

VARIOBOT[®]
DÉCOUVRIR MÉCATRONIQUE

varikabo

+

varikabo FT

Kit de robot variable avec
12 fonctions incroyables

ÂGE
10+

CONSTRUCTION
2-4h

PIÈCES
36

FT
67

à
souder

Guide



Consignes de sécurité

Avant l'assemblage et l'utilisation du robot, veuillez absolument prendre en compte les instructions suivantes :

- **Attention** : Le kit de construction varikabo n'est pas un jouet et est destiné exclusivement à des fins éducatives, d'enseignement et expérimentales. Aucune responsabilité n'est assumée pour son utilisation à d'autres fins.
- Il ne doit être assemblé et utilisé par des enfants et des adolescents que sous la direction et la surveillance d'adultes.
- Les adultes doivent lire, suivre les instructions avant utilisation et les garder à portée de main pour consultation. Veuillez conserver l'emballage.
- Utilisez le produit de manière à ce qu'il ne soit pas à la portée des jeunes enfants.
- Ne faites pas fonctionner le robot à proximité d'animaux de petite taille en liberté.
- Pour des raisons de sécurité, le robot ne doit jamais être utilisé sans surveillance.
- En raison de sa structure ouverte, le varikabo présente des coins pointus et des arêtes tranchantes, pouvant causer des blessures.
- Le robot n'a pas de boîtier, exposant composants et circuits. Évitez les courts-circuits avec des objets métalliques ou outils.
- Utilisez varikabo uniquement en intérieur, pas dans les espaces publics. Ne l'utilisez pas sur des tables ou où il y a un risque de chute.
- Employez le robot dans un environnement domestique sec et propre pour éviter d'endommager la mécanique et l'électronique.
- Ne connectez pas de machines ou d'appareils fonctionnant sur le secteur au robot.

- Le circuit présenté dans ce manuel a été conçu, contrôlé et testé avec le plus grand soin. Cependant, les erreurs ne peuvent être totalement exclues.
- Ce produit a été fabriqué conformément aux directives européennes applicables et porte donc le marquage CE.
- L'utilisation conforme est décrite dans ce manuel. Aucune garantie ni responsabilité n'est assumée pour un montage qui diffère de ces instructions ; l'utilisation se fait à vos propres risques ! Construisez donc le circuit exactement comme il est décrit dans le manuel.
- Le symbole de la poubelle barrée indique que ce produit doit être recyclé séparément des ordures ménagères en tant que déchet électronique. Pour trouver le point de collecte gratuit le plus proche, renseignez-vous auprès de votre administration communale.

Consignes concernant la batterie :

- Une pile bloc de 9 V est nécessaire pour le kit, qui n'est pas incluse en raison de sa durée de stockage limitée.
- Il ne faut jamais recharger les piles ordinaires, car cela présente un risque d'incendie et d'explosion.
- Évitez tout court-circuit de la pile, car cela peut entraîner la surchauffe des câbles. Après utilisation, débranchez le clip de la pile.
- Évitez toute déformation de la pile.
- Les piles usagées doivent être éliminées conformément aux réglementations environnementales et doivent être déposées dans des conteneurs appropriés pour les piles usagées.



Introduction

Nous sommes heureux que tu aies choisi ce kit de robot polyvalent. varikabo t'offre un accès passionnant et ludique au monde de l'électronique. Avec ce kit, tu auras certainement du plaisir à expérimenter et à bricoler pendant longtemps.

Les "yeux" de varikabo sont trois capteurs et ses "cellules cérébrales" deux transistors. Grâce à une combinaison brevetée de capteurs de luminosité, varikabo perçoit le moindre contraste dans son environnement et y réagit de différentes manières.

varikabo a de nombreuses capacités :

- Évite habilement les obstacles
- Suit des lignes sombres ou claires
- Poursuit ou pousse des objets
- Cherche, suit ou entoure la lumière
- Suit ou contourne une ombre
- Évite les surfaces claires ou sombres

Construire un robot autonome n'a jamais été aussi simple. Les circuits de commande se construisent à l'aide de quatre petites cartes électroniques.

Grâce à un sélecteur et en orientant et inversant les capteurs, tu exploreras peu à peu douze fonctions et comportements étonnants.



Contents

A) Construction

Après une brève introduction à la soudure, la notice de montage te montre pas à pas et avec de nombreuses illustrations comment équiper les platines avec les composants électroniques.

Attention, les LED, les capteurs, les transistors, les moteurs et la batterie doivent être installés en respectant la polarité. Les deux transistors sont différents et ne doivent pas être confondus.

Le montage mécanique est décrit ci-après pour le kit varikabo ainsi que pour la version Fischertechnik varikabo-FT.

- Introduction au soudage p. 6
- Électronique p. 8
- varikabo p. 16
- varikabo-FT p. 22

B) Fonctions

Dans le guide d'expérimentation à partir de la page 28, les douze fonctions de varikabo sont expliquées.

Il te montre comment les régler à l'aide du sélecteur et des trois capteurs pivotants et interchangeables.

À la fin, tu trouveras un diagnostic d'erreur pour le cas où quelque chose ne fonctionnerait pas comme prévu.

C) Fonctionnement

A partir de la page 40, tu apprendras comment le circuit de commande de varikabos est conçu et comment les composants du kit fonctionnent.

Tu apprendras à comprendre les multiples comportements de varikabos et à comprendre comment ils sont provoqués.

A) Construction

Ce dont tu as besoin

- Pile monobloc 9 V ou accu 9 V
- pince et pince coupante
- fer à souder et étain à souder
- éventuellement du ruban isolant noir (pour varikabo FT)



Introduction au brasage

Si tu n'as pas encore beaucoup d'expérience en matière de soudure, lis d'abord attentivement ces instructions et entraîne-toi par exemple sur quelques vieux fils avant de te lancer dans le kit.

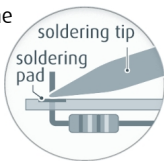
Moyens auxiliaires

- Fer à souder : 20 à 30 W / 300 à 350°C
- Étain de soudure : 0,5 à 0,7 mm de diamètre
- Éponge humide et résistante à la chaleur
- Eventuellement tresse à dessouder ou pompe d'aspiration pour les corrections

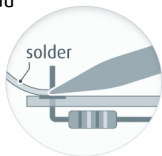
La procédure

1. Enfiche les composants à l'endroit marqué. La soudure se fait de l'autre côté du circuit imprimé.
2. Nettoie la pointe à souder dans le sens de la longueur avec une éponge humide.

