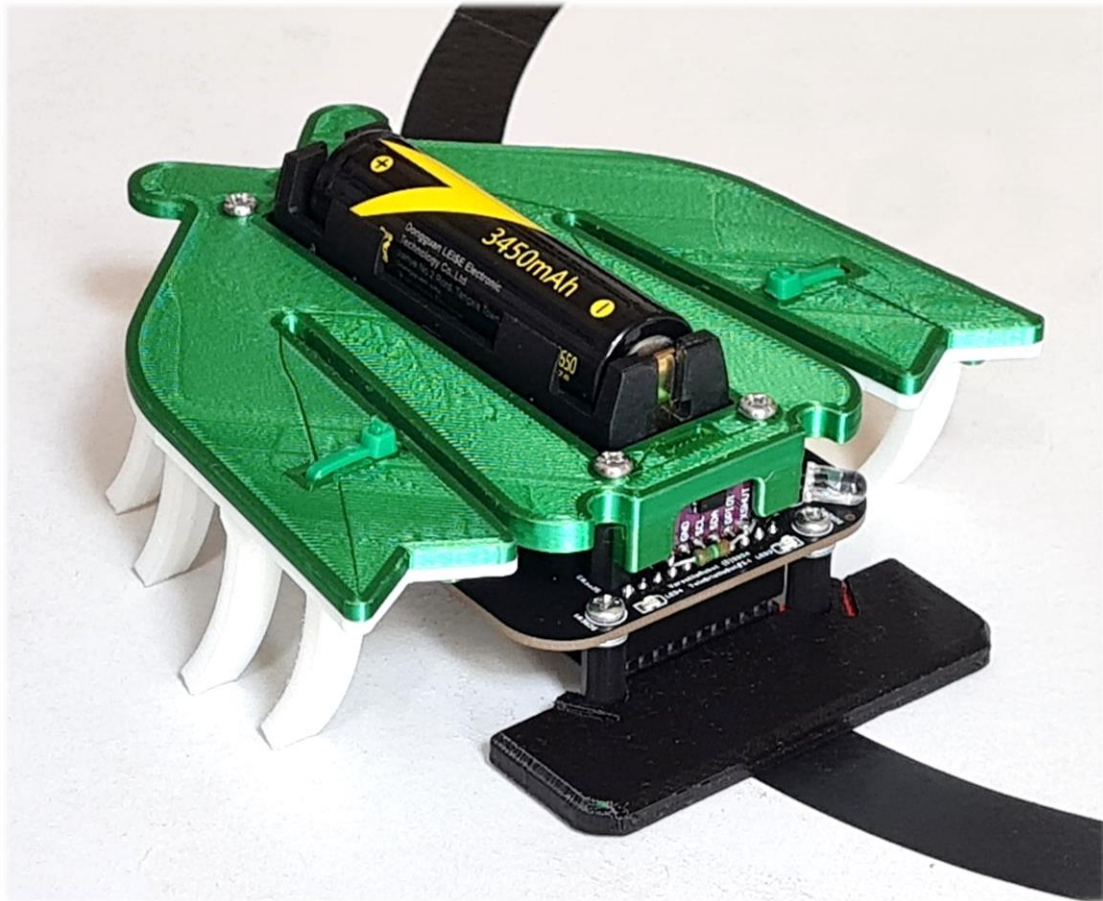


Manuel TwinBristleBot

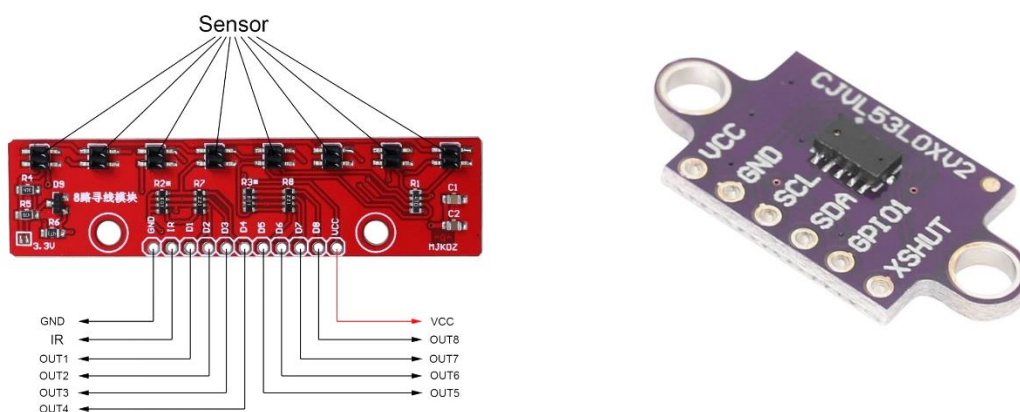


Présentation

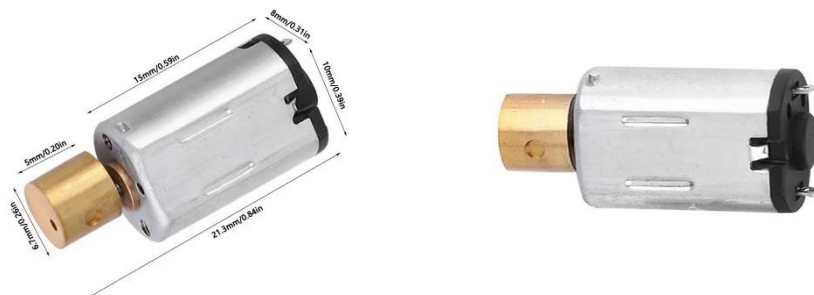
La TBB#3 est un robot propulsé et dirigé par vibrations. Il peut selon la programmation suivre une ligne ou être téléopéré par Bluetooth. Vous trouverez dans ce document les instructions pour l'assemblage et le démarrage en mode suiveur de ligne.

Cette vidéo le montre en fonctionnement : <https://youtu.be/ebChETA49Jo>

Le robot dispose d'un **capteur de suivi de ligne infrarouge à 8 canaux**. Nous n'en utiliserons que 6 au maximum, mais il y a possibilité de raccorder les deux autres en extrémité si besoin. Il est aussi équipé d'un module **VL53L0X de télémétrie IR** qui utilise la technologie Time Of Flight afin de détecter les obstacles devant lui et ainsi faire évoluer plusieurs robots à la file sur une même piste.



Les vibrations sont générées par deux **micro-moteurs M20 à masselottes** placés à droite et à gauche sous le corps, ce qui permet aussi de diriger le robot.



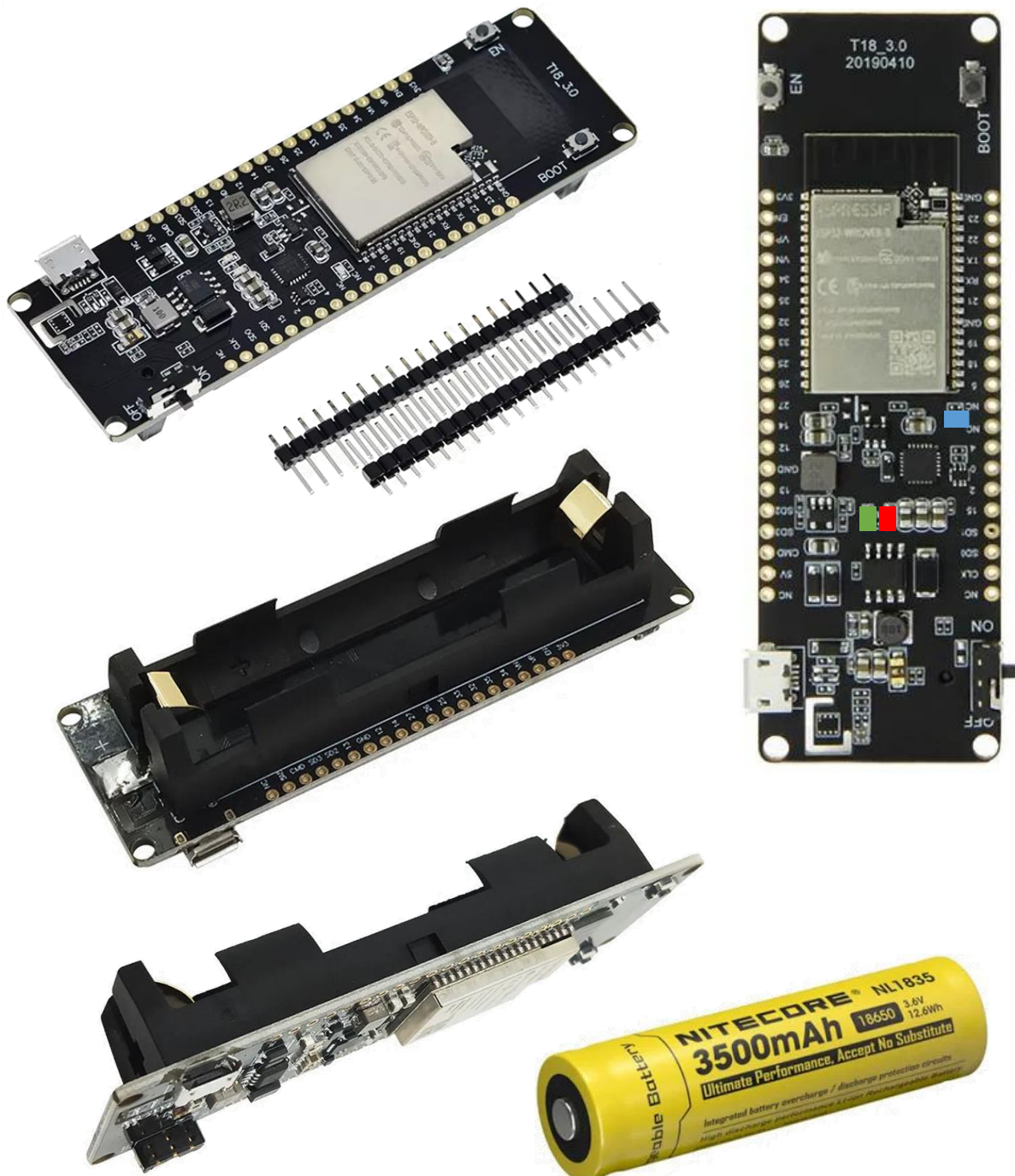
Rq : Il peut être équipé d'une option émission/réception d'un code d'identification qui permet à plusieurs robots de se détecter et par exemple céder la priorité à droite. Cette fonction n'est utile que si vous assemblez plusieurs robots dans le but de les faire évoluer ensemble sur une grande piste. Elle est détaillée en page 23 et nécessite d'ajouter quatre composants supplémentaires. Le code étant plus compliqué, je vous invite à ne la tester qu'après avoir assemblé un premier exemplaire dans la version de base décrite ci-après.

Le module de commande utilise un objet IoT open-source **T-Energy** avec un **ESP32 WROVER-B** et qui est alimenté par une **batterie 3.7V Li-ion 18650 de 3500mAh**.

