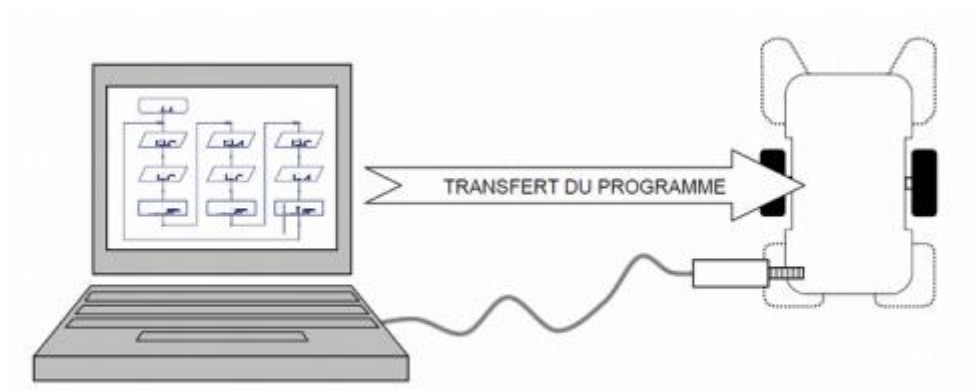
//hc-sr04 sensor
#define TRIGGER_PIN A2
#define ECHO_PIN A3
#define max_distance 50

//ir sensor
#define irLeft A0
#define irRight A1

//motor
#define MAX_SPEED 200
#define MAX_SPEED_OFFSET 20

1 Arduino Uno en COM3
```

Pour programmer la carte Aduino, nous avons utilisé le logiciel Arduino prévu à cet effet. C'est un logiciel libre et gratuit développé pour Windows, Mac et Linux. Ce logiciel présente une interface épurée et permet de développer facilement des programmes qui peuvent être transférés sur la carte en branchant celle-ci sur un port USB.

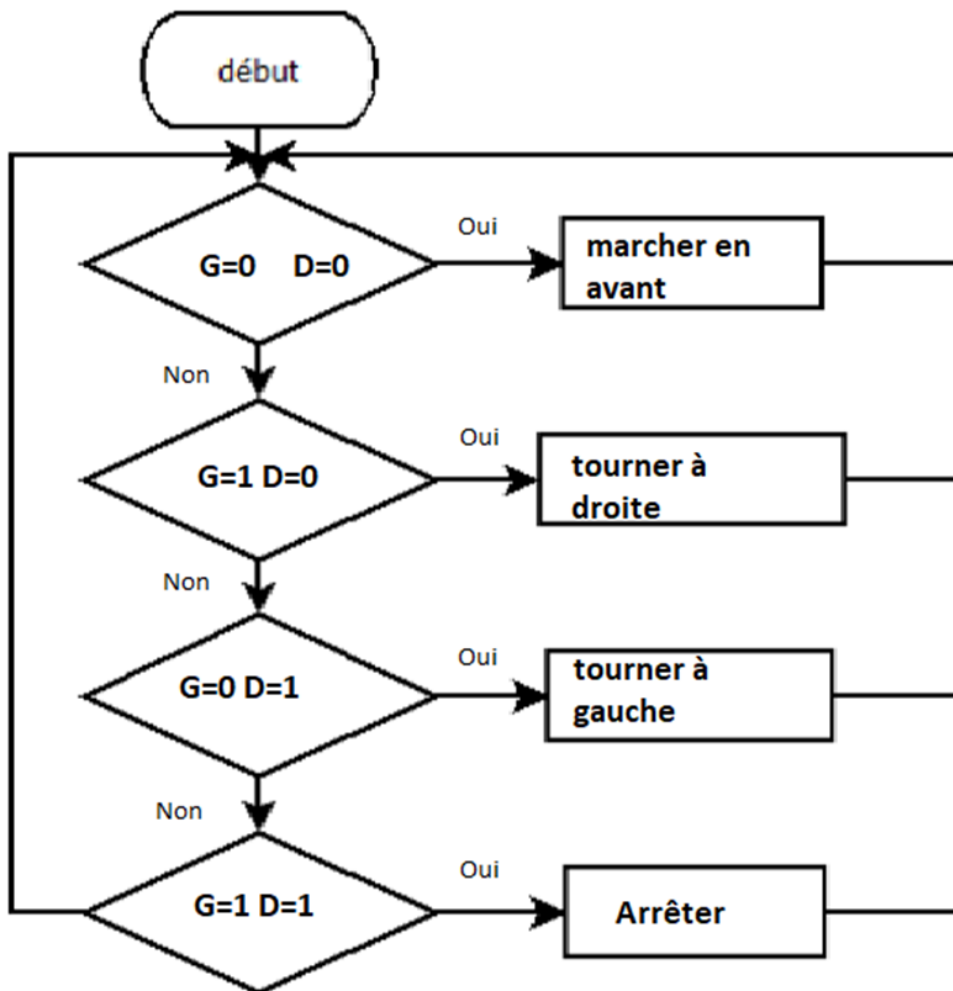


Le langage utilisé par le logiciel est basé sur le C, auquel s'ajoutent des instructions spécifiques au langage Arduino. Le logiciel dispose d'une banque d'exemple très riche qui permet d'utiliser des morceaux de codes pré-écrit.

#### 4.3.2 TECHNIQUE D'UN ROBOT SUIVEUR DE LIGNE :

Premièrement, nous allons recevoir l'information des 2 capteurs. Ensuite, nous allons commencer à tester le type de l'information dans chaque capteur:

- G : l'information du capteur à gauche.
- D : l'information du capteur à droite.



### 4.3.3 L'ALGORITHME :

#### 4.3.3.1 LA DESCRIPTION DU PROGRAMME :



## LA DÉFINITION DES VARIABLES :