5. Appuie simultanément la panne sur la pastille et sur le fil de connexion du composant pendant environ une seconde, de manière à ce que les deux soient bien chauffés.



6. Ajoute de la soudure entre le tampon de soudure, le fil du composant et la panne, sans enlever la panne. N'utilise que la quantité d'étain nécessaire pour recouvrir toute la pastille.



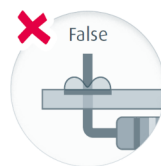
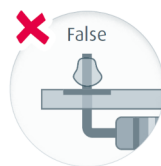
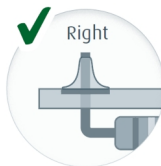
7. Reste encore une seconde environ avec la pointe du fer à souder sur le point de soudure, jusqu'à ce que l'étain de soudure soit bien réparti, de sorte qu'un cône argenté et brillant se forme autour du fil.



8. Coupe ensuite les morceaux de fil trop longs avec une petite pince coupante.

Conseils

- Chauffer suffisamment longtemps et ne pas "tamponner" avec le fer à souder
- Ne pas chauffer trop longtemps - sinon l'étain de soudure devient "collant"
- Ne pas mettre trop d'étain à souder, sinon il y a de gros "grumeaux"

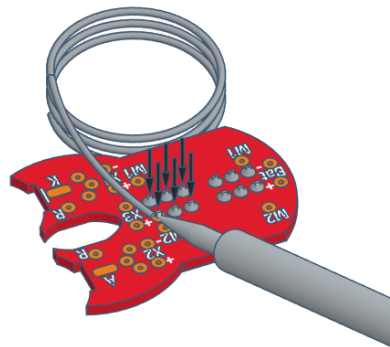
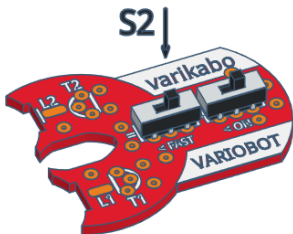
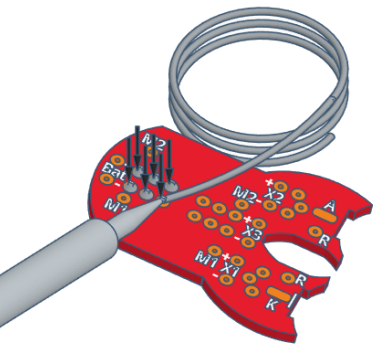
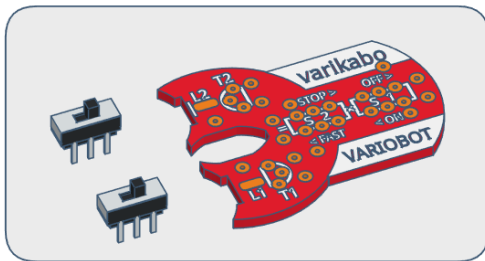
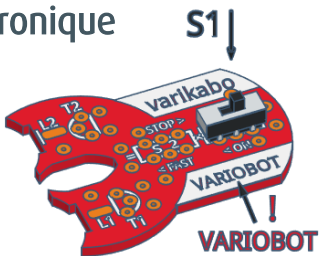


Si cela n'a pas fonctionné :

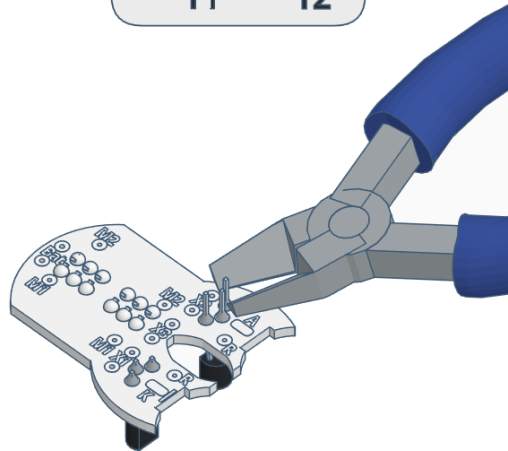
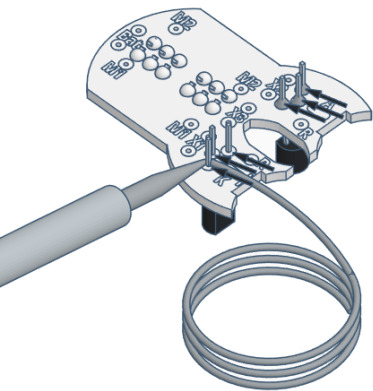
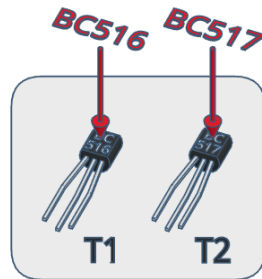
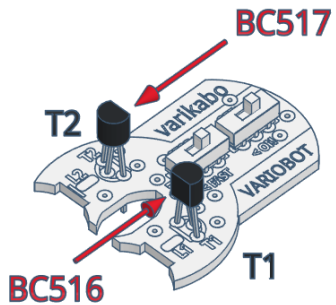
Aspirer l'étain de soudure avec un aspirateur à étain ou avec une tresse à dessouder et recommencer. La deuxième fois, ça marche mieux !

Électronique

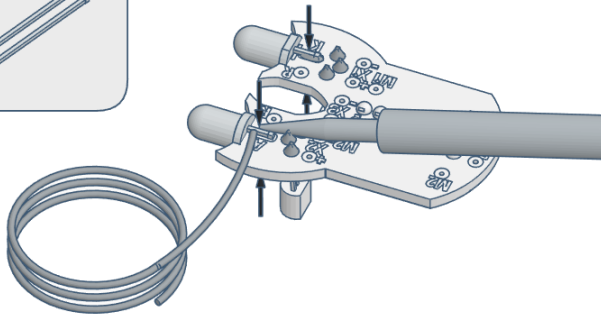
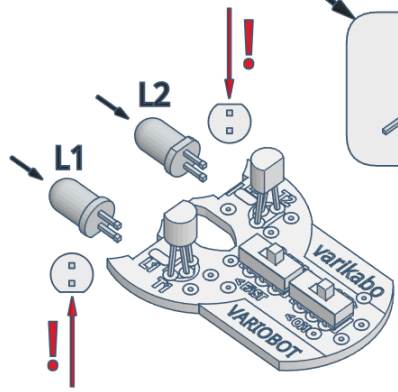
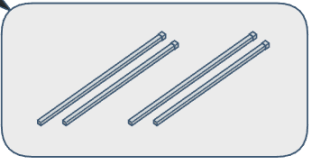
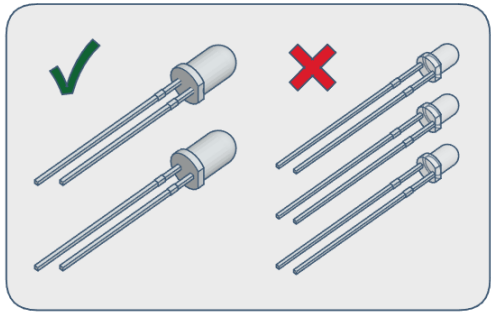
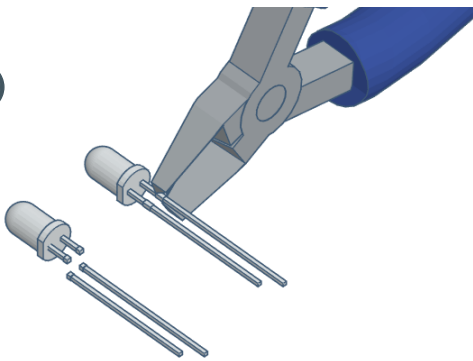
1)