Ce module comporte un connecteur micro USB connecté à un circuit **USB-TTL CP2104** et raccordé à un régulateur step-down DC/DC **SY8089A1** pour la recharge.

Il est équipé d'un interrupteur d'alimentation et de trois LEDs internes, dont une **bleue** sur la sortie GPIO 5. La LED **rouge** indique que le module est en phase de charge batterie et la **verte** que le chargeur est en stand-by. En outre la pin GPIO 35 est connectée à un pont diviseur pour monitorer l'état de charge de la batterie.

Le module est fourni avec deux barrettes mâles à souder au préalable.

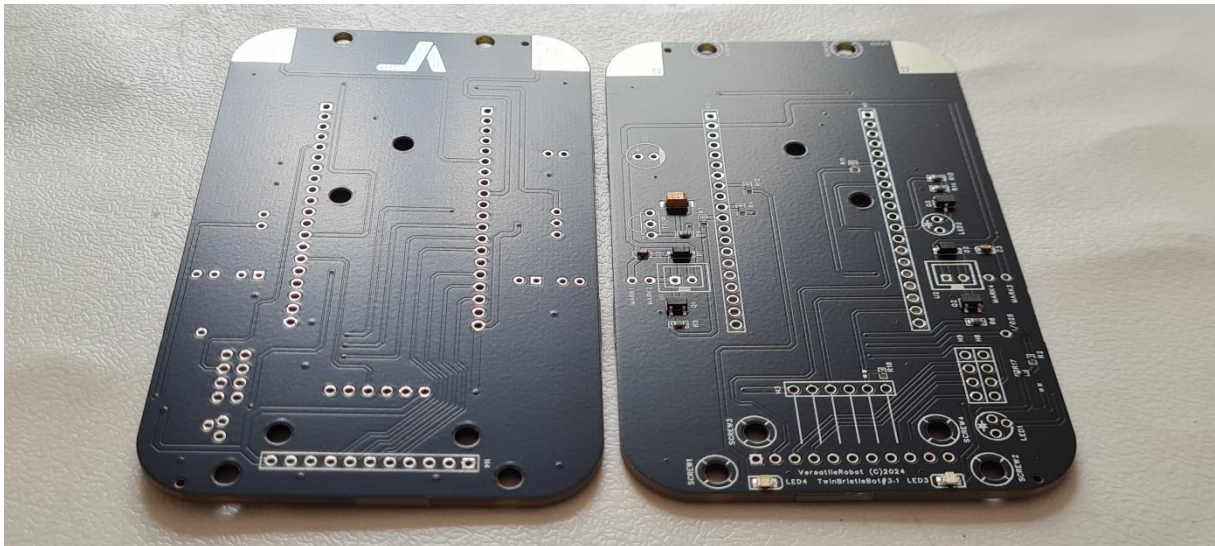


Les pièces du corps et des pattes sont conçues pour être imprimées en 3D et sans supports. **Le corps est fait en PLA et les pattes en TPU.** Tous les plans STL sont fournis.

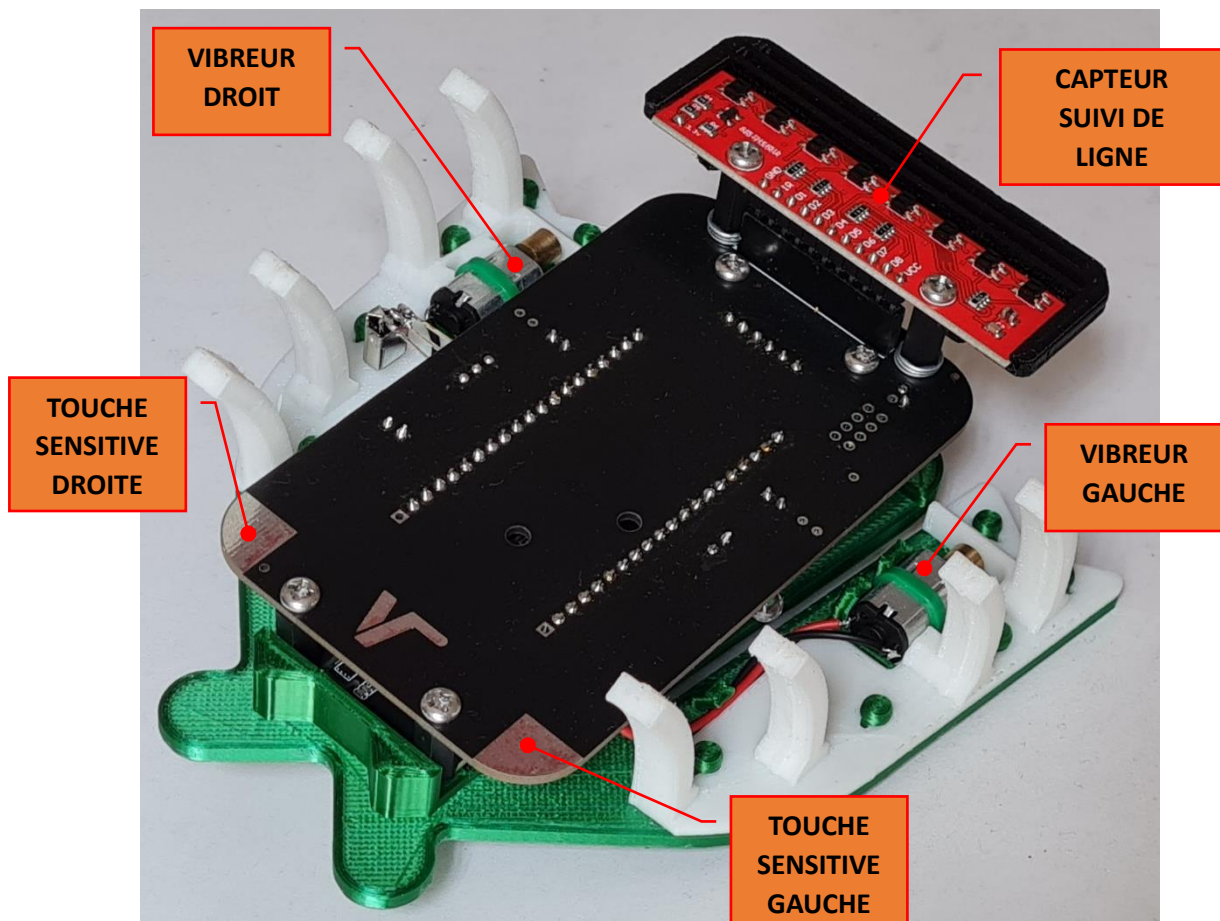
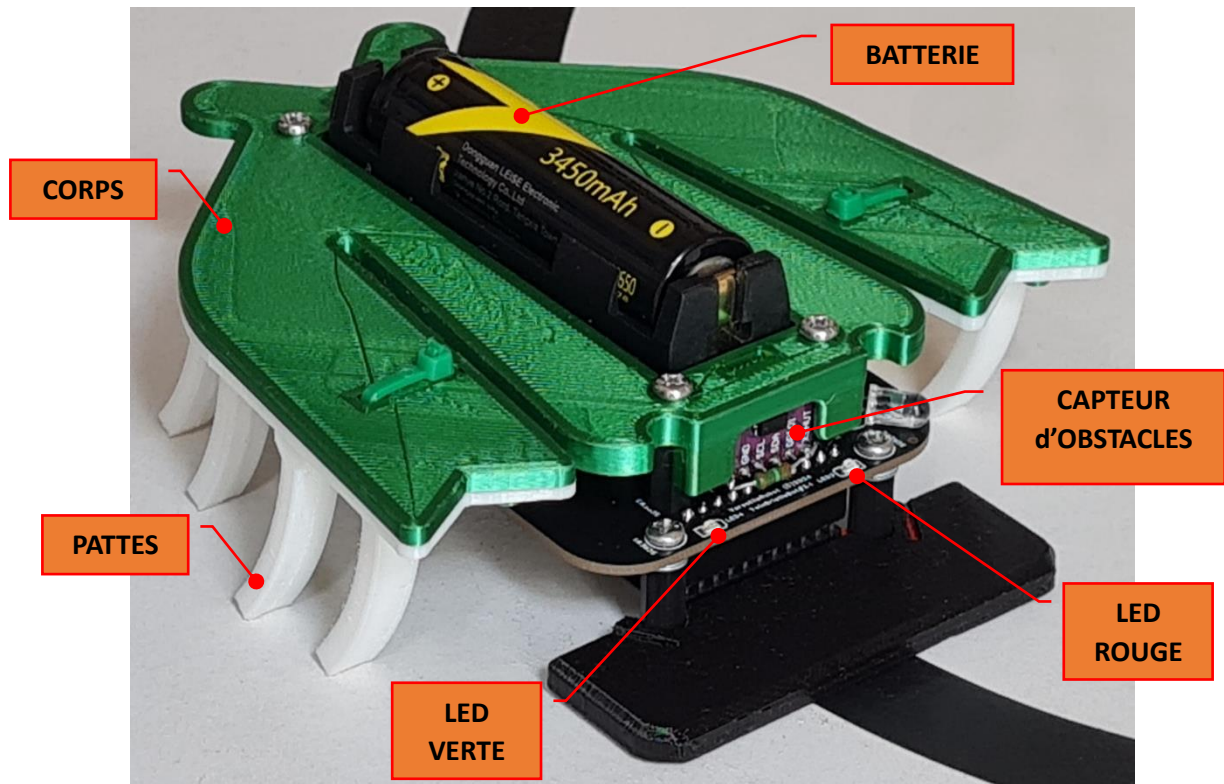
Pour faire le lien entre le module de commande et les autres composants tel que les moteurs et capteurs j'ai dessiné un **PCB double face** que j'ai fait réaliser en ligne par JLCPCB <https://jlcpcb.com/>, mais vous pouvez utiliser tout autre fournisseur.

Tous les fichiers sont fournis : le schéma électronique, le fichier Gerber, la BOM de composants et le fichier de placement des composants. Pour ma part j'ai opté pour faire assembler les composants de surface SMD (Surface Mount Device), ce qui facilite l'assemblage car il reste à souder par soi-même quelques composants traditionnels traversants tels que les connecteurs... L'ensemble peut donc être approvisionné en ligne.

Le dossier comprend un exemple de sketch pour suivre une ligne et détecter des obstacles.



Vue d'ensemble de la TBB



Nomenclature

Le matériel et les quantités sont détaillées dans le fichier pdf : « [BOM TBB#3.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 en lien avec ces sociétés, et que je ne peux pas garantir la disponibilité et/ou le changement de spécifications ou de tarifs.

