

# **PROJETS ARDUINO – PEIP 2**

*Année scolaire 2018-2019*

***“BB-8 The Robot That Rolls”***

**Etudiants : Loïc Bertolotto**

**Oriane Blanc**

**Encadrants : Monsieur Masson**

**Monsieur Abderrahmane**

## **REMERCIEMENTS**

Nous adressons nos remerciements à Monsieur Masson, Professeur d'électronique qui nous a fait découvrir l'Arduino et nous a permis de réaliser ce projet qui restera une belle expérience. Nous remercions également l'entreprise MICROCHIP (ex ATMEL) pour la fourniture à titre gracieux des cartes « Arduino ».

## SOMMAIRE

I. Introduction .....	5
II. Le droïde BB-8 : objectifs et planning .....	6
II.1. Choix du sujet .....	6
II.2. Cahier des charges.....	6
II.3. Plan de mise en œuvre.....	7
III. Le robot BB-8 : la réalisation .....	8
III.1. Lancement du projet.....	8
III.2. Matériel .....	8
III.3. La carte Arduino .....	9
III.4. Les moteurs .....	9
III.5. Alimentation .....	10
III.6. Le Bluetooth .....	10
III.7. LED.....	11
III.8. Assemblage.....	12
III.9. Programme .....	14
III.10. Fonctionnement du BB-8 .....	16
IV. Conclusion .....	17
Bibliographie .....	18
Annexes .....	19



# I. Introduction

Etudiants en seconde année de classe préparatoire intégrée à Polytech' Nice Sophia, nous avons dû réaliser un projet électronique dans le cadre du module « Electronique avec Arduino », encadré par M. Pascal Masson.

L'objectif pédagogique est de nous mettre en situation de réaliser un projet en équipe et ainsi de voir tous les rouages de cette réalisation, de la conception à la fabrication ainsi que l'organisation des tâches au sein d'un groupe de travail.

Le projet que nous vous présentons est une réplique du droïde de la saga Star-Wars : BB-8.

Nous commencerons par vous présenter les motivations qui nous ont amené à choisir ce projet, puis nous vous présenterons le cahier des charges ainsi qu'un descriptif détaillé des étapes de réalisation du projet. Nous poursuivrons en vous décrivant les détails techniques concernant la réalisation, le coût global des éléments matériels et le fonctionnement du programme final. Nous terminerons par un bilan quant à l'atteinte des objectifs que nous nous sommes fixés au début du projet.

## **II. Le droïde BB-8 : objectifs et planning**

### **II.1. Choix du sujet**

Après une brève initiation à l'électronique avec Arduino, la réalisation des projets a débuté. Il a donc fallu que nous choissions un projet qui soit à la fois relativement compliqué afin d'avoir un certain challenge de réalisation mais également de difficulté abordable pour des élèves n'ayant encore jamais entrepris un tel projet.

Très indécis, nous avons des avis très divergents sur le choix du projet. Un premier choix consistait en la réalisation d'un calendrier connecté qui permettrait d'afficher son emploi du temps directement sur un écran ce qui aurait rendu possible notamment de le modifier directement via l'Arduino.

Finalement, après mûre réflexion, nous nous sommes intéressés à l'un des projets de l'année précédente qui n'avait pas abouti et qui consistait à réaliser une réplique de l'emblématique droïde BB-8 de Star Wars.

Le fait de parvenir à réaliser un robot sphérique mobile ainsi que de réussir là où une précédente équipe avait échoué faisaient de ce projet un beau défi et nous a particulièrement motivé à le relever.

### **II.2. Cahier des charges**

L'objectif de notre projet est d'offrir « un nouveau divertissement dans le domaine des appareils télécommandés ». Les voitures télécommandées et divers robots sont aujourd'hui très implantés sur le marché des jeux.

Notre prototype pourrait facilement s'intégrer au sein de ces animations ludiques tout en apportant une nouveauté.

De plus ce robot, réplique d'un point de vue fonctionnement du droïde BB-8 devrait ravir les fans de Star Wars.

Le projet doit être réalisé dans un temps limité tout en maîtrisant son coût.

Ainsi dans le but de respecter ces contraintes, voici les principales exigences fixées auxquelles doit répondre notre système :

- Le robot doit rouler et être téléguidé via une connexion Bluetooth avec un smartphone.
- Il doit être possible de choisir la couleur des éclairages décoratifs, avec le choix d'un mode « fille » et d'un mode « garçon ».

## II.3. Plan de mise en œuvre

Nous avons, au cours des premières séances, établi un plan de mise en œuvre.

