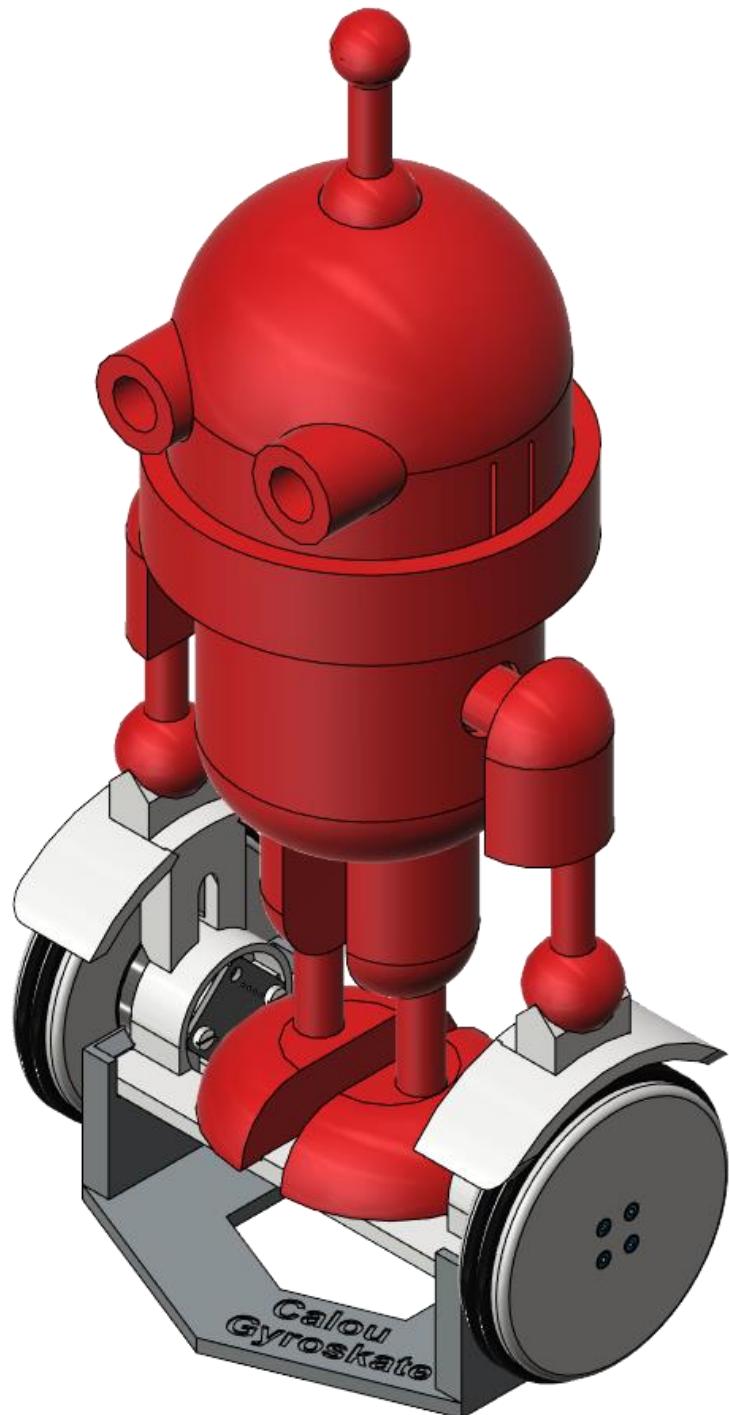
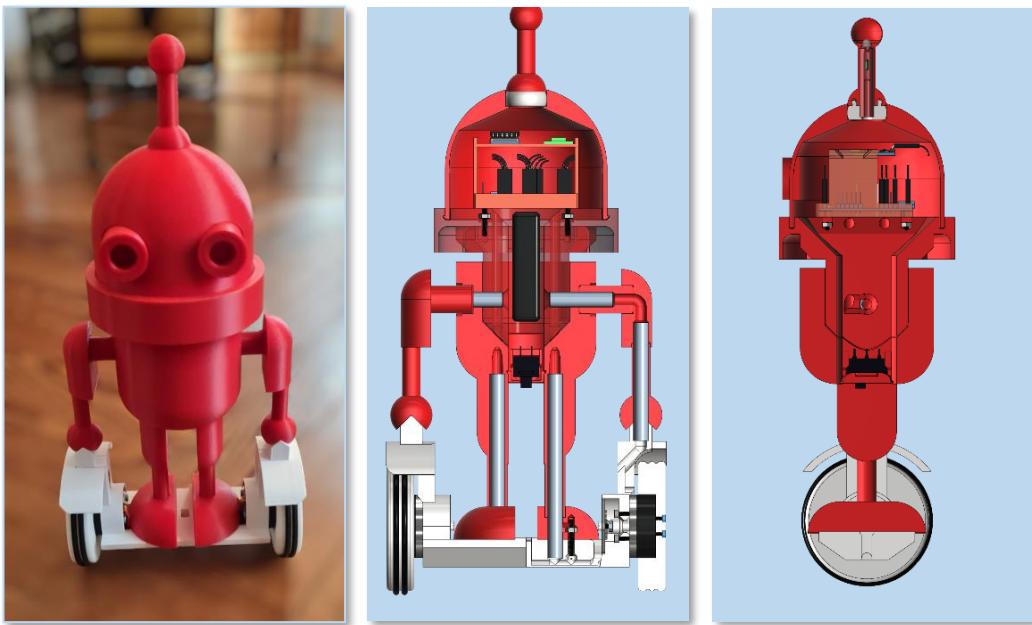


CALOU

robot en gyroskate



Présentation



CALOU est un pendule inversé à deux roues, contrôlé par Bluetooth via un smartphone.

C'est un projet personnel entièrement fabriqué en impression 3D et propulsé par deux moteurs brushless de nacelle de drone radiocommandé BR2804-100T et une carte contrôleur 2-axes BGC3.1 MOSFET, avec rétroaction basée sur une mesure angulaire par codeurs magnétique. Ces pièces nécessiteront quelques modifications/adaptations pour être assemblées. La carte de contrôle ainsi que la centrale inertielle IMU et le module Bluetooth HC-05 sont situés dans la tête, tandis que le corps contient en son centre une batterie LiPo 500mA – 11,1V – 30C avec un interrupteur. Les bras et les jambes du robot servent quant à eux de conduits pour les fils de moteurs et codeurs. Il dispose aussi d'une antenne clignotante qui s'active lors de la mise sous tension.

Il peut être contrôlé à l'aide de simples commandes via un smartphone en utilisant une application de télécommande Bluetooth.

Le programme a été adapté d'un exemple d'application développé par Antun Skuric, fondateur du projet SimpleFOC; une librairie Arduino qui implémente un algorithme de contrôle orienté du champ pour les moteurs BLDC et moteurs pas à pas : <https://github.com/simplefoc/Arduino-FOC-balancer>

CALOU est la mascotte de l'association Française Caliban : <https://www.facebook.com/AssoCaliban>

CALOU - démo sur YouTube: <https://youtu.be/TESaMDyrZCY?si=oM4P1eLyKOn7zRxZ>

PROJET - présentation sur YouTube: https://youtu.be/flwBQCcEI_Y?si=cOJBYemO8cVf64ot

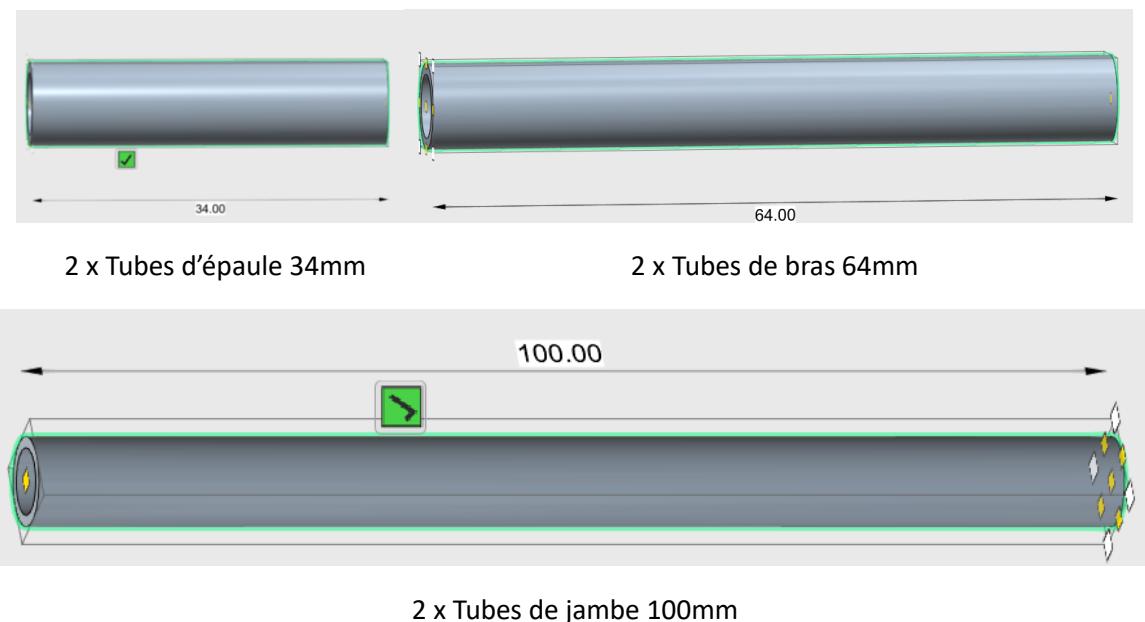
L'Auteur ne donne aucune garantie et n'accepte aucune responsabilité quant à l'exactitude ou à l'exhaustivité des informations et des matériaux contenus dans ce manuel d'instructions. En aucun cas l'Auteur ne sera tenu responsable de quelque manière que ce soit des réclamations, dommages, pertes, dépenses ou responsabilités, y compris, sans limitation, tout dommage direct, indirect ou consécutif résultant ou découlant directement ou indirectement de la fabrication ou de l'utilisation de ce robot, ainsi que de son fonctionnement ou sa durée de vie.

Nomenclature

Le matériel et les quantités sont détaillés dans le fichier Excel : [BOM CALOU-GYROSKEATE.pdf](#)
Vous y trouverez des liens internet pour l'approvisionnement des pièces avec une estimation de prix.
Veuillez noter que je n'ai aucun conflit d'intérêt avec ces sociétés, et que je ne peux pas garantir la disponibilité et/ou les changements de tarifs et/ou de spécifications.

Réalisation des pièces mécaniques

La plupart des pièces mécaniques sont réalisées par impression 3D et sans support. Lorsque des supports d'impression sont recommandés, cela sera indiqué sur le côté du dessin dans la liste ci-dessous. Les bras et les jambes sont renforcés par l'utilisation de tubes en aluminium de 8x6mm. Cela permet également de réduire la pollution électromagnétique qui peut perturber le signal des codeurs analogique. Les tubes devront être ajustés en longueur avec une scie à métaux, puis toutes les arêtes vives devront être retirées avec une lime standard. (Les tubes que j'ai approvisionnés mesuraient 100 mm chacun. De fait, les tubes pour les jambes étaient déjà à la bonne taille)



22 fichiers STL individuels sont disponibles dans le dossier “[3D_STL](#)”.

Liste des pièces ci-dessous:

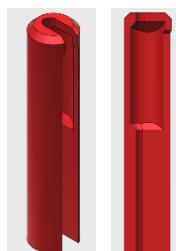


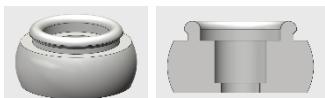
Nom de fichier: Antenne.stl

Nom de fichier: CaleLedAntenne.stl

PLA rouge

← Quantités: 1 →





Nom de fichier: JointLed.stl

TPU blanc

Quantités: 1

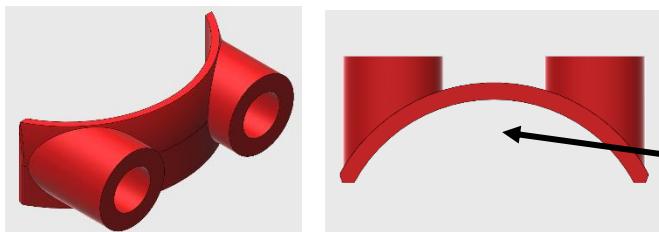


Nom de fichier: Tête.stl

PLA rouge

Supports internes

Quantités: 1

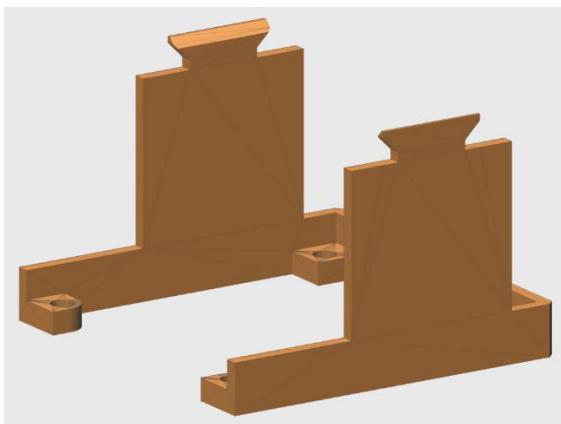


Nom de fichier: Yeux.stl

PLA rouge

Supports en contact avec le plateau

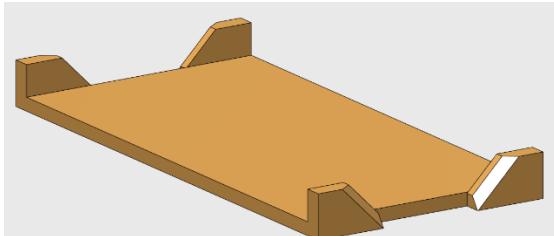
Quantités: 1



Nom de fichier: SupportBGCboard.stl

PLA (couleur au choix)

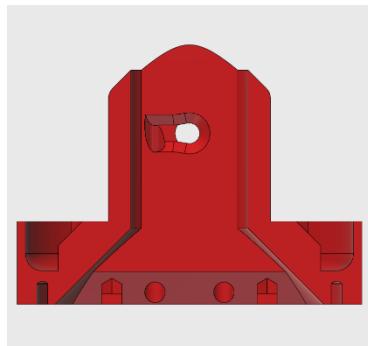
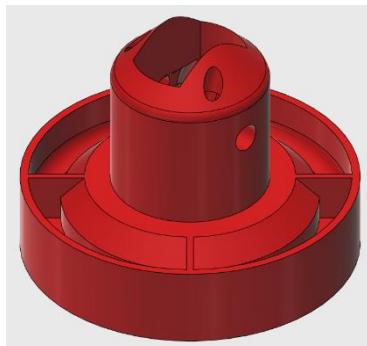
Quantités: 1



Nom de fichier: SupportIMU&BLE.stl

PLA (couleur au choix)

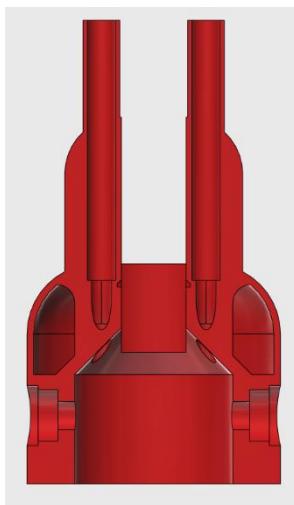
Quantités: 1



Nom de fichier: CorpsHaut.stl

PLA rouge

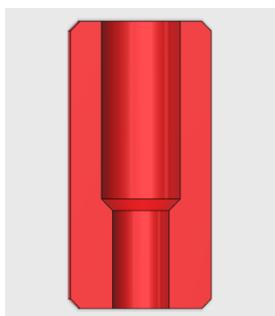
Quantités: 1



Nom de fichier: CorpsBas-V2.stl

PLA rouge

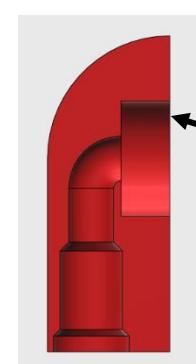
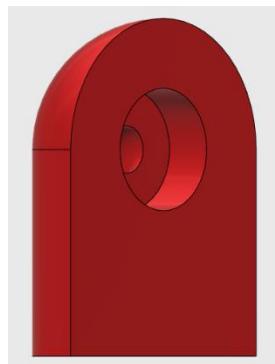
Quantités: 1