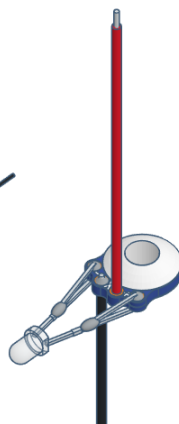
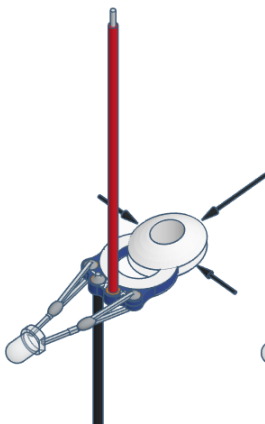
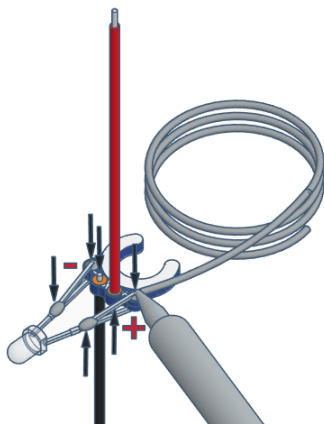
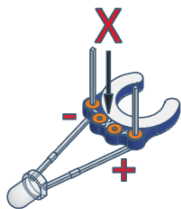
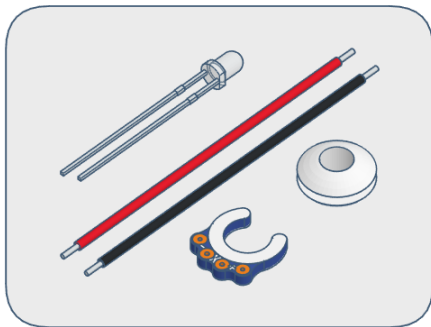
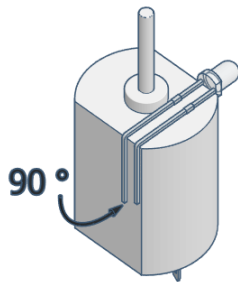
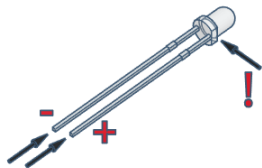
2)



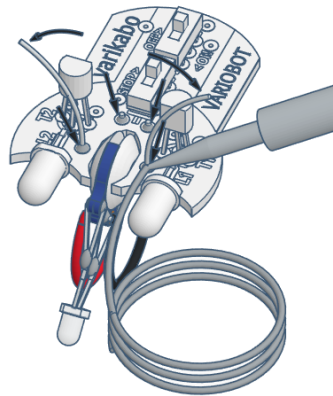
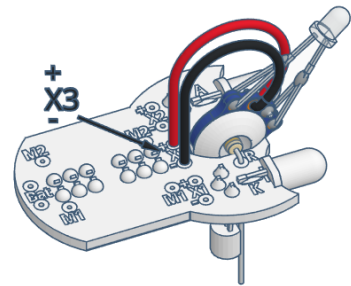
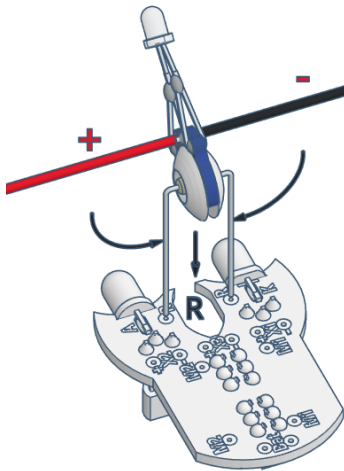
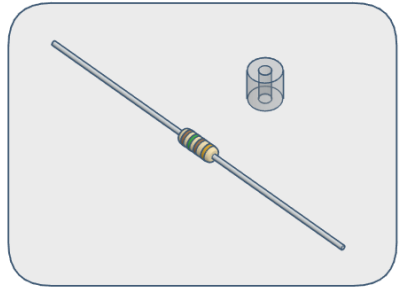
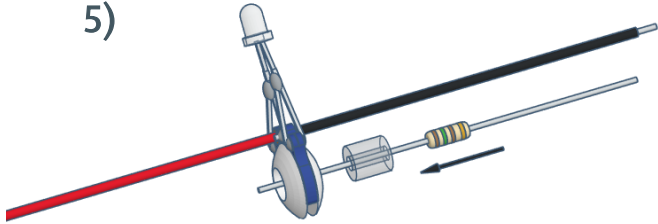
3)



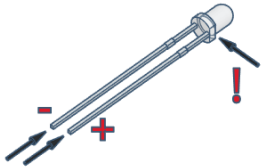
4)



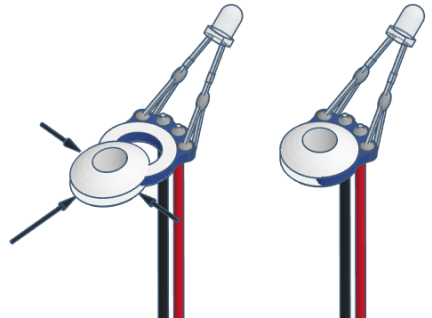
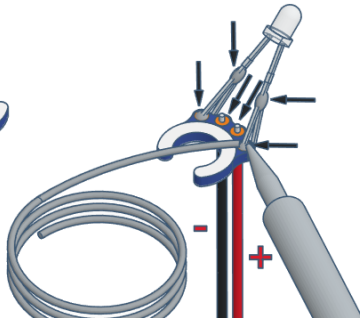
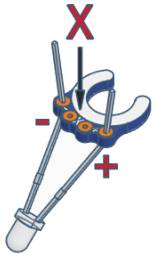
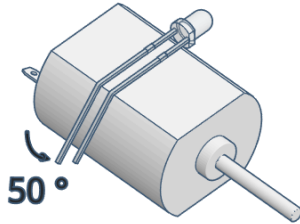
5)