Ceci nécessite d'imaginer tout ce qui doit être fait. Nous avons donc, dans un premier temps, listé tout ce qui nous semblait nécessaire à la réalisation de notre droïde. Une fois que la liste des tâches fut établie, nous les avons ordonnées. Enfin, nous nous sommes réparties ces dernières entre nous sur la durée de notre projet définissant ainsi le plan de charge de chacun.

Dans la mesure du possible nous avons également tenu compte des goûts de chacun dans l'affectation des différentes tâches. Ainsi d'une manière générale Loïc avait en charge la réalisation des programmes pendant qu'en parallèle Oriane effectuait les montages. Toutefois, afin que chacun participe à l'ensemble des tâches de ce projet, des « échanges » furent « imposés », conduisant Oriane à développer le programme de commande de l'éclairage des leds, et Loïc à fabriquer le socle pour les moteurs.

Le tableau ci-dessous présente les tâches dévolues à chacun ainsi que le temps passé à leur réalisation:

Planning BB8		loïc	oriane	loïc	oriane	loïc	oriane	loïc	oriane	loïc	oriane	loïc	oriane	loïc	oriane	loïc	oriane
		seance 1	seance 2	seance 3	seance 4	seance 5	seance 6	seance 7	seance 8	seance 9							
Programmation	Faire fonctionner les moteurs																
	Comprendre le fonctionnement des moteurs																
	Programme moteur																
	Programme bluetooth																
	Programme lumière décoration																
Montage électronique	Dessouder ancien travail																
	Essai montage moteur																
	Test																
	Souder montage sur la plaque finale																
	Montage lumière décoration																
Assemblage robot	Montage bluetooth																
	Création du support robot																
	Monter le robot																
	Tester																
	Agencement lumière décoration																
Travail" perso"	Réfléchir futurs problèmes																
	Réfléchir amélioration																
	Faire le point sur la séance																
	Faire le rapport GitHub																

Nous avons constaté, lors de la réalisation, que ce programme n'a pas toujours été respecté.

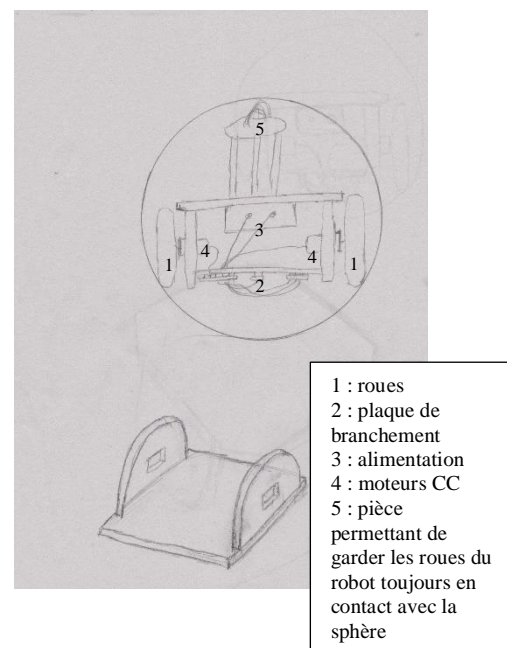
Ceci a mis en évidence la difficulté à établir un planning et à le gérer. L'une des causes principales de ces écarts était que nous n'avions pas d'idée précise du temps nécessaire à la réalisation de chacune des tâches. Ainsi nous avons dû parfois repousser une tâche afin de nous aider mutuellement pour avancer de manière homogène. Cette expérience nous a également amené à réaliser qu'il est parfois utile d'être deux pour résoudre un problème.

# III. Le robot BB-8 : la réalisation

## III.1. Lancement du projet

Construire un robot sphérique n'étant pas une mince affaire, nous avons tout d'abord dû définir la structure interne qui permettrait de faire avancer le robot de la manière la plus précise possible et que ce dernier reste bien équilibré pour ne pas rouler dans toutes les directions. Nous avons donc pensé à une structure sur deux roues qui serait maintenue verticale grâce à un bon équilibrage.

Le schéma ci-contre présente les esquisses du squelette interne du robot sur lequel viennent se fixer les moteurs, la plaque de branchement ainsi que l'alimentation.



## III.2. Matériel

Ce projet ayant déjà été l'objet d'une étude l'année précédente, nous avons pu récupérer certaines pièces du projet à savoir :

- les moteurs CC 298:1,
- les roues,
- le double pont en H - L293D (pièce qui permet de connecter les moteurs à la carte Arduino),
- un module Bluetooth HC-06,
- une sphère en plastique.

