

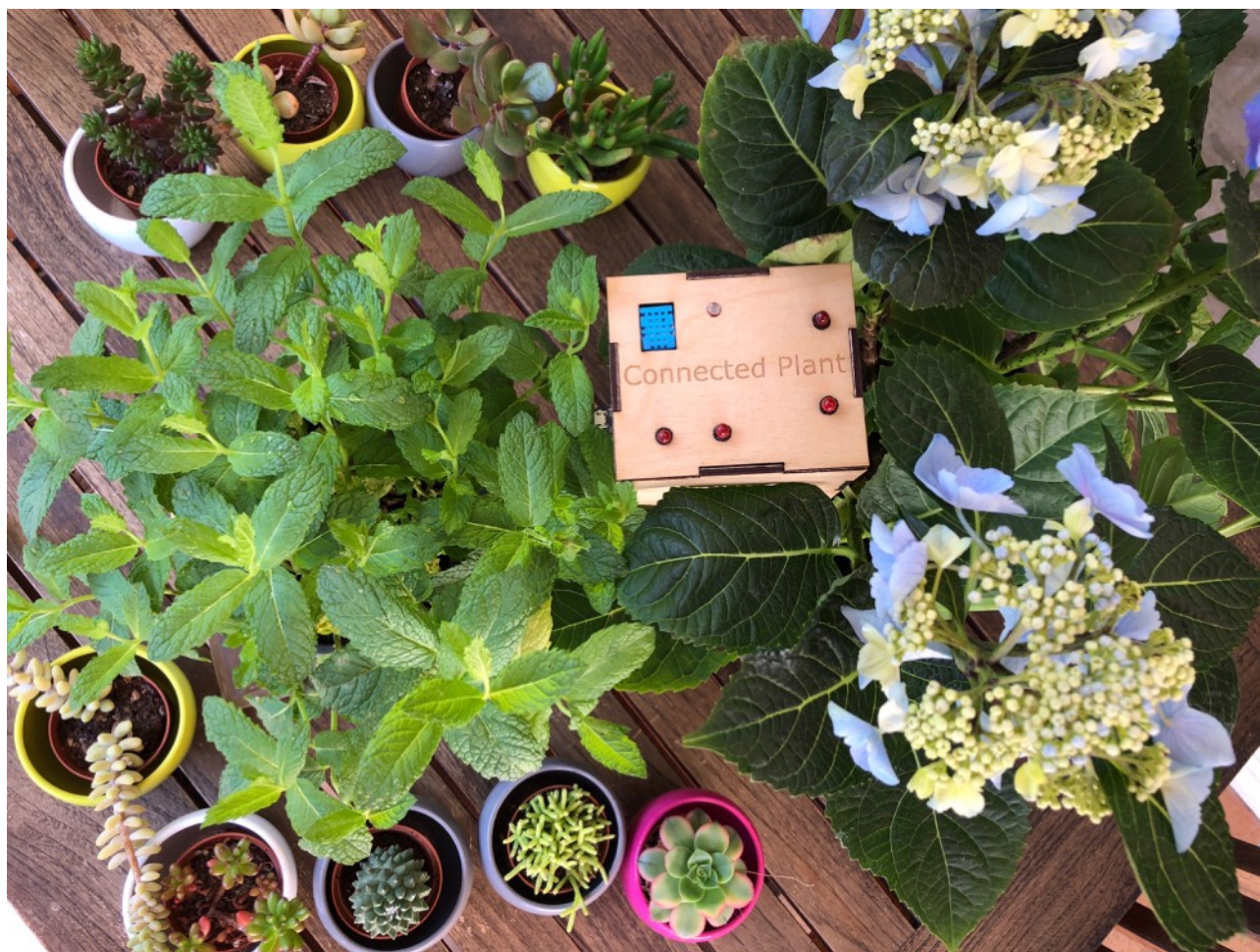
**Parcours des Écoles d'Ingénieurs Polytech**

**Projet de fin de cycle PeiP**

**Promotion 2017/2018**

**Discipline : « Électronique avec Arduino »**

**« Connected plant »**



Présenté par:

Alagia Mélanie

Levitre Floriane

Responsables du module:

Ferrero Fabien

Pascal Masson

## **SOMMAIRE :**

<b>I/ Introduction</b>	<b>page 3</b>
<b>II/ Objectifs</b>	<b>page 3</b>
<b>III/ Répartition du travail</b>	<b>pages 3-4</b>
<b>IV/ Déroulement du projet</b>	<b>page 4</b>
<b>V/ Matériel utilisé</b>	<b>page 5</b>
<b>VI/ Circuits électroniques</b>	<b>pages 5-6</b>
<b>VII/ Interface Bluetooth</b>	<b>page 6</b>
<b>VIII/ Explication du code</b>	<b>pages 7-8-9</b>
<b>IX/ Difficultés rencontrées</b>	<b>page 10</b>
<b>X/ Montage et résultat final</b>	<b>pages 10-11</b>
<b>XI/ Améliorations possibles</b>	<b>page 12</b>
<b>XII/ Conclusion</b>	<b>page 13</b>
<b>XIII/ Annexe</b>	<b>page 14</b>

# I/ Introduction

Dans le cadre du cours d'électronique de la formation prépa intégrée Polytech Nice Sophia, nous devons concevoir un objet connecté. L'objectif était de mener un projet depuis l'idée jusqu'au prototype, par équipe de deux.

Les choix étant divers et variés, nous voulions avant tout concevoir un objet utile et original. De plus, nous souhaitions faire un projet en rapport avec la nature. Nous sommes donc parties sur le thème des plantes, et nous nous sommes dit :

*« Pourquoi ne pas créer une boîte connectée que l'on pourrait implanter dans la terre et qui nous enverrait directement sur notre smartphone les conditions de vie en temps réel de la plante ? »*

## II/ Objectifs

Les objectifs principaux de ce projet sont multiples. Tout d'abord, outre nos objectifs personnels que nous nous sommes fixées pour mener à bien ce projet, il était avant tout important de savoir effectuer un travail en équipe sur une longue période afin de nous donner une première idée de ce qu'est le métier d'ingénieur. Nous avons été formés tout au long de ce projet à auto corriger nos erreurs et à se partager les tâches au sein de l'équipe.

Venons-en à nos objectifs fixés tout au long de ce projet. Nous voulions au départ créer une malette regroupant différents capteurs permettant de mesurer les besoins d'une plante. En effet, les plantes sont des êtres vivants nécessitant de bonnes conditions pour vivre : elles ont besoin d'eau, de sels minéraux, d'air, de lumière (directe ou indirecte) et de chaleur. Il est également important de mesurer le pH du sol avant de planter afin de sélectionner des plantes appropriées aux sols basique, acide ou neutre.

Nous avons donc pour objectif principal de rassembler au sein d'un même ensemble un capteur humidité du sol, un capteur température et humidité de l'air, un capteur luminosité et un capteur pH.

Au fur et à mesure du projet, nous avons décidé de changer l'aspect initial de notre structure et nous sommes parties sur une boîte en bois se rapprochant plus du thème de la nature.

L'objectif était également de réaliser des systèmes complexes et communicants. Nous sommes donc parties sur une boîte connectée pouvant envoyer les données des plantes en temps réel sur le smartphone d'un utilisateur à l'aide du Bluetooth.

## III/ Répartition du travail

Nous avons commencé notre projet par une phase primordiale et quelque peu évidente : la recherche du sujet et de sa faisabilité. Une fois notre idée mise en place, nous nous sommes réparties le travail de manière aléatoire.

Floriane s'est occupée du capteur humidité du sol, du capteur pH et du module Bluetooth. Mélanie s'est chargée du capteur luminosité et du capteur température et humidité de l'air.

Ensemble, nous avons imaginé et conçu notre boîte au FabLab. Nous avons également créé un panel sur l'application Bluetooth Electronics qui regroupe les cinq gauges nécessaires à la compréhension du bien être des plantes.

## **IV/ Déroulement du projet**

Pendant les huit premières semaines, nous nous sommes concentrées sur le code et le montage des capteurs humidité du sol, température et humidité de l'air et luminosité. Nous sommes restées en stand-by pendant pas mal de temps concernant le capteur pH. En effet, nous ne trouvions aucune information sur internet concernant le code ou l'incorporation de ce capteur au sein d'un circuit piloté par une carte Arduino.

Les huit semaines qui suivirent furent plus satisfaisantes. Nous avons mis en place le module Bluetooth permettant l'échange entre les besoins de la plante et l'utilisateur. Nous nous sommes rendues au FabLab afin de réaliser notre boîte en bois à l'aide d'une imprimante laser. Nous avons également soudé nos capteurs ensemble afin de former notre circuit final.