- **Les fichiers pour la réalisation du PCB sont dans le répertoire « [PCB](#) »**

Ce répertoire comprend plusieurs fichiers qui pourront vous être demandés :

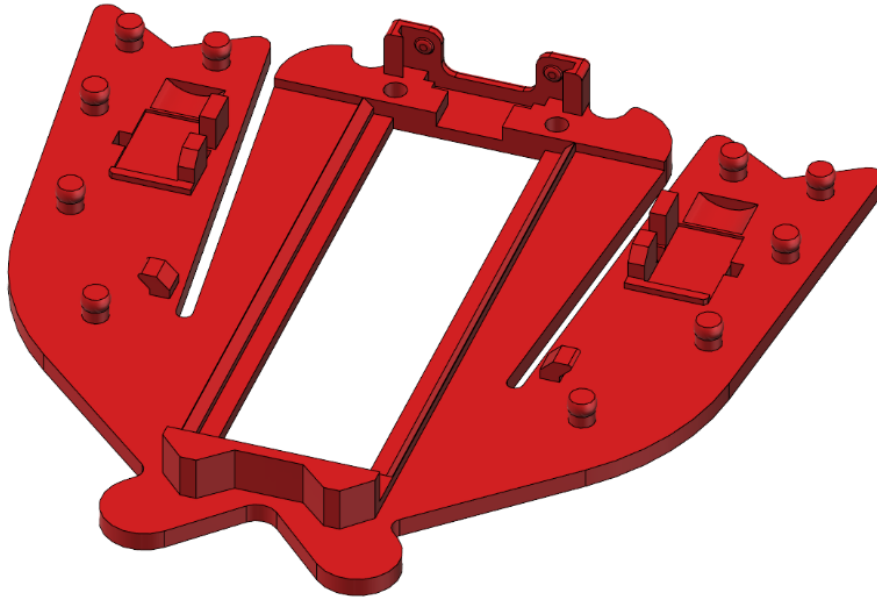
- Le dossier gerber compressé pour la réalisation du PCB
- Une BOM composants à souder sur le PCB (SMD et traversants)
- Un fichier de PickAndPlace qui ne comprend que les composants de surface SMD à assembler.
- Le schématique électronique des connections au module T-Energy
- Un fichier représentant les pistes et le placement de composants sur le PCB

- **Les fichiers pour l'impression des pièces sont dans le dossier « [3D STL](#) »**

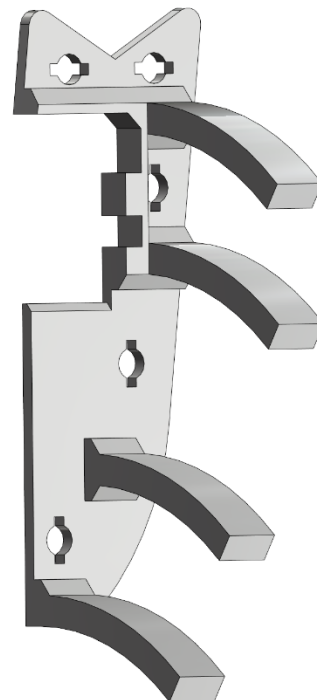
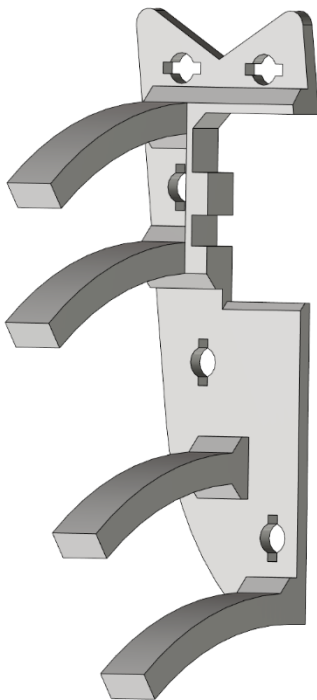
Ce répertoire comprend quatre plans de pièces à imprimer sans supports et un fichier supplémentaire en option:

- Le Corps de la TBB qui sera à imprimer en PLA, avec une épaisseur de couche de 0,2mm et un remplissage d'au moins 30%. La couleur est libre de choix.
- Un capot de protection pour le capteur de suivi de ligne. Ce capot sert à piéger les reflets parasites externes et augmente ainsi la qualité de détection de la ligne. Il est à imprimer en PLA noir, avec une épaisseur de couche de 0,2mm et un remplissage d'au moins 30%. La couleur noire est préférable pour mieux absorber le rayonnement parasite externe.
- Les Pattes Droite et Gauche qui seront à imprimer en TPU (matériau souple), avec une épaisseur de couche de 0,2mm et un remplissage d'au moins 25%. A noter que les pattes sont dessinées avec une paroi fine qu'il faudra enlever au scalpel après impression. L'avantage de la paroi est d'éviter des rétractations qui sont délicates et génératrices de défauts avec les matériaux souples, comme le « stringing ».
- En option, une barrière pour arrêter la TTB à imprimer en PLA dans un matériau clair ou réfléchissant. Eviter de l'imprimer en noir afin d'avoir la meilleure détection.

Nom de fichier: **Body.stl** Quantités: 1

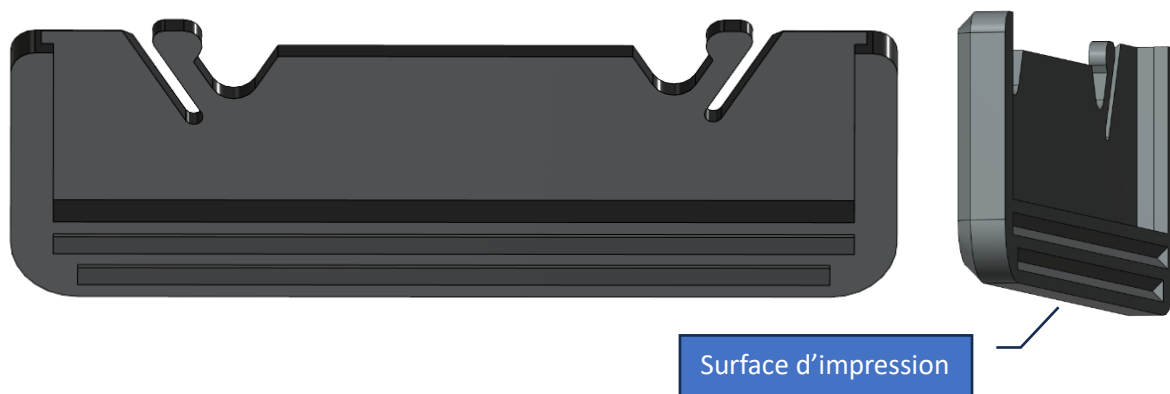


Nom de fichier: **Leg_R** Quantités: 1 Nom de fichier: **Leg_L** Quantités: 1



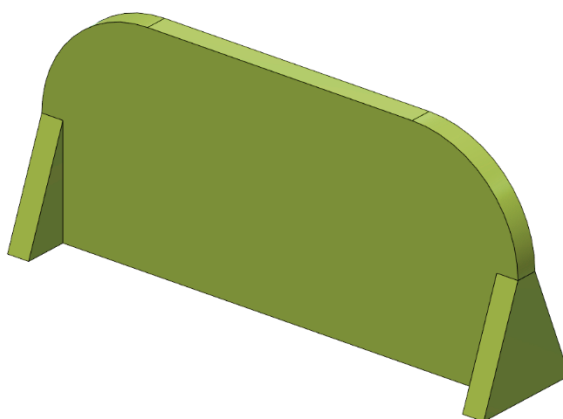
Nom de fichier: **Shield**

Quantités: 1



Nom de fichier: **Stopper**

Quantités: 1

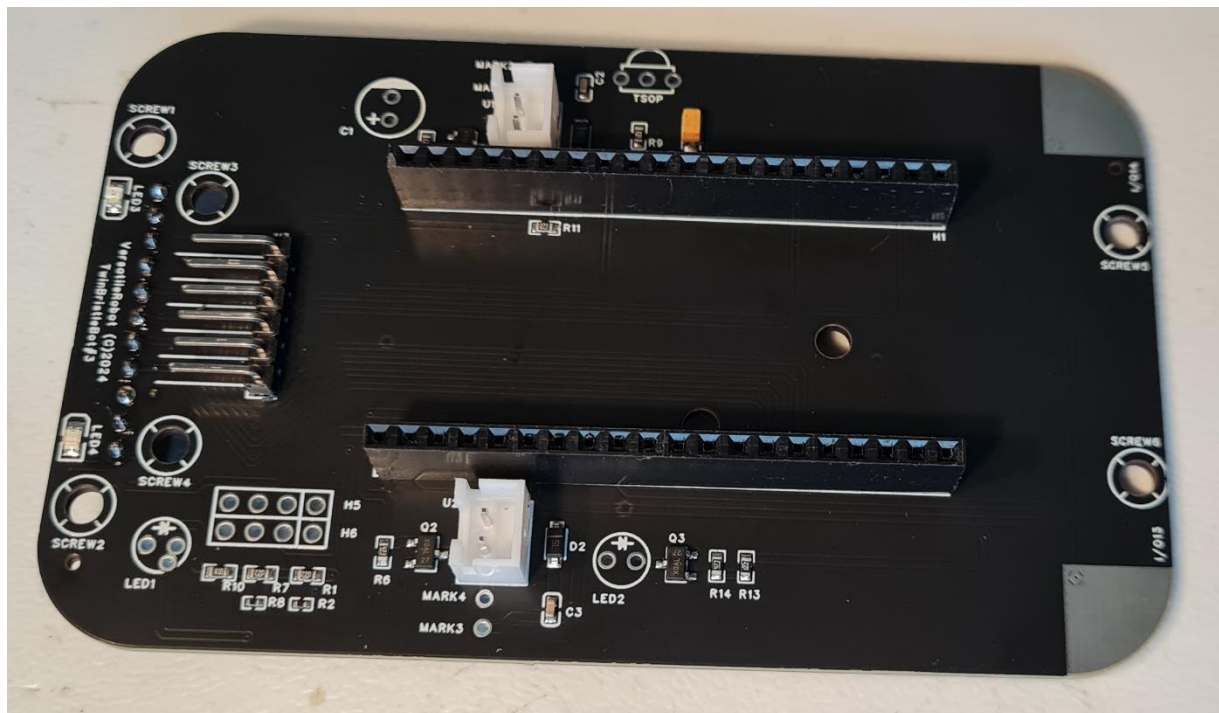


Assemblage du Robot

Utilisez les images pour vous aider à positionner les composants.
Utilisez la sérigraphie du PCB pour vérifier le sens de montage.