Des composants complémentaires ont été nécessaires à la réalisation du projet :

- une guirlande LED,
- une pile 9V,
- un condensateur 2.2 mF,
- une carte Arduino de type « Nano ».

Nous avons également utilisé du bois pour la fabrication du support interne, ainsi que des écrous, des tiges filetées, des équerres et du caoutchouc adhérent pour les roues.

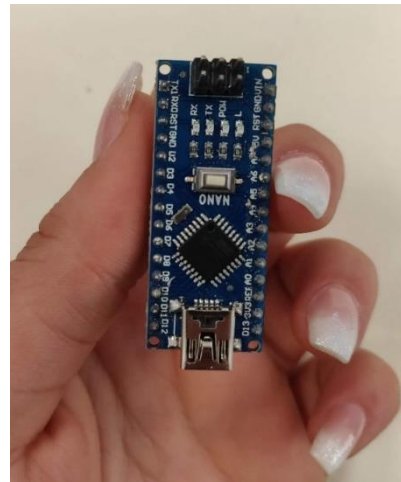
Pour la partie électronique il nous a fallu un bon nombre de fils de connexion ainsi qu'une plaque de soudure.

Nous estimons le coût global à environ soixante (60) euros. Ce coût assez élevé s'explique par le fait que le conditionnement de certains composants impose d'acheter en grandes quantités alors que peu sont réellement utilisées. C'est le cas de la guirlande de LED ou encore des tiges filetées et du bois.



### III.3. La carte Arduino

Pièce maîtresse du projet, nous avons décidé d'utiliser une carte Arduino de type « Nano ». Notre choix s'est porté sur celle-ci car elle est la plus petite des cartes Arduino et à la vue de la dimension de la sphère (corps externe du robot) il est nécessaire d'avoir les composants les plus petits qui soient afin de permettre leur insertion dans la sphère en plastique. La carte Arduino est le composant maître du robot. C'est elle qui va connecter tous les composants entre eux et les faire inter-agir via les programmes que l'on y téléverse.



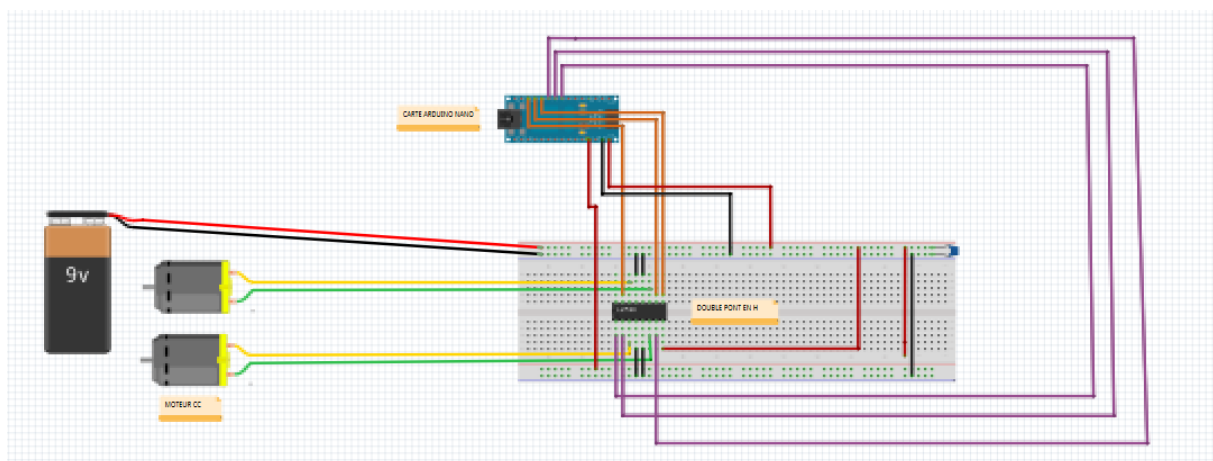
### III.4. Les moteurs

Les deux moteurs dont nous nous sommes servis sont des moteurs à courant continu (CC) modèle 298:1. Les moteurs à courant continu sont les plus adaptés à notre projet et les plus simples à commander. En effet, il suffit d'attribuer une vitesse de rotation aux moteurs pour qu'ils fassent avancer le robot. En revanche les moteurs « pas à pas » n'étaient pas du tout adaptés à nos besoins.

De plus, contrairement aux moteurs brushless, les moteurs CC sont de relative petite taille ce qui constitue un point très positif.

Pour les connecter à la carte Arduino nous avons utilisé un double pont en H (L293D). Ce dispositif est selon nous le plus adapté par le fait qu'il permet de connecter simultanément deux moteurs à la carte et que ses branchements sont relativement simples.