Lors des cinq dernières semaines, nous avons réussi à monter le capteur pH avec le reste du circuit. Nous avons fait un code permettant de mesurer une tension et nous avons décidé d'acheter des plantes en terre acide et basique afin d'assimiler une certaine tension à une certaine terre. Nous avons également rassemblé les cinq gauges indicatrices des conditions de la plante sur le même panel. Nous arrivons à savoir en temps et en heure si la terre de la plante est trop sèche, si elle est exposée à trop ou pas assez de lumière.

Nous avons comme idée de départ de mettre en place des fiches auxquelles aurait accès l'utilisateur sur son smartphone concernant les conditions de vie d'espèces les plus courantes dans nos jardins. Il aurait donc pu voir, par exemple pour la famille des Orchidées, que l'exposition à laquelle elle était soumise chez lui ne correspondait pas à celle recommandée pour maintenir en vie la plante. Cependant, en raison de la simplicité de l'application Bluetooth Electronics, nous n'avons pas pu réaliser cette partie là.

Au final, nous avons réussi à créer une boîte regroupant nos quatre capteurs. Dès lors qu'on la positionne dans une plante, l'utilisateur lance son application et voit les paramètres suivants :

- Humidité du sol : la terre est sèche ou humide
- Luminosité : la luminosité est faible ou bonne
- Température et humidité de l'air : mesures en degrés et en pourcentages
- Capteur pH du sol : le sol est acide ou basique en fonction de la tension relevée.

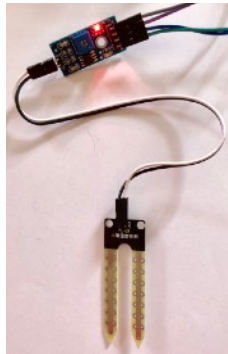


## V/ Matériel utilisé

Nous avons eu besoin de notre quatre capteurs :

1. Humidité du sol
2. Température et humidité de l'air
3. Luminosité
4. Ph du sol

1.



2.



3.



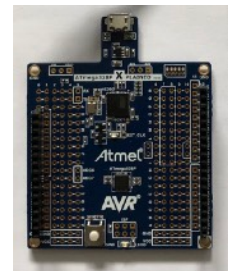
De plus, nous avons utilisé :

- Une carte Arduino Nano (5.)  
Elle sert à commander le fonctionnement de notre boîte.
- Un cable USB  
Permet la liaison entre la carte Arduino et l'ordinateur d'où nous lançons les programmes.
- 4 LEDS rouges pour nos 4 capteurs  
Permettent d'indiquer à l'utilisateur des conditions critiques :
  - Lorsque la terre est sèche
  - Lorsque la température est inférieure à 20° ou l'humidité inférieure à 40%
  - Lorsque la luminosité est trop faible
  - Lorsque le pH est inférieur à 7, on se situe dans un sol acide
- Plusieurs résistances
- Des fils de connexion
- Module Bluetooth HC-06 (6.)  
Permet la communication entre le smartphone et les capteurs dans la boîte.
- Boîte en bois regroupant tout notre montage
- Vis permettant de fixer la carte Arduino sur le support inférieur de la boîte.

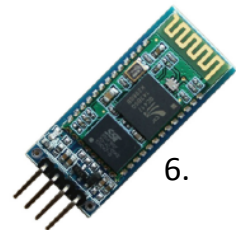
4.



5.



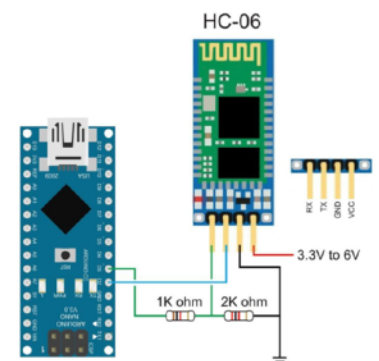
6.



## VI/ Circuits électroniques

Voici un schéma du circuit Bluetooth que nous avons réalisé :

Concernant notre capteur luminosité, nous avons relié la sortie A0 du capteur à l'entrée analogique de l'Arduino, GND et VCC ont été mises respectivement sur la masse et 5V de la carte.



Pour notre capteur luminosité, nous avons relié A0, GND et VCC respectivement sur une entrée analogique, la masse et 5V de l'Arduino.

Pour le capteur humidité et température de l'air, nous avons connecté VCC, GND et DATA respectivement à 5V, à la masse et à une sortie numérique de l'Arduino. Nous avons également utilisé les bibliothèques DHT sensor library et Adafruit pour pouvoir récupérer la valeur de la température ainsi que celle de l'humidité.

Pour le capteur humidité du sol, nous avons branché VCC du capteur à 5V, GND à la masse, A0 à une entrée analogique et D0 à une sortie numérique.