Nom de fichier: AvBras.stl

PLA rouge

Quantités: 2

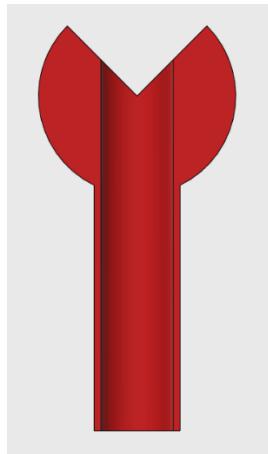


Nom de fichier: Epaule.stl

PLA rouge

Supports internes

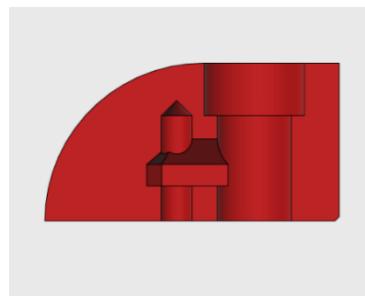
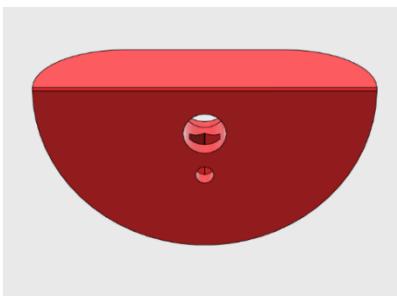
Quantités: 2



Nom de fichier: Bras.stl

PLA rouge

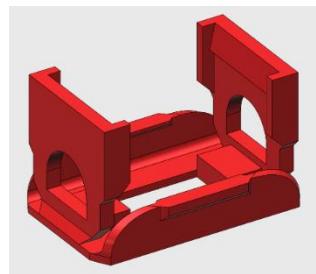
Quantités: 2



Nom de fichier: Pied.stl

PLA rouge

Quantités: 2



Nom de fichier: TrappeSwitch-V2.stl



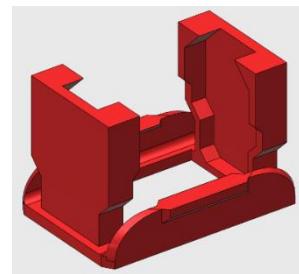
Nom de fichier: TrappeSwitch-V3.stl



Le choix dépend du type d'interrupteur

(voir page 29)

PLA rouge ; Quantités: 1

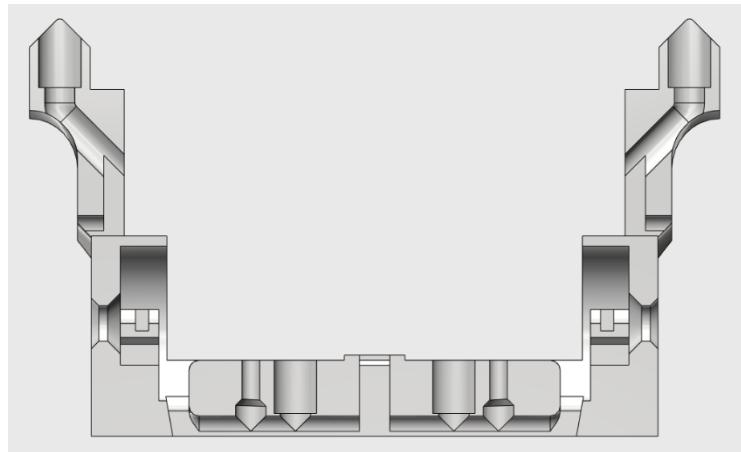
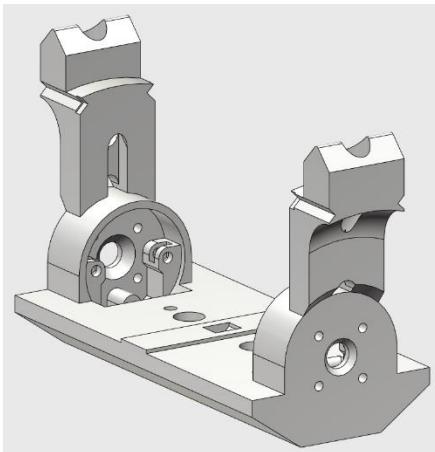


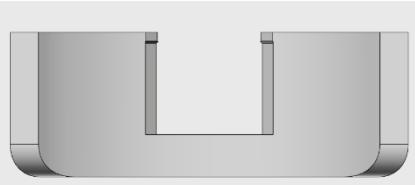
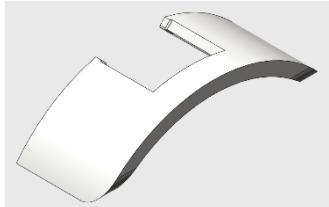
Nom de fichier: GyroskateCorps.stl

-

PLA blanc

- Quantités: 1

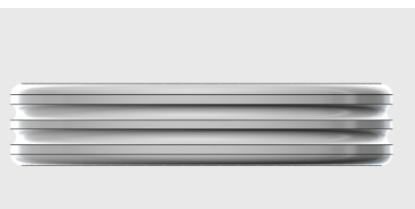
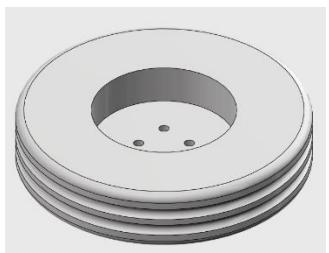




Nom de fichier: GardeBoue.stl

PLA blanc

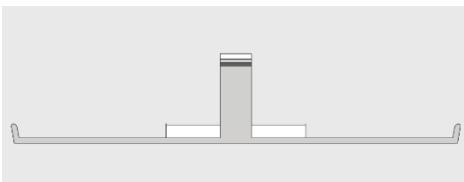
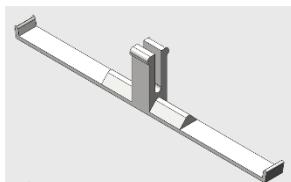
Quantités: 2



Nom de fichier: Roue.stl

TPU blanc

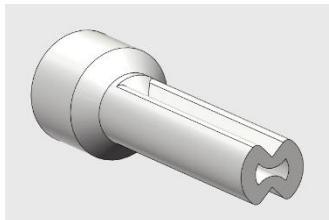
Quantités: 2



Nom de fichier: CacheFils.stl

PLA blanc

Quantités: 1



Nom de fichier: AxeAimant.stl

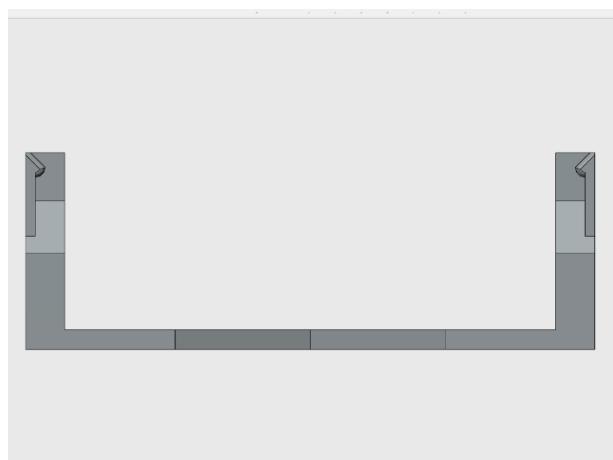
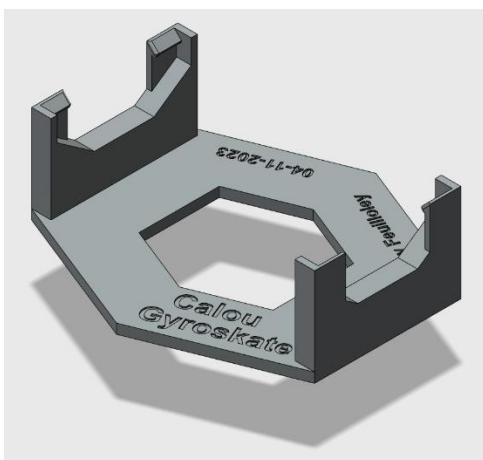
PLA blanc

Quantités: 2

Nom de fichier: Base.stl

- PLA (couleur au choix)

- Quantités: 1

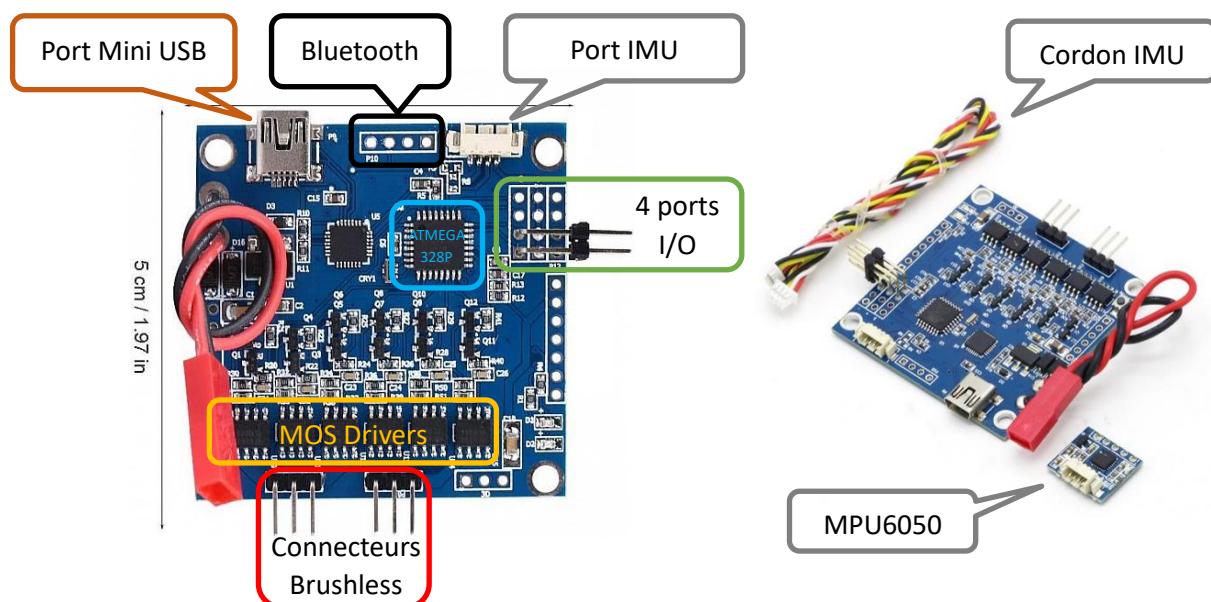


Réalisation électronique

Conversion de la carte contrôleur BGC en une carte compatible Arduino:

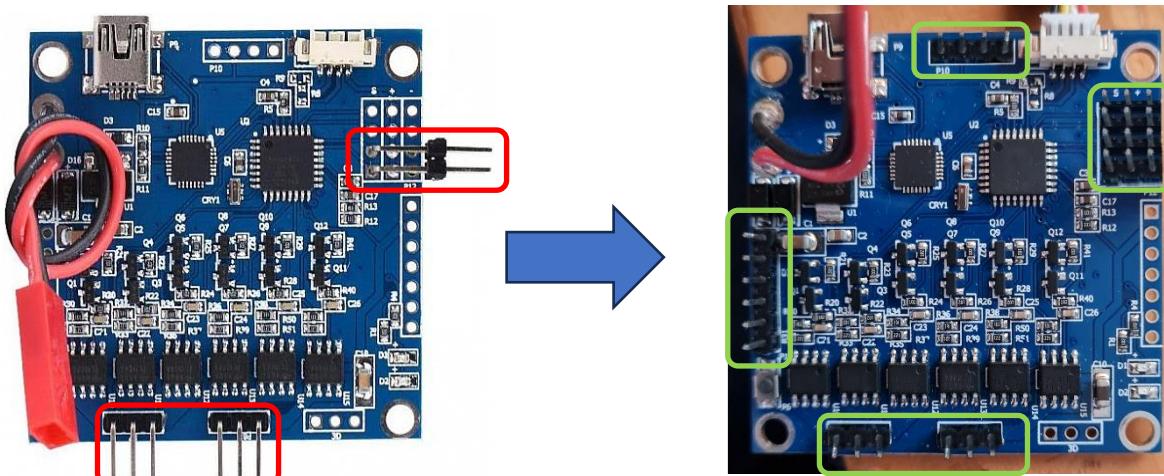
La carte MOSFET 2 axes BGC3.1 est équipée d'un port mini USB et d'un Microcontrôleur ATMEGA [328p](#), le même que sur l'Arduino Pro Mini. Il est donc possible de reprogrammer ce processeur sans problème.

Le principal avantage de cette carte réside dans les connexions déjà réalisées avec les Drivers MOS (5A continu / 10A en crête) pour contrôler deux moteurs brushless. Elle est également livrée avec un module gyroscopique (IMU) MPU6050 déjà câblé et communiquant par I2c. De plus, sur le côté droit on trouve 4 connecteurs facilement accessibles, normalement utilisés par la télécommande du drone et qui seront réutilisés comme port I/O pour y connecter 2 codeurs magnétiques AS5600 et piloter la LED de l'antenne. Sur le haut sont disponibles 4 pastilles qui serviront à connecter le module Bluetooth. Les alimentations électriques sont également intégrées.



- Etapes de modifications

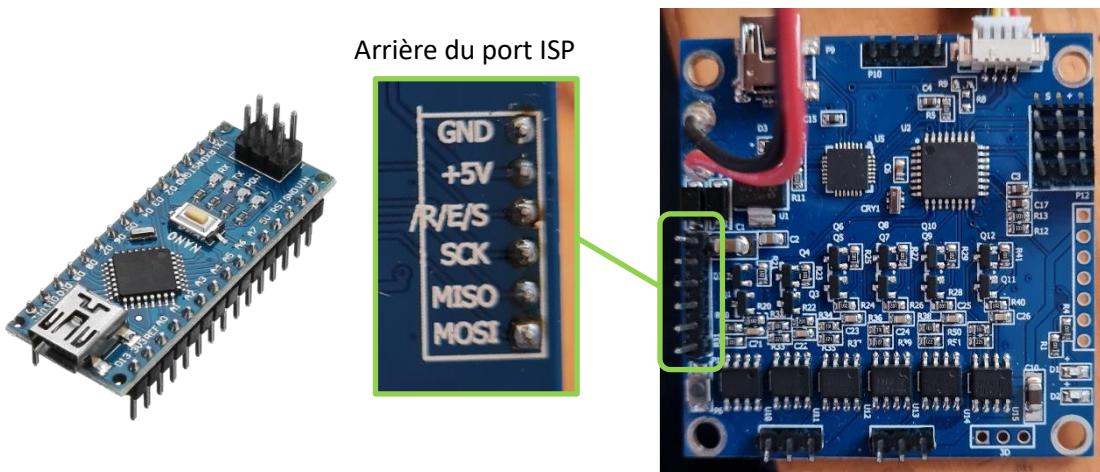
- Retirez les connecteurs 2,54 mm à angle droit (cerclés en rouge) et soudez-en de nouveaux à connexion droite sur toutes les pastilles entourées en vert.