Le schéma ci-dessous présente un montage Arduino simple de deux moteurs.



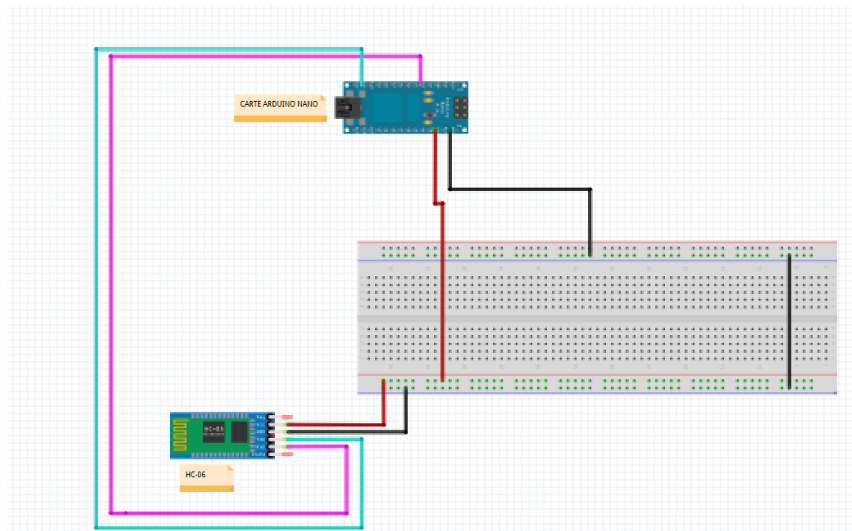
### III.5. Alimentation

Pour assurer l'alimentation du robot plusieurs solutions ont été envisagées avant de conclure sur l'utilisation d'une pile de 9V. Nous sommes tout d'abord partis sur une batterie externe de téléphone de 5V, pratique par le fait que celle-ci se branche directement sur le port mini-usb de la carte; mais la carte devant redistribuer l'énergie à tous les composants à la fois, la puissance de la batterie est bien trop faible et la carte Arduino s'éteint dès que les moteurs réclament un peu trop d'énergie.

Nous avons donc augmenté l'alimentation en utilisant quatre piles de 1.5V chacune soit un total de 6V. Celle-ci était reliée à la fois à la carte qui rabaisse la tension à 5V et directement aux moteurs. Mais encore une fois la puissance restait trop faible et la carte Arduino s'éteignait dès que les moteurs forçaient un peu trop.

Finalement notre choix s'est porté sur une pile de 9V. Cette alimentation à la puissance suffisante pour alimenter l'ensemble des composants du robot et répond à nos contraintes d'encombrement par ses faibles dimensions.

### III.6. Le Bluetooth



Nous avons utilisé un module Bluetooth pour communiquer avec notre BB-8 via notre smartphone afin de pouvoir le télécommander.

Nous avons retenu le HC-06 car nous connaissions son fonctionnement.

Lorsque les branchements sont faits, il faut initialiser une vitesse de communication pour permettre à la carte Arduino et au module Bluetooth de communiquer. Nous avons fixé la vitesse de communication à 9600 bauds via le moniteur série avec la commande « AT+BAUD9600 ».

Ensuite pour reconnaître notre module Bluetooth lorsqu'on souhaite se connecter nous l'avons renommé « BB8 » via le moniteur série avec la commande « AT+NAMEBB8 »

De plus nous avons sécurisé l'accès aux commandes du robot afin qu'elles ne soient pas accessibles à tous en rajoutant un code de sécurité pour se connecter. Ceci est réalisé par la commande « AT+PSW1234 ».

Nous n'avons pas rencontré de problème dans la mise en œuvre du module Bluetooth.

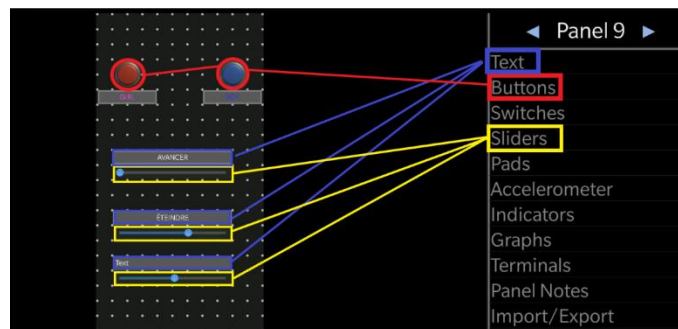
### Application Bluetooth pour commander le robot

Pour pouvoir téléguider notre BB-8 nous avons dû réaliser une télécommande sur notre smartphone grâce à une application conçue pour communiquer avec les modules HC-06.