Enfin, pour le montage du capteur pH, nous avons soudé un fil sur la tige que nous avons directement connecté à une entrée analogique de l'Arduino. Les masses du capteur et de l'Arduino sont reliées ensemble.

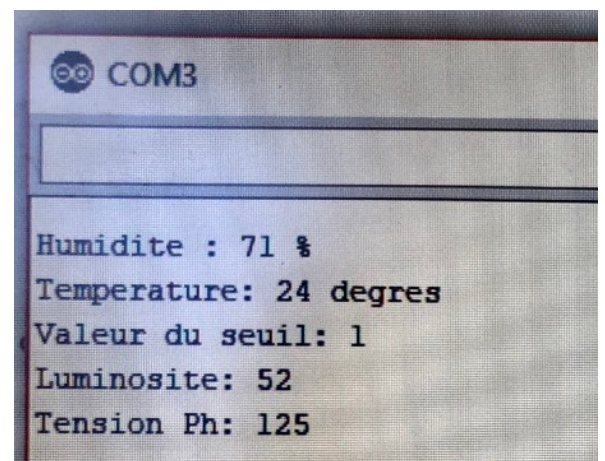
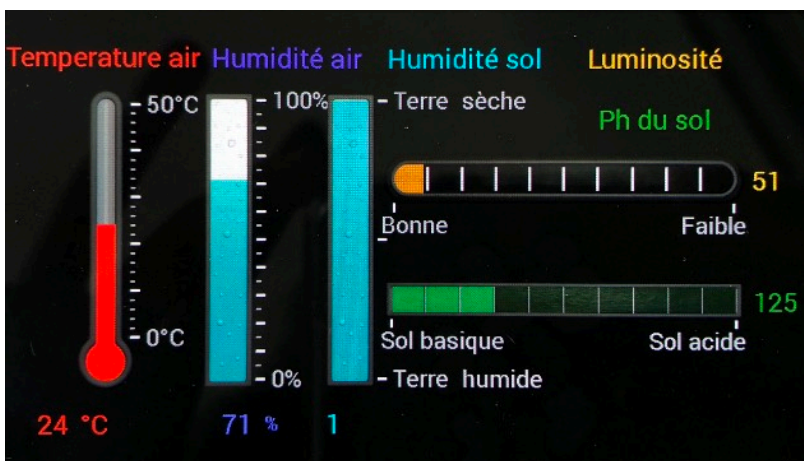
Pour chacun des capteurs, nous avons utilisé une LED reliée à une résistance branchée sur une sortie numérique de l'Arduino.

## VII/ Interface Bluetooth

Nous avons choisi d'utiliser le Bluetooth comme moyen de communication entre la boîte et l'utilisateur. Nous nous sommes servis du module HC-06. Une fois la configuration faite du côté de l'ordinateur (voir code), nous avons connecté notre boîte avec le smartphone. A chaque fois que nous branchons notre boîte sur l'ordinateur et que nous lançons notre programme principal, il est très facile de se connecter au téléphone en allant dans les paramètres de ce dernier.

Ensuite, nous lançons l'application Bluetooth Electronics où on peut voir apparaître sur un panel cinq gauges indiquant à l'utilisateur les paramètres actuels de la plante.

Par exemple, voici ce que l'utilisateur observe sur son smartphone (les données sont les mêmes que celles affichées sur le moniteur série du logiciel Arduino) :



Il est très facile pour lui de déduire que :

- La terre de la plante est sèche
- La luminosité est bonne
- Le sol est basique
- La température et l'humidité sont bonnes

## VIII/ Explication du code

Voici le début de notre code. Il regroupe l'inclusion des différentes librairies utilisées ainsi que les déclarations de pin.

```
1  #include <SoftwareSerial.h> //Software Serial Port
2  #define RxD 10    //Pin 10 pour RX, PB2 sur carte Arduino, a brancher sur le TX du HC-06
3  #define TxD 11    //Pin 11 pour TX, PB3 sur carte Arduino, a brancher sur le RX du HC-06
4  SoftwareSerial BTSerie(RxD,TxD);

5  #include "DHT.h" //On importe la librairie
6  #define DHTPIN 6 //On Connecte le DHT11 à la pin6
7  #define DHTTYPE DHT11 //DHTYPE est un type défini dans la librairie, DHT11 est une constante de
8  DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //On dit que notre capteur DHT11 est connecté à la pin7

9  const int led=5;

10 int PinAnalogiqueHumidite=A1;           //Sortie analogique de mesure d'humidité
11 int PinNumeriqueHumidite=2;             //Sortie numérique de mesure d'humidité
12 int PinLed=3;                           //LED témoin de seuil de sécheresse

13 int hsol;                               //Humidité du sol, mesure analogique
14 int secheresse;                         //0 ou 1 si seuil atteint

15 const int ledL=4;

16 int tensPH;
17 const int ledPH=7;
```

Lignes 1 à 4 : Inclusion de la librairie et déclaration des pins utilisées pour le module HC-06.