La seconde action consiste à Flasher le Bootloader Arduino :

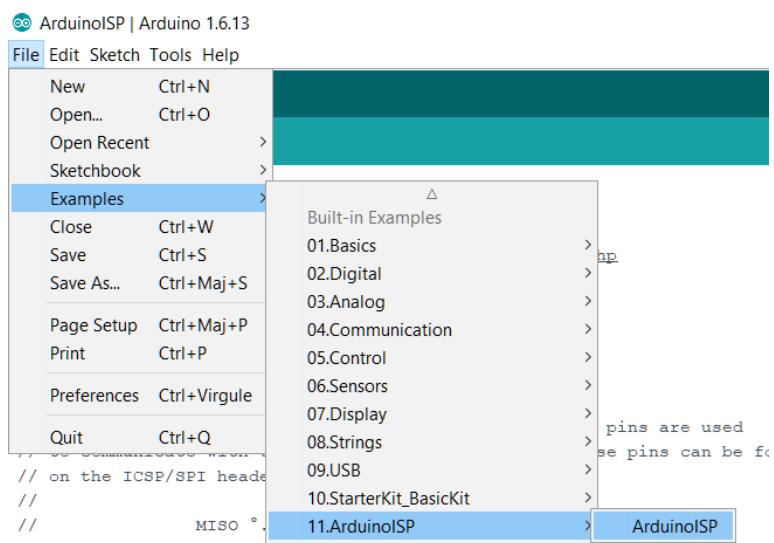
Pour cela, nous utiliserons une autre carte Arduino utilisée comme programmateur série (SPI) via le port disponible sur la carte BGC (ici j'ai pris un Arduino nano, ce qui permet d'utiliser le même cordon USB car elle est équipée d'un connecteur Mini USB).

Des informations générales sur la façon de programmer un Arduino en tant que programmateur ISP peuvent être trouvées ici :[Arduino as ISP and Arduino Bootloaders](#)



En bref, vous devez suivre ces étapes :

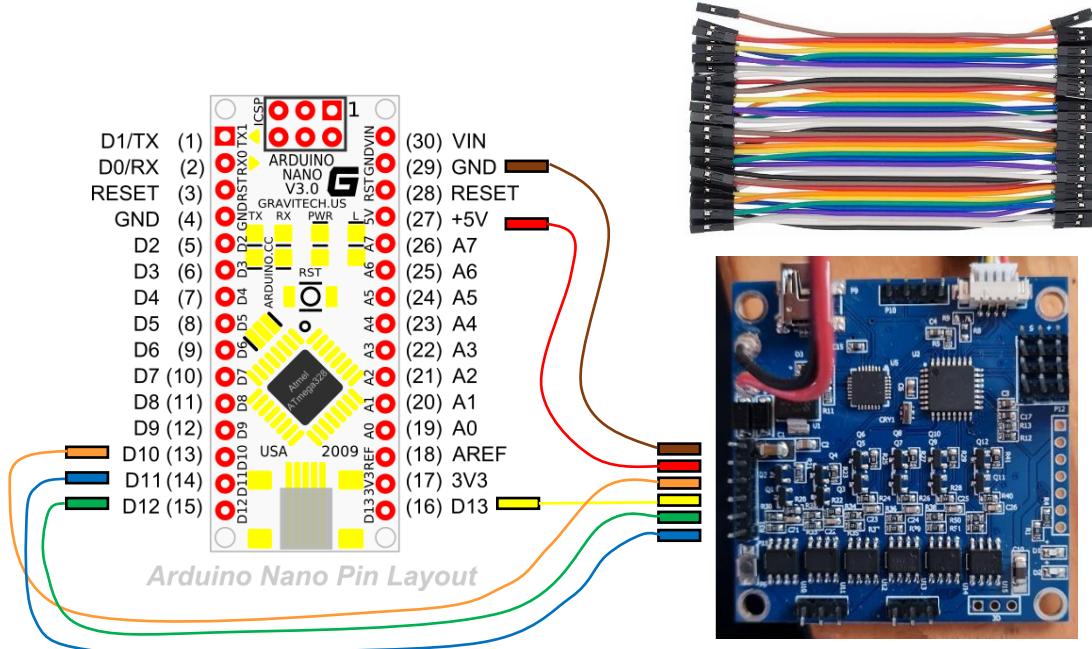
- b. Téléchargez le sketch suivant dans l'Arduino avant de la connecter à la carte BGC. L'Arduino que vous utiliserez en tant que programmeur a besoin d'un croquis spécifique. Vous le trouvez sous Examples > 11. ArduinoISP > ArduinoISP .



- Téléchargez le sketch

c. Connecter les pattes du port ISP de la carte BGC à l'Arduino nano

Vous aurez besoin de fil jumper Femelle – Femelle (2.54mm) et de repérer le diagramme de connexion de votre carte Arduino. (ci-dessous l'exemple pour l'Arduino Nano)



Les connexions doivent être réalisées hors tension. Ne pas raccorder les USB !

- Connectez chaque fil sur le port ISP noir de la carte BGC.
- Raccordez l'autre extrémité sur chaque pin de l'Arduino suivant le diagramme de connexion: (les couleurs de connexions sont juste pour vous aider, mais n'ont aucune fonction électrique)

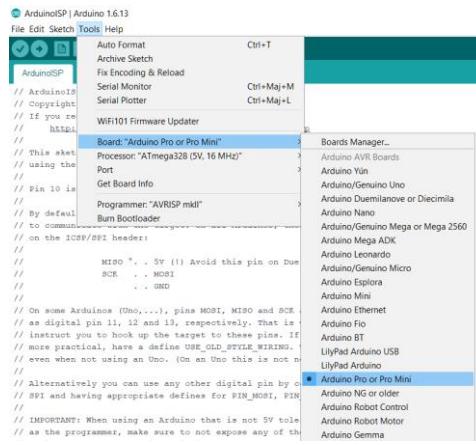
Arduino nano	BGC3.1 board
GND	GND
5V	+5V
D10	RES
D13	SCK
D12	MISO
D11	MOSI



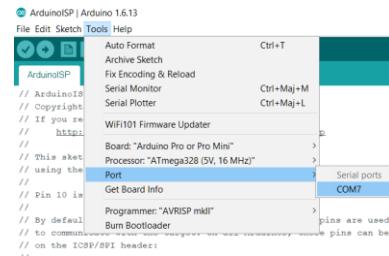
- Une fois les raccordements faits, vous pouvez connecter l'Arduino nano à l'ordinateur par son port USB. Le Microcontrôleur 328p de la carte BGC sera alimenté via l'Arduino nano durant le chargement.

d. Flasher le Bootloader arduino

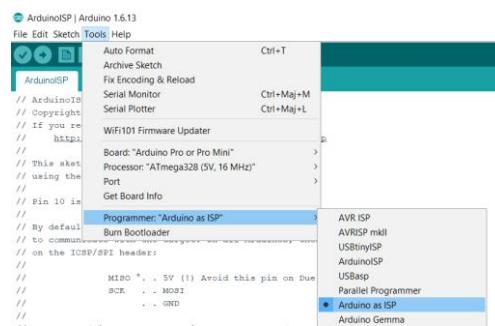
- Allez dans: Tools > board, et sélectionnez Arduino Pro Mini 5V / 16MHz



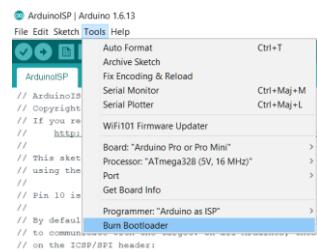
- Allez dans: Tools > Serial Port, et sélectionnez le port COM où l'Arduino nano est connectée.



- Allez dans: Tools > Programmer, et sélectionnez "Arduino as ISP"



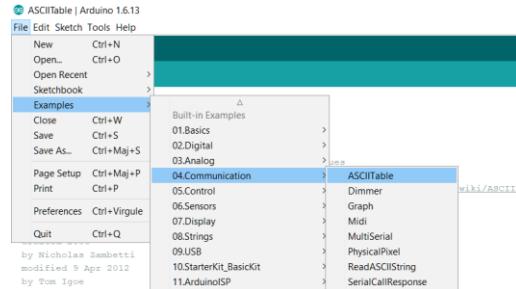
- Allez dans: Tools > Burn Bootloader



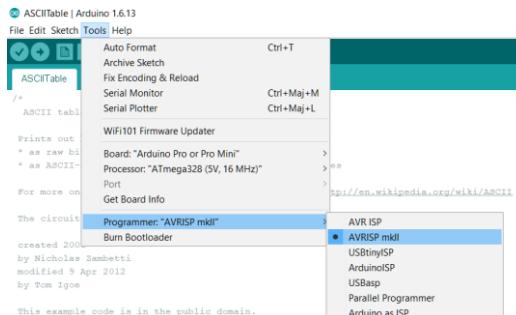
Vous devrez attendre un peu et après le message "Done burning bootloader" apparait.

e. Configurez la carte BGC en tant qu'Arduino et procédez au test de vérification

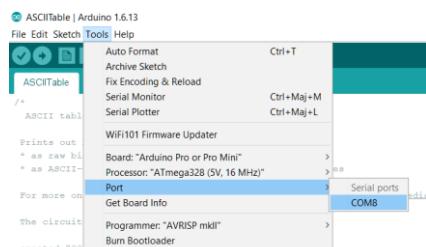
- Déconnectez le câble USB entre l'Arduino nano et l'ordinateur.
- Enlevez tous les fils Jumper. Vous n'aurez plus besoin de la carte Arduino nano.
- Connectez la carte BGC via sa prise USB à l'ordinateur.
- Allez dans: Examples > 04. Communication > ASCIItable (C'est juste pour tester la carte)



- Allez dans: Tools > Programmer, et sélectionnez "AVRISP mkII"



- Allez dans: Tools > Serial Port, et sélectionnez le nouveau port COM port où la carte BGC est connectée.

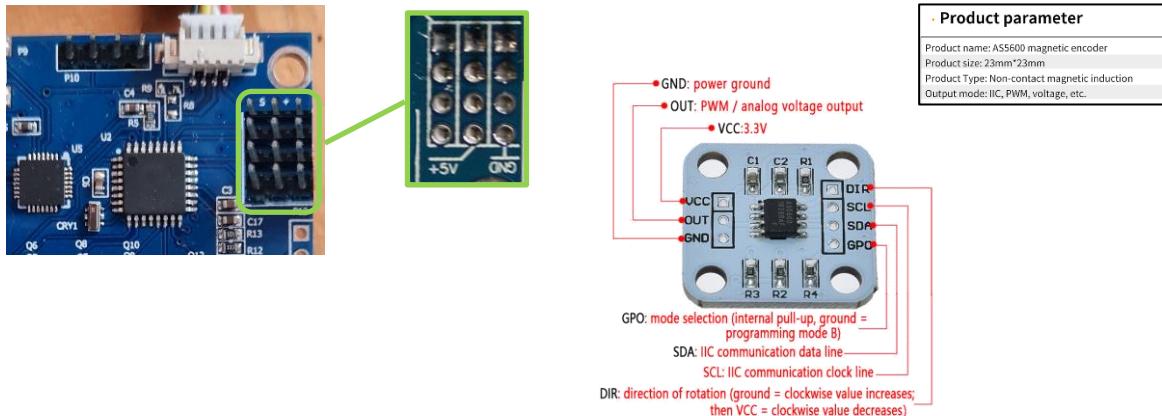


- Téléchargez le sketch
- Ouvrir le moniteur série et sélectionner la bonne vitesse de communication "9600 baud"
- Vous devriez voir un défilement de tout le code ASCII, signifiant que votre carte BGC a été correctement configurée comme un Arduino pro mini 5V / 16MHz.



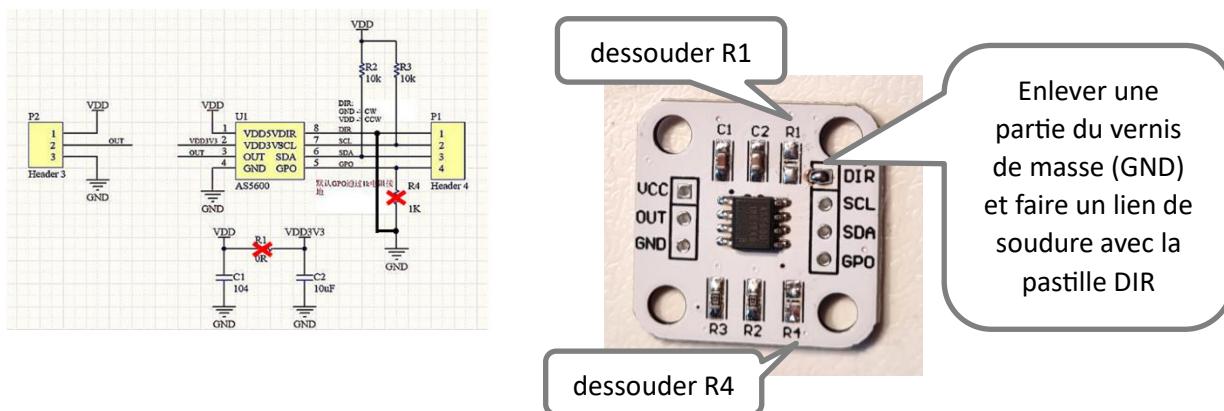
Adaptation du module magnétique pour la carte de contrôle:

Ce type d'encodeur magnétique est bon marché. Cependant, cette version a été configurée pour fonctionner en 3.3V DC alors que nous avons du 5V délivré sur les 4 ports I/O de la carte de contrôle. De plus, nous devons sélectionner un sens de rotation ainsi que le mode de sortie de tension analogique.



Il faudra adapter les deux cartes encodeurs magnétiques comme décrit ci-dessous.

Le schéma et l'image de droite montrent les modifications à apporter:



- Dessouder la résistance R1,
- Dessouder la résistance R4,
- Faire un lien de soudure entre la pastille DIR et la masse (GND).

La connexion externe sur VCC/OUT/GND sera faite une fois les câbles d'extension installés dans le robot.

Assembler le Robot

Antenne:

1 x Câble d'extension 3Pin - JR Style

1 x LED blanche

1 x Resistance 100Ω 1/4W

Pièces 3D : 1 x Antenne ; 1 x CaleLedAntenne ; 1 x JointLed

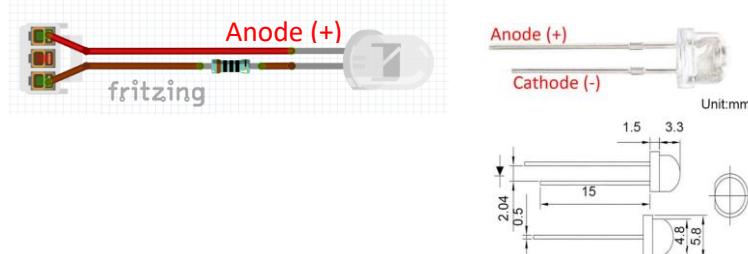
Raccorder la LED blanche



- Commencez par couper la rallonge pour conserver la fiche Mâle JR et environ 24cm de câble.
- Séparez le fil Orange pour ne garder que le Marron et le Rouge.
- Déclipser la broche du fil Orange du connecteur JR avec précaution pour ne pas casser la petite languette en plastique. Je conseille de prendre un tournevis fin et de la soulever lentement jusqu'à ce que la broche du connecteur sorte.
- Déplacez la broche du fil Rouge à l'emplacement du fil Orange. (Voir illustrations)

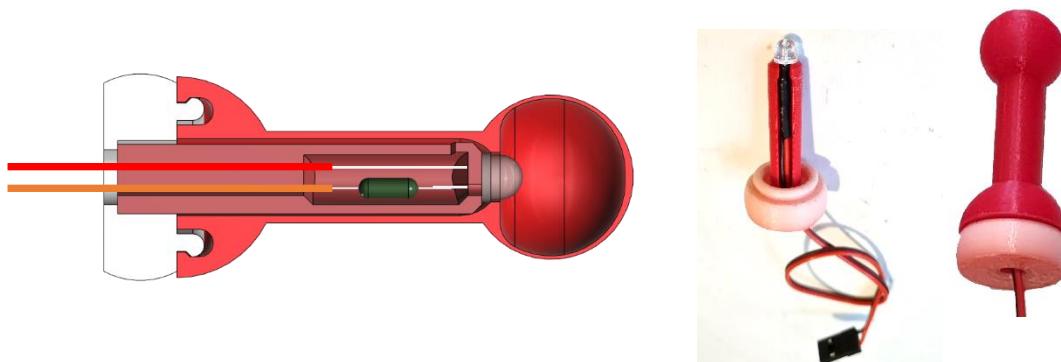


- Soudez la LED et la résistance de cette façon. Isoler avec une gaine thermorétractable.