```
#include <NewPing.h>
#include <Servo.h>
#include <AFMotor.h>

On a utilisée ces 3 bibliotheque

//hc-sr04 sensor
#define TRIGGER_PIN A2
#define ECHO_PIN A3
#define max_distance 50

//ir sensor
#define irLeft A0
#define irRight A1

//motor
#define MAX_SPEED 200
#define MAX_SPEED_OFFSET 20

Servo servo;

NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN,
max_distance);

AF_DCMotor motor1(1, MOTOR12_1KHZ);
AF_DCMotor motor2(2, MOTOR12_1KHZ);
AF_DCMotor motor3(3, MOTOR34_1KHZ);
AF_DCMotor motor4(4, MOTOR34_1KHZ);

int distance = 0;
int leftDistance;
int rightDistance;
boolean object;
```

Dans cette partie, On a utilisée, les ports analogiques A0, A1 avec les capteurs d'infrarouges, on aussi les ports A2 A3 avec l'ultrason, on a la max distance pour que le robot puisse détecter l'obstacle (50).

On a précisé la vitesse du moteur entre 20 et 200 , ainsi on a déclaré 3 variables (leftDistance, int rightDistance ,object) pour la mesure de la distance.

### LA CONFIGURATIUN DES ENTRÉES/SORTIES D'UN ROBOT SUIVEUR DE LIGNE :

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(irLeft, INPUT);
  pinMode(irRight, INPUT);
  servo.attach(10);
  servo.write(90);

  motor1.setSpeed(120);
  motor2.setSpeed(120);
  motor3.setSpeed(120);
  motor4.setSpeed(120);
}
```

Après, nous passons à la fonction setup () ou on définit les ports des capteurs que nous avons vu précédemment comme des entrées (**iRleft,irRight**) sans oublier de définir la vitesse de la transmission des données **Serial.bigin(9600)**.

## LES MOUVEMENTS DU ROBOT

```
int getDistance() {
    delay(50);
    int cm = sonar.ping_cm();
    if (cm == 0) {
        cm = 100;
    }
    return cm;
}

int lookLeft () {
    //lock left
    servo.write(150);
    delay(500);
    leftDistance = getDistance();
    delay(100);
    servo.write(90);
    Serial.print("Left:");
    Serial.print(leftDistance);
    return leftDistance;
    delay(100);
}

int lookRight() {
    //lock right
    servo.write(30);
    delay(500);
    rightDistance = getDistance();
    delay(100);
    servo.write(90);
    Serial.print(" ");
    Serial.print("Right:");
    Serial.println(rightDistance);
    return rightDistance;
    delay(100);
}

void Stop() {
    motor1.run(RELEASE);
    motor2.run(RELEASE);
    motor3.run(RELEASE);
    motor4.run(RELEASE);
}

void moveForward() {
    motor1.run(FORWARD);
    motor2.run(FORWARD);
```

```
    motor3.run(FORWARD);  
    motor4.run(FORWARD);  
}  
void moveBackward() {  
    motor1.run(BACKWARD);  
    motor2.run(BACKWARD);  
    motor3.run(BACKWARD);  
    motor4.run(BACKWARD);  
  
}  
  
//  
void moveRight() {  
    motor1.run(BACKWARD);  
    motor2.run(BACKWARD);  
    motor3.run(FORWARD);  
    motor4.run(FORWARD);  
}  
void moveLeft() {  
    motor1.run(FORWARD);  
    motor2.run(FORWARD);  
    motor3.run(BACKWARD);  
    motor4.run(BACKWARD);  
}
```