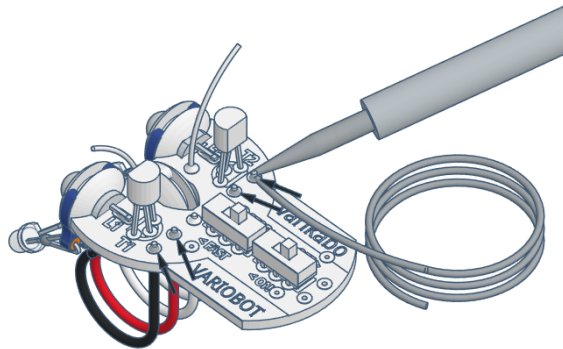
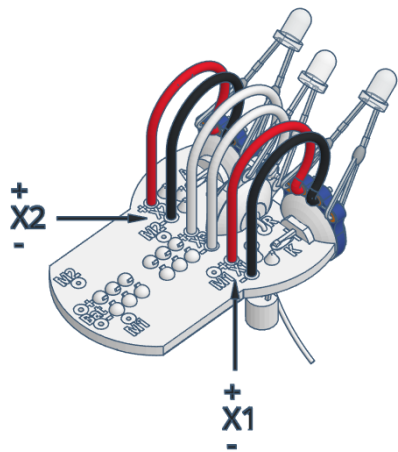
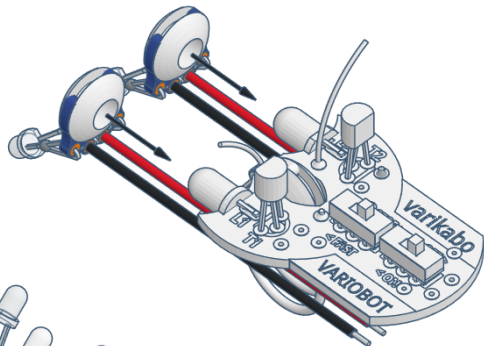
6)



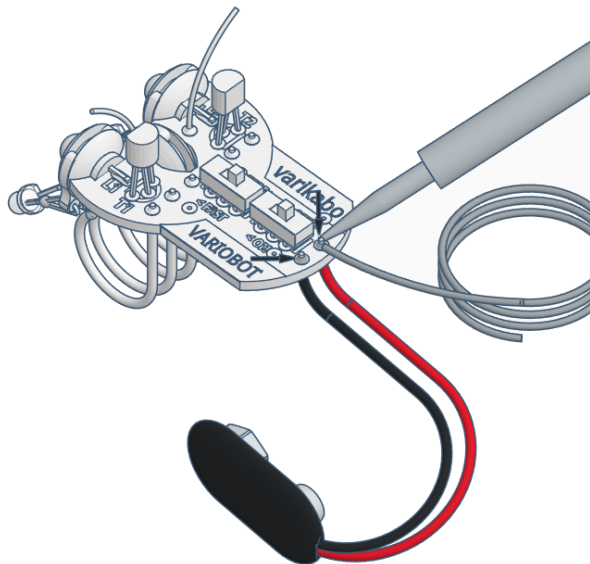
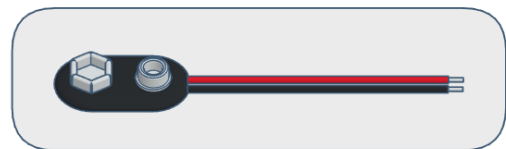
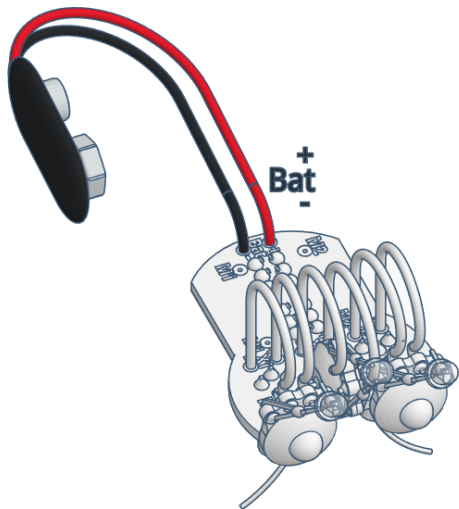
2x



7)

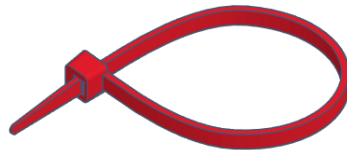
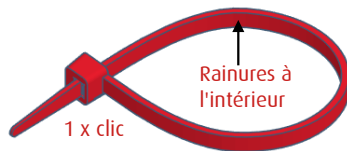
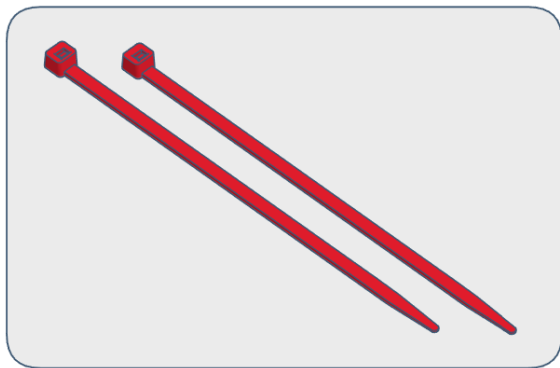
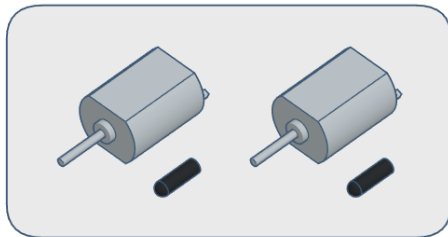
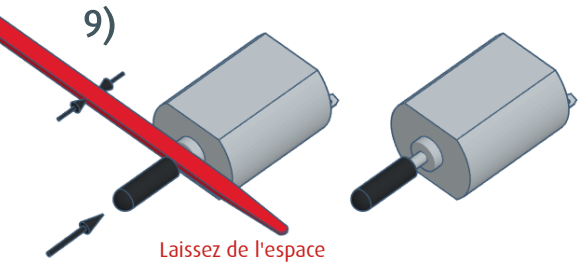