Assembler l'antenne:

- Passez la LED à travers le trou du joint. Pièce « JointLed »;
- Glissez la pièce « CaleLedAntenna » entre la résistance et la LED;
- Glissez la pièce « CaleLedAntenne » dans la pièce « Antenne »;
- Insérez le joint « JointLed » dans la pièce « Antenne » en poussant sur sa base. Ça peut être un peu difficile à insérer. Vous pouvez utiliser de la graisse pour vous aider si besoin.



Tête de Calou:

Pièces 3D: 1 x Tête; 1 x Yeux; + L'antenne assemblée

- Commencez par insérer les yeux. Si ça se monte bien, vous devriez pouvoir les retirer pour coller les pièces ensemble. J'ai utilisé une colle cyanoacrylate en gel pour éviter les gouttes.



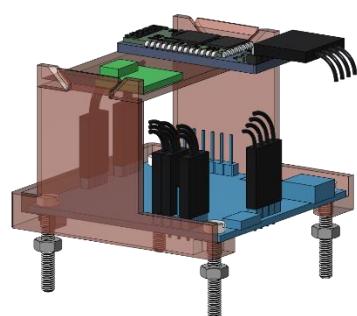
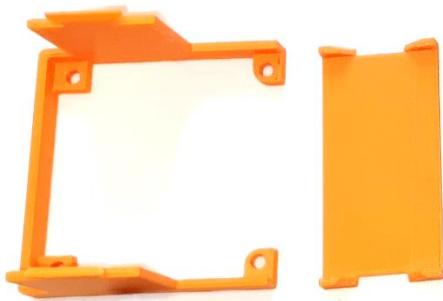
Une fois les pièces bien assemblées, vous pouvez monter l'antenne dans le boîtier supérieur



Cadre support de l'électronique:

Pièces 3D: 1 x SupportBGCboard; 1 x SupportIMU&BLE

- Collez et clipsez les deux parties ensemble. Il n'y a qu'un sens de montage.



Corps bas:

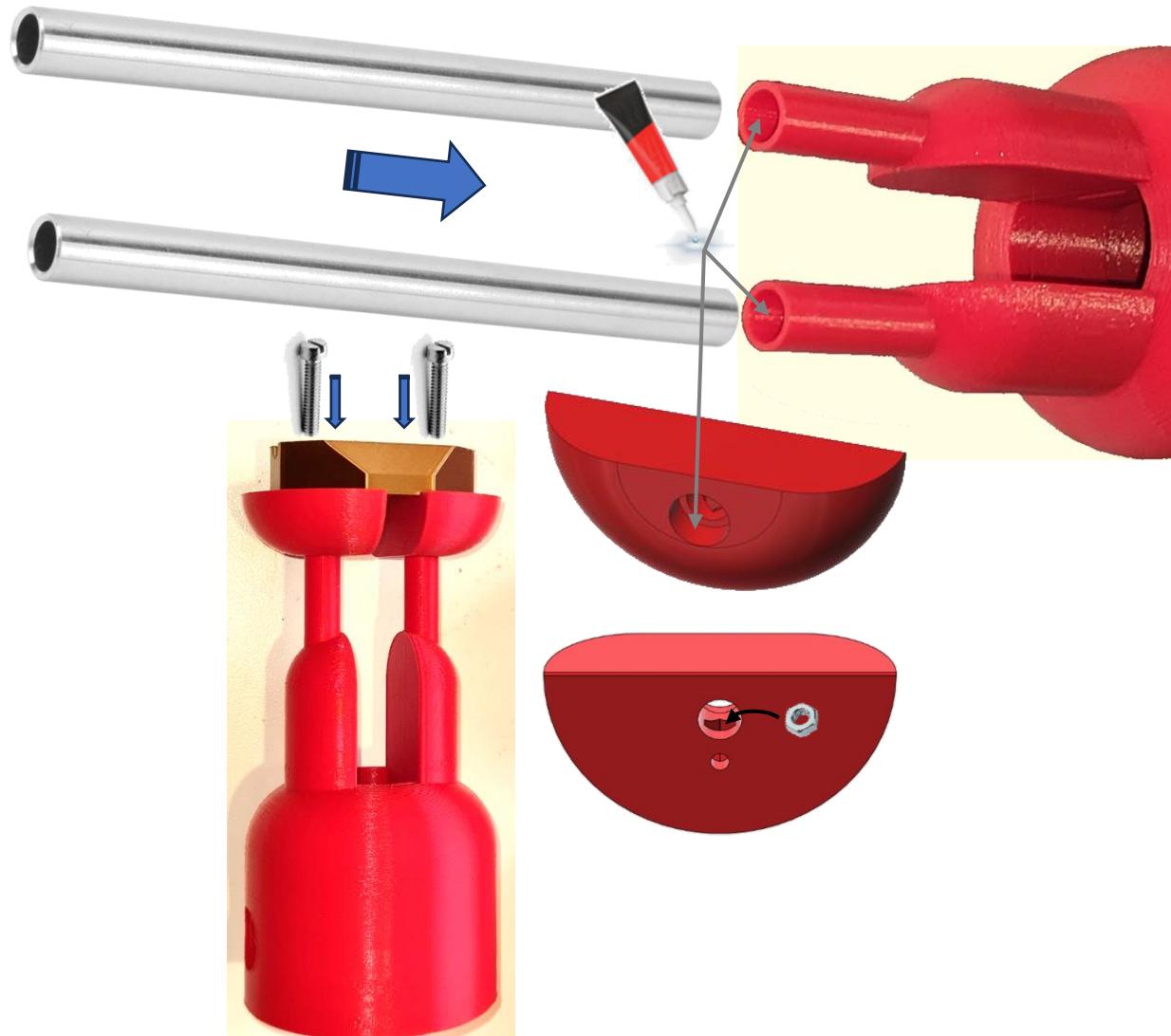
2 x Tubes de jambe aluminium 100mm; 2 x vis (M3x20mm); 2 boulons M3

Pièces 3D : 2 x Pied ; 1 x CorpsBas-V2 ; 1 x GyroskateCorps

Le but est de bien coller alignés les pieds avec les jambes. Vous pouvez utiliser le corps du Gyroskate ou une pièce dédiée que j'ai dessinée pour éviter de polluer le Gyroskate avec les gouttes de colle.

Cette pièce est dans la liste des Pièces 3D. Mais elle reste une option pour l'assemblage: FootSpacer.slt

- a. Mettre un peu de colle dans les jambes pour coller les tubes (flèche grise);
- b. Insérez les tubes dans les jambes jusqu'à ce qu'ils soient arrêtés à l'intérieur du corps;
- c. Insérez un écrou dans chaque orifice de pied (une pince à épiler peut aider);
- d. Mettre un peu de colle dans chaque forme cylindrique de pied où la jambe sera fixée (flèche grise);
- e. Insérez chaque pied le long du tube puis les jambes jusqu'en butée. Attention, une fois les pieds assemblés, les écrous ne peuvent plus être retirés, il faut donc qu'ils soient bien placés !
- f. Fixez et vissez le « FootSpacer » afin de bien positionner les deux pieds;
- g. Mettre l'assemblage à la verticale le temps que les pièces soient bien collées;
- h. Vous pouvez ensuite retirer les vis et le « FootSpacer ».



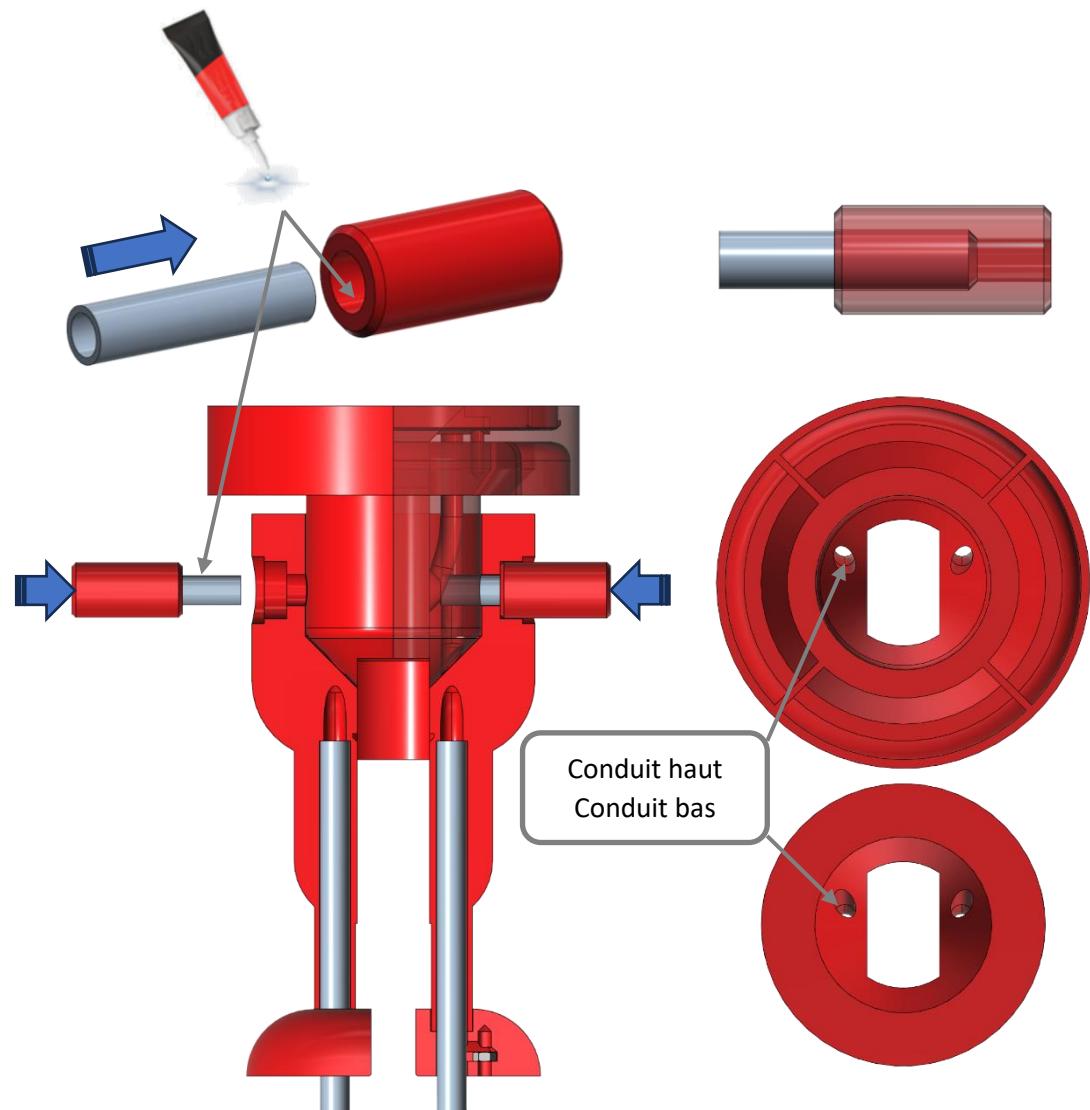
Corps et avant-bras:

2 x Tubes d'épaule aluminium 34mm

Pièces 3D : 1 x CorpsHaut; 2 x AvBras; Le corps bas assemblé

Nous allons assembler le corps supérieur et inférieur avec les avant-bras.

- a. Collez les tubes dans les parties cylindriques des pièces "AvBras";
- b. Assemblez le corps haut et bas. Attention à l'orientation pour bien aligner les conduits des câbles de codeur supérieur et inférieur.
- c. Encollez le côté externe du tube et insérez les deux avant-bras jusqu'en butée pour verrouiller les pièces ensemble. Attention, c'est un montage définitif !



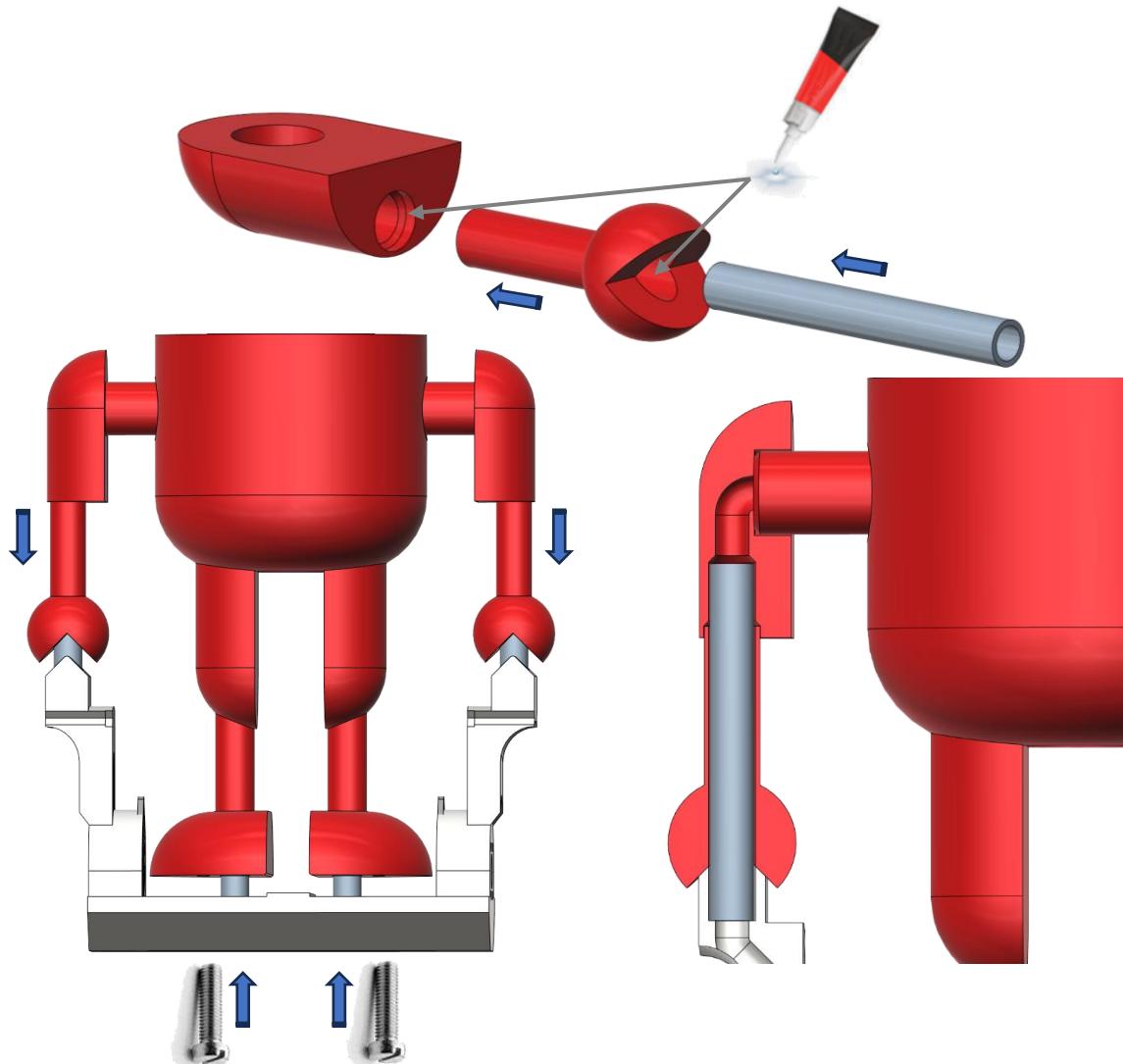
Bras:

2 x Tubes de bras aluminium 64mm; 2 x vis (M3x20mm)

Pièces 3D : 2 x Bras; 2 x Epaule ; 1 x GyroskateCorps ; Le corps assemblé

Nous allons assembler les deux bras. Les bras sont verrouillés par le montage du corps avec le gyroskate, ils peuvent donc être retirés pour faciliter le câblage. L'opération décrite ci-dessous doit être effectuée le plus rapidement possible avant le collage complet.