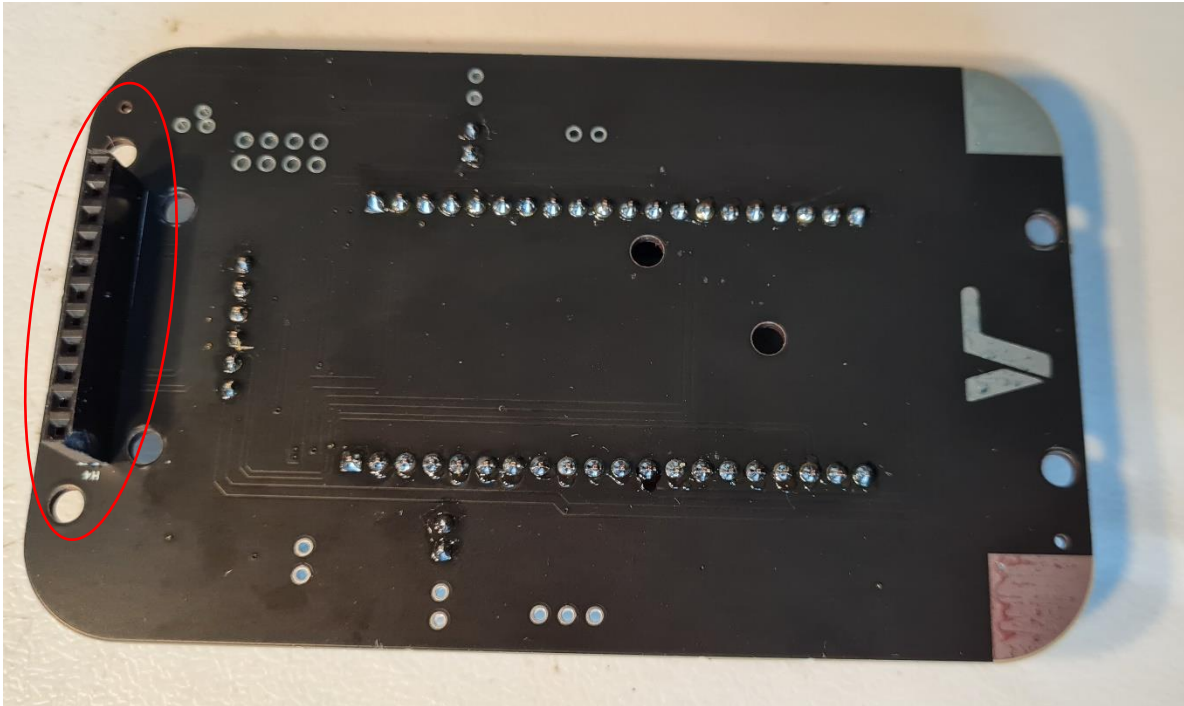
Soudez les composants traversants:

- 1 x PCB avec composants SMD déjà soudés
 - 3 x Barrettes femelle 20 pins 2,54mm
 - 2 x Prises femelles à souder (fournies avec les câbles moteurs)
 - 1 x Connecteur mâle angle droit 6 Pins
- Souder les 2 prises femelle qui serviront à raccorder les moteurs
! attention au sens de montage.
 - Souder le connecteur mâle à angle droit 6 Pins du télémètre IR
 - Souder les 2 barrettes 20 Pins qui serviront à raccorder le module T-Energy
Vous pouvez les enficher sur le module T-Energy temporairement pour faciliter le placement des barrettes à la verticale.



- Retournez le PCB pour souder sur l'autre face le connecteur du capteur de suivi de ligne infrarouge. Il faut pour cela couper la dernière barrette de 20 Pins de façon à ne garder que 11Pins.

Le principe consiste à sacrifier la 12ème pin et garder le reste de la barrette car elle servira.



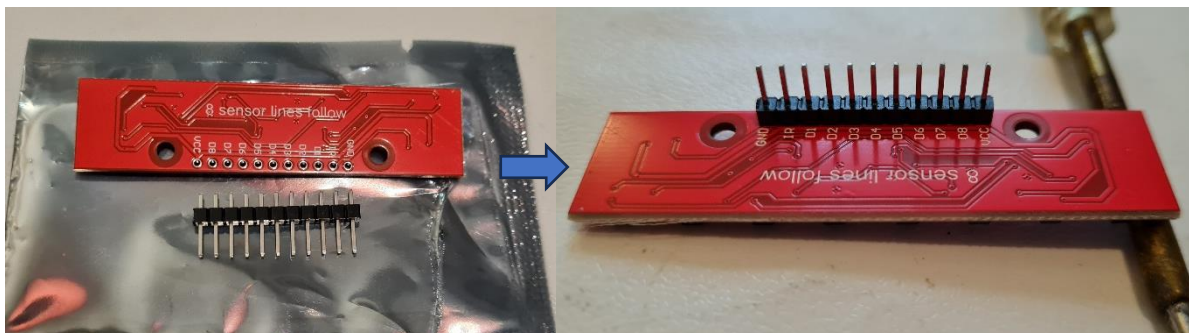
Soudez les connecteurs de capteurs:

1 x capteur de ligne à 8 canaux avec sa barrette de 11 pins mâles au pas de 2,54mm

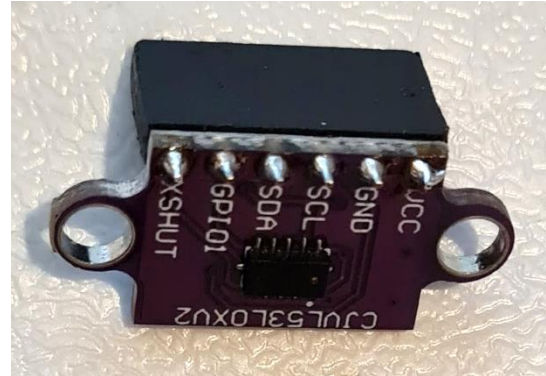
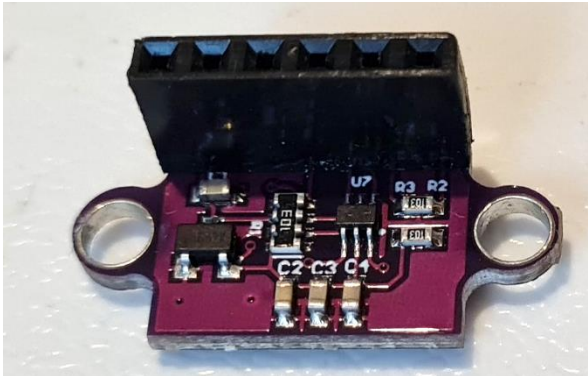
1 x capteur de télémétrie IR - VL53L0X

Le reste de barrette femelle coupée

- Souder la barrette de 11 pins mâles au dos du capteur de ligne :



- Raccourcir à nouveau le reste de la barrette femelle de sorte à ne conserver que 6Pins. Puis la souder au dos du capteur de télémétrie IR - VL53L0X

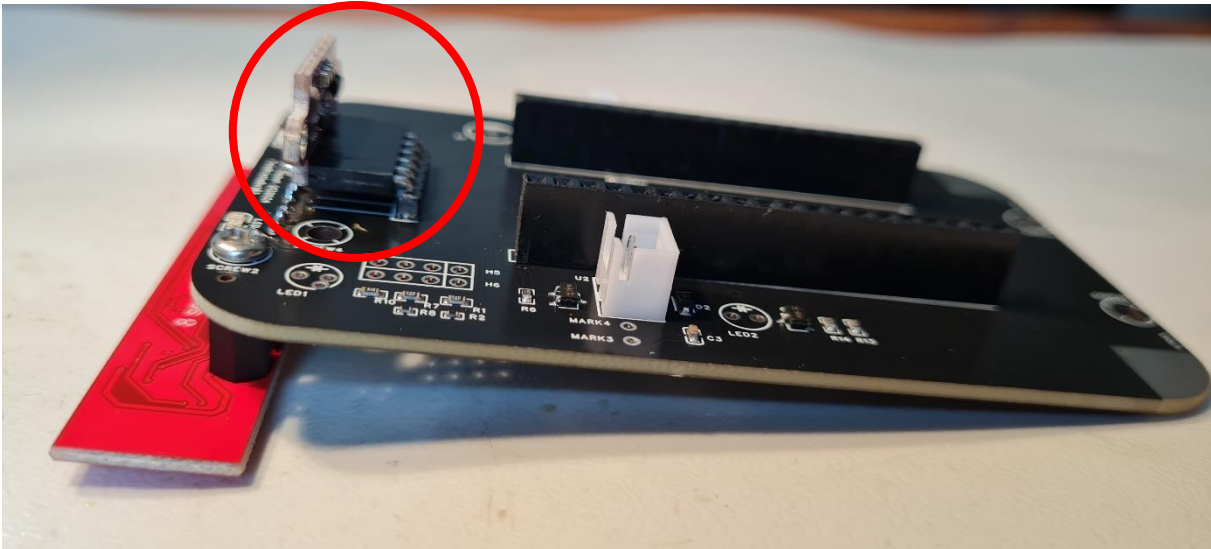


Fixez les capteurs

- 1 x capteur de ligne assemblé
 - 2 x Entretoises nylon noir M3x11mm
 - 2 x Vis M3x10mm
 - 2 x Vis M3x6mm
 - 1 x capteur de télémétrie assemblé
- Vissez deux entretoises sur le PCB côté opposé aux composants en face avant avec deux vis M3x**10mm**. Faire attention d'indexer les entretoises de sorte que le méplat soit parallèle au bord avant du PCB.
Enfichez le capteur de ligne, puis fixez le aux entretoises avec deux vis M3x**6mm** (voir image ci-dessous)



- Enfichez le capteur de télémétrie IR sur le connecteur coudé :



Fixez le capot de protection du capteur de suivi de ligne :

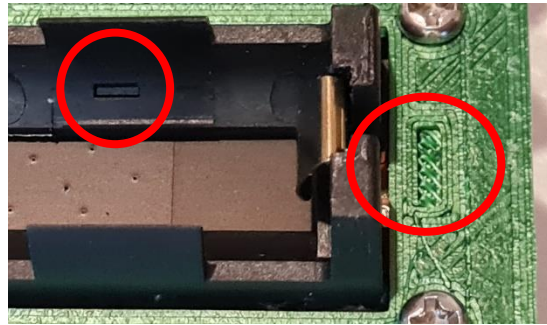
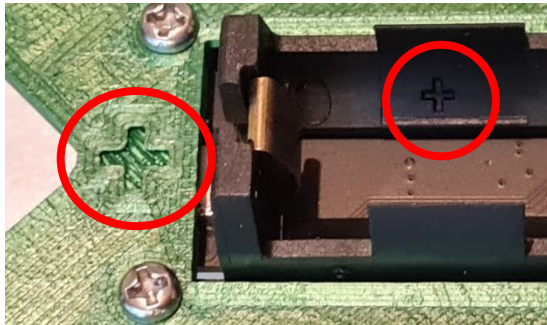
- Glissez le capteur dans les fentes latérales du capot jusqu'à ce qu'il se clipse de chaque côté des entretoises.



