

PROJET Arduino - Peip2

Année scolaire 2018-2019

Make your color



**Étudiants : Queffeulou Jade
Turle Margaux**

Encadrant : Masson Pascal

Remerciements

Nous tenons à remercier dans un premier temps, l'équipe pédagogique de Polytech Nice-Sophia et les intervenants professionnels responsables de la formation de deuxième année de Peip, pour avoir assuré la partie théorique en amont du projet.

Nous remercions Monsieur Masson, professeur d'électronique et son stagiaire, pour l'aide et les conseils concernant les missions évoquées dans ce rapport qu'ils nous ont apporté lors des différentes étapes du projet.

En dernier lieu, nos remerciements vont à Monsieur Marc Forner, fabManager, qui a été présent tout au long de la conception de notre structure et nous a particulièrement aidé pour l'impression des pièces.

Sommaire

Introduction.....	3
I- Objectifs.....	4
I.1- Objectifs initiaux.....	4
I.2-Objectifs atteints.....	5
II- Présentation du matériel.....	6-7
III- Réalisation.....	8
III.1 Partie code.....	8
III.2 Partie construction.....	9-10
IV- Difficultés.....	10
IV.1 Partie code.....	10
IV.2 Partie construction.....	11
Conclusion.....	14
Ressources.....	15
Annexes.....	16

Introduction

Avec ce projet, nous cherchons à automatiser et donc faciliter la préparation d'une palette de peinture.

L'idée est de mettre en place un distributeur de peinture. La peinture est contenue dans des seringues. Pour ce projet, cinq seringues sont nécessaires. Elles correspondent aux trois couleurs primaires : rouge, bleu et jaune ainsi que le noir et le blanc. Le distributeur permet également de créer de nouvelles couleurs à l'aide des couleurs contenues dans lesdites seringues. Tout cela contrôlable depuis une application mobile connectée par Bluetooth. Le choix de ce module permet à l'utilisateur de se connecter facilement à la machine.

Dans l'idéal notre projet est de proposer deux possibilités pour le choix des couleurs :

- D'une part via des boutons prédéfinis correspondant à des couleurs précises.
- D'autre part à l'aide de trois curseurs pour permettre à l'utilisateur une couleur sur mesure.

Ce projet est destiné à un public particulier, comme des écoles maternelles ou des centres aérés.

I- Objectifs

I.1- Objectifs initiaux

Notre projet a pour but de créer différentes couleurs à l'aide de moteurs sur lesquels sera fixée une roue dentelée. Lorsque les moteurs seront en marche, ils feront tourner la roue qui va elle-même faire coulisser une crémaillère. Cette crémaillère va pousser sur les seringues, ce qui va faire tomber la peinture sur la palette et créer une nouvelle couleur.

Les moteurs seront eux-mêmes actionnés grâce au module Bluetooth par différents boutons qui définissent une couleur particulière, présents sur l'application mobile.

Ces boutons pourront actionner les couleurs suivantes :

- orange (mélange de rouge et de jaune)
- violet (mélange de bleu et de rouge)
- vert (mélange de jaune et bleu)
- marron (mélange de rouge, jaune et bleu)
- rose (rouge et blanc)
- gris (noir et blanc)

Ainsi que les couleurs déjà présentes dans les seringues :

- rouge
- jaune
- bleu
- noir
- blanc

De plus, initialement, le projet avait également pour but d'éclaircir (respectivement assombrir) les couleurs, en ajoutant au mélange la couleur blanche (respectivement noire).

I.2 Objectifs atteints

Finalement, nous avons abandonné l'idée d'éclaircir ou d'assombrir les couleurs en y ajoutant du blanc ou du noir. Il suffira simplement d'appuyer de nouveau sur le bouton blanc pour éclaircir ou noir pour assombrir.

En plus des boutons correspondants à des couleurs particulières, l'application sera constituée de trois curseurs : cyan, magenta et jaune.

Ces curseurs permettant alors à l'utilisateur de créer sa propre couleur. Cette couleur ainsi créée pourra être visible sur une LED et modifiable tant que l'utilisateur n'aura pas appuyé sur le bouton start.

De plus, par soucis de praticité, la forme de la structure n'est plus la même que sur le schéma initial (cf annexe).

II- Présentation du matériel

Carte Arduino
ATmega328PB
Xplained mini



⇒ Gère l'ensemble de l'électronique

Moteur pas à pas
Nema 17



⇒ Fait tourner la roue dentelée

Driver A4988
avec radiateur



⇒ Contrôle le moteur pas-à-pas

Module Bluetooth HC-06



⇒ Permet la connexion Bluetooth avec l'application "Bluetooth Electronics" sous Android

Seringue 150 ml



⇒ Contient la peinture

LED RGB branchée en anode



⇒ informer l'utilisateur de la couleur créée

Condensateur électrolytique bleu isolé



⇒ permet de lisser la tension

III- Réalisation

III.1 Partie code

La partie code du projet se décompose en plusieurs codes distincts.

La première étape est la connexion avec le module Bluetooth : il y a un code qui permet à l'utilisateur de se connecter via le module Bluetooth HC-06 à l'application "Bluetooth Electronics" du mobile. Il faut alors que l'utilisateur tape les commandes AT+N*amenom* et AT+PIN*pin* sur le moniteur série pour pouvoir se créer un identifiant pour la toute première fois. Cette connexion ayant été préalablement faite, l'utilisateur n'a plus qu'à, chaque fois, se reconnecter avec le même identifiant sur l'application.

La deuxième étape est le choix de la couleur personnalisée :

Dans ce cas, la carte Arduino est en dialogue avec le module Bluetooth. Les trois curseurs ; cyan, magenta et jaune ainsi que les boutons sont définis à l'aide de la fonction Switch(). En effet, les trois curseurs et les onze boutons correspondant à une couleur déjà définie sont associés à des lettres différentes. Lorsque la lettre correspondant à une couleur est envoyée à la carte Arduino, cette couleur est alors visible sur la LED.