8)

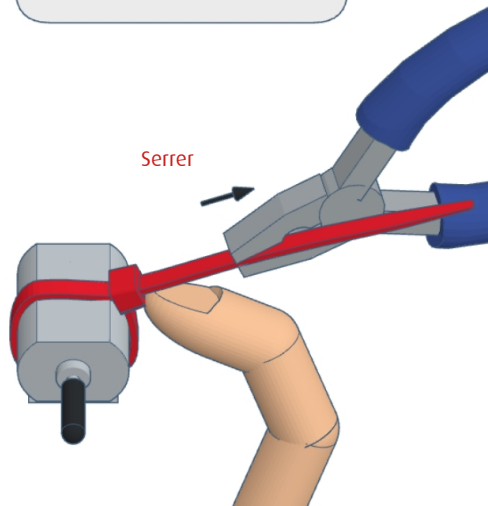
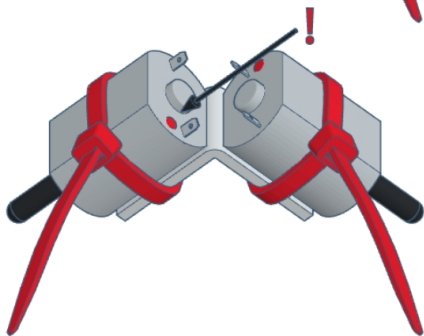
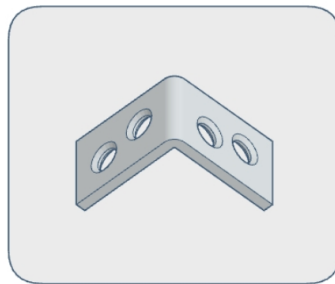
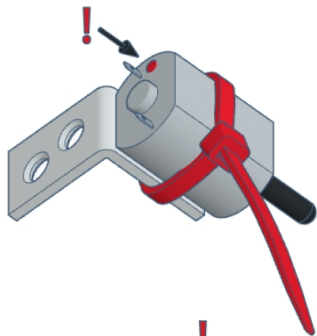


varikabo

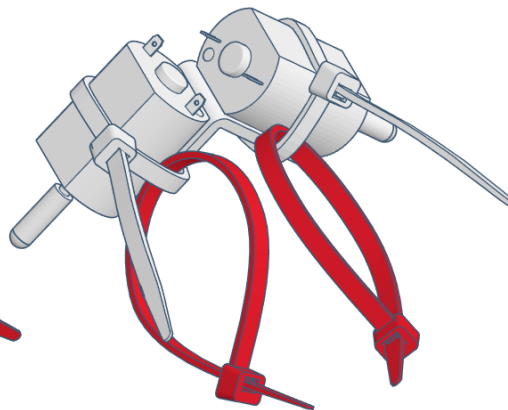
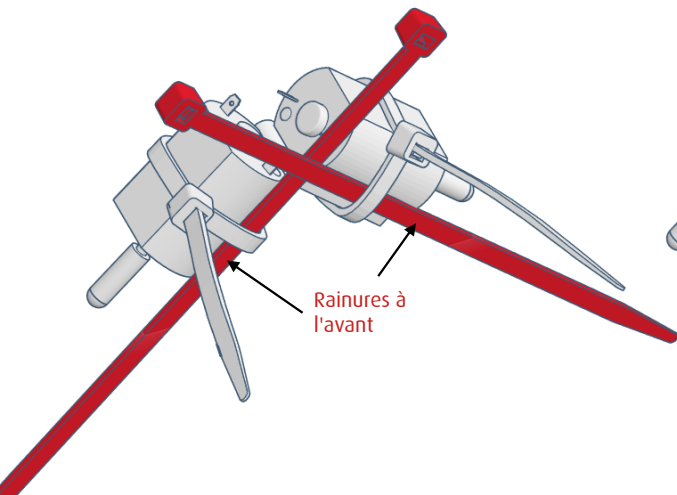
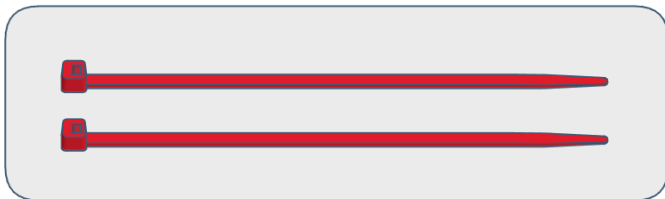
9)



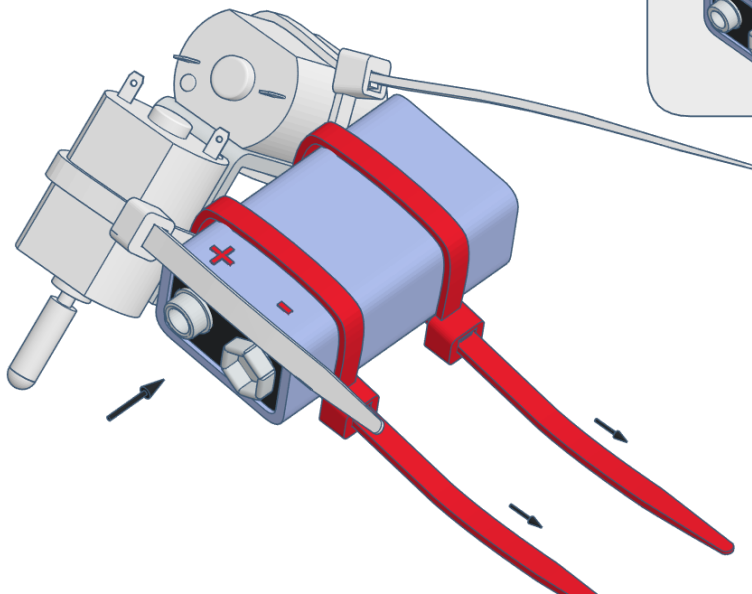
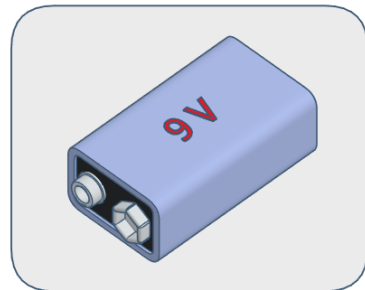
10)