Lignes 5 à 8 : Inclusion de la librairie et déclaration des pins utilisées pour le capteur humidité et température de l'air.

Ligne 9 : Pin de la LED du capteur température et humidité de l'air.

Lignes 10 à 14 : Déclaration des pins utilisée pour le capteur humidité du sol.

Ligne 15 : Déclaration de la pin utilisée par la LED du capteur luminosité.

Lignes 16 et 17 : Déclaration des pin utilisées par le capteur pH du sol.

```

void setup() {
18   Serial.begin(9600); //Définition de la vitesse de transfert des données
    //Configuration du bluetooth
19   pinMode(RxD, INPUT);
20   pinMode(TxD, OUTPUT);
21   BTSerie.begin(9600);
22   delay(100);
23   BTSerie.print("AT+VERSION"); //Demande le n° de version
24   delay(100);

25   dht.begin(); //Fonction définie dans la librairie
26   pinMode(led,OUTPUT);

27   pinMode(PinAnalogiqueHumidite, INPUT);
28   pinMode(PinNumeriqueHumidite, INPUT);
29   pinMode(PinLed, OUTPUT);

30   pinMode(ledL,OUTPUT);

31   pinMode(ledPH, OUTPUT);
}

```

Ligne 18 : Définition de la vitesse de transfert des données

Lignes 19 à 21 : Configuration du Bluetooth

Ligne 22 et 24 : Marque une pause dans le programme de 100 ms

Ligne 25 à 31 : Déclaration des modes des leds

```

void loop() {

32   char recvChar;
    //On lit caractere par caractere sur le BTSerie et on affiche sur le Terminal Serie
33   if (BTSerie.available()) {
34       recvChar = BTSerie.read(); //lecture
35       Serial.print(recvChar); //écriture
    }
    //On lit caractere par caractere sur le terminal et on affiche sur le BT Serie
36   if (Serial.available()) {
37       recvChar = Serial.read(); //lecture
38       BTSerie.write(recvChar); //écriture
    }

39   int h = dht.readHumidity(); //On lit l'humidité, (fonction définie dans la librairie)
40   int t = dht.readTemperature(); //On lit la température, (fonction définie dans la librairie)

41   Serial.print("Humidite : "); //On écrit l'humidité de l'air sur le moniteur
42   Serial.print(h);
43   Serial.println(" %");
44   delay (2500);

45   Serial.print("Temperature: "); //On écrit la température sur le moniteur
46   Serial.print(t);
47   Serial.println(" degres");
48   delay (2500);

49   if ((t<20)||(h<40)) {
50       digitalWrite(led,LOW);} //la led s'allume, il fait trop froid ou trop sec
51   else{
52       digitalWrite(led,HIGH);} //La led s'éteint

```



Lignes 32 à 38 : Code concernant le module Bluetooth.

Lignes 39 à 52 : Code concernant le capteur température et humidité de l'air.

```
53  hsol = analogRead(PinAnalogiqueHumidite);           //Lit la tension analogique
54  secheresse = digitalRead(PinNumeriqueHumidite);      //Lit la tension numérique
55  Serial.print("Valeur du seuil: ");
56  Serial.println(secheresse);                          //0 ou 1 si le seuil est dépassé
57  if (secheresse==1)                                   //On a une tension comprise entre 542 et 1023 : terre sèche
58  {
59      digitalWrite(PinLed, LOW);                      //LED allumée
60  }
61  else {                                               //On a une tension comprise entre 0 et 541 : terre humide
62      digitalWrite(PinLed, HIGH);                    //LED éteinte
63  }
64  delay(5000);                                         //delai entre 2 mesures
65
66  int value=analogRead(A2);
67  Serial.print("Luminosite: ");
68  Serial.println(value);
69  delay(1000);
70  if (value<150){
71      digitalWrite(ledL,HIGH);} //La led est éteinte, la luminosité est bonne
72  else{
73      digitalWrite(ledL,LOW);} //La led s'allume, il n'y a pas assez de luminosité
74
75  tensPH=analogRead(A3);
76  Serial.print("Tension Ph: ");
77  Serial.println(tensPH);
78  Serial.println("");
79  delay(500);
80
81  if (tensPH<60){
82      digitalWrite(ledPH,HIGH);} //La led est éteinte, le sol est basique
83  else{
84      digitalWrite(ledPH,LOW);} //La led s'allume, le sol est acide
```

Lignes 53 à 61 : Code concernant le capteur humidité du sol.