Ainsi, sur l'application, l'utilisateur peut créer sa propre couleur avec les curseurs en la visualisant sur la LED RGB. Ce processus se fait via la fréquence du PWM qui est envoyé par l'application Bluetooth. Cette fréquence prend des valeurs entières allant de 0 à 255 et suivant la valeur de la fréquence PWM la couleur diffère.

La dernière étape correspond au fonctionnement des moteurs :

Une fois la couleur réalisée par l'utilisateur, il peut la valider grâce au bouton START présent également sur l'application. Ce bouton est lui aussi relié à une lettre. Son utilisation permet aux moteurs correspondants de se mettre en marche. En effet, chaque couleur créée correspond à trois valeurs de PWM différentes en simultanée. Par exemple le rouge à pour valeurs (0,255,0). Ces trois valeurs correspondent aux trois couleurs que sont le cyan, magenta et jaune. Ainsi les valeurs du PWM de la couleur entraîne le fonctionnement des moteurs dont le pas correspond à cette même valeur.

Pour pouvoir vérifier le fonctionnement de chaque élément, il y a deux codes de bases, extérieur au code final. Parmi ces 2 codes, on trouve : le code de rotation d'un moteur pas-à-pas, qui gère le fonctionnement d'un unique moteur, et le code de la LED RGB. Ce dernier a été nécessaire pour déterminer les bonnes valeurs du PWM à utiliser.

Les codes sont visibles dans la partie Annexes.

III.2 Partie construction

Toute la partie construction de la structure s'est déroulée au fablab de Polytech Nice Sophia grâce à la découpeuse laser et l'imprimante 3D.

Nous avons construit l'intégralité de notre structure. Celle-ci se compose en quatre parties principales :

La partie inférieure, de forme cylindrique.

La réalisation de ce cylindre s'est faite à partir : d'un grand rectangle de bois de 27 cm de hauteur et 62.8 cm de largeur, striés, afin de pouvoir lui donner de la souplesse et coller les deux extrémités, ainsi que de deux cercles. Ces deux cercles ont pour diamètre 188mm : le premier étant le socle sur lequel nous allons positionner le cylindre et le deuxième est lui-même composé de cinq cercles pour y mettre les cinq seringues. Le tout collé et maintenu pendant un certain temps avec une sangle.

La partie centrale, une boîte.

Ce cube est composé de quatre rectangles de longueur 18 cm et de largeur 23 cm ainsi que deux carrés de largeur 23 cm. La face inférieure de la boîte possède un trou d'un diamètre un peu plus grand que celui du cylindre pour qu'ils puissent s'emboîter. Ainsi, on pourra retirer la partie supérieure de la structure pour retirer les seringues du cylindre et les recharger lorsqu'elles sont vides. Tandis que la face supérieure possède 5 trous (de 2,3 cm x 4,5 cm) au-dessus de chaque piston afin de laisser passer la crémaillère.

Ce cube est donc emboîté et tient sur la partie inférieure grâce à des sortes d'équerres de fixation, sur lequel celui-ci sera posé.

Puis, au-dessus de cette boîte, il y a une seconde boîte composée de quatre rectangles de mesure 12,5 cm x 23,5 cm et de deux carrés de longueur 23,5 cm.

C'est à l'intérieur de cette boîte que sont fixés les cinq moteurs au-dessus des cinq seringues avec du scotch double face. Afin que les crémaillères puissent pousser les pistons et ainsi faire tomber la peinture dans la palette, il y a cinq trous de 2,3 cm x 4,5 cm sur la face inférieure. De plus, sur la face supérieure, il y a également cinq trous de même dimension que précédemment pour faire passer les fils vers la partie supérieure de la structure.

La partie supérieure, une troisième boîte.

Cette boîte mesure 8 cm x 23 cm x 23 cm. La face inférieure possède aussi cinq trous (toujours de même dimension) afin de pouvoir connecter les moteurs à la plaque Arduino qui se trouve dans cette boîte. De plus, sur la face avant, nous avons écrit avec la découpeuse laser : "by CHATURLON" et nous avons découpé un trou au-dessus afin que la LED puisse être visible des utilisateurs.

En dernier lieu, l'imprimante 3D nous a permis d'imprimer le mécanisme composé du support du moteur ainsi que la crémaillère et la roue dentelée afin de faire fonctionner l'ensemble.

IV. Difficultés

IV.1 Partie code

Au début, le code était unique. Il permettait la rotation des moteurs lorsque l'utilisateur appuie sur les boutons prédéfinis. À la suite de la première présentation orale, le professeur a mis en avant la simplicité du projet. Ainsi, il a été décidé d'ajouter des curseurs pour la création de couleur personnalisées et une LED RGB pour visualiser la couleur choisie. Cette partie étant plus complexe, les premiers essais n'étaient pas fluctuants. En effet, la LED RGB branchée en anode donnait des couleurs cyan, magenta et jaune. Cela s'explique par le fait que les valeurs de la fréquence PWM sont en réalité inversées, c'est à dire que le(0,0,0) donne la couleur blanche tandis que le (225,255,255) donne la couleur noire. Il a donc fallu faire attention d'écrire les bonnes valeurs de PWM correspondantes dans le nouveau code. Cependant, après réflexions, la synthèse soustractive fournie par le cyan, magenta et jaune semble plus proche des couleurs primaires de la peinture que la synthèse additive fournie par le rouge, vert et bleu. Nous avons donc gardé les valeurs de base.