- a. Mettre un peu de colle dans chaque forme cylindrique de l'épaule où sera fixé le bras (flèche grise);
- b. Mettre un peu de colle dans le bras pour coller le tube avec le bras (flèche grise);
- c. Assemblez le bras dans l'épaule puis le tube dans le bras jusqu'à ce qu'il soit arrêté à l'intérieur de l'épaule;
- d. Prenez le corps et insérez les épaules dans les avant-bras. Maintenez-les en place avec votre main. Prenez le gyroskate et fixez le corps et les bras sur le gyroskate en insérant les tubes;
- e. Vissez les pieds;
- f. Veillez à ce que les épaules soient bien alignées sur le corps et que les mains du robot soient bien placées sur la forme triangulaire située sur le dessus du gyroskate.



Montage des câbles d'extension:

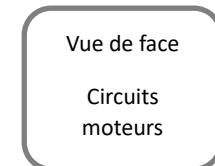
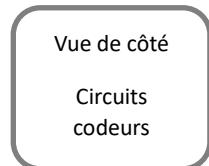
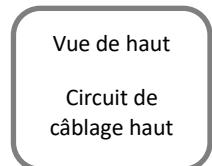
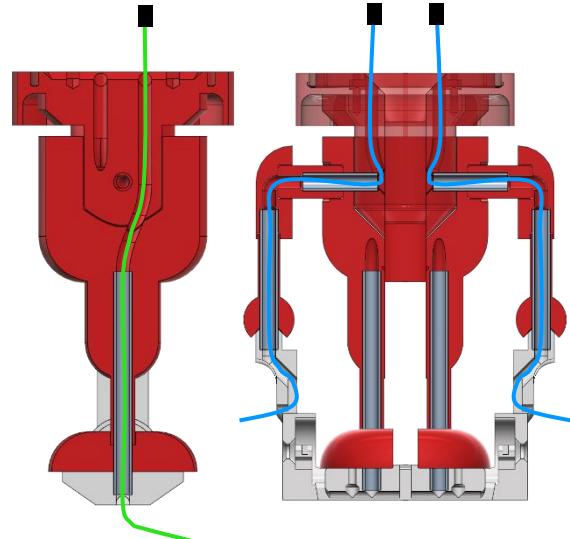
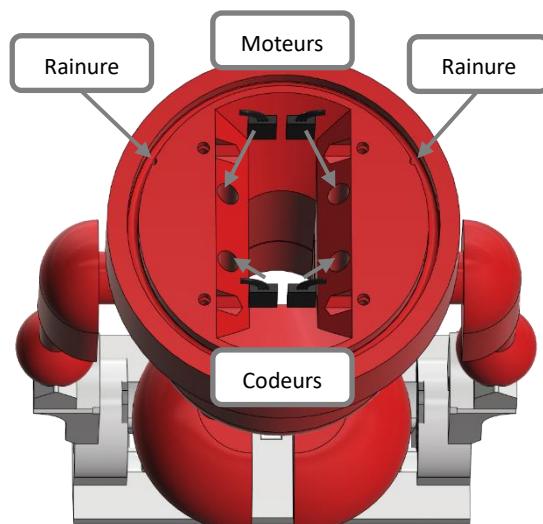
4 X Extensions de câble servos 50cm

Pièces 3D : Le corps assemblé

- Commencez par couper 2 rallonges pour conserver la fiche Mâle JR et environ 34cm de câble. Ces deux câbles seront ceux utilisés pour alimenter les moteurs.
- Coupez les 2 autres pour conserver la fiche Mâle JR et environ 38cm de câble. Ces deux câbles seront ceux utilisés pour connecter les codeurs magnétiques.
- Insérez les câbles de codeur par le haut du robot. Regardez le dessin ci-dessous pour identifier les bons circuits de câbles. Une fois installés les câbles doivent sortir des pieds.

L'installation des câbles moteur nécessite plus d'étapes.

- Commencez par désolidariser le gyroskate et les bras.
- Insérez les câbles du moteur par le haut du robot. Une fois sorti par le centre du support de batterie vous devez insérer le câble dans les tubes des avant-bras. (Vous pouvez utiliser une pince à épiler ou similaire pour le faire);
- Insérez tout le câble restant dans l'épaule et laissez-le sortir par les bras du robot. Mettre en place les épaules sur les avant-bras.
- Insérez les câbles dans les circuits respectifs du Gyroskate et fixez le corps et les bras en insérant les tubes à l'intérieur. (Utilisez les dessins ci-dessous pour vous aider)



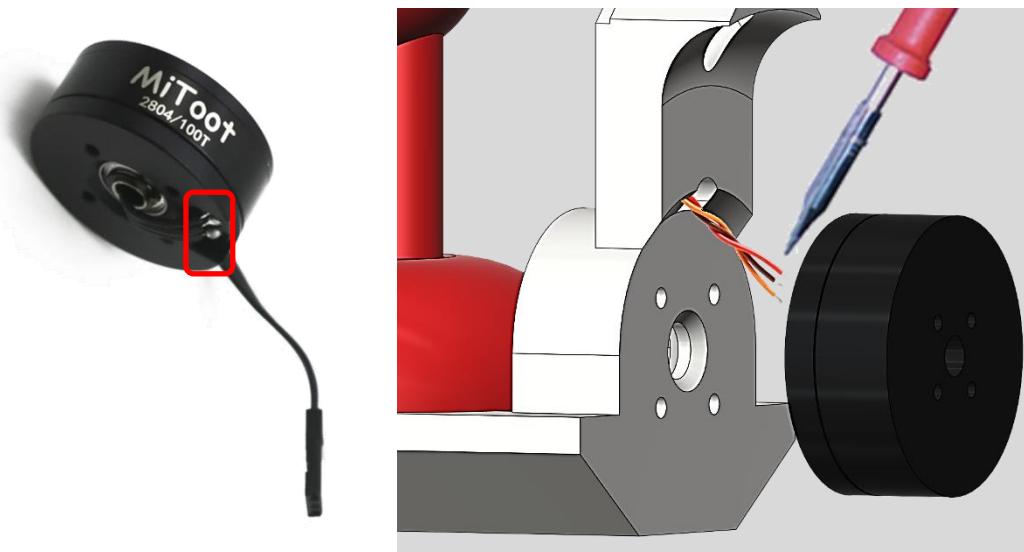
Raccorder et assembler les moteurs:

2 X Moteurs 2804 100KV ; 8 x Vis M2.5x8mm

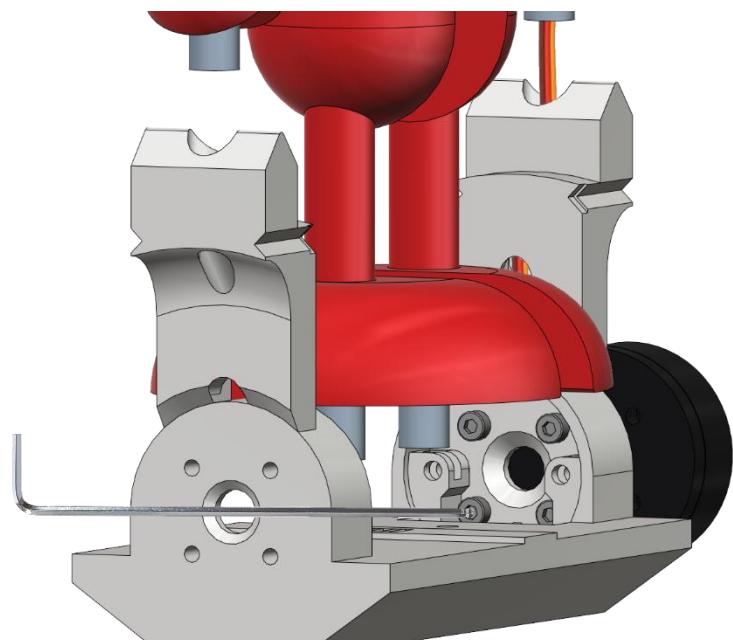
Pièces 3D : Le robot assemblé

Nous allons souder les moteurs aux rallonges et les fixer au gyroskate.

- Dessouder les fils du moteur entourés en rouge et retirer le câble. (Attention à ne pas trop chauffer les pastilles pour ne pas endommager les moteurs)
- Souder au moteur les fils libres de la rallonge se trouvant à la sortie du gyroskate. Ne vous souciez pas des couleurs de fils car la détection de phase se fera plus tard par software.



- Monter les moteurs sur le gyroskate à l'aide des 4 vis M2,5.
Il vous faudra une clé Allen à boule de 2,5 mm car l'accès est relativement limité.



Assembler et monter les aimants:

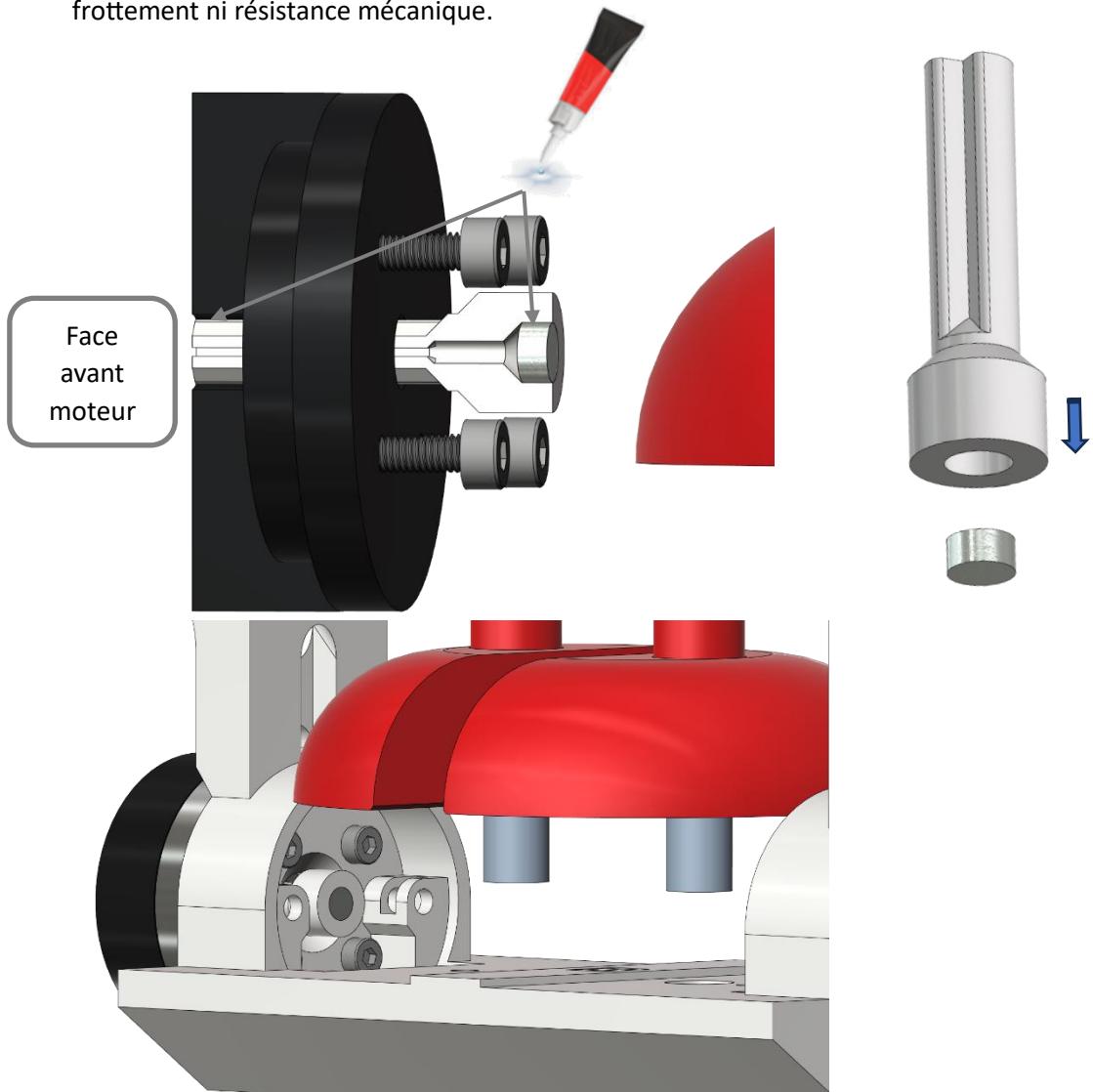
2 x Aimants Ø4mm x 2mm (généralement livrés avec les modules codeurs)

Pièces 3D : 2 x AxeAimant ; Le robot assemblé

Les aimants doivent être bien positionnés pour avoir une bonne lecture angulaire. Un espace de 0,5 à 3mm est nécessaire entre l'aimant et le capteur magnétique. Dans ce cas j'ai mis 1,5mm.

Chaque support est inséré à l'intérieur du noyau central du moteur. Une certaine précaution est de mise pour ne pas déformer la pièce fine lors du montage afin d'obtenir un bon alignement.

- Mettez une goutte de colle dans le support aimanté pour garantir qu'il ne bouge pas.
- Placez ensuite l'aimant sur la table et poussez fort sur l'extrémité ronde du support pour l'insérer jusqu'à ce qu'il touche également la table.
- Mettre une goutte de colle dans le noyau central du moteur côté roue.
- Insérez le support magnétique jusqu'à ce qu'il atteigne la face avant du moteur. Attention à bien pousser dans l'axe du moteur pour ne pas déformer le support.
- Une fois cela fait, tournez manuellement le moteur pour vérifier si l'aimant tourne sans frottement ni résistance mécanique.