Lignes 62 à 69 : Code concernant le capteur luminosité.

Lignes 70 à 78 : Code concernant le capteur pH du sol.

La capture ci-contre correspond à la fin de notre programme principal. Ces lignes de codes servent à envoyer les données relevées par la carte Arduino à l'application Bluetooth Electronics.

```
//Température de l'air
BTSerie.write("*T");
BTSerie.print(t);
BTSerie.write("");
delay(100);

//Humidité de l'air
BTSerie.write("*H");
BTSerie.print(h);
BTSerie.write("");
delay(100);

//Humidité du sol
BTSerie.write("*B");
BTSerie.print(secheresse);
BTSerie.write("");
delay(100);

//Luminosité
BTSerie.write('*L');
BTSerie.print(value);
BTSerie.write('*');
delay(100);

//PH du sol
BTSerie.write('*P');
BTSerie.print(tensPH);
BTSerie.write('*');
delay(100);
```

}

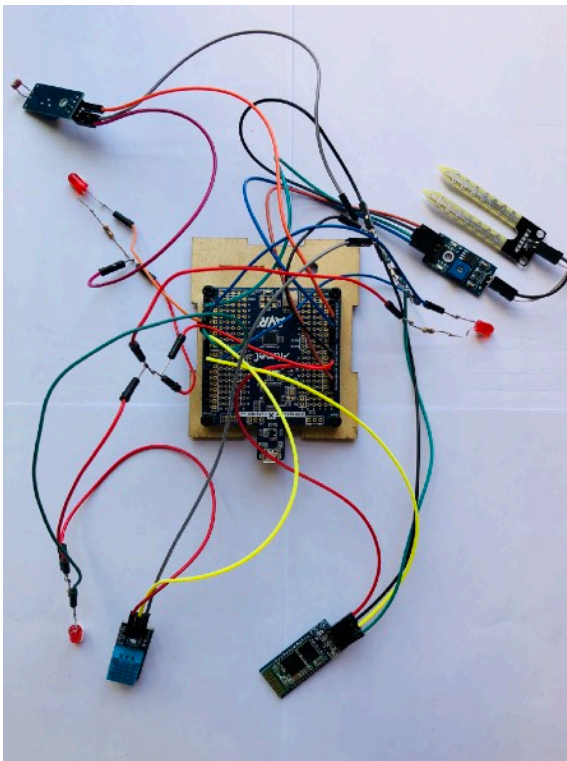
## IX/ Difficultés rencontrées

La première difficulté que nous avons rencontrée fut le capteur pH. Comme pour chaque capteur, nous nous sommes renseignées sur internet afin de comprendre son fonctionnement. Cependant, nous n'arrivions pas à trouver comment l'utiliser avec notre carte Arduino et comment il faisait pour relever le pH du sol. Nous avons donc isolé la partie pH du reste du capteur (qui nous était inutile) et nous l'avons incorporé au reste de notre circuit. Aujourd'hui encore, nous ne comprenons toujours pas son fonctionnement car même si nous relevons une tension, cette dernière ne fait qu'augmenter et ne permet pas de définir un seuil en dessous duquel la terre est acide et au dessus duquel la terre est basique.