Dans cette partie, nous avons défini les mouvement du robot, comme **moveRight()** pour tourner à droite , **moveRight()** pour tourner à gauche , **moveForward()** est une fonction qui permet de marcher en avant , **moveBackward()** pour marche en arrière et **stop()** pour arrêter

## AVOIDING OBSTACLES :

```

void objectAvoid() {
  distance = getDistance();
  if (distance <= 15) {
    //stop
    Stop();
    Serial.println("Stop");

    lookLeft();
    lookRight();
    delay(100);
    if (rightDistance <= leftDistance) {
      //left
      object = true;
      turn();
      Serial.println("moveLeft");
    } else {
      //right
      object = false;
      turn();
      Serial.println("moveRight");
    }
    delay(100);
  }
  else {
    //forword
    Serial.println("moveforword");
    moveForward();
  }
}

void turn() {
  if (object == false) {
    Serial.println("turn Right");
    moveLeft();
    delay(700);
    moveForward();
    delay(800);
    moveRight();
    delay(900);
    if (digitalRead(irRight) == 1) {
      loop();
    } else {

```

```

        moveForward();
    }
}
else {
    Serial.println("turn left");
    moveRight();
    delay(700);
    moveForward();
    delay(800);
    moveLeft();
    delay(900);
    if (digitalRead(irLeft) == 1) {
        loop();
    } else {
        moveForward();
    }
}
}
}

void moveRight() {
    motor1.run(BACKWARD);
    motor2.run(BACKWARD);
    motor3.run(FORWARD);
    motor4.run(FORWARD);
}

void moveLeft() {
    motor1.run(FORWARD);
    motor2.run(FORWARD);
    motor3.run(BACKWARD);
    motor4.run(BACKWARD);
}
}

```

Après que l'ultrason détecte l'obstacle le robot fait une comparaison entre la distance à gauche et à droite, notre robot va tourner vers la direction la plus loin d'obstacle et à ce moment-là que La fonction **turn()** arrive .



## LA FONCTION PRINCIPALE D'UN ROBOT SUIVEUR DE LIGNE

```

void loop() {
  if (digitalRead(irLeft) == 0 && digitalRead(irRight) == 0 ) {
    objectAvoid();
    //forword
  }
  else if (digitalRead(irLeft) == 0 && digitalRead(irRight) == 1 )
  {
    objectAvoid();
    Serial.println("TL");
    //leftturn
    moveLeft();
  }
  else if (digitalRead(irLeft) == 1 && digitalRead(irRight) == 0 )
  {
    objectAvoid();
    Serial.println("TR");
    //rightturn
    moveRight();
  }
  else if (digitalRead(irLeft) == 1 && digitalRead(irRight) == 1 )
  {
    //Stop
    Stop();
  }
}

```

Troisièmement, nous traduisons l'organigramme de notre robot en utilisant des conditions pour chaque cas et nous les donnons un mouvement précis.

Dans notre Rapport, nous avons essayé de donner une image claire sur le fonctionnement et la réalisation d'un robot suiveur de ligne en expliquant toutes ces composants nécessaires.

### **Oumayma ELBAKKALI**

Ce projet de mécatronique m'a permis de développer mes compétences en informatique notamment en découvrant un nouveau langage de programmation, ce qui est cohérent avec mon projet d'intégrer la formation développement web et mobile. De plus, la robotique est un domaine qui m'était jusqu'alors inconnu du point de vue du développement. Ce fut donc une expérience riche en apprentissage théorique et pratique mais aussi sur le plan social. En effet, ce projet en équipe a mis en évidence que la communication et la collaboration sont des éléments clés qui permettent de mener à bien un projet en groupe. D'autre part, il fut intéressant d'observer notre projet se développer semaine après semaine sachant que nous sommes partis de presque rien. On retire alors une grande satisfaction du travail accompli lorsque l'on voit nos efforts récompensés par le bon fonctionnement de notre robot.

### **Amal LAMINI**

Ce projet dans l'ensemble m'a permis de découvrir un univers totalement nouveau : la robotique. En effet, pour moi une occasion de découvrir une discipline différente de ce que j'avais l'habitude d'étudier. Pendant ce projet, j'ai découvert les principales étapes pour fabriquer un robot. J'ai également appris l'importance d'une bonne communication dans un groupe, surtout quand plusieurs phases de la fabrication sont effectuées simultanément. Enfin, j'ai appris à faire face aux imprévus auxquels nous avons dû faire face.