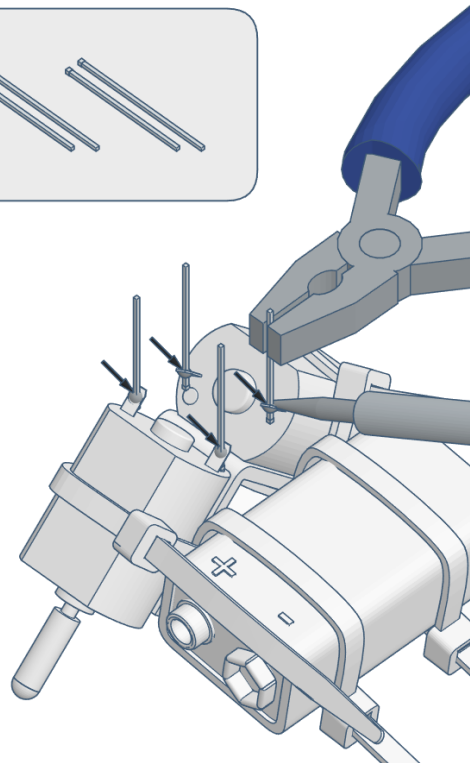
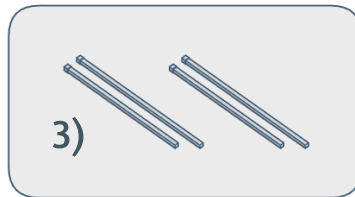
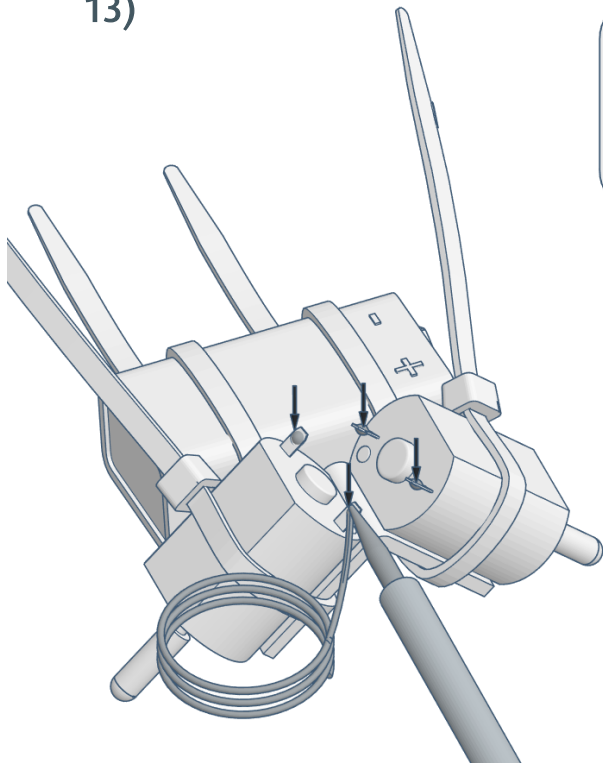
11)



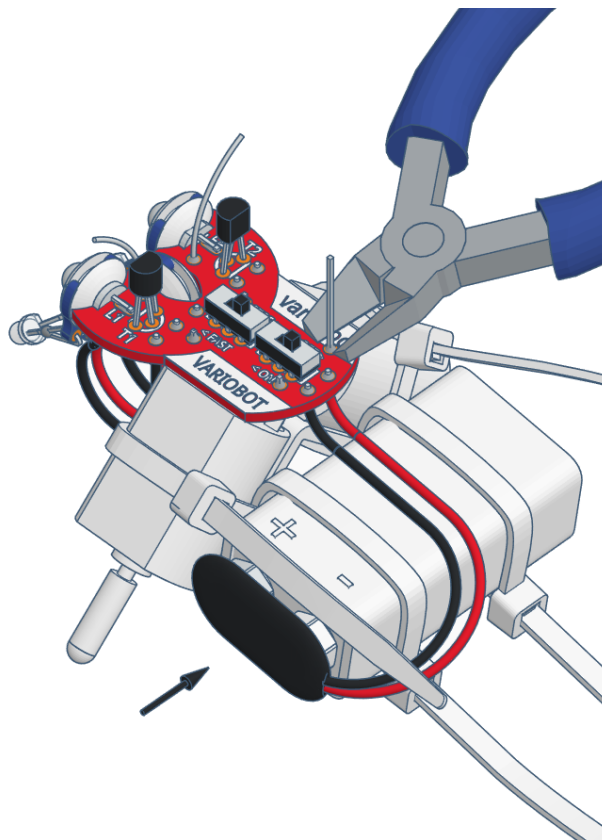
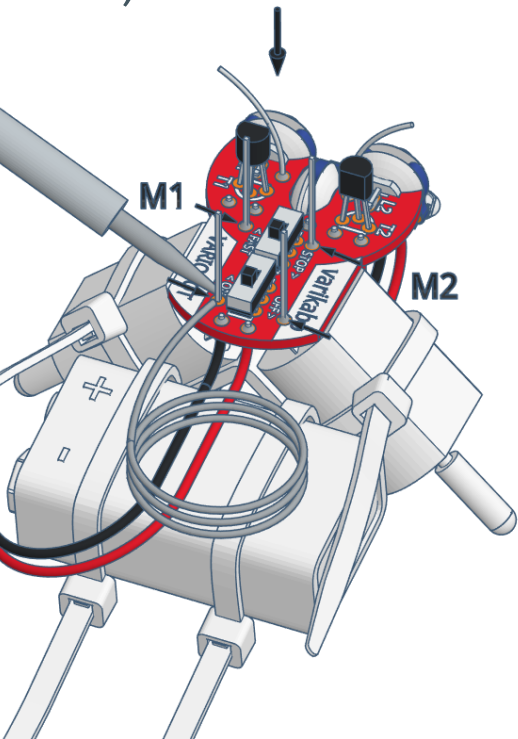
12)