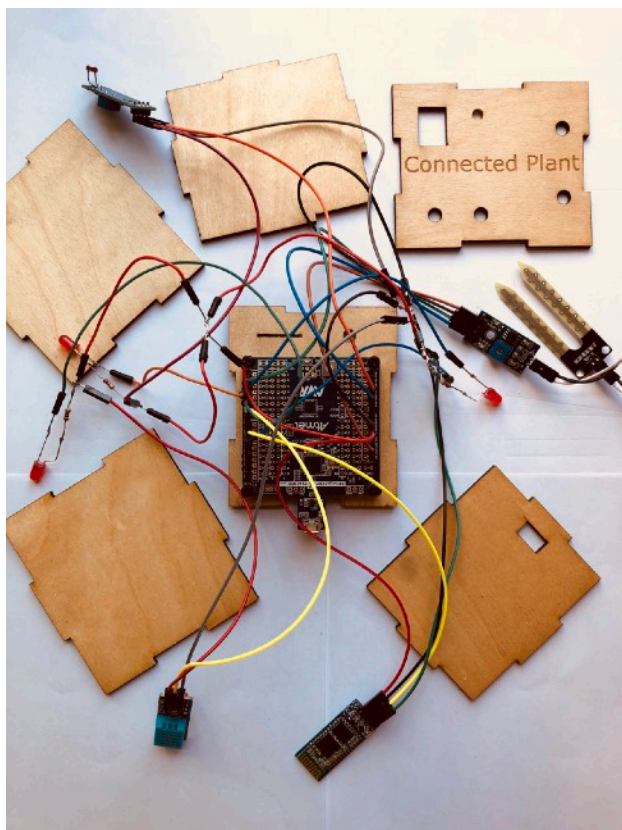
Une autre difficulté à laquelle nous avons dû faire face est de renseigner dans l'application Bluetooth Electronics les caractéristiques de plusieurs espèces. Nous nous sommes rendues compte qu'il n'était possible que de renseigner des éléments basiques, comme du texte, des gauges, des boutons, mais pas de comparer au sein de l'application même un panel où on aurait rentré nous même des données que l'on compareraient avec celles que la carte Arduino envoie via le Bluetooth.

## X/ Montage et résultat final

Voici quelques photos résumant l'assemblage de la boîte jusqu'au résultat final.

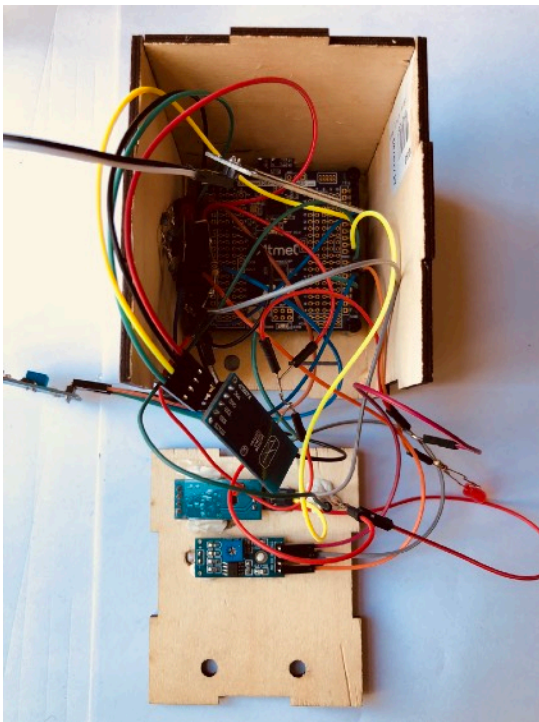


*Nos quatre capteurs sont branchés à la carte Arduino.*

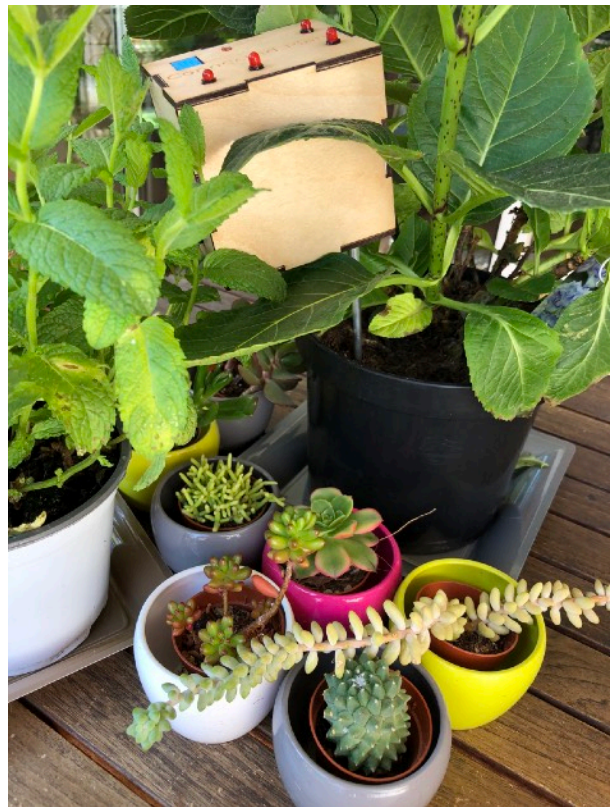


*Notre boîte est prête à être assemblée...*





*Nous y sommes presque... il ne nous manque plus qu'à coller les LED dans les trous appropriés et à rentrer tous les fils à l'intérieur de la boîte.*



*Et voilà !*

*Nous avons tout de même laissé un côté latéral pouvant être ouvert à tout moment en cas de besoin.*



*Et voilà notre boîte finie posée dans une Hortensia.*

## XI/ Améliorations possibles

Avant de se lancer dans une mallette de capteurs, nous avons eu comme première idée de fabriquer un petit robot pouvant arroser les plantes dès lors que le capteur humidité de la terre associé lui aurait signalé un manque d'eau.