De plus, l'un des drivers A4988, est devenu défectueux. Les moteurs tournaient, enfin vibraient sans arrêt et le moteur connecté au driver ne tournait plus du tout. Cela produisait une sorte de court-circuit. Pendant les essais, il y avait une forte surchauffe. Il nous a donc fallu un nouveau driver. D'ailleurs, pour éviter encore plus une surchauffe des moteurs, nous avons défini l'entrée "*enable*" qui met les moteurs à l'arrêt quand ils ne sont pas utiles.

IV.2 Partie construction

Pour commencer, la structure était modélisée sur Inventor afin de l'imprimer en 3D, cependant pour des raisons de dimension, il n'était pas possible d'utiliser l'imprimante. En effet, la partie inférieure mesurant 27 cm de hauteur, ceci était beaucoup trop grand à imprimer. Finalement, pour palier à ce problème, nous avons décidé d'utiliser la découpeuse laser et ainsi d'avoir une structure en bois. Tous les plans ont donc été refait en 2D avec le logiciel Inkscape avec l'aide de la personne en charge du fablab.

Pour ce qui est de la partie inférieure, nous avons dû faire plusieurs stries sur le rectangle de bois afin de pouvoir le plier. Or, au premier essai, celles-ci étaient beaucoup trop écartées (1,6 cm), ce qui rendait impossible le pliage du bois. Au deuxième essai, l'écart choisi entre les stries était beaucoup plus petit (4 mm), ce qui nous a permis de bien relier les deux extrémités du rectangle.

Ensuite, le schéma de base n'étant pas pratique, du fait que les trois cylindres soient collés, la peinture dans les seringues ne pouvait pas être rechargée. Notre structure a dû être modifiée. En effet, la structure finale ne correspond pas à celle sur le schéma initial. Au départ, celle-ci devait être un cylindre composé de trois parties cylindriques collées entre elles mais finalement, elle est composée d'un cylindre et de trois boîtes. Les trois boîtes sont collées entre elles et peuvent être retirées du cylindre afin de pouvoir prendre les seringues pour les recharger.

Enfin, pour l'impression 3D du mécanisme composé de la crémaillère et la roue dentelée, la longueur de la crémaillère était de 10 cm sur le site trouvé par Mr. Masson et il fallait que celle-ci mesure 20 cm. Nous avons donc gardé celle-ci, car par manque de temps, nous ne pouvions refaire les dimensions. De plus, suite à la première impression du mécanisme (d'une durée de 3h34), la

crémaillère était beaucoup trop large et ne pouvait pas glisser dans le dispositif prévu à cet effet. Nous avons donc mesuré l'écart entre le dispositif et la crémaillère et nous l'avons réimprimé à la bonne largeur. Celle-ci glissait alors un peu mieux sur le montage. Cependant ce n'était pas suffisant pour un glissement optimal. En effet, nous avons dû limer la crémaillère ainsi que la roue dentelée car du fait que l'impression 3D n'était pas parfaite, il y avait trop de frottement ce qui empêchait les moteurs de tourner correctement. D'autre part, les trous pour les vis sur le support et le trou central pour faire passer la tige du moteur étaient trop petit donc il a fallu repercer tous les trous de chaque moteur, ce qui nous a pris du temps.

Conclusion

Bilan final du projet : **Make your color or not ?**

A ce stade, notre projet a partiellement atteint les objectifs que nous avons fixé, même si certains ont été modifié en cours de route.

En résumé, l'utilisateur choisit la couleur qu'il souhaite sur le téléphone grâce aux boutons prédéfinis ou aux curseurs, et la valide grâce au bouton START. Cette couleur est visible à tout moment sur la LED. Le téléphone, lui, est connecté à l'Arduino via un module Bluetooth. Puis il n'a plus qu'à attendre que la peinture contenue dans les seringues coule sur la palette.

C'est une machine qui se veut être pratique, rapide et surtout utile pour les inconnus des couleurs.

D'une part, les difficultés que nous avons rencontrées, ont été en quelque sorte bénéfiques car elles ont permis de rendre la machine plus fonctionnelle. En effet, notre schéma de base n'aurait servi que pour une seule fois. Cependant, à cause de certains problèmes rencontrés, et d'un manque de temps, les tests avec la peinture n'ont pas été réalisés.

Ressenti vis à vis de ce projet :

Nous avons l'habitude de réaliser des exposés ou des présentations sur un sujet précis cependant le fait de créer un projet entièrement, de l'idée à la conception était nouveau pour nous (mis à part le TPE de 1ère). Les compétences acquises au cours des TD ont pu être utilisées à bon escient. Imaginer un projet, le mettre en oeuvre, palier aux problèmes et pouvoir l'améliorer est une expérience enrichissante.

Ressources

<https://www.stlfinder.com/model/linear-paintbrush-mechanism-nema17-bazykZqV/8073680>

http://carrefour-numerique.cite-sciences.fr/fablab/wiki/doku.php?id=machines:decoupe_laser:trucs_astuces:generateur_boite_encoches

<https://www.ebay.fr/itm/COFFRET-BLISTER-5-TUBES-GOUACHE-SUDIO-220ML-DE-PEBEO-3-PRIMAIRES-BLANC-NOIR/142442724469?hash=item212a3f7c75:g:Bf8AAOSwxfhbgl-y:rk:1:pf:0>

<https://www.arduino.cc/reference/en/language/structure/control-structure/switchcase/>