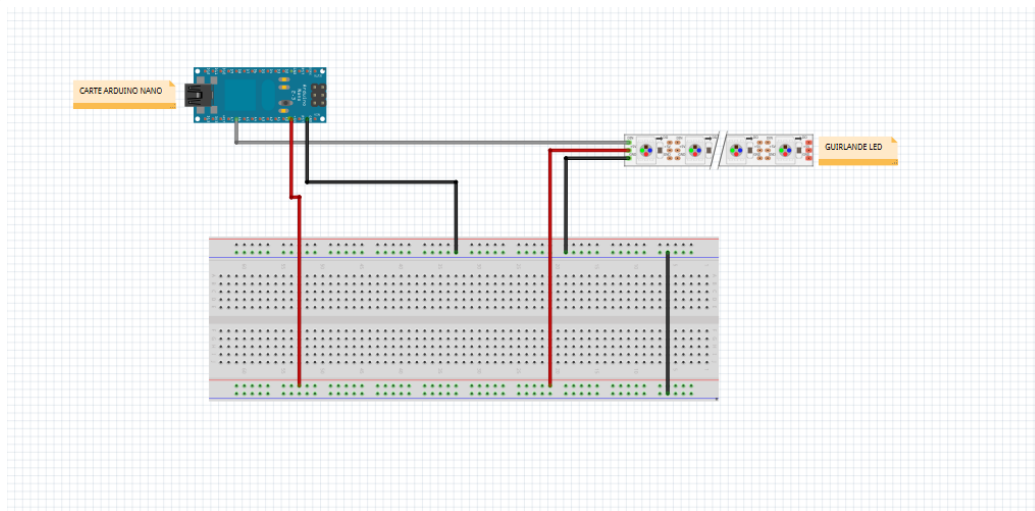
Pour commander les LED (partie que nous verrons ultérieurement) nous avons inséré deux boutons qui permettent de choisir le mode de lumière (à savoir fille ou garçon). Lorsque l'on clique sur l'un des boutons celui-ci envoie des données à la carte Arduino chargée de leur traitement.

Pour commander les déplacements du BB-8 nous avons rajouté des sliders. De la même façon qu'avec les boutons lorsqu'on touche aux sliders la télécommande va envoyer des données à la carte Arduino via Bluetooth. Dans le cas présent, les données envoyées permettront d'indiquer la vitesse de déplacement du BB-8 souhaitée.

Afin que notre télécommande soit la plus intuitive possible nous avons ajouté du texte afin de légender chaque commande.



### III.7. LED



Afin de rendre notre robot plus esthétique nous avons choisi de l'équiper d'une guirlande LED. La guirlande est complètement personnalisable. En effet nous pouvons adapter la longueur de celle-ci, chaque LED utilisée sur la guirlande à une capacité de 16.777.216 couleurs affichable grâce aux trois LED (Rouge, Vert, Bleu).

Chaque LED est commandable lorsque l'on exécute le programme.

Lorsque nous avons programmé notre guirlande nous avons omis de télécharger la librairie Adafruit NeoPixel or celle-ci est indispensable pour le bon fonctionnement de la guirlande.

### III.8. Assemblage

Avant de pouvoir tout assembler, il a tout d'abord fallu fabriquer le support interne du robot et d'autre part réaliser la plaque de branchements.

Pour le squelette interne nous avons découpé trois planchettes de bois : une première de dimension 12x12mm et deux plus petites de 8x10mm.

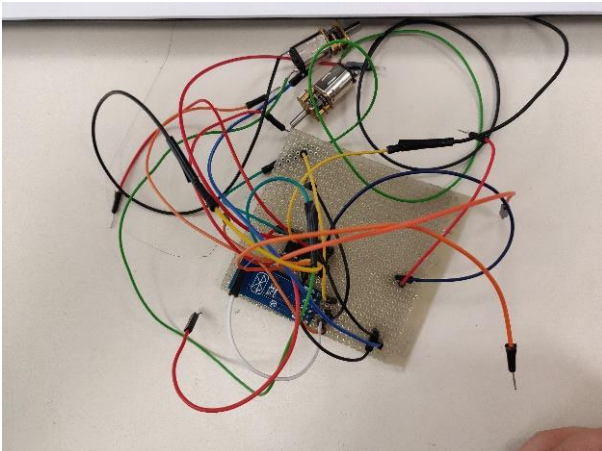
La prise de mesure dans une sphère étant relativement compliquée, nous avons choisi le bois comme matière pour le support car c'est une matière qui est facilement façonnable. Il est donc plus facile de modifier au fur et à mesure les différentes pièces pour les ajuster aux bonnes dimensions. Ainsi que vous pouvez le voir sur la photo ci-contre, les planchettes ont été fixées au moyen d'équerres, et arrondies à l'aide d'une lime pour que celles-ci épousent parfaitement la forme de la sphère sans frotter.