Raccorder et assembler les codeurs:

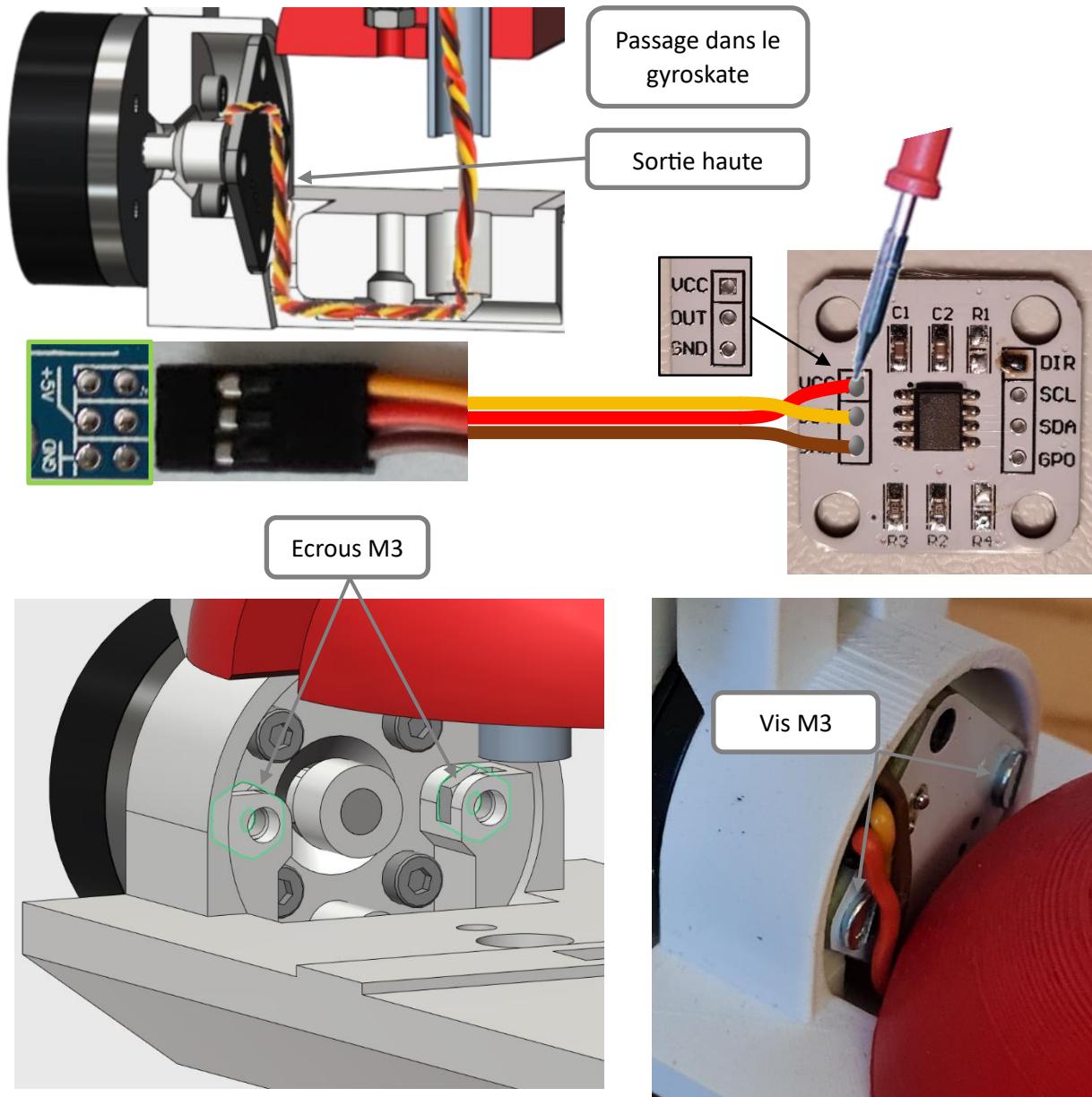
2 X modules codeur AS5600; 4 x Vis plate à tête fraisée M3x8mm; 4 Ecrous M3

Pièces 3D : Le robot assemblé

Les codeurs doivent être fixés devant les aimants. Pour améliorer l'intégration j'ai choisi de souder la rallonge directement sur les broches de connexion du codeur sans connecteurs intermédiaires. La soudure se fait côté composant pour la rendre moins visible. Cependant, il est également possible en option d'ajouter un connecteur à broches coudé pour faciliter l'interface avec les fils.

Attention à la correspondance de couleur des fils avec les inscriptions sur le module!

- Faire passer les câbles dans le gyroskate pour qu'ils ressortent par le haut.
- Souder chaque fil sur les codeurs. (Voir les dessins pour la correspondance des couleurs)
- Insérez deux écrous M3 dans les logements du support de codeur.
- Fixez chaque encodeur avec deux vis à tête fraisée plate M3x8mm

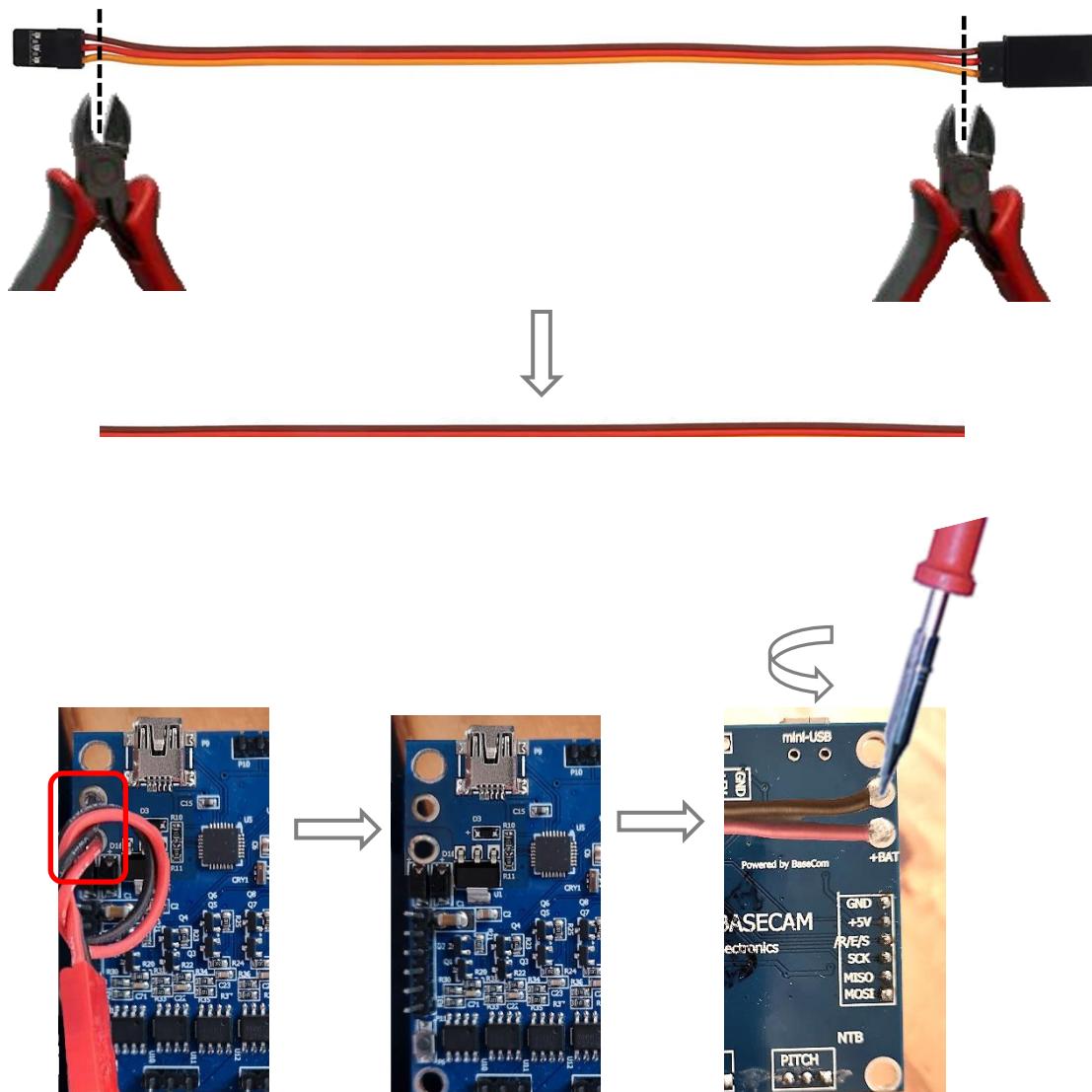


Alimentation de la carte BGC:

1 Extension de câble servos 50cm; La carte BGC;

La fiche du câble d'alimentation de la carte BGC doit être retirée et remplacée par un câble plus long qui sera connecté ultérieurement à un interrupteur. J'ai utilisé un des câbles d'extension de type 22AWG, mais vous pouvez prendre un autre câble capable de supporter 7 Ampères en continu.

- Commencez par couper les deux fiches JR du câble et séparez le fil orange pour ne conserver que le marron et le rouge;
- Dessouder les fils de la prise JST de la carte BGC (entourés en rouge). Elle sera réutilisée ensuite;
- Souder le nouveau câble au dos de la carte BGC en respectant le code couleur suivant:
(+BAT → Rouge; GND → Brun)

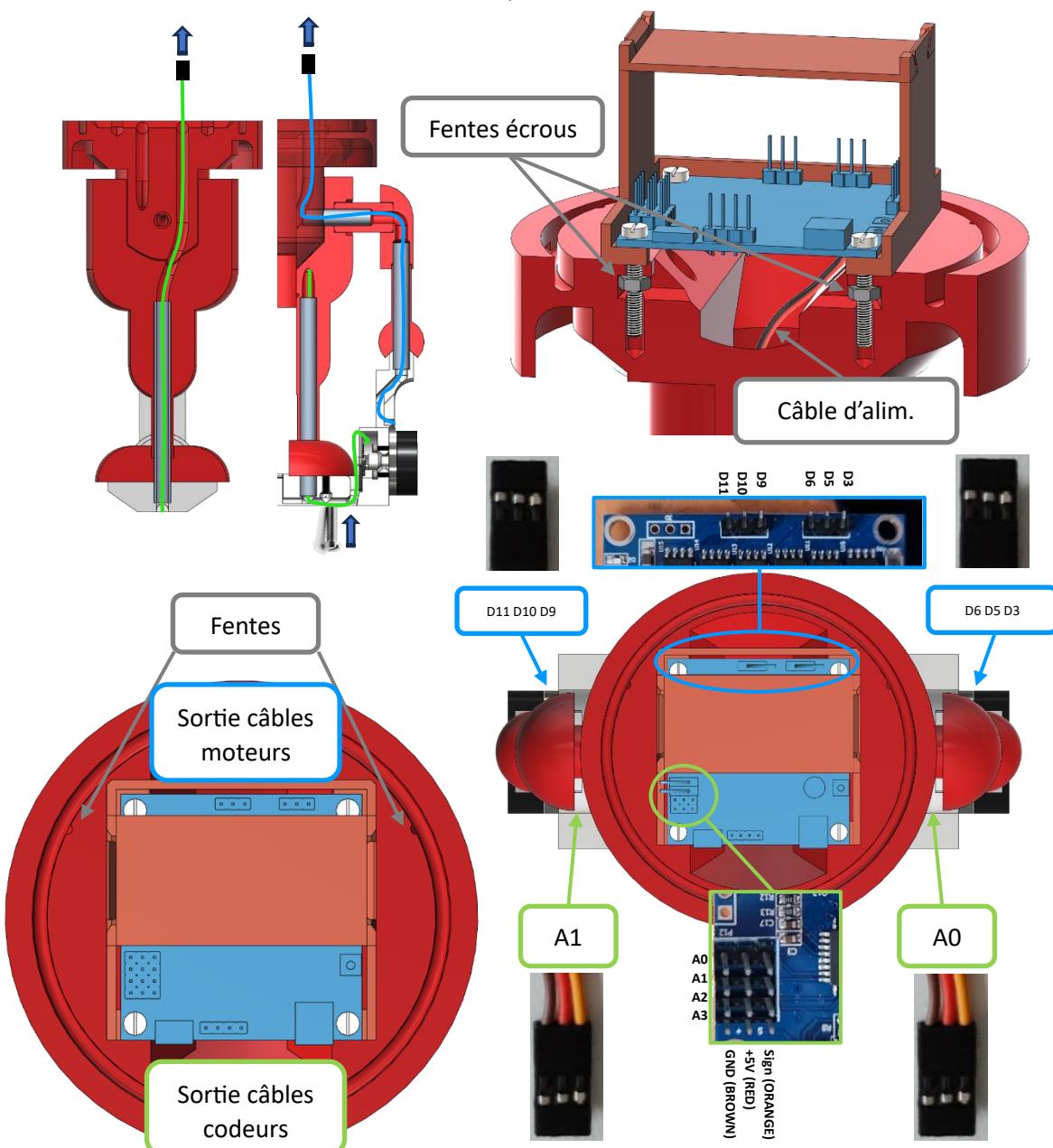


Assembler et connecter la carte de commande:

4 x Vis (M3x20mm); 4 Ecrous M3; La carte BGC
Pièces 3D : Le cadre support de l'électronique; Le robot assemblé

Vous allez procéder au montage de la carte BGC et connecter les fiches Mâle JR.

- a. Assemblez définitivement le corps sur le Gyroskate en insérant les tubes et visser les pieds.
- b. Réduisez les surlongeurs de câbles en les étirant avec précaution par le haut.
- c. Insérez 4 écrous M3 dans les fentes sur la partie supérieure du corps;
- d. Vissez la carte BGC avec le châssis électronique en prenant soin de son orientation. Il y a deux rainures pour aligner la tête qui vous aideront. Faites attention à l'emplacement de sortie des câbles. Le câble d'alimentation est le seul à passer par la partie centrale;
- e. Connectez les fiches mâles JR comme indiqué ci-dessous.



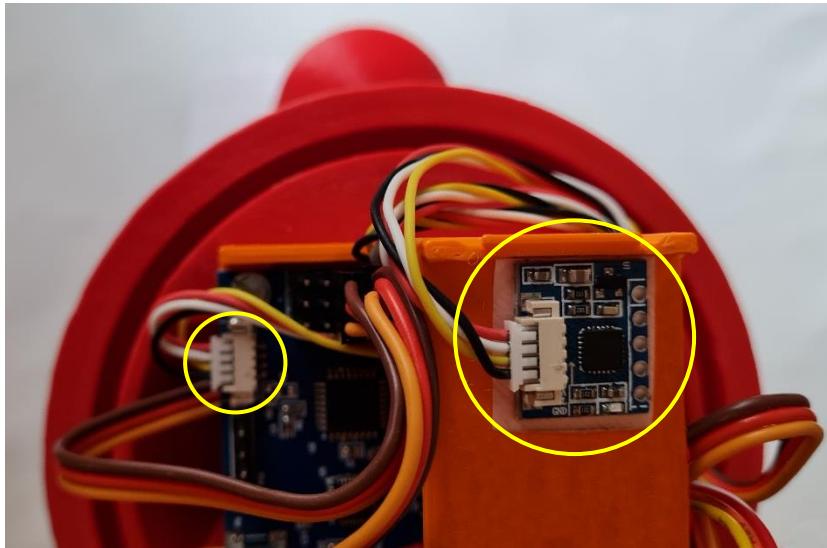
Fixer et connecter l'IMU:

1 x MPU6050 capteur gyroscopique (normalement fourni avec la carte BGC)

Pièces 3D : Le robot assemblé

Le module que j'ai utilisé était livré avec un scotch double face. Nous le fixerons sur le dessus du cadre du support électronique. Il faut respecter le sens de montage qui est très important pour l'algorithme.

- a. Collez l'IMU avec le connecteur orienté dans la même direction que celui de la carte de commande;
- b. Enroulez la longueur supplémentaire de câble autour de la paroi du cadre support.;
- c. Connectez le câble sur la carte de commande.



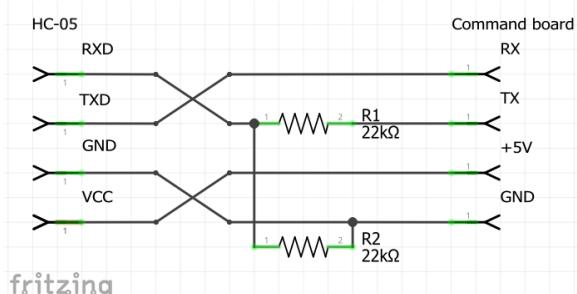
Raccorder et fixer le module Bluetooth:

1 x module HC-05 (6Pin); 1 x faisceau de 4 fils jumper 10cm, Femelle – Femelle (2.54mm).