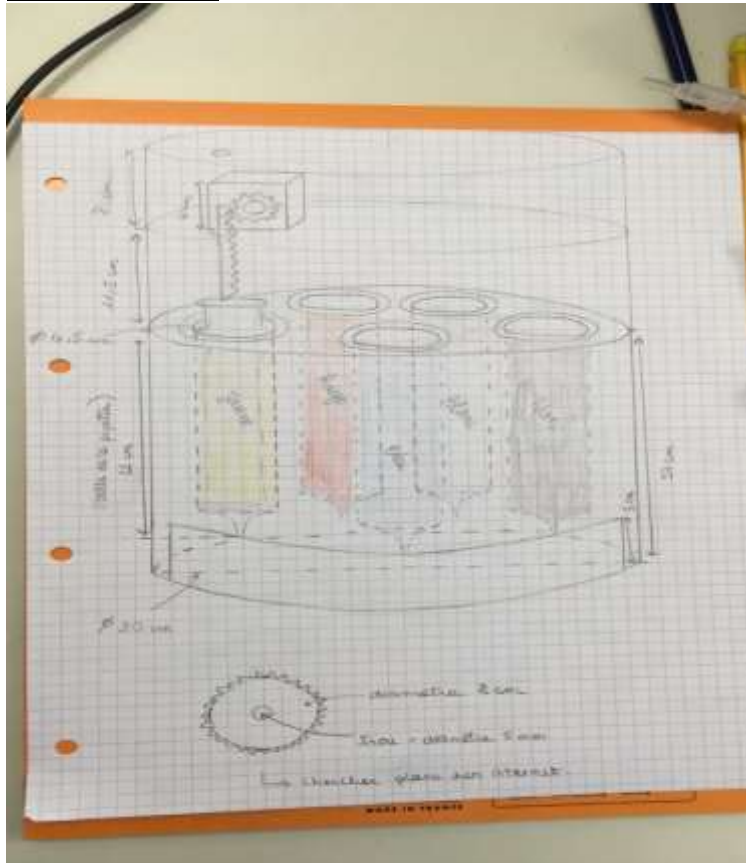
<http://users.polytech.unice.fr/~pmasson/Enseignement-arduino.htm>

<https://www.carnetdumaker.net/articles/utiliser-des-leds-rgb-avec-une-carte-arduino-genuino/>