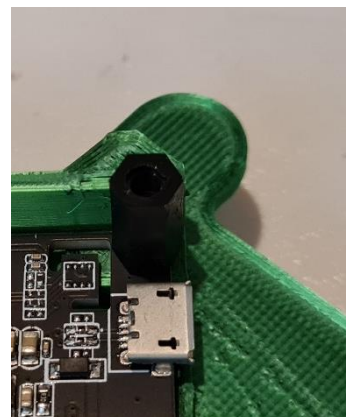
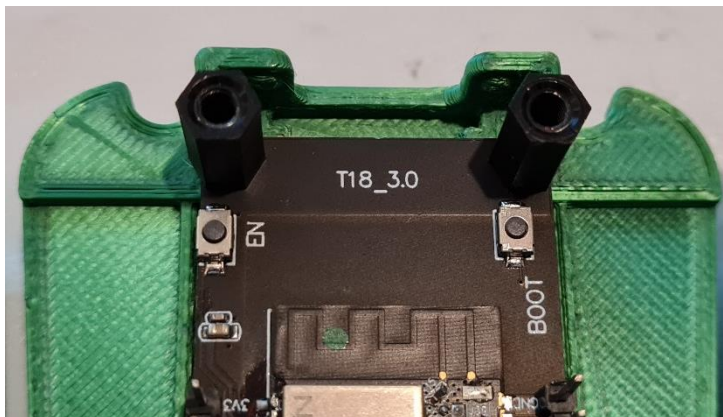
Fixez le module de commande T-Energy

- 1 x Module T-Energy ESP32-WROVER-B
- 1 x Corps de TBB
- 4 x Entretoises nylon noir M3x11mm
- 4 x Vis M3x10mm

- Passez le support batterie du module par l'ouverture au centre du corps en faisant attention de l'orienter suivant la bonne polarité :



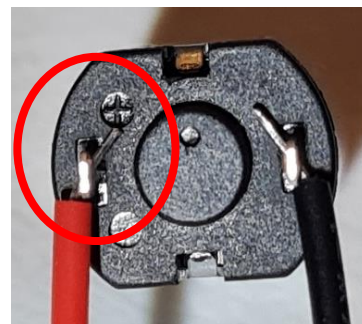
- Vissez le Module au corps à l'aides des quatre entretoises et des vis M3x10mm. Indexer les entretoises de sorte que le méplat soit parallèle au bord avant et arrière du coprs.



Soudez les fils moteurs

- 2 x Moteurs de vibration M20
- 2 x Câbles moteurs

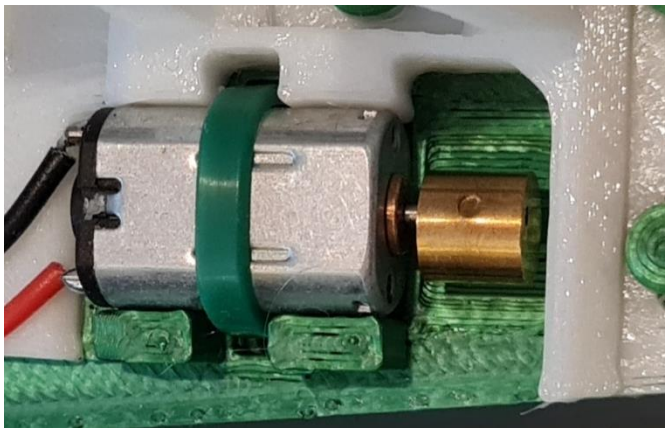
- Raccourcir les cordons pour ne laisser que 9cm de fil derrière le connecteur, puis souder les cables moteurs en respectant la polarité indiquée à l'arrière du moteur (+ : ROUGE)



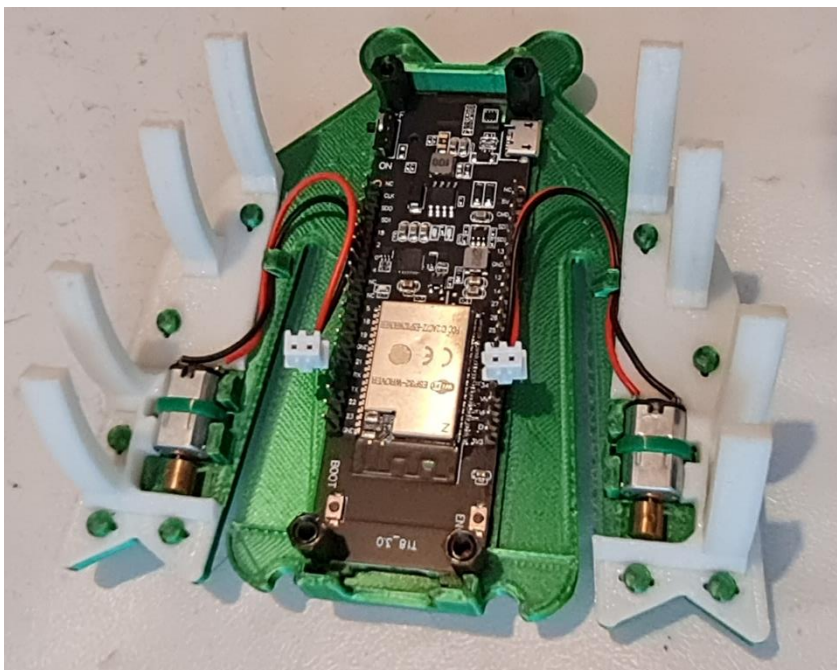
Montez les moteurs et les pattes

- 2 x Moteurs de vibration M20 avec câble
- 2 x Pattes imprimées en TPU (1 Droite ; 1 Gauche)
- 2 x Attaches de câble en nylon autobloquant 3x100mm

- Les moteurs se fixent avec les attaches de câble en nylon autobloquantes.
Faire très attention à ce que la masselotte soit libre et n'entre pas en contact avec les pièces. Une astuce consiste à placer un morceau de ruban collant double face sous le moteur pour le maintenir dans son emplacement le temps de serrer l'attache.
Serrer suffisamment l'attache pour que le moteur ne bouge pas, puis couper l'excédent.



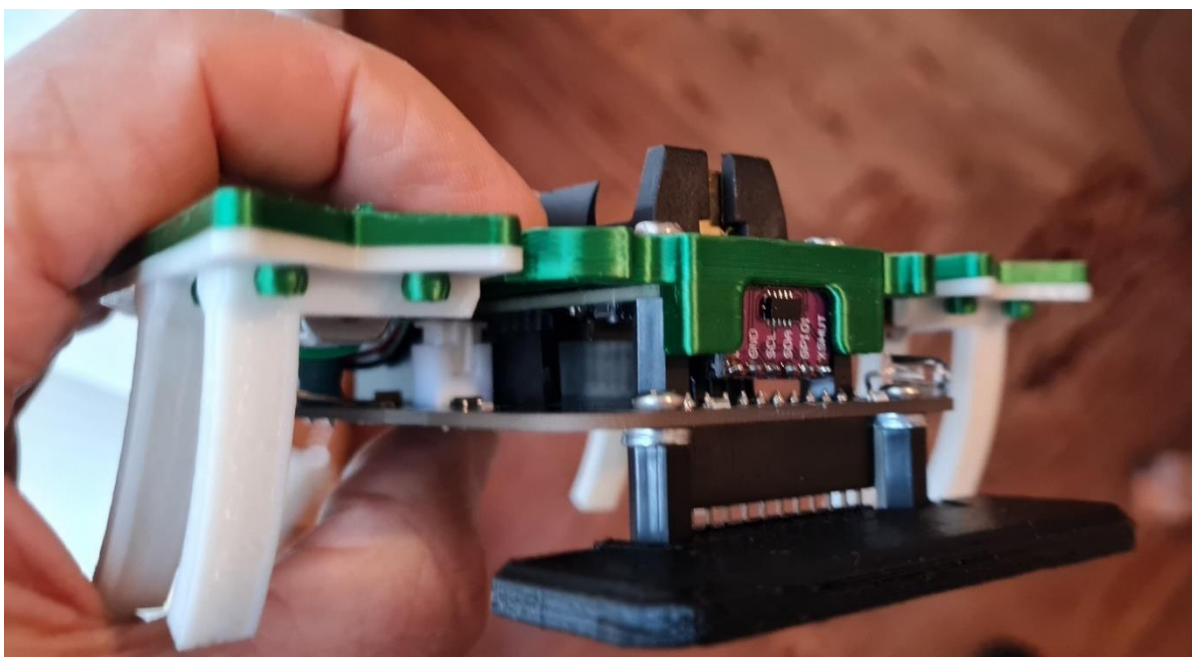
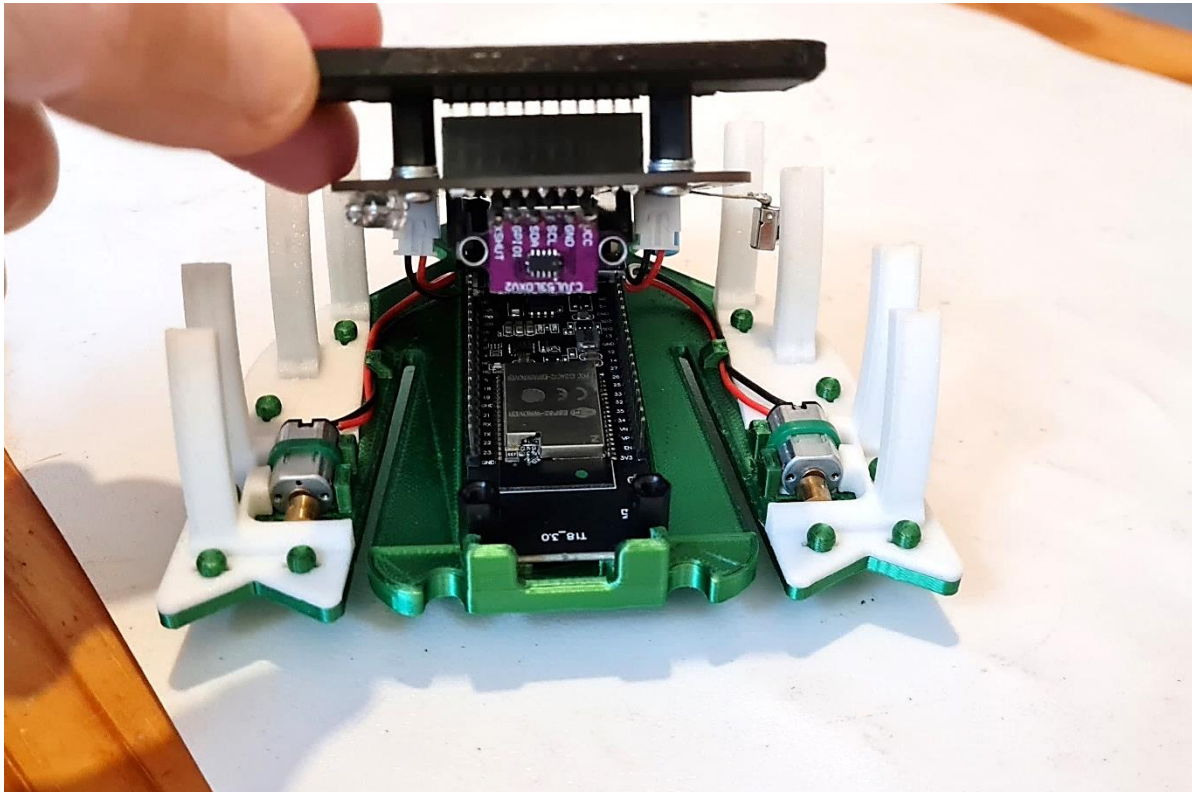
- Clipser chaque patte sur les 5 plots imprimés du corps de la TBB. Procédez plot par plot en appuyant de chaque côté des trous de sorte que l'ergot passe à travers. Evitez les efforts latéraux qui risqueraient de casser un plot et mettre hors d'usage la pièce.
- La base des pattes doit être en contact plan avec le corps de la TBB une fois clipsée. Ne pas oublier de faire passer le câble moteur dans l'attache prévue pour le maintenir avant de clipser le dernier plot arrière.