Une sorte de roulement à bille unique a ensuite été mis en place sur le dessus afin de maintenir les roues du robot plaquées contre la sphère. Les deux planches des côtés ont été percées de manière à pouvoir y fixer les moteurs.

Pour la partie branchement, nous avons soudé les composants ensemble sur une plaque de soudure de manière à avoir une plaque la plus petite possible et être sûrs que celle-ci puisse entrer au sein du robot.

Une fois ces deux étapes achevées est venu le temps de l'assemblage final.



Nous avons positionné les moteurs dans les encoches prévues à cet effet. Puis nous avons collé l'alimentation (pile de 9V) sur le support en bois comme présenté sur le croquis du paragraphe III-1 Lancement du projet. Par souci de temps et d'adaptabilité, nous avons décidé de fixer, la plaque de branchement ainsi que les poids visant à équilibrer le robot, à la structure interne avec du scotch. L'ensemble a été bien enveloppé afin que les composants ne bougent pas, que les connexions ne se débranchent pas et de rendre l'ensemble le plus compact possible. Enfin, nous avons collé la guirlande décorative sur le tour du support et mis en place les roues, sur lesquelles nous avons collé du caoutchouc adhérent.



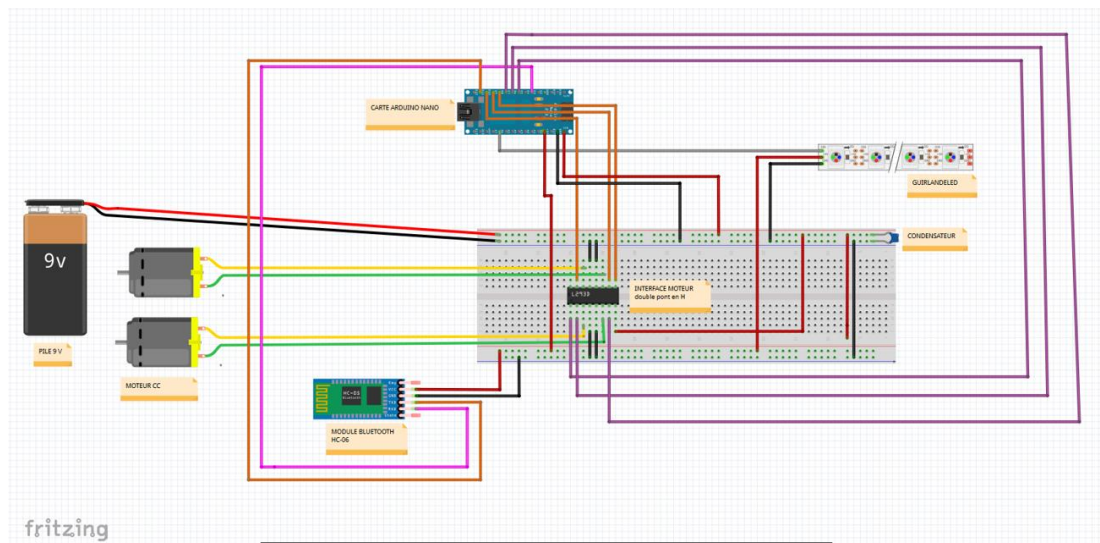


Schéma des branchements du robot BB-8

### III.9. Programme

Le programme nécessaire au bon fonctionnement du robot est un programme assez basique, qui est une fusion de programmes simples de commande de Bluetooth, des moteurs CC ainsi que de la guirlande LED.

Nous allons nous connecter via le smartphone au module HC-06 du robot. Pour le programme présenté ci-dessous trois commandes sont possibles avec le smartphone. On peut utiliser un slider dont les valeurs sont comprises entre -255 et 255. 255 est la tension maximale qui peut être fournie aux moteurs et le signe - permet de déterminer si le robot avance ou recule.

Il y a également deux boutons permettant de commander les LED: un rouge pour lancer le mode Fille et un bleu pour lancer le mode Garçon.

Chaque commande est associée à un caractère qui sera envoyé par le téléphone au module qui le transmettra à la carte Arduino qui déterminera alors quelles instructions sont à effectuer.

Le slider envoie le caractère 'A', le bouton rouge le caractère 'F' et le bouton bleu le caractère 'G'.