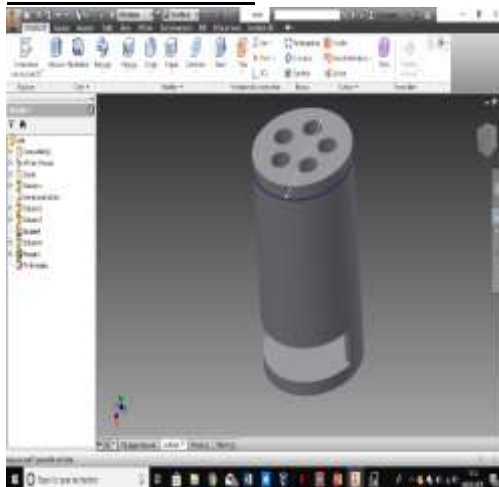
Annexes

Partie construction

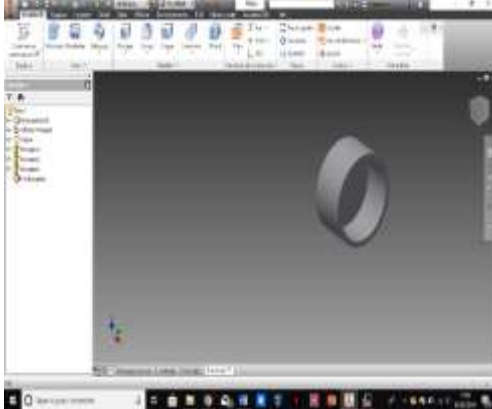
Schéma initial



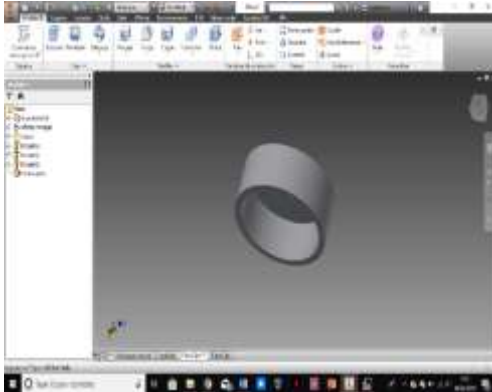
Partie inférieure



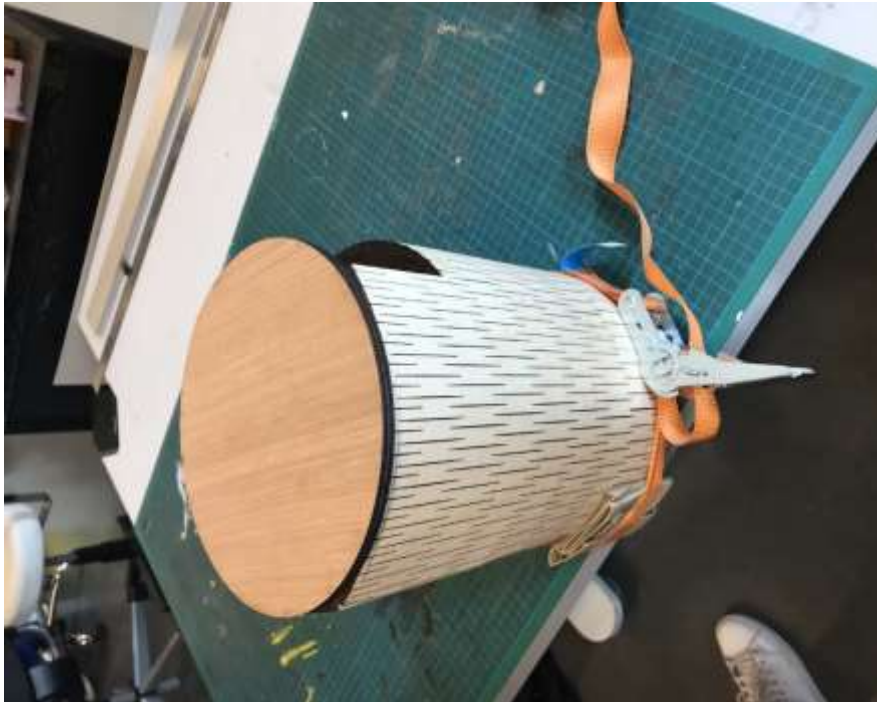
Partie intermédiaire



Partie supérieure

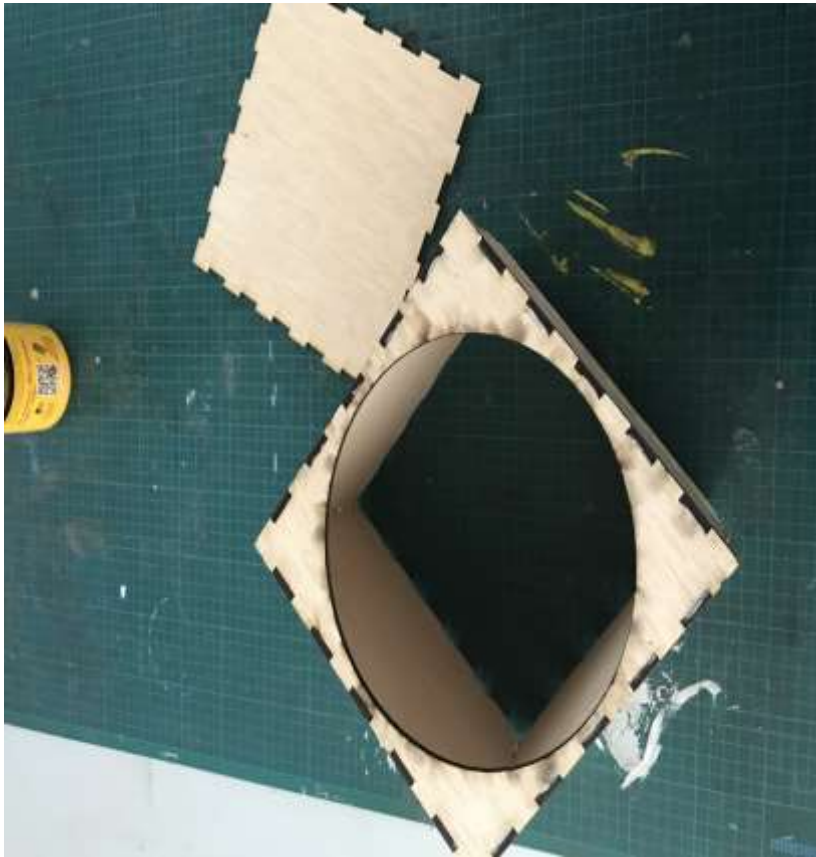