Cela peut donc être une amélioration possible à notre projet actuel avec plus de temps devant nous. Dès lors que le capteur humidité signalerait à l'utilisateur que la terre est sèche, il pourrait alors commander l'envoi de son téléphone du petit robot télécommandé pour arroser ses plantes sèches.

Une autre amélioration à laquelle nous avons pensé est d'incorporer un écran LCD sur la face supérieure de la boîte. Il indiquerait à l'utilisateur via le biais de smileys le niveau de bonheur de la plante. Par exemple, lorsque la terre est suffisamment humide, on verrait apparaître un smiley heureux sur le dessus de la boîte.

Ces améliorations seraient évidemment envisageables sur une plus longue période de recherche. Cependant, nous sommes à l'heure d'aujourd'hui très satisfaites d'avoir abouti à un tel résultat final. Nous avons réussi nos objectifs fixés au début du projet.





## **XII/ Conclusion**

Pouvoir choisir notre propre sujet de projet fut très lucratif. Cela nous a permis de nous investir à fond dans ce que nous faisons. Le travail en équipe nous a beaucoup appris, notamment le fait de se partager les différentes tâches du projet, mais aussi de compléter notre savoir-faire. Avoir eu de nombreux cours théoriques et pratiques depuis le début d'année scolaire, mais aussi la présence des responsables lors des cours Arduino nous a beaucoup aidé dans la réalisation de ce projet. Nous remercions Mr FERRERO et Mr MASSON pour la patience et la pédagogie qu'ils nous ont consacré.

## XIII/ Annexe

Voici la liste des sites qui nous ont aidé dans notre projet :

Pour le capteur luminosité :

[Module Capteur/Detecteur de luminosité - Photorésistance \(Arduino light sensor\) | eBay](#)

[Arduino Light Sensor Tutorial: Learn to Setup a Photoresistor](#)

[An Arduino-Controlled Light Sensor](#)

[Mesurer la luminosité ambiante avec une photorésistance et une carte Arduino / Genuino](#)

[| Carnet du maker - L'esprit Do It Yourself](#)

[Light Sensor using Arduino | Rookie Electronics | Electronics & Robotics Projects](#)

Pour le capteur température et humidité de l'air :

[5Pcs Pour Module Capteur Arduino Dht11 Température / Humidité Relative Ic L I eBay](#)

[Arduino Playground - DHT11Lib](#)

[Arduino Playground - DHTLib](#)

[DHT11/DHT22 Arduino : tutoriel câblage et programmation](#)

[Sensor De Temperatura Y Humedad DHT11 Y Arduino](#)

Pour le capteur humidité du sol :

[http://tiptopboards.free.fr/arduino\\_forum/viewtopic.php?f=2&t=50](#)

[https://www.ebay.fr/itm/Excellent-sol-hygrometre-detection-dhumidite-module-capteur-Arduino-sonde/322989528040?hash=item4b33ad13e8:g:DtsAAOSwhOVXfhHl](#)

Pour le capteur pH :

[https://fr.aliexpress.com/item/New-Arrival-3-in-1-PH-Tester-Soil-Detector-Water-Moisture-humidity-Light-Test-Meter-Sensor/32680949673.html?](#)

[src=google&albslr=201106605&isdl=y&aff\\_short\\_key=UneMJZVf&source=%7Bifdyn:dyn%7](#)

[D%7Bifpla:pla%7D%7Bifdbm:DBM&albch=DID%7D&src=google&albch=shopping&acnt=49](#)

[4-037-6276&isdl=y&albcpr=653151748&albag=36672819047&slnk=&trgt=61865531738&pl](#)

[ac=&crea=fr32680949673&netw=g&device=c&mtctp=&aff\\_platform=google&gclid=EAlaIQ](#)

[obChMImYW46POw2wIVFYjVCh2Z2QSVEAkYAYABEgK28\\_D\\_BwE&gclsrc=aw.ds](#)

[http://www.lunion.fr/23524/article/2017-03-31/le-bon-ph-pour-chaque-plante#](#)