Lors du démarrage de la carte, toutes les variables vont être initialisées de manière que chaque composant soit bien associé au port de la carte sur lequel il est connecté. Il y a aussi création de variables telles que PWM ou Data qui permettent de stocker les données envoyées via le Bluetooth.

Ensuite, si le module Bluetooth envoie des données à la carte, nous allons stocker le caractère envoyé au HC-06 dans la variable Data et selon la valeur de celle-ci la carte va agir de trois façons distinctes :

- Si Data = 'A' : PWM va stocker la valeur numérique reçue. Si PWM est positif, les moteurs sont réglés sur la « marche avant ». Sinon ils sont réglés sur la « marche arrière ». On envoie PWM comme tension aux moteurs.
- Si Data = 'F' : la carte Arduino va lancer une séquence d'allumage des leds correspondant au mode fille.
- Si Data = 'G' : la carte Arduino va lancer une séquence d'allumage des leds correspondant au mode garçon.

Le programme final qui n'a pas été téléversé sur le robot mais testé à l'aide d'une autre carte ajoute deux commandes : un slider permettant de faire tourner le robot sur lui-même vers la droite et un autre permettant de la faire tourner sur lui-même vers la gauche. La structure de traitement est la même que pour le premier slider mais ici les moteurs sont réglés de façons à tourner dans des sens opposés afin de créer un mouvement de rotation du robot.

Le schéma algorithmique du programme initial du robot est présenté ci-dessous :

```

int X=16 ; (nombre de leds)
int ENA = 9 ; (vitesse moteur gauche)
int ENB = 5 ; (vitesse moteur droit)
int IN1 =8 ; int IN2 = 10 ; (déterminent sens rotation moteur gauche)
IN3 =6 ; IN4 = 7 ; (déterminent sens rotation moteur droit)
char Data ; (variable permettant de stocker le caractère envoyé depuis le HC-06 )
int PWM = 0 ; (stocke les données numériques envoyées par le HC-06)
int vit = 0 ; (stocke la vitesse des moteurs)

```

Si HC-06  
envoie des  
données

Data = BlueT.read() ;

Si  
Data = 'A'

PWM=BlueT.parseInt() ;

Si  
PWM > 0

```

vit=PWM;
digitalWrite(IN1,HIGH);
digitalWrite(IN2,LOW);
digitalWrite(IN3,LOW);
digitalWrite(IN4,HIGH);

```

```

vit=-PWM;
digitalWrite(IN1,LOW);
digitalWrite(IN2,HIGH);
digitalWrite(IN3,HIGH);
digitalWrite(IN4,LOW);

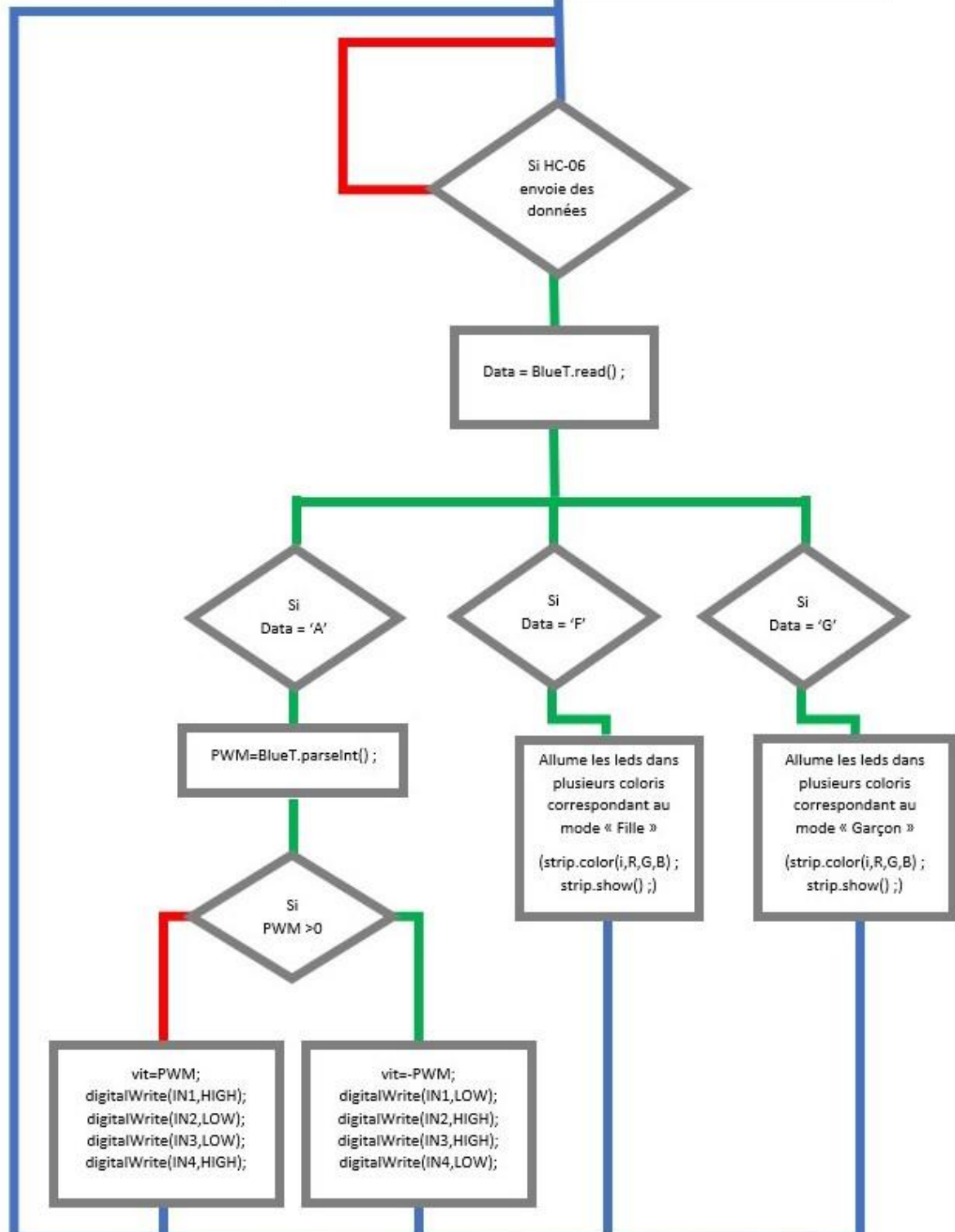
```