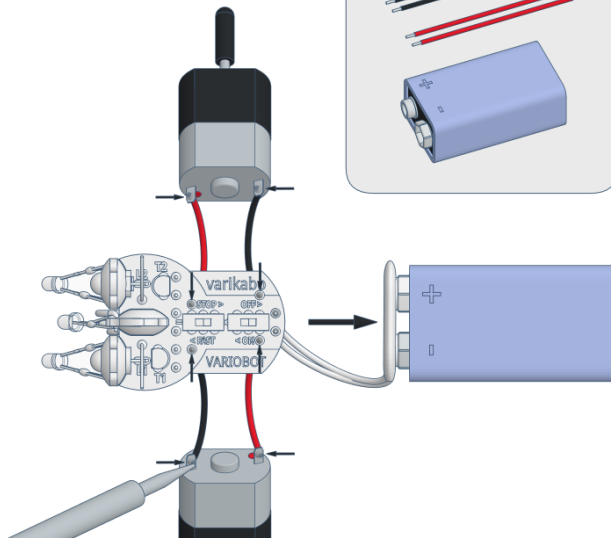
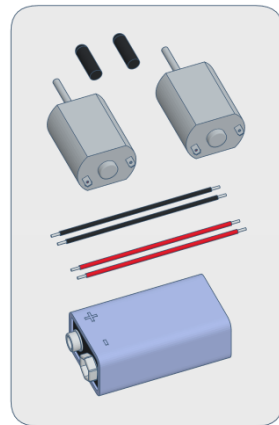
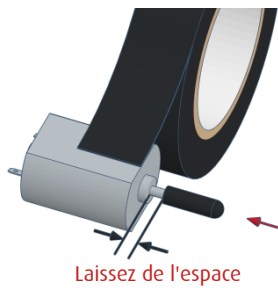
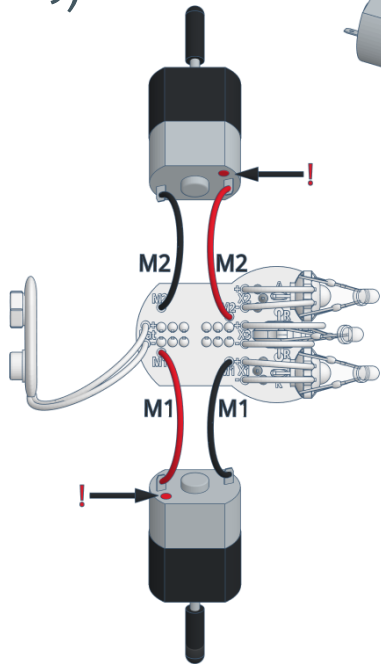
13)



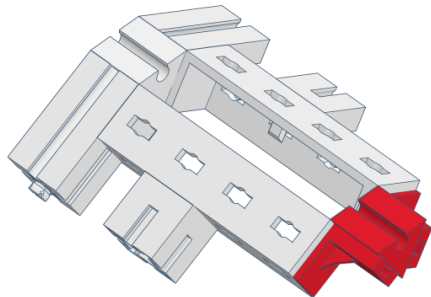
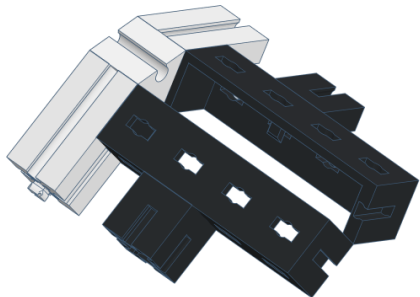
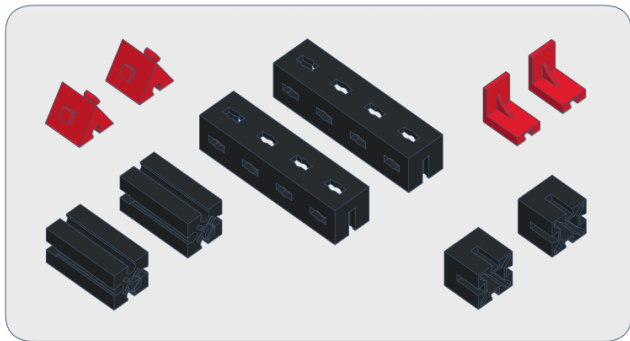
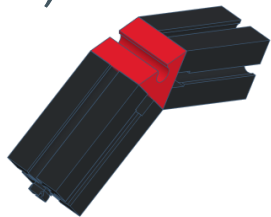
14)



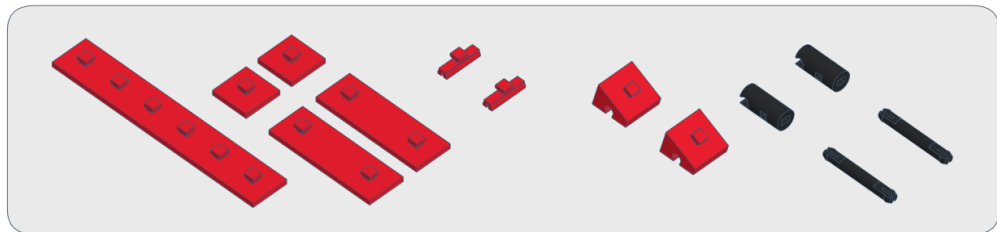
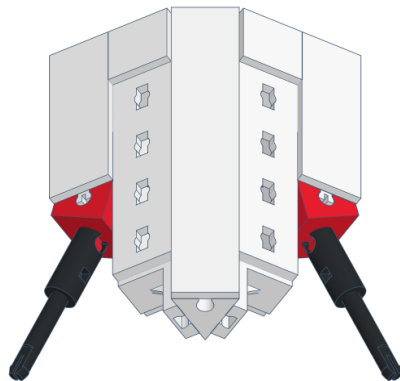
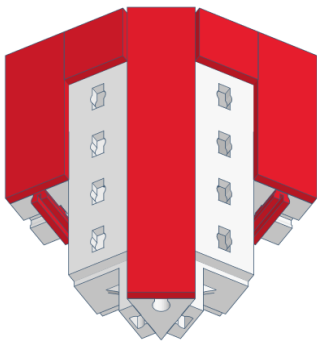
varikabo FT 9)