Collage du cylindre

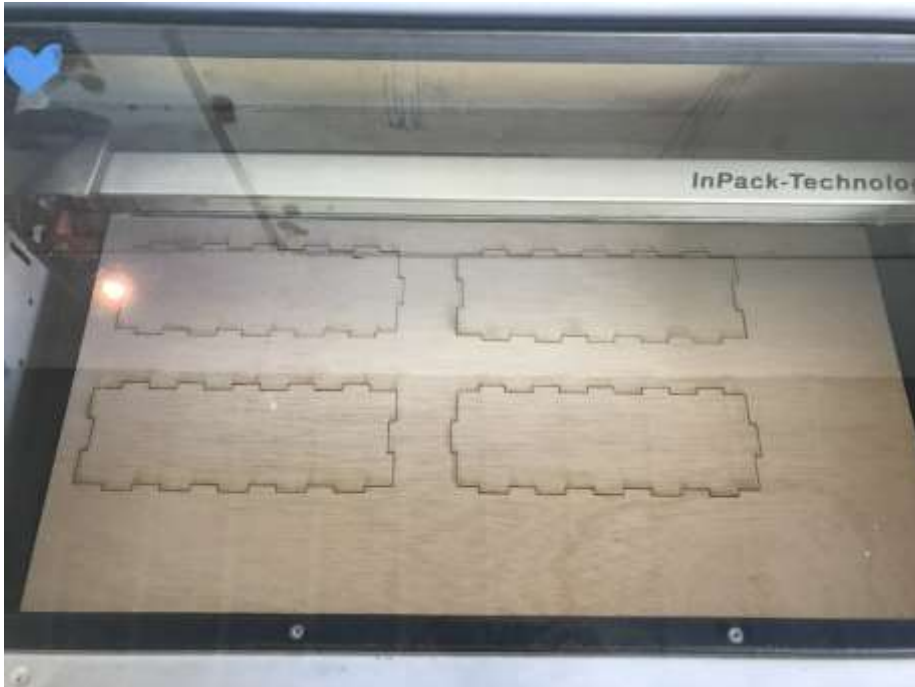




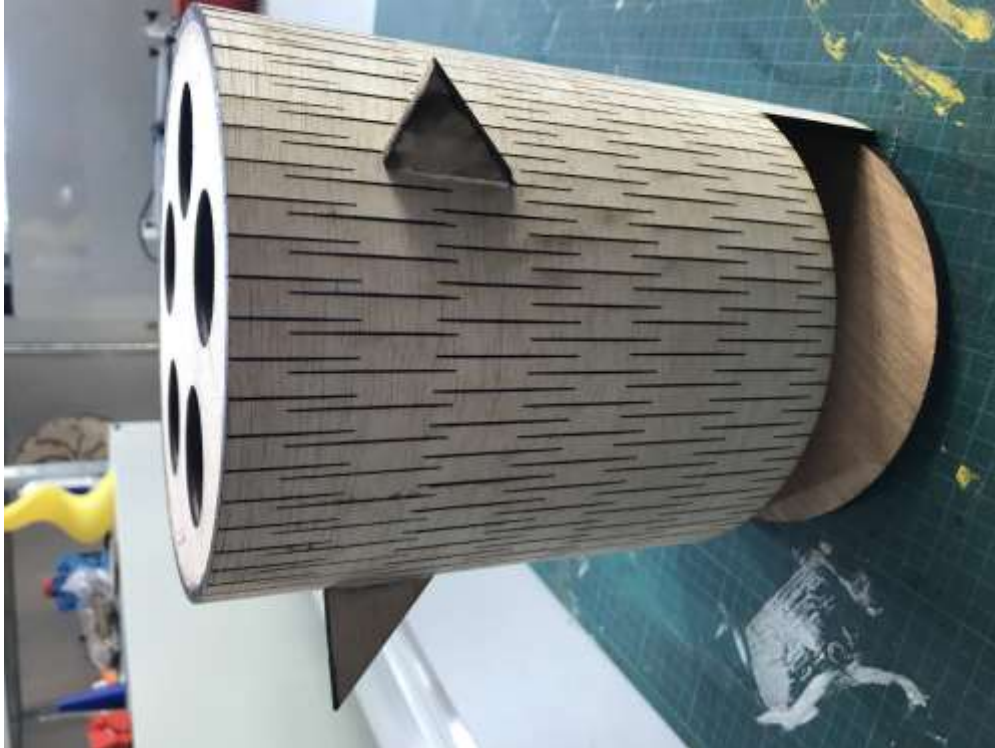
Partie intermédiaire



Découpage partie supérieure



Collage des équerres



Limage des supports

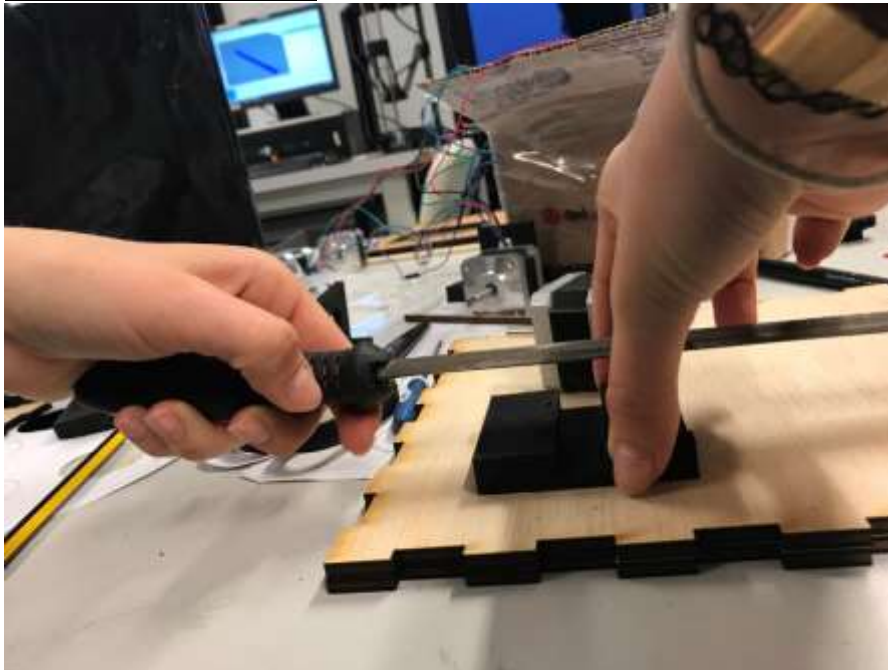
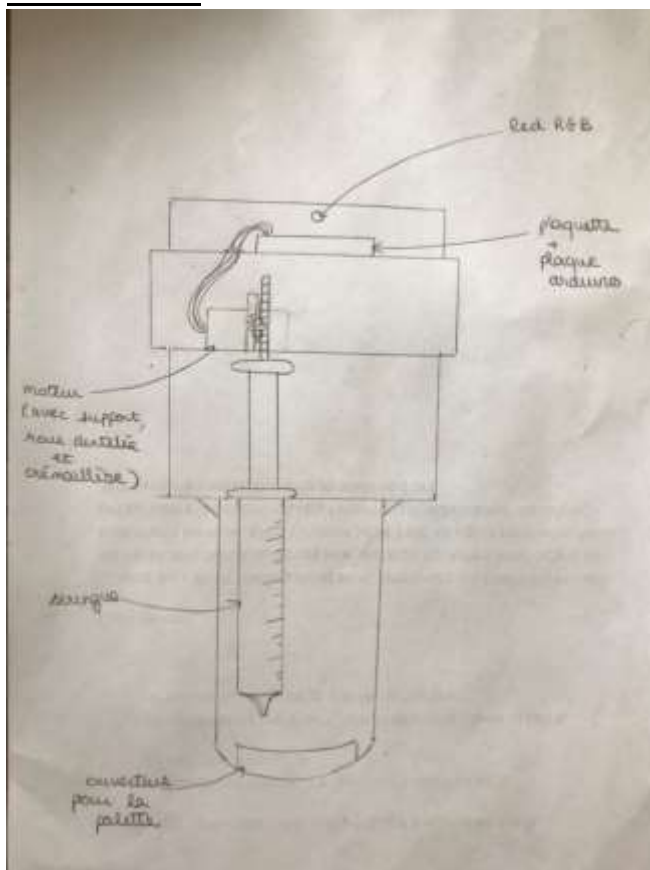