Assemblez le corps avec le PCB

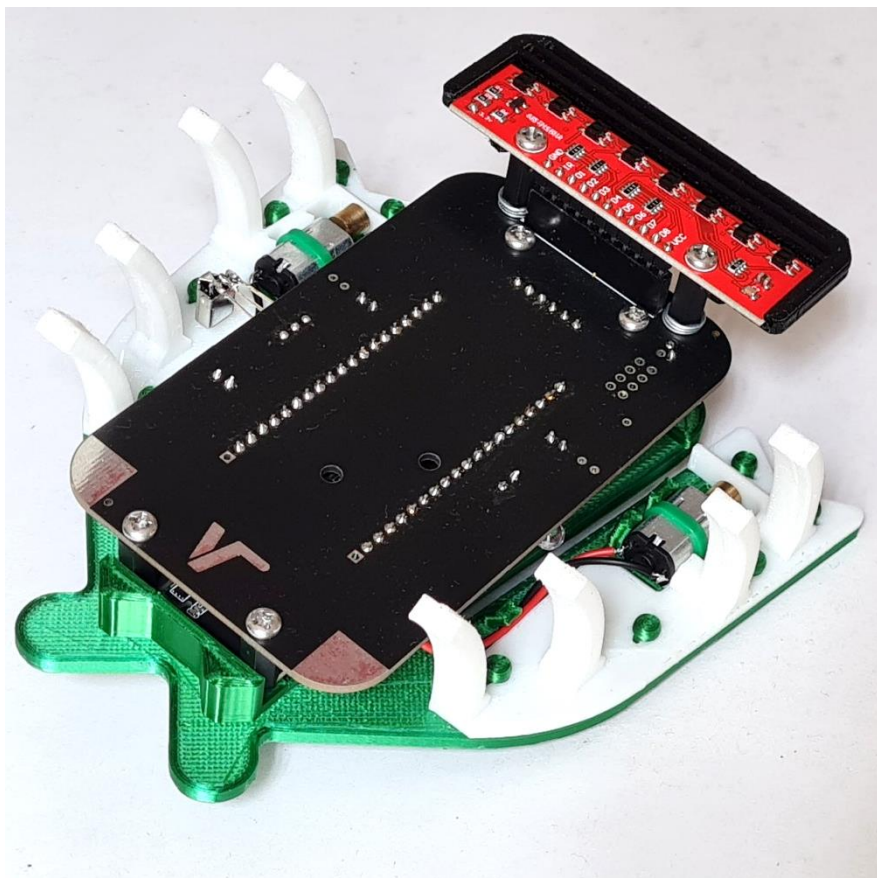
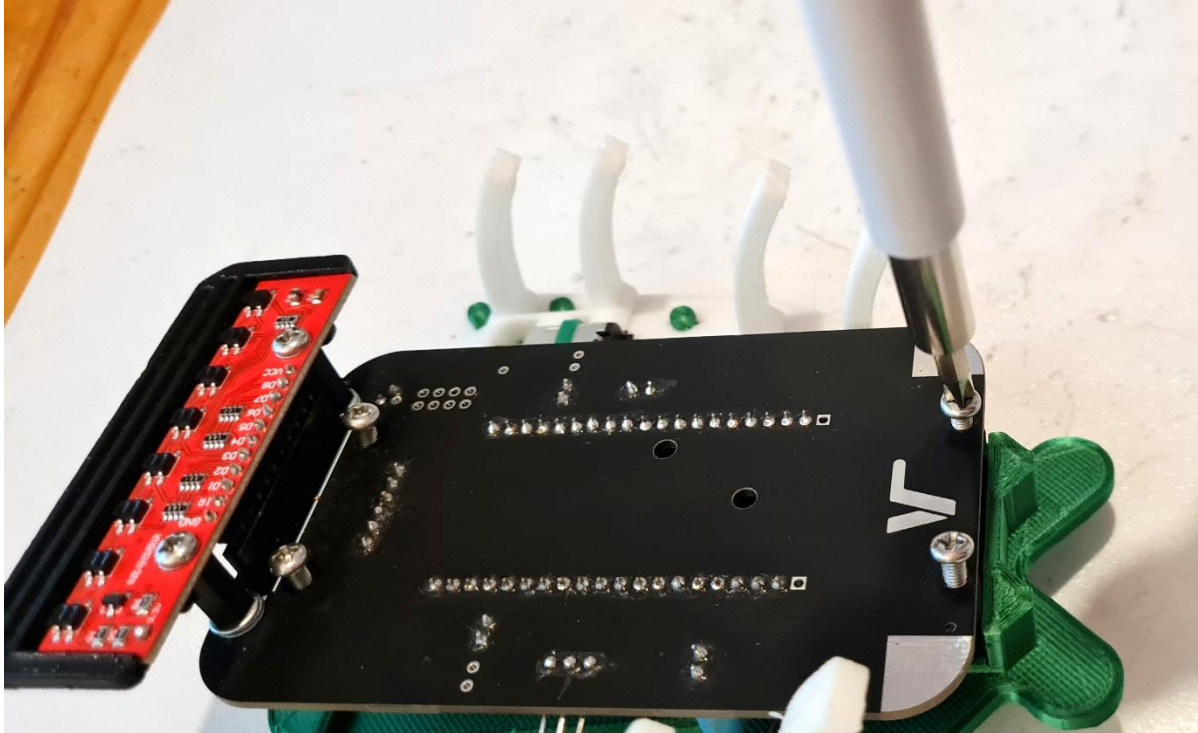
1 x Corps préassemblé
2 x PCB préassemblé
4 x Vis M3x6mm

- Commencez par clipser chaque fiche de moteur au PCB, ensuite glisser le capteur de télémétrie IR dans le logement prévu sur le devant du corps tout en enfichant le module T-Energy sur les barrettes. Faire attention que les fils moteurs soient libres.



Si le montage est correct, les entretoises du corps viennent en appuie sur le PCB.

- Finir l'assemblage en vissant le PCB au corps avec les quatre vis M3x6mm.



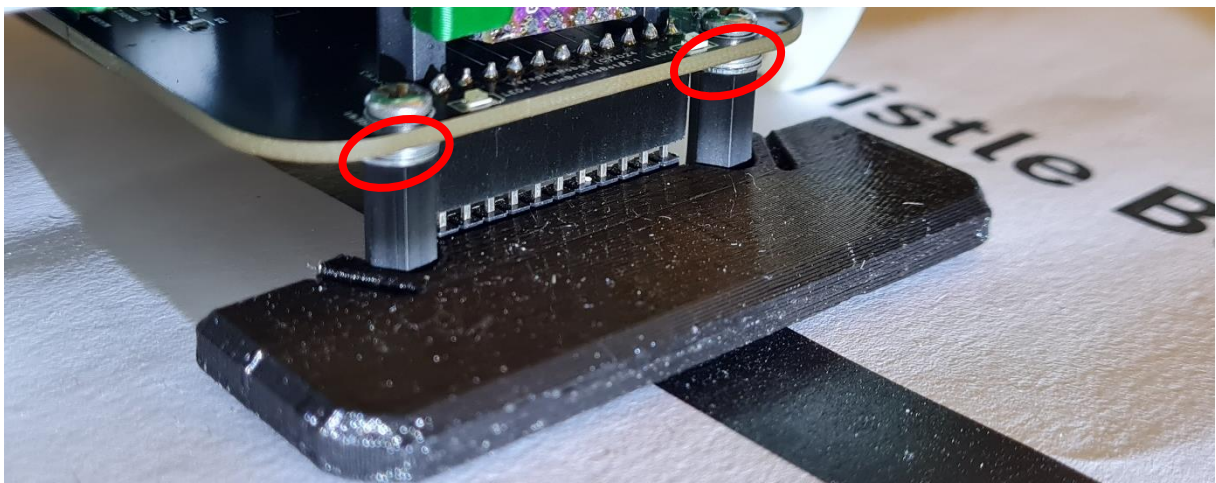
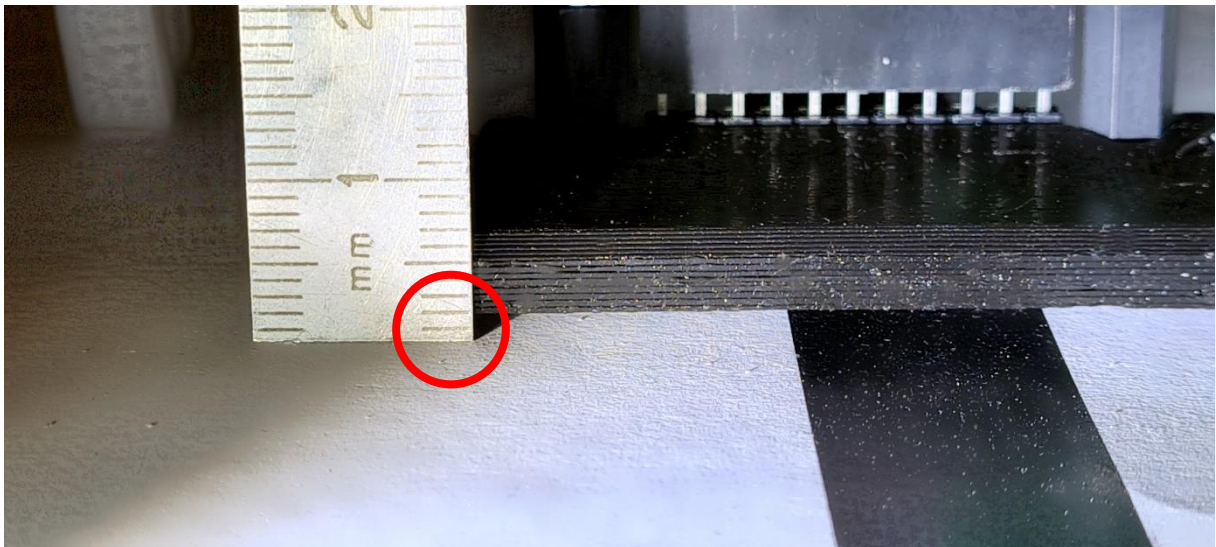
Vérifiez la hauteur du capteur de ligne