Si  
Data = 'F'

Allume les leds dans  
plusieurs coloris  
correspondant au  
mode « Fille »  
(strip.color(i,R,G,B) ;  
strip.show() ;)

Si  
Data = 'G'

Allume les leds dans  
plusieurs coloris  
correspondant au  
mode « Garçon »  
(strip.color(i,R,G,B) ;  
strip.show() ;)



### **III.10. Fonctionnement du BB-8**

Le fonctionnement du BB-8 est très basique et à la portée de tout utilisateur non averti. Comme expliqué dans la partie programme et Bluetooth, il n'y a que deux types de commandes simples : des sliders et des boutons.

Pour les sliders il suffit de faire glisser le bouton central de manière à atteindre la vitesse souhaitée ainsi que la direction (avancer, reculer, tourner à gauche ou à droite).

Pour les boutons, une simple pression de ces derniers lance la séquence de couleur associée. L'utilisation est relativement intuitive.



## IV. Conclusion

Ce projet a été très riche en expériences.

En effet ce projet nous a permis de parcourir tous les processus de fabrication depuis la conception jusqu'à la réalisation. Il a nécessité la mise en oeuvre de programmes informatique et de montages électriques, de procéder à des tests de mise au point. Il a fait appel à l'imagination pour résoudre nos problèmes et à la tolérance mutuelle pour la gestion du travail en groupe et la présentation de notre projet.

Les objectifs principaux du projet étaient de créer un robot de forme sphérique équilibré, capable de se mouvoir par commande Bluetooth et ayant deux modes de décoration lumineuse. Nous pouvons estimer que notre prototype respecte les principales contraintes imposées au lancement du projet.

Toutefois, des perspectives d'amélioration peuvent être envisagées. Il serait notamment intéressant de pouvoir implémenter dans le projet le programme final (améliorant les déplacements et la décoration lumineuse), que nous n'avons pas pu ajouter à la suite de problèmes techniques. L'ajout d'une détection d'obstacle, d'une tête pour se rapprocher de l'allure du BB-8 de Star Wars, ainsi que d'un système d'interaction vocale pourraient aussi apporter un plus à notre robot.

# Bibliographie




Cours de notre enseignant monsieur Masson

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

Cours sur les tableaux en C :

<https://openclassrooms.com/fr/courses/19980-apprenez-a-programmer-en-c/15540-les-tableaux>

Logiciels utilisés :

Fritzing qui permet de faire les schémas des montages.	
Arduino IDE : permet de faire les programmes que l'on téléverse ensuite sur la carte Arduino	
Bluetooth Electronics application pour smartphone qui permet de communiquer avec robot via Bluetooth.	

## Annexes