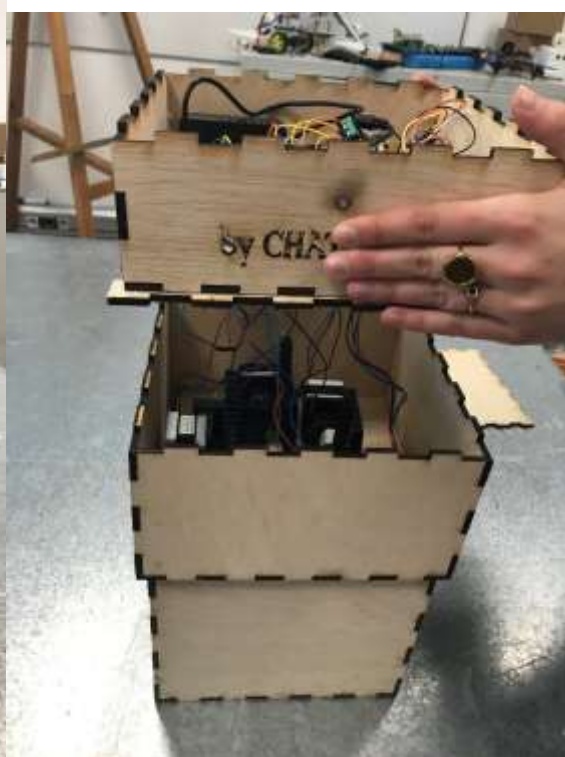
Schéma final



Partie inférieure (cylindre et seringues)



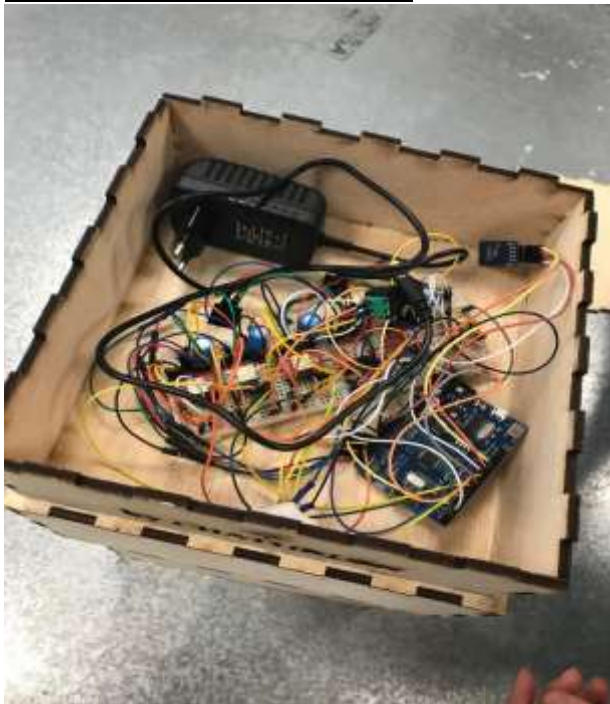
Partie supérieure (3 boîtes)



Disposition des moteurs



Boîte pour la carte arduino



Structure finale



Photo de l'équipe avec le projet



Partie code

//Code pour la connexion de l'arduino au module Bluetooth

```
#include<SoftwareSerial.h>
```

```
#define RX 12//Pin 12 pour RX, à brancher sur le TX du HC-06
```

```
#define TX 13 //Pin 13 pour RX, à brancher sur le RX du HC-06
```

```
SoftwareSerial BlueT(RX,TX);
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  delay(500);
```

```
  Serial.println("Bonjour -Pret pour les commandes AT");
```

```
  BlueT.begin(9600);
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
  while (BlueT.available()) {
```

```
    Serial.print(char(BlueT.read())); }
```

```
  while (Serial.available()) {
```

```
    BlueT.write(char(Serial.read())); }
```

```
}
```

//Code pour le test des moteurs

```
const int Pas5 = 16;
```

```
const int Dir5 = 15;
```

```
const int Pas4 = 14;
```

```
const int Dir4 = 8;
```

```
const int Pas3 = 7;
```

```
const int Dir3 = 6;
```

```
const int Pas2 = 5;
```

```
const int Dir2 = 4;
```

```
const int Pas1 = 3;
```

```
const int Dir1 = 2;
```

```
const int enable = 17;
```

```
void setup() {
```

```
  Serial.begin(115200);
```

```
  pinMode(enable, OUTPUT); //enable en sortie
```

```

digitalWrite(enable, HIGH);
pinMode(Pas5, OUTPUT); //le moteur en sortie
pinMode(Dir5, OUTPUT);
digitalWrite(Dir5, HIGH);
pinMode(Pas4, OUTPUT); //le moteur en sortie
pinMode(Dir4, OUTPUT);
digitalWrite(Dir4, HIGH);
pinMode(Pas3, OUTPUT); //le moteur en sortie
pinMode(Dir3, OUTPUT);
digitalWrite(Dir3, HIGH);
pinMode(Pas2, OUTPUT); //le moteur en sortie
pinMode(Dir2, OUTPUT);
digitalWrite(Dir2, HIGH);
pinMode(Pas1, OUTPUT); //le moteur en sortie
pinMode(Dir1, OUTPUT);
digitalWrite(Dir1, HIGH);
}
void loop() {

//*****MOTEUR 2***** on test ici que le moteur 2
digitalWrite(enable, LOW);
for (int x = 200; x > 0; x--) {
  Serial.println(x);
  digitalWrite(Dir5, LOW);
  digitalWrite(Pas5, HIGH);
  delayMicroseconds(50);
  digitalWrite(Pas5, LOW);
  delay(4);}
digitalWrite(enable, HIGH);
delay(500);

digitalWrite(enable, LOW);
for (int x = 0; x < 200; x++) {
  Serial.println(x);
  digitalWrite(Dir5, HIGH);
  digitalWrite(Pas5, HIGH);
  delayMicroseconds(50);
  digitalWrite(Pas5, LOW);
  delay(4);
}
}

```

```

}
digitalWrite(enable, HIGH);
delay(500);
}

```

//Code pour le test de la LED

```

void setup() {
pinMode(9, OUTPUT);
digitalWrite(9,LOW);
}
void loop() {
}