1 x TTB#3

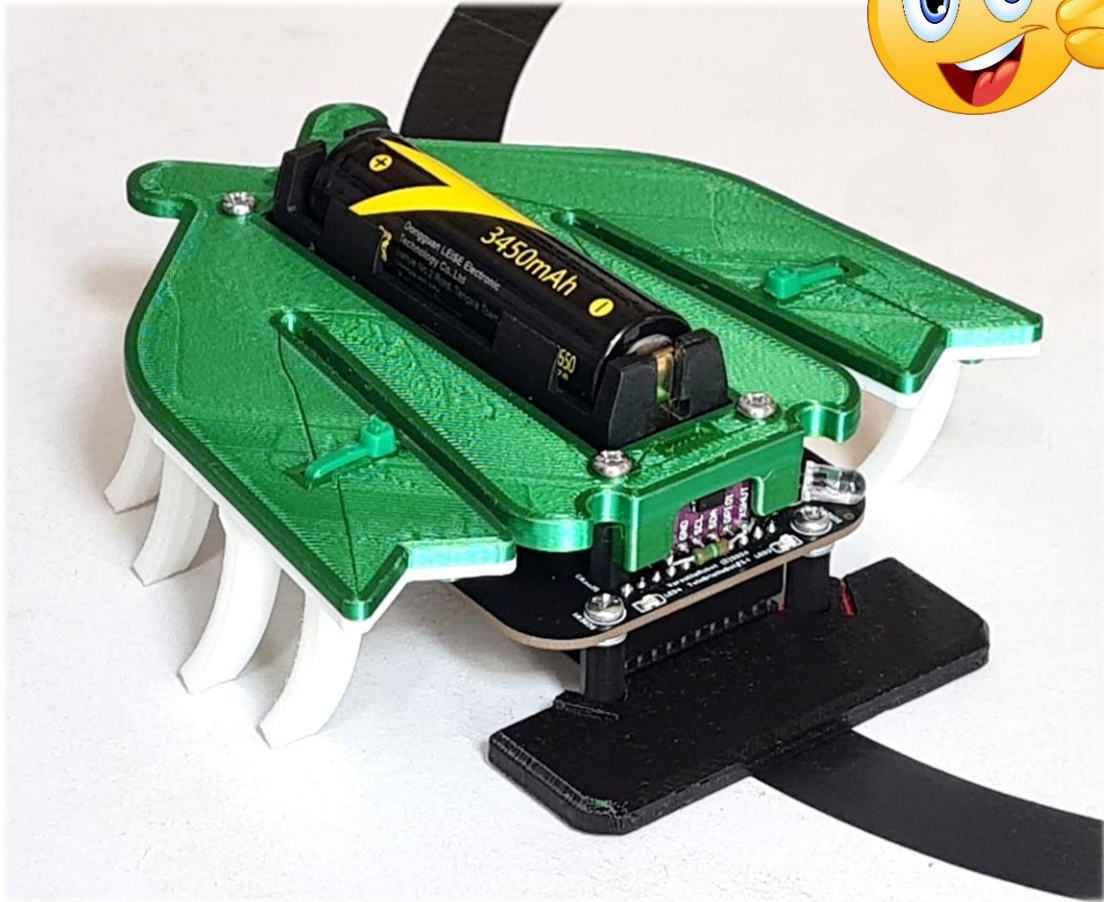
Rondelles M3

Il est important de contrôler la hauteur du capteur par rapport au sol. La notice du capteur indique une distance maximale de 3mm/sol. Mais l'expérience montre qu'une distance de 2mm maxi est préférable.

- Monter la batterie dans son emplacement pour que la TBB fasse son poids en fonctionnement. ! Attention au bon respect des polarités car **le module T-Energy n'est pas protégé contre l'inversion de tension.**
- Une fois la pile montée, mesurer la hauteur entre le bouclier / sol, qui est identique à celle des capteurs / sol.
- Enlever la pile puis dévisser les entretoises de capteur par le haut (il y a une encoche dans la forme pour passer un tournevis.
- Ajouter la quantité de rondelles nécessaires entre le PCB et les entretoises du capteur pour ne pas dépasser les 2mm / sol.

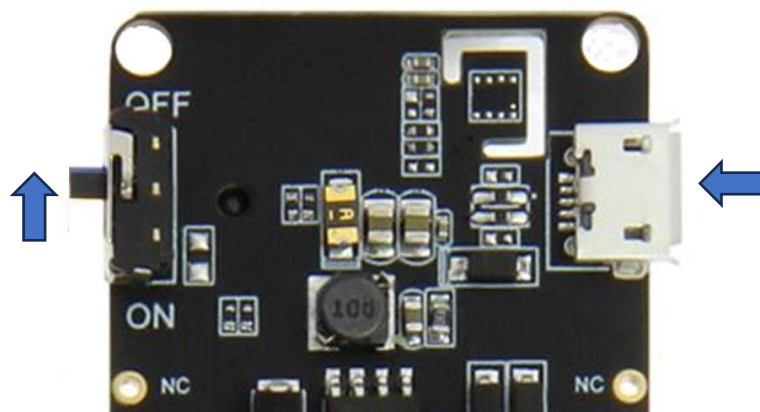


L'assemblage est terminé et la TTB est alors prête à être programmée.



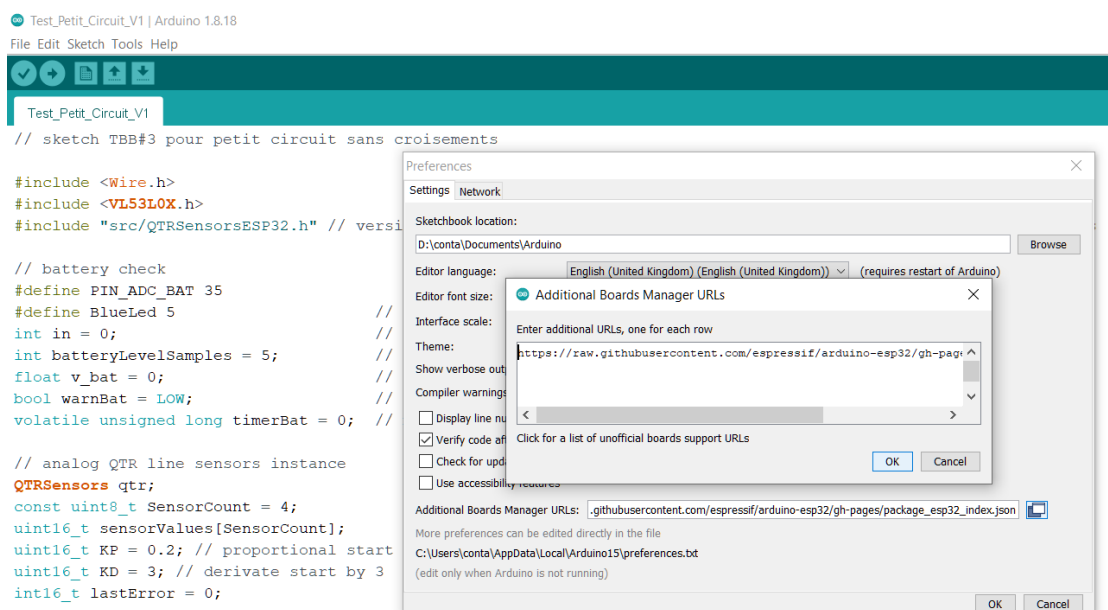
Programmation du robot

- Vérifier que l'interrupteur du robot est en position OFF
- Connecter le module T-Energy via sa prise USB micro à l'ordinateur à l'aide d'un cordon.
- Ouvrir l'IDE Arduino sur votre ordinateur.
- Ouvrir le sketch: " TBB3_Circuit_V1.ino"



Installation de l'ESP32 wrover dans l'IDE Arduino

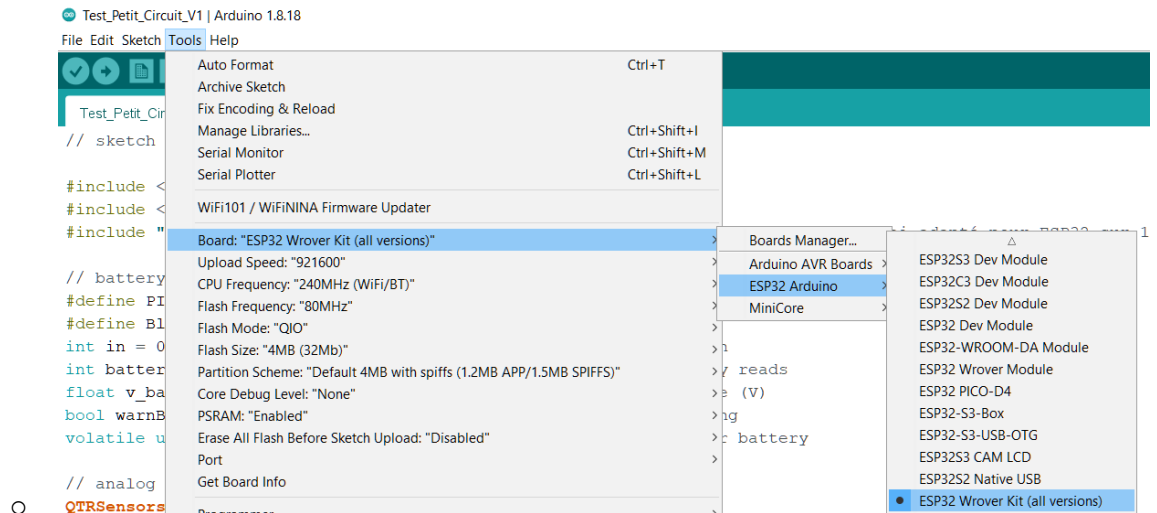
- Cliquer sur "Fichier" dans la barre de menus, puis sélectionner "Préférences".
- Dans la fenêtre des préférences, rechercher le champ "URL de gestionnaire de cartes supplémentaires" et cliquer sur le bouton à droite pour le modifier.
- Ajouter l'URL suivante dans le champ :
 - o « https://raw.githubusercontent.com/espressif/arduino-esp32/gh-pages/package_esp32_index.json »
- Cliquer sur le bouton "OK" pour fermer la fenêtre des préférences.



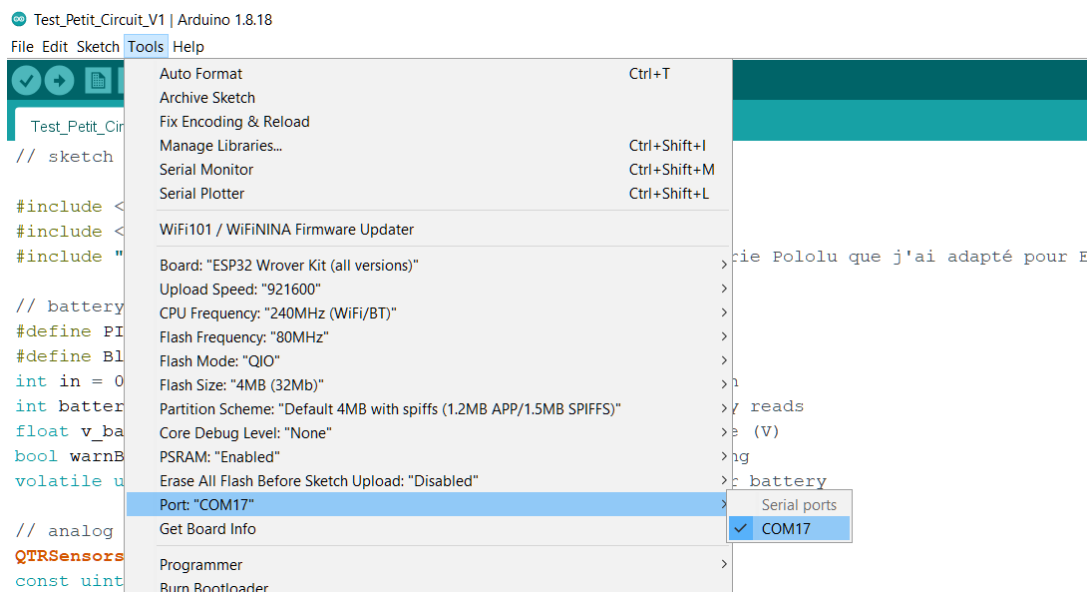
- Maintenant, aller dans le menu "Outils" > "Type de carte" > "Gestionnaire de cartes".
- Descendre tout en bas jusqu'à trouver esp32 et cliquer sur installer.
- Une fois que le téléchargement et l'installation sont terminés les cartes ESP32 ont été rajoutées dans le gestionnaire de carte.
- Fermer le gestionnaire de cartes.