Pièces 3D : Le robot assemblé

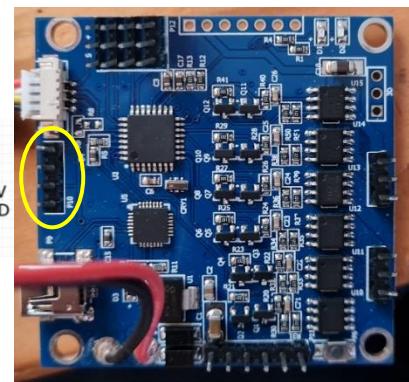
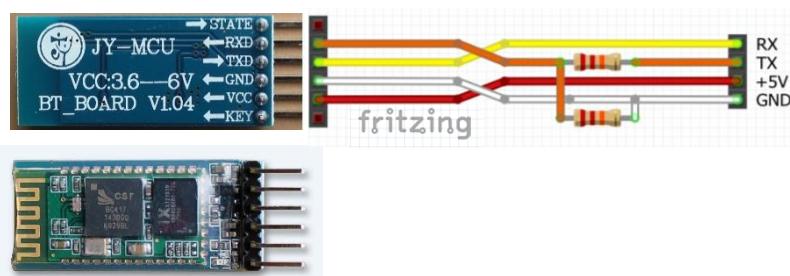
Le module HC-05 peut être alimenté de 3,6V à 6V. Il est donc compatible avec le 5V délivré par la carte de commande, mais ses niveaux logiques sont en 3,3V. Pour éviter tout dommage au module, un diviseur de tension à résistance est nécessaire entre la broche Arduino TX et la broche HC-05 RX pour abaisser le niveau haut de l'Arduino à un niveau logique compatible. De cette manière, les données peuvent être transférées en toute sécurité vers le module Bluetooth.

Voici le schéma de raccordement à réaliser entre la carte de commande BGC et le module Bluetooth:



- a. Vous devez fabriquer un câble incluant cette adaptation de tension. Si le module est livré avec un câble plat, vous pouvez le modifier, ou prendre les cavaliers de 10 cm disponibles.

Détails de connexion:



- b. Collez un ruban adhésif double face sur le dessus du cadre support et fixez le module dessus.
Voilà à quoi ça ressemble.



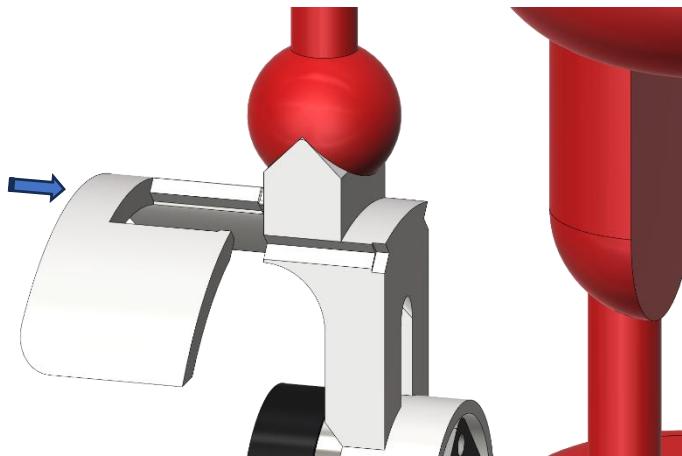
Le module est connecté au port série du microcontrôleur qui est déjà utilisé par le circuit FT232R pour l'interface USB vers la carte de commande. Connecter quoi que ce soit sur ces broches peut interférer avec cette communication, notamment en provoquant des échecs de téléchargement sur la carte. Il est donc très important de respecter le point suivant:

Déconnectez le module Bluetooth chaque fois que vous connectez la carte de commande à l'ordinateur via le câble USB !

Fixer les garde-boues:

Pièces 3D: 2 x GardeBoue ; Le robot assemblé

- Insérez chaque garde-boue dans les fentes latérales du gyroskate jusqu'à ce qu'il soit clipsé..

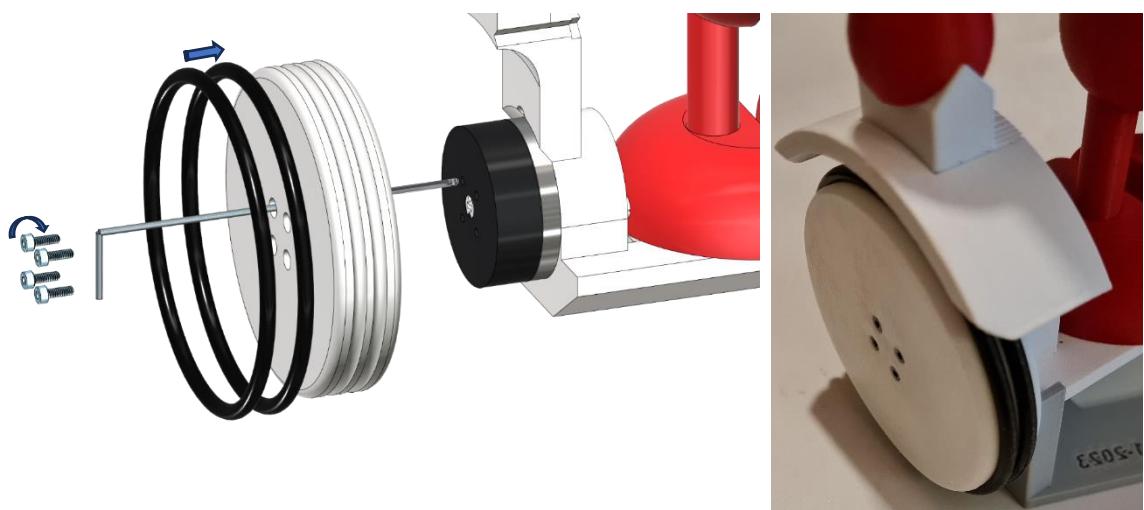


Assembler et fixer les roues:

8 x Vis (M2x6mm) normalement livrées avec les moteurs 2804; 4 x joints torique 75x68x3,5mm.

Pièces 3D: 2 x Roue; Le robot assemblé

- Montez deux joints toriques par roue dans les rainures;
- Montez la roue sur le moteur en prenant soin que les trous soient bien alignés avec les filetages.
Vous pouvez utiliser la clé Allen de 2 mm pour l'alignement avant de visser.
- N'appliquez pas trop de couple sur les vis car les roues sont imprimées en TPU souple.



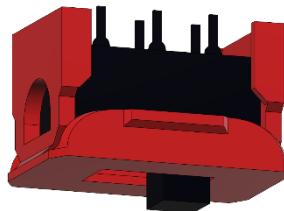
Montage de l'interrupteur:

1 x prise JST avec câble (Celle qu'on a précédemment dessoudé); 1 x interrupteur ON-OFF

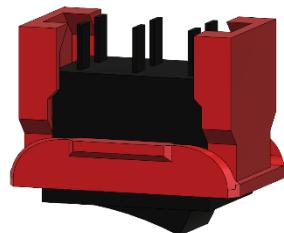
Pièces 3D: TrappeSwitch-V2 ou TrappeSwitch-V3; Le robot assemblé

Deux versions sont proposées en fonction de la disponibilité de l'interrupteur. Les critères les plus importants sont d'avoir un interrupteur à double contact ON-OFF éprouvé à 10A.

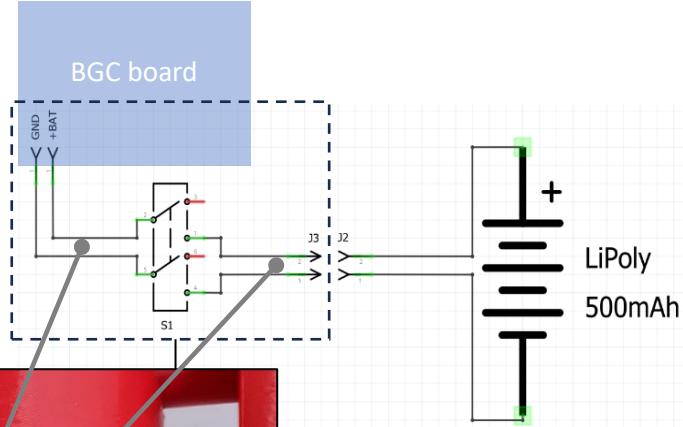
La première version est un interrupteur à glissière de type X22205C de chez Arcolectric. Il est compatible avec la pièce 3D "TrappeSwitch-V2", mais il n'est pas facile à源源er.



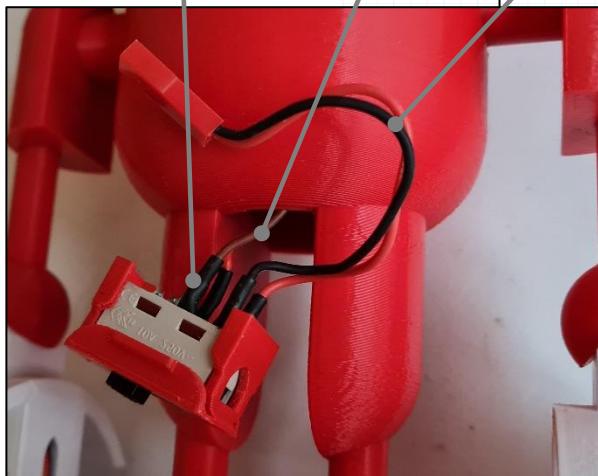
La seconde version utilise un interrupteur à bascule qui semble plus abordable disponible. Il est compatible avec la pièce 3D "TrappeSwitch-V3".



Le schéma de câblage est très simple:



N'oubliez pas de protéger les contacts avec une gaine thermo-rétractable:

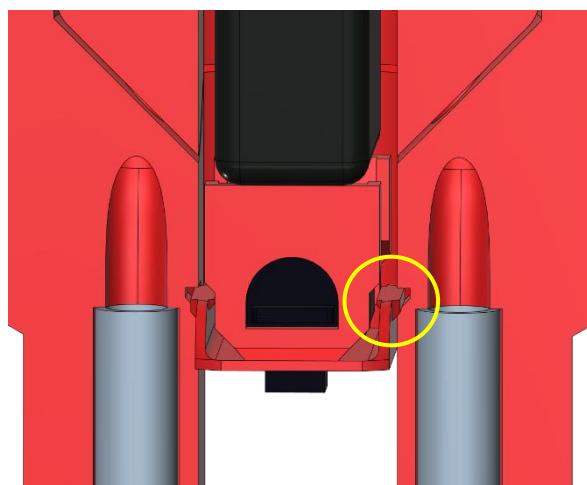
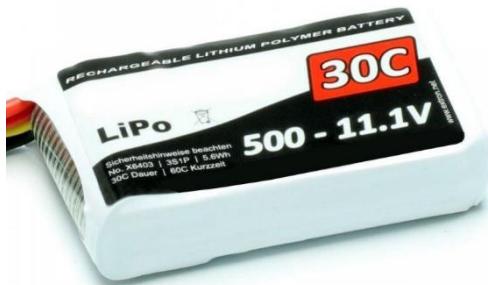


Installation de la batterie:

1 x batterie LiPo 500mAh - 11,1v - (L x l x H = 58 x 32 x16 mm)

Pièces 3D : Le robot assemblé

- a. Insérez la batterie par le côté sans fils dans la partie centrale du robot;
- b. Assurez-vous que l'interrupteur est en position OFF;
- c. Connectez la prise JST;
- d. Insérez le support d'interrupteur entre les pieds et poussez l'ensemble vers le haut jusqu'à ce qu'il soit clipsé.



Programmer le robot

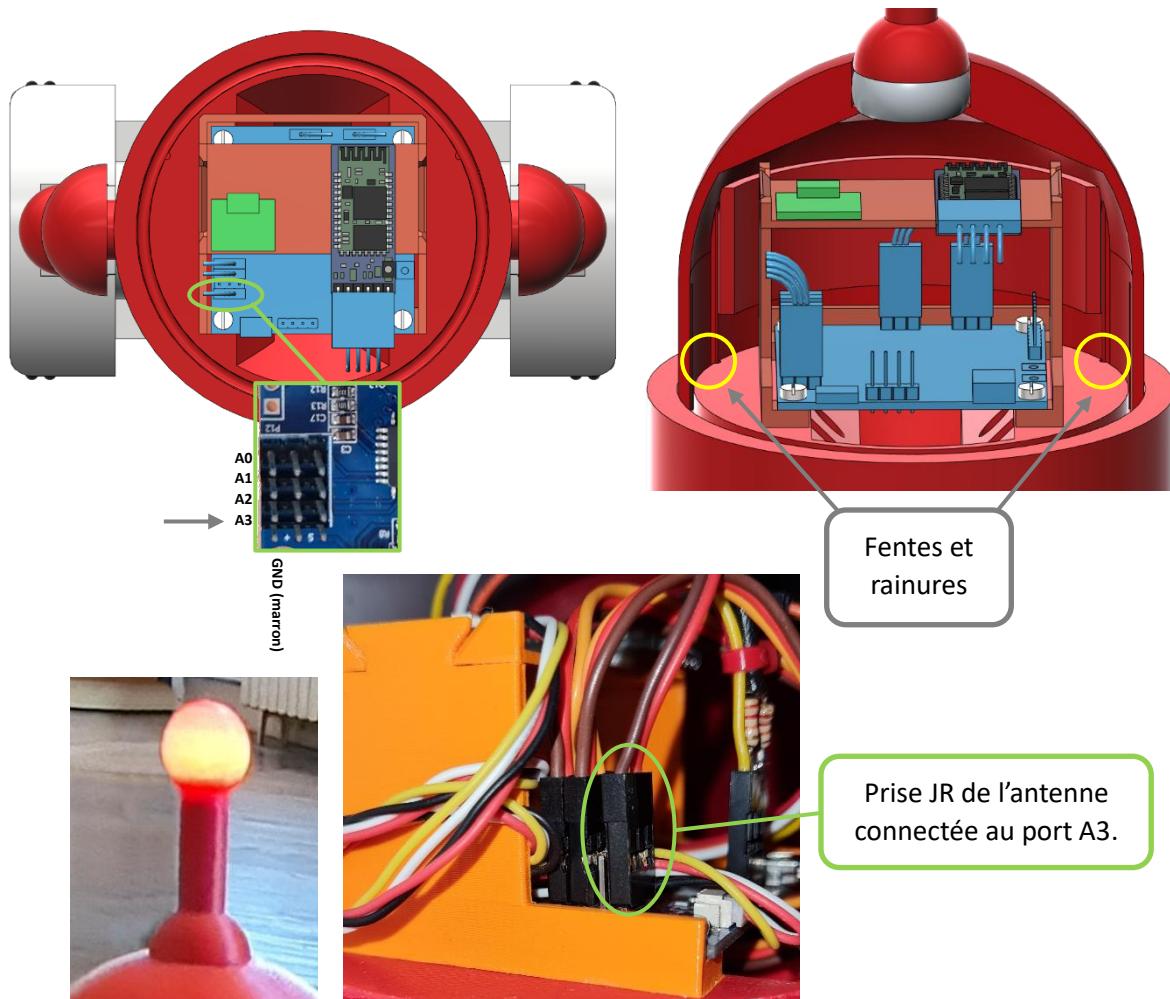
Programmes de test:

Avant de télécharger le croquis principal il est fortement recommandé de tester certaines fonctionnalités.