```

// Code final dialogue avec le smartphone et fonctionnement des moteurs

```

#include<SoftwareSerial.h>
#define RX 12
#define TX 13
SoftwareSerial BlueT(RX,TX);
int PWMC;
int PWMJ;
int PWMM;
int PWMN;
int PWMB;
char Data;
const int Pas1 =3; //moteur1
const int Dir1 =2; //moteur1
const int Pas2=5;//moteur2
const int Dir2=4;//moteur2
const int Pas3=7;//moteur3
const int Dir3=6;//moteur3
const int Pas4=14;//moteur4
const int Dir4=8;//moteur4
const int Pas5=16;//moteur5
const int Dir5=15;//moteur5
const int enable=17;

```

```

const byte LED1 = 9; //rouge CYAN
const byte LED2 = 10; //vert MAGENTA
const byte LED3 = 11; //bleu JAUNE

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  BlueT.begin(9600);
  pinMode(enable,OUTPUT);
  digitalWrite(enable,HIGH);

  pinMode(Pas1,OUTPUT); //on initialise le moteur1, correspond à la
couleur bleu
  pinMode(Dir1,OUTPUT);
  digitalWrite(Dir1,HIGH);

  pinMode(Pas2,OUTPUT); //on initialise le moteur2, correspond à la
couleur jaune
  pinMode(Dir2,OUTPUT);
  digitalWrite(Dir2,HIGH);
  pinMode(Pas3,OUTPUT); //on initialise le moteur3, correspond à la
couleur rouge
  pinMode(Dir3,OUTPUT);
  digitalWrite(Dir3,HIGH);
  pinMode(Pas4,OUTPUT); //on initialise le moteur4, correspond à la
couleur blanche
  pinMode(Dir4,OUTPUT);
  digitalWrite(Dir4,HIGH);
  pinMode(Pas5,OUTPUT); //on initialise le moteur5, correspond à la
couleur noire
  pinMode(Dir5,OUTPUT);
  digitalWrite(Dir5,HIGH);
  pinMode(LED1, OUTPUT); //on initialise la LED
  pinMode(LED2, OUTPUT);
  pinMode(LED3, OUTPUT);
}

void loop() {

```

```

if (BlueT.available()){ //dialogue avec le bluetooth
    Data=BlueT.read();
    switch (Data){
        case 'L': //cyan
            PWMC=BlueT.parseInt();
            break;

        case 'T': //magenta
            PWMM=BlueT.parseInt();
            break;

        case 'K': //jaune
            PWMJ=BlueT.parseInt();
            break;

        case 'O'://orange
            PWMC=0;
            PWMJ=255;
            PWMM=213;
            break;

        case 'J'://jaune
            PWMC=0;
            PWMJ=255;
            PWMM=0;
            break;

        case 'N'://noir
            PWMC=0;
            PWMM=0;
            PWMJ=0;
            PWMN=255;
            break;

        case 'C': //blanche
            PWMC=0;

```

```
PWMM=0;
PWMJ=0;
PWMB=255;
break;

case 'R': //rouge
    PWMC=0;
    PWMM=255;
    PWMJ=0;
    break;
case 'V': //vert
    PWMC=255;
    PWMJ=255;
    PWMM=0;
    break;

case 'B': //bleu
    PWMC=255;
    PWMJ=0;
    PWMM=0;
    break;

case 'G': //gris
    PWMC=128;
    PWMM=128;
    PWMJ=128;
    break;

case 'S': //rose
    PWMC=0;
    PWMM=255;
    PWMJ=70;
    break;

case 'M': //marron
    PWMC=255;
    PWMM=255;
```

```
PWMJ=255;  
break;
```

```
case 'I': //violette  
    PWMC=153;  
    PWMM=255;  
    PWMJ=0;  
    break;
```

```
case 'D':  
    digitalWrite(enable,LOW);  
    for(int x = 0; x < PWMC; x++) { //tube bleu  
        digitalWrite(Pas2,HIGH);  
        digitalWrite(Pas3,HIGH);  
        digitalWrite(Pas4,HIGH);  
        digitalWrite(Pas5,HIGH);  
  
        digitalWrite(Pas1,HIGH);  
        delayMicroseconds(50);  
        digitalWrite(Pas1,LOW);  
        delay(4);  
    }
```

```
for(int x = 0; x < PWMM; x++) { //tube rouge  
    digitalWrite(Pas2,HIGH);  
    digitalWrite(Pas1,HIGH);  
    digitalWrite(Pas4,HIGH);  
    digitalWrite(Pas5,HIGH);  
  
    digitalWrite(Pas3,HIGH);  
    delayMicroseconds(50);  
    digitalWrite(Pas3,LOW);  
    delay(4); }
```

```
for(int x = 0; x < PWMJ; x++) { //tube jaune  
    digitalWrite(Pas1,HIGH); //met le moteur à l'arret  
    digitalWrite(Pas3,HIGH);
```



```

digitalWrite(Pas4,HIGH);
digitalWrite(Pas5,HIGH);

digitalWrite(Pas2,HIGH);
delayMicroseconds(50);
digitalWrite(Pas2,LOW);
delay(4); }

for(int x = 0; x < PWMN; x++) { //tube noir
digitalWrite(Pas2,HIGH);
digitalWrite(Pas3,HIGH);
digitalWrite(Pas1,HIGH);
digitalWrite(Pas5,HIGH);

digitalWrite(Pas4,HIGH);
delayMicroseconds(50);
digitalWrite(Pas4,LOW);
delay(4); }
PWMN=0;

for(int x = 0; x < PWMB; x++) { //tube blanc
digitalWrite(Pas2,HIGH);
digitalWrite(Pas3,HIGH);
digitalWrite(Pas4,HIGH);
digitalWrite(Pas1,HIGH);

digitalWrite(Pas5,HIGH);
delayMicroseconds(50);
digitalWrite(Pas5,LOW);
delay(4); }
PWMB=0;

digitalWrite(enable,HIGH);
break;
}
}

```

```
////LED/////
analogWrite(LED1, PWMC);
analogWrite(LED2, PWMM);
analogWrite(LED3, PWMJ);
}
```