Configurez la carte et téléversez le sketch

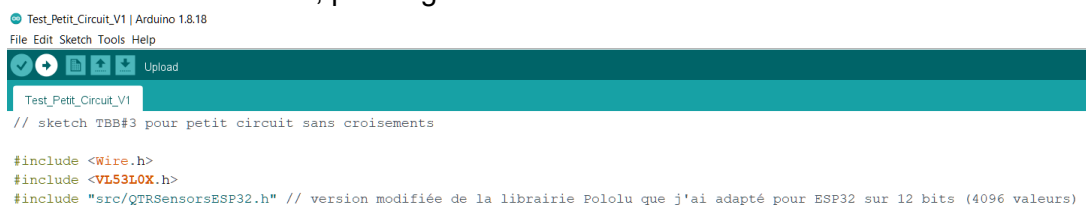
- Aller dans: Outils > Type de carte > ESP32 Arduino > et sélectionner « **ESP32 Wrover Kit (all versions)** »



- Aller dans: Outils > Port, et sélectionner le port COM où le module T-Energy est connecté.



- Téléverser le sketch: "TBB3_Circuit_V1"
 - o Après le téléversement vous devriez voir les deux LEDs vertes et rouges s'allumer en fixe, puis clignoter.



Fabrication de la piste

Une piste d'essai est proposée dans le fichier pdf : « [Petit Circuit 2xA3](#) »

Cette piste est destinée à être imprimée en deux volets, chacun ayant un format A3.

La piste a donc une dimension hors-tout de 42 x 59,4 cm, soit un format A2.

Il est recommandé d'imprimer cette piste avec une imprimante laser sur du papier blanc et une encre noire compatible avec les systèmes de suivi de ligne infrarouge. Attention : Certaines encres noires, comme celles parfois utilisées dans les imprimantes photo peuvent ne pas fonctionner car elles contiennent des composants qui réfléchissent les infrarouges.

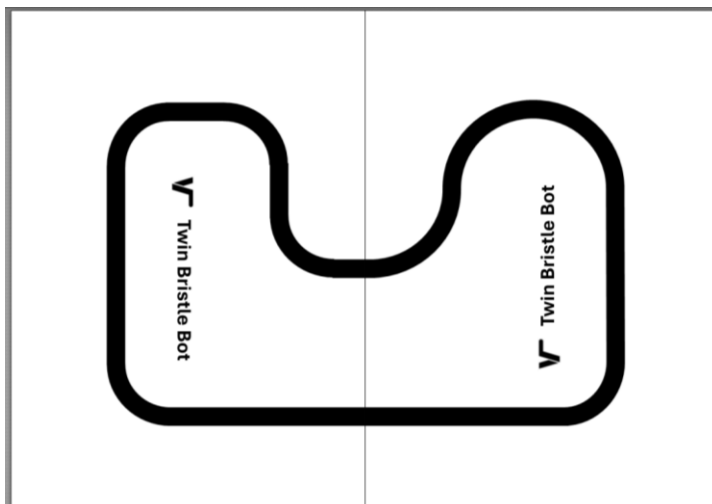
En alternative, si vous n'avez pas la possibilité d'imprimer une piste vous pouvez utiliser du ruban adhésif électrique noir de largeur 19mm

! La TBB est un robot de la famille des « VibroBots », ce qui nécessite qu'il évolue sur un sol dur pour renvoyer l'énergie des vibrations. De fait la piste doit être collée sur une surface rigide (plaque de contreplaqué ou cartonnée épaisse) et placée sur une table ou un sol dur. (moquette interdite)

Veuillez aussi considérer que :

Ce mode de locomotion engendre un grip au sol faible. De fait le robot peut drifter et s'écarter de la trajectoire si les virages sont trop resserrés ou si elle va trop vite.

Il faut faire attention à ce qu'il n'y ait pas d'aspérités qui pourraient accrocher les pattes.



Mise en marche

La procédure de mise en marche est très rapide et passe par une phase d'apprentissage du contraste de la ligne. Il faut d'abord monter une batterie chargée dans son emplacement en faisant toujours bien attention de respecter les polarités.

Calibration

- Basculer l'interrupteur de mise en marche sur la position ON
- Placer rapidement la TBB centrée sur la ligne noire de la piste sans la lâcher.
Après un court instant les deux LED verte et rouge s'allument en fixe.
- Faire glisser de droite à gauche la TBB sans la soulever du sol de sorte que le capteur de ligne la balaye sur toute sa largeur.
- Après quelques instants les LEDs se mettent à clignoter.

Démarrage

- Appuyer sur la touche sensitive de Droite pour la faire démarrer.

Arrêt

- Appuyer à nouveau sur la touche de Droite pour l'arrêter.
- Une autre méthode plus facile consiste à stopper la TBB en plaçant une main ou un objet devant elle. Vous pouvez utiliser le « **Stopper** » dont le plan est fourni. Ensuite, appuyer avec l'autre main sur la touche sensitive de Droite pour valider l'arrêt.
- Lorsque l'arrêt est validé les LED se remettent à clignoter.
- Si vous ne validez pas l'arrêt, alors la TBB repartira dès que l'obstacle sera retiré.

Sélection de la vitesse

- La sélection de vitesse fonctionne qu'après la calibration et lorsque la TBB est à l'arrêt.
- Faites un appuie long sur la touche sensitive de Gauche pour incrémenter la vitesse, puis la relâcher.
- Pour savoir quelle vitesse est sélectionnée il faut compter le nombre de clignotements faits par n'importe laquelle des deux diodes.
 - o 1 flash : Vitesse lente
 - o 2 flashes : Vitesse moyenne (sélectionnée par défaut au démarrage)
 - o 3 flashes : Vitesse maximale
- A chaque séquence d'appuie long on passe d'une vitesse à la suivante.
- Une fois la vitesse sélectionnée, appuyer sur la touche sensitive de droite pour redémarrer la TBB.

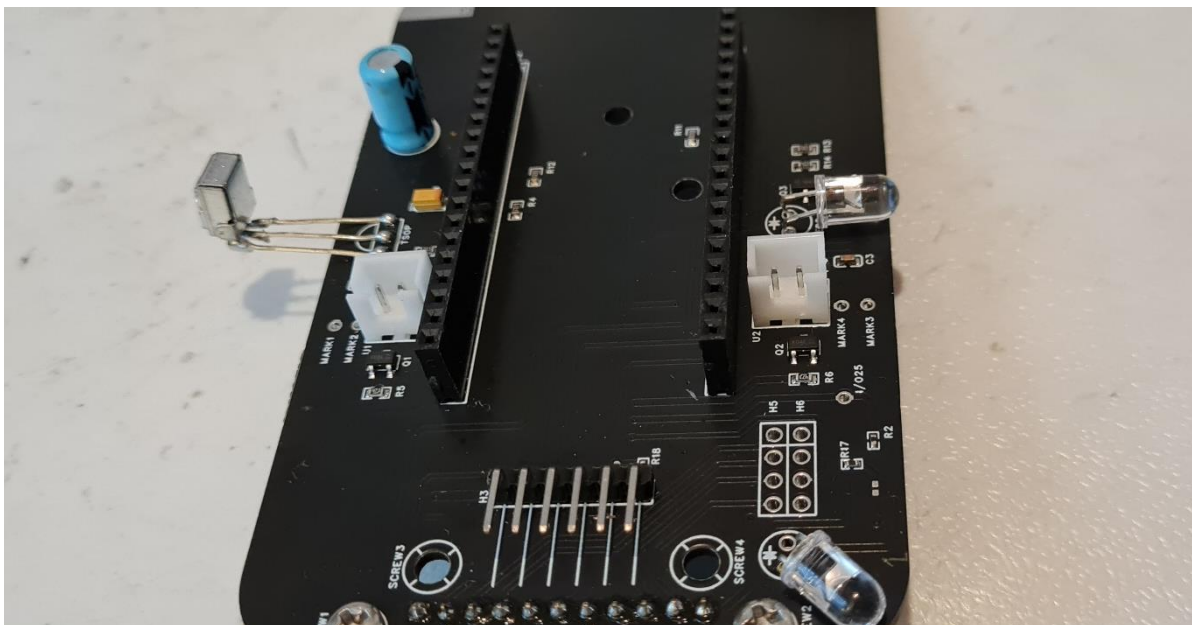
Option : Emission/détection d'un code d'identification

Le robot peut être équipé d'une fonction expérimentale pour l'émission/détection d'un code d'identification. Cela permet à plusieurs robots évoluant sur une même piste de s'identifier, et par exemple de céder la priorité à droite lorsqu'ils arrivent simultanément à un croisement.

Pour cela on utilise un détecteur IR **TL1838** discriminé à 38kHz. Ce composant nécessite une capacité chimique de filtrage de 10µf. L'émission est assurée par deux diodes infrarouge **5MM 940nm** montées en série et dont la portée est ajustable électroniquement à l'aide de l'une des deux sortie DAC de l'ESP32



Les composants sont identifiés dans la BOM générale et ils se montent sur le PCB en suivant la disposition indiquée par la sérigraphie. Il est préférable d'écarter le plus possible le récepteur du PCB afin qu'il ne soit pas masqué par les pattes du robot. Quant aux diodes, les pattes sont elles aussi pliées pour émettre à l'horizontale.



Le codage de l'ID utilise le protocole NEC. Cela permet d'envoyer rapidement l'information en impactant le moins possible le temps de cycle.

Vous trouverez un exemple de sketch: "Send_Receive_ID.ino" pour tester la fonction et à insérer dans votre propre programme pour l'utiliser.

J'espère que vous apprécierez construire ce robot et si c'est le cas n'hésitez pas à mettre une étoile sur le [GitHub](#), ça fait toujours plaisir.



Auteur

Guy Feuilloley, alias VersatileRobot

<https://www.facebook.com/versat.ilerobot>

Copyright (c) 2024 Versatilerobot

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.