- Tester le clignotement de l'antenne;
- Tester la lecture des codeurs magnétiques;
- Trouver l'offset des capteurs et la direction des moteurs;

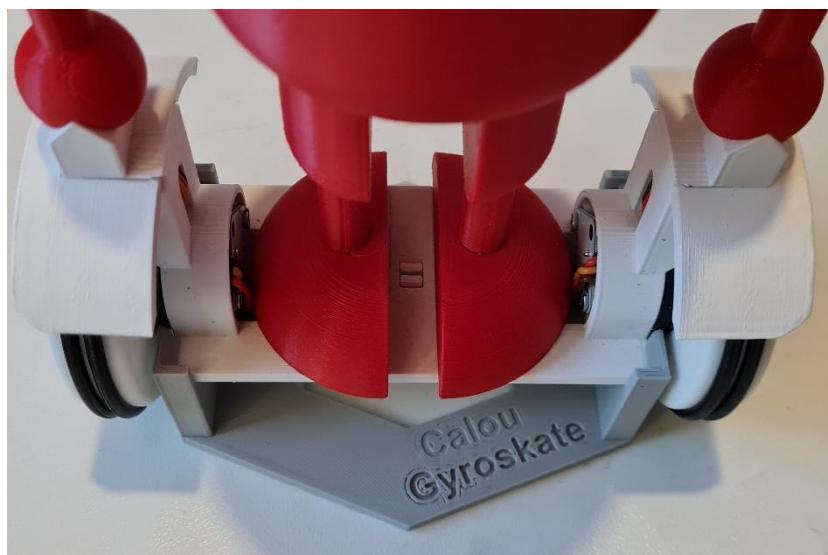
Cignotement de l'antenne:

- Éteignez le robot et déconnectez le module Bluetooth.
- Connectez avec un cordon standard la carte BGC via sa prise USB mini à l'ordinateur.
- Ouvrir et télécharger le sketch: "antenna.ino"
- Déconnecter la carte BGC de l'ordinateur.
- Connectez la fiche Mâle JR de l'antenne au slot A3. Pensez à mettre le câble marron côté masse.
- Montez la tête. Il y a deux nervures qui doivent entrer dans des fentes pour orienter la tête.
- Allumez le robot. La LED doit clignoter dans un intervalle d'une seconde.



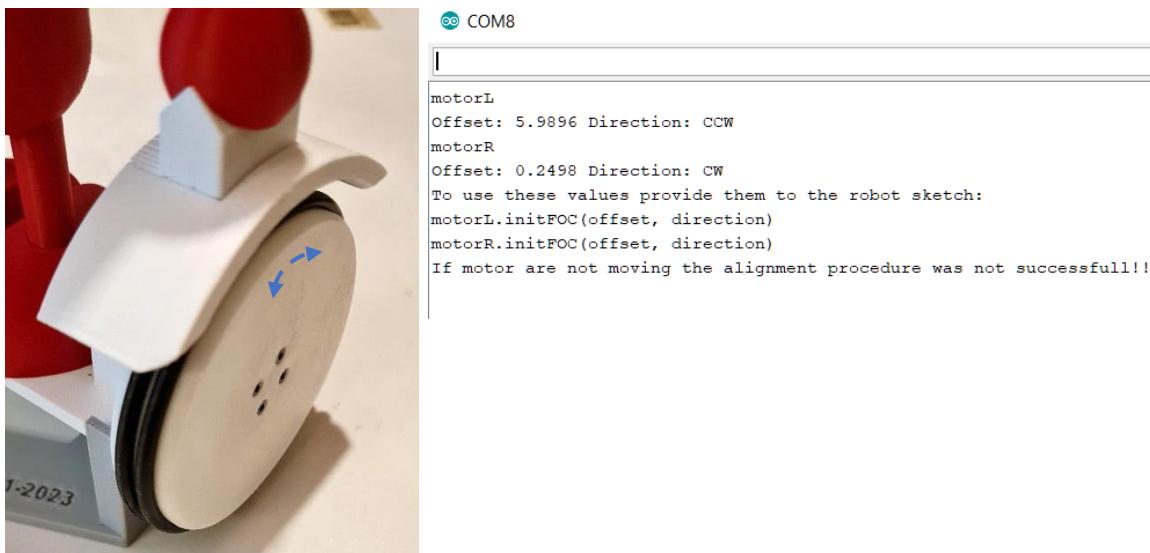
Lecture des codeurs magnétiques:

- Clipsez le robot sur le socle.
 - Éteignez le robot et déconnectez le module Bluetooth. Vous pouvez également débrancher la fiche de l'antenne pour écarter la tête.
 - Connectez la carte BGC via sa prise USB mini à l'ordinateur.
 - Ouvrir et télécharger le sketch: "test_magnetic_sensor_analog.ino"
 - Ouvrez le moniteur série et réglez le débit à 9600 bauds.
 - Vous devriez voir un défilement des angles de capteurs gauche et droit.
 - Les valeurs d'angle doivent changer si vous tournez manuellement les roues.



Trouver l'offset des capteurs et la direction des moteurs:

- Clipsez le robot sur le socle et faites bien attention que les roues soient libres de tourner.
- Eteignez le robot et déconnectez le module Bluetooth. Vous pouvez également débrancher la fiche de l'antenne pour écarter la tête.
- Connectez la carte BGC via sa prise USB mini à l'ordinateur.
- Ouvrir et téléchargez le sketch: "find_sensor_offset_and_direction.ino"
- Allumez le robot et ouvrez le moniteur série, puis réglez le débit à 9600 bauds.
- La roue gauche doit faire 3 pas en avant et en arrière et la droite faire de même ensuite.
- Après cela vous devriez voir les valeurs d'offset et de direction s'afficher pour les deux moteurs. Veuillez noter ces valeurs et redémarrer le moniteur série deux ou trois fois pour faire la moyenne des valeurs de décalage. Le sens de direction doit rester le même.
- Eteignez le robot.
- Conservez ces valeurs. Elles seront utilisées pour mettre à jour le croquis du robot afin d'éviter la procédure d'alignement du moteur et des capteurs lors de sa mise sous tension.



Croquis principal du robot:

Avant de démarrer le robot vous devez renseigner différentes valeurs:

Renseigner l'offset des capteurs et la direction:

- Clipsez le robot sur le socle.
- Eteignez le robot et déconnectez le module Bluetooth. Vous pouvez également débrancher la fiche de l'antenne pour écarter la tête.
- Ouvrir le sketch: "Calou-Gyroskate.ino"
- Trouver les lignes "motorL.initFOC();;" et "motorR.initFOC();;"
- Remplissez les champs vides avec les valeurs trouvées à l'étape précédente lors de l'exécution du sketch pour rechercher l'offset et la direction du capteur.

Voilà à quoi ça ressemble une fois rempli:

"motorL.initFOC(5.9896,CCW);;" and " motorR.initFOC(0.2498,CW); "

RQ: N'essayez pas ces valeurs, ça ne marchera pas. Vous devez utiliser les vôtres.

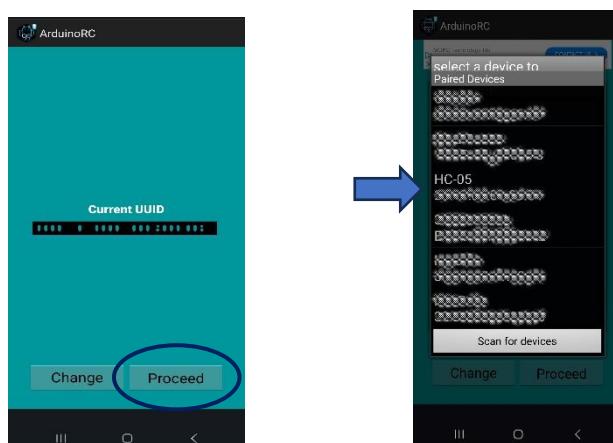
- Enregistrez le sketch: "Calou-Gyroskate.ino"

Configurer et paramétrer la télécommande Bluetooth:

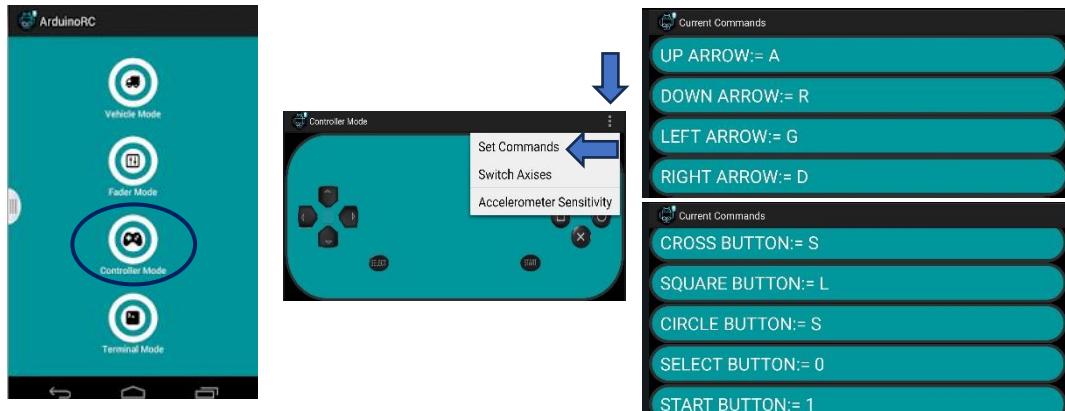
J'ai utilisé une application de télécommande Bluetooth du Playstore de Google: **Arduino Bluetooth Controller**. Ça fonctionne bien avec, mais vous avez le choix d'en utiliser une autre compatible.

https://play.google.com/store/apps/details?id=eu.jahnestacado.arduinorc&pcampaignid=web_share

- Clipsez le robot sur le socle.
- Éteignez le robot et connectez le module Bluetooth. Vous pouvez également débrancher la fiche de l'antenne pour écarter la tête.
- Connectez la carte BGC via sa prise USB mini à l'ordinateur. Une LED rouge doit clignoter rapidement sur le module Bluetooth.
- Activez le Bluetooth sur votre smartphone et allez dans les paramètres comme on connecte normalement d'autres appareils Bluetooth pour identifier le module. Le nom par défaut est généralement "HC-05" et le mot de passe est soit 1234 ou 0000. Référerez-vous aux informations du fournisseur.
- Installez et ouvrez l'application **Arduino Bluetooth Controller**
- Cliquer sur le bouton "Proceed" pour sélectionner le module Bluetooth.
- Une fois le module appairé, la LED rouge doit clignoter lentement.



- Sélectionner le “Controller Mode” qui émule une manette de jeu et entrez dans le menu “Set Command” en haut à droite.
- Renseignez les commandes avec la lettre majuscule ou le chiffre correspondant.
UP ARROW:= A ; DOWN ARROW:= R; LEFT ARROW:= G; RIGHT ARROW:= D
CROSS BUTTON:= S; SQUARE BUTTON:= L; CIRCLE BUTTON:= S;
SELECT BUTTON:= 0; START BUTTON:= 1
- La configuration de la télécommande Bluetooth est terminée!



Les commandes correspondent aux réactions suivantes du robot:

UP ARROW:= Aller en avant ; DOWN ARROW:= Aller en arrière;
LEFT ARROW:= Vire à gauche; RIGHT ARROW:= Vire à droite;
CROSS BUTTON:= Rester immobile; SQUARE BUTTON:= Stop virage; CIRCLE BUTTON:= Ne pas bouger; SELECT BUTTON:= Désactive l'équilibre; START BUTTON:= Active l'équilibre

Définir les paramètres PID et les valeurs de filtrage:

Les paramètres PID et les valeurs de filtrage doivent être finement réglées. Vous trouverez plus d'informations dans le tutoriel "SimpleFOCproject" à base de STM32 Nucleo-64, au niveau du chapitre « Algorithme de contrôle »: <https://github.com/simplefoc/Arduino-FOC-balancer>

En résumé, le contrôleur développé a deux parties distinctes:

Boucle de stabilisation: C'est la boucle qui permet au robot de se tenir vertical. Mais il ne s'arrêtera probablement jamais de bouger.

Boucle de contrôle de la vitesse: C'est la boucle qui permet au robot de rester immobile.

De plus, il existe des filtres pour lisser le contrôle de la vitesse et la commande.

- On peut conserver les valeurs PID du croquis si les pièces sont strictement les mêmes que celles que j'ai utilisées. Dans ce cas vous pouvez passer directement à l'étape suivante d'activation.

En rappel ci-dessous vous trouverez les paramètres renseignés du croquis:

```
// stabilisation pid
PIDController pid_stb{.P = 50, .I = 90, .D = 2, .ramp = 100000, .limit = 10};
// velocity pid
PIDController pid_vel{.P = 0.015, .I = 0.01, .D = 0, .ramp = 2000, .limit = _PI / 10};
// velocity control filtering
LowPassFilter lpf_pitch_cmd{.Tf = 0.35};
// low pass filters for user commands - throttle and steering
LowPassFilter lpf_throttle{.Tf = 0.4};
LowPassFilter lpf_steering{.Tf = 0.01};
```

Cependant, vous pouvez régler vous-même les paramètres du robot en suivant les étapes décrites ci-après, que j'ai synthétisées du forum de discussions:
<https://community.simplefoc.com/>

- Clipsez le robot sur le socle.
- Eteignez le robot et déconnectez le module Bluetooth. (Le module Bluetooth n'est pas obligatoire pour démarrer le réglage des paramètres PID)
- Connectez la carte BGC via sa prise USB mini à l'ordinateur. Gardez-la connecté durant toutes les phases de réglage (Je conseille d'utiliser un câble long pour laisser le robot bouger librement). Vous devrez télécharger le croquis "Calou-Gyroskate.ino" après chaque phase d'avancement dans la séquence de réglage détaillée ci-dessous.
- Déclipsez le robot du socle, puis posez le au sol et l'allumer en le maintenant en position verticale le temps que la stabilisation démarre. Attention aux chutes!

Séquence de réglage:

- a. Réglez toutes les valeurs PID pour la stabilisation et la vitesse à zéro.
 - b. Commencez par le PID stabilisation (C'est le plus délicat à régler)
 - c. Augmentez progressivement la **valeur P** jusqu'à ce que vous remarquiez qu'il commence à s'équilibrer un peu. N'allez pas trop haut car ça va osciller!
 - d. Augmentez la **valeur I** pour lui permettre de mieux réagir aux perturbations. N'allez pas trop haut car ça va osciller à nouveau!
 - e. Augmentez la **valeur D** par petits pas, pour adoucir le mouvement, mais n'allez pas trop haut car cela rendrait ici le système instable.
 - f. Si votre robot peut s'équilibrer tout seul, alors il est temps de travailler sur le PID de vitesse. (Pour le maintenir immobile).
 - g. Repassez alors par les étapes « c » à « e » par petits pas, mais ça sera plus facile.
-
- Une fois les principaux paramètres PID fixés, vous pouvez tester les mouvements avec la télécommande pour affiner les filtres si nécessaire. (n'oubliez pas de débrancher le module Bluetooth lorsque vous êtes connecté par le câble USB)

Démarrer le robot:

- Connectez le module Bluetooth et brancher l'antenne.
- Clipsez la tête. Il y a des rainures et des nervures pour l'orientation.
- Déclipsez le robot du socle, puis posez le au sol et l'allumer en le maintenant en position verticale le temps que la stabilisation démarre.
- Sélectionnez le module Bluetooth dans l'application, puis le « Controller Mode».
- Appuyez plusieurs fois sur les flèches de la télécommande pour augmenter ou diminuer la vitesse et raccourcir le rayon de braquage. Attention à ne pas aller trop vite au démarrage.

J'espère que vous avez apprécié construire ce robot. Amusez-vous à le voir bouger et se stabiliser.



Auteur

Guy FEUILLOLEY

<https://www.facebook.com/versatILEROBOT>

MIT License

Copyright (c) 2024 Versatilerobot

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.