### **Fatima Ezzahra SEFFARI**

Ce travail s'est révélé être une expérience enrichissante pour moi. Le fait d'avoir un nouveau langage informatique à apprendre et à maîtriser me faisait peur au début mais il s'est avéré que celui utilisé pour coder sur Arduino est plutôt facile d'utilisation et les explications d'internet m'ont beaucoup aidée à comprendre. Je n'ai pas eu trop de mal à assimiler ce nouveau langage. Nous n'avons eu aucun désaccord et nous nous sommes très bien entendus. De plus, cela m'a beaucoup appris sur les manières de travailler en équipe et comment échanger avec mes collègues de manière constructive. Pour conclure, ce projet est une occasion de découvrir une discipline différente de ce que j'avais l'habitude d'étudier s'est révélé enrichissant sur de nombreux plans, tant sur celui de l'informatique et de la conception, et celui des relations entre collègues.

### **Wafae HAMDAOUI**

A travers ce projet nous avons pu réinvestir la majorité des notions apprises durant la formation du module de mécatronique. En effet ce projet demandait des notions à la fois d'électronique, d'informatique, et de mécanique, nous avons donc dû faire preuve d'une certaine agilité en termes de compétences. Le projet nous a également permis de consolider des bases dans certains domaines ainsi que de découvrir de nouvelles façons de faire ou l'utilisation de nouveaux outils tel que Arduino que nous n'avions pas encore eu à exploiter. Nous avons été confrontés à un planning très serré en regard de la charge de travail, mais cela nous a permis de faire face à la

pression par moment et à des situations proches de celles que nous pourrions rencontrer dans le milieu professionnel. Nous avons quand même quelques regrets concernant le temps justement car nous avons divers obstacles tout au long du parcours et certains ne pourront pas être effectués faute de temps. Malgré cela le fait de mener un projet de bout en bout en partant de zéro a été une expérience enrichissante et motivante pour nous.

### **Rkia ELIDRISSI**

Le choix de ce projet m'a permis de développer mon esprit de cohésion et ma capacité à travailler en groupe, en effet ce projet de mécatronique a nécessité une complémentarité et une communication dans sa conception et sa réalisation qui m'a permis de découvrir les joies du travail en groupe. Ce dernier m'a permis également de concrétiser un cursus scolaire qui était jusque-là souvent abstrait. La découverte du monde de la robotique a été aussi l'un des points forts de ce projet tant ce monde me paraissait inaccessible auparavant. Il faut bien évidemment rajouter à tout cela, que ce projet a permis de développer en moi un esprit de compétition, qui est le fruit de la concurrence avec l'autre groupe réalisant le même projet. Finalement, l'observation de l'évolution de notre robot a été la partie la plus "fun" de notre projet puisqu'on voit notre réalisation évoluer au fur et à mesure du temps ce qui crée un sentiment d'attachement. Tout cela me permet

d'affirmer que ce projet a été enrichissant tant sur le côté théorique et pratique que sur le côté social.

### **Rania TOUIHAME**

Parmi les projets qui ont été proposés par notre groupe, la conception d'un robot détecteur d'obstacle et suiveur de ligne me semblait à la fois le projet le plus intéressant et le plus applicable concrètement. De plus, ce projet me semblait donc particulièrement adapté pour comprendre comment le domaine mécatronique peut se manifester, même à notre niveau. Ces attentes se sont révélées relativement justes, puisque j'ai pu réaliser, à travers beaucoup de problèmes inattendus, la différence entre la théorie informatique et la réalité. Malgré ces obstacles, le projet fut passionnant et satisfaisant ; mais aussi très formateur, de plusieurs points de vue.

bien que partiel, a permis d'augmenter ma capacité à apprendre rapidement et m'adapter. Ceci est plus vrai encore avec la découverte du nouveau domaine qu'est la robotique, qui a mis mes capacités à l'épreuve à travers la logique des cartes électroniques, capteurs, moteurs... Cette expérience m'a ouvert à un pan beaucoup plus matérialiste de la programmation, que j'avais tendance à associer à un exercice purement mental.

Finalement, le dernier point important que je souhaitais relever sur ce projet est bien évidemment le travail d'équipe. Notre

formation EIDIA nous encourage à former des groupes efficaces et cohérents, et j'ai pu sentir ceci à travers une expérience qui s'est remarquablement bien passée, dans une ambiance très agréable et sans conflit. Les capacités d'adaptation et de communication que demandent un groupe, dans sa généralité, me semblent essentielles et je suis satisfait d'avoir pu les expérimenter au cours de ce projet.