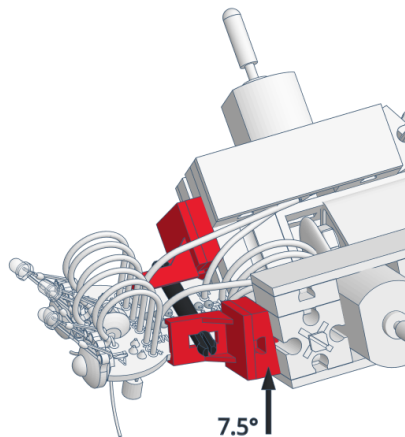
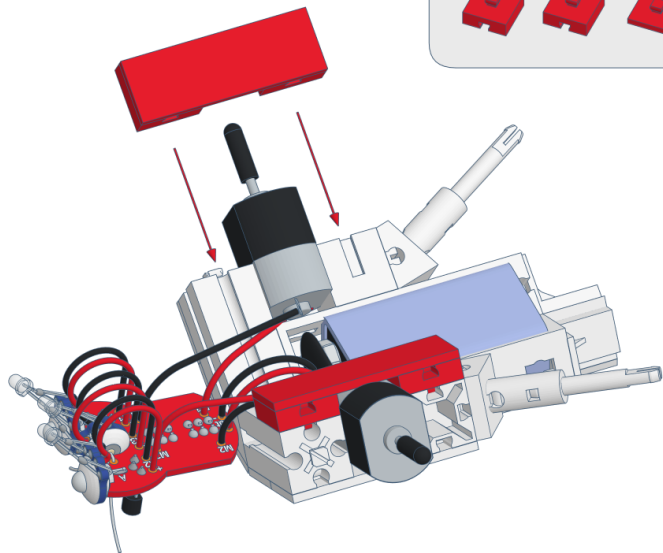
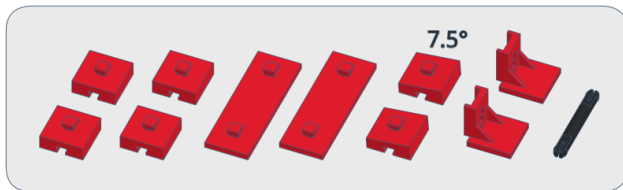
10)



11)



12)



Mise en service

Orienté d'abord le capteur central verticalement vers le haut. Echange le capteur droit avec le capteur gauche et oriente-les à environ 45° sur le côté. Teste varikabo sur un sol lisse et clair.

Lorsque tu allumes varikabo, il se déplace vers la lumière et évite les objets. Si tu passes ta main au-dessus du capteur central, varikabo s'accélère ou s'arrête.

varikabo compare la luminosité à ses trois capteurs. Selon l'orientation des capteurs, il perçoit des impressions sur le sol, devant lui ou au-dessus de lui.

Contrairement à d'autres robots, varikabo ne doit pas émettre de lumière infrarouge pour percevoir des lignes ou des objets, par exemple. Cela simplifie le circuit et réduit la consommation d'énergie. Comme varikabo réagit aux différences de luminosité, il faut toutefois faire attention au type d'éclairage.

Conseils pour l'éclairage

Pour éviter d'éblouir les capteurs varikabos, tu dois veiller à ce que les lampes ou les fenêtres soient placées de manière appropriée.

- Fais rouler varikabo si possible en dessous d'un éclairage éloigné ou sous une fenêtre au sol.

Avec un éclairage latéral, varikabo peut suivre cette lumière ou son propre ombre, au lieu de la cible souhaitée.

- En cas d'utilisation de lampes fluorescentes ou de lampes LED, il faut veiller à ce que l'éclairage soit suffisamment puissant.

La lumière émise par les lampes fluorescentes ou LED a une faible composante rouge et est moins bien perçue par les capteurs.

- Fais attention à ce que le support ne soit pas réfléchissant.

Diagnostic des erreurs

Problème	Causes possibles
varikabo ne bouge pas du tout.	<ul style="list-style-type: none">• Les capteurs gauche et droit sont montés ou raccordés avec une polarité incorrecte.• Le câble de la batterie n'est pas correctement branché.• La batterie est vide ou défectueuse.
Seul l'un des moteurs tourne.	<ul style="list-style-type: none">• Un transistor est monté avec une mauvaise polarité.• Les transistors BC516/BC517 sont montés de manière inversée.• Le capteur gauche ou droit est mal polarisé.• Un moteur n'est pas soudé correctement.
Un moteur tourne à l'envers.	<ul style="list-style-type: none">• Ce moteur est monté et soudé avec une polarité incorrecte.
varikabo ne va que tout droit.	<ul style="list-style-type: none">• Le capteur central est monté avec une mauvaise polarité.
varikabo reste accroché au sol.	<ul style="list-style-type: none">• Le sol est trop irrégulier pour varikabo.

Si ces causes ne résolvent pas le problème, vérifie soigneusement que tout est monté comme prévu.

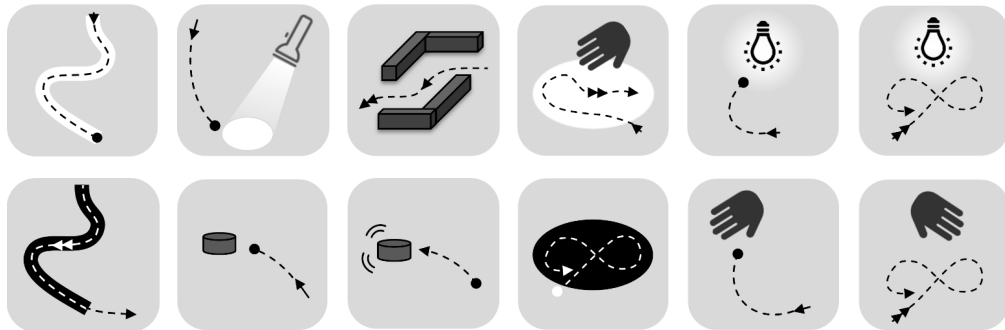
Si tu as besoin d'aide, contacte-nous avec une description détaillée du problème et une photo de ton robot : [**info@variobot.com**](mailto:info@variobot.com)

B) Fonctions

Le sélecteur et la position des capteurs latéraux déterminent ces 4 comportements :

- Suiveur de lumière / Suiveur de l'ombre
- Mode accélération / Mode freinage

En ajustant également les capteurs de manière différente, tu obtiens 12 possibilités d'application étonnamment variées. varikabo réagit non seulement à la lumière et à l'ombre, mais aussi aux marques et aux objets différents.



- varikabo est immobile.
- varikabo avance lentement.
- varikabo avance rapidement.

Si varikabo roule vite, les LED de ses yeux sont rouges. Si varikabo est à l'arrêt, ses LED s'allument en bleu.

Les quatre réglages de base

Tu peux retirer les capteurs gauche et droit des LED et les intervertir. Tu détermènes ainsi si varikabo se dirige vers ce qui est sombre ou vers ce qui est clair.

- Câble de capteur croisé : suiveur de lumière
- Câble de capteur parallèle : suiveur d'ombre

Pour les fonctions 10 et 12, les capteurs latéraux sont orientés vers l'arrière.

Avec le sélecteur, tu décides si les signaux des capteurs sont reliés directement (=) ou inversés (×) aux transistors (T_1/T_2) ou aux moteurs (M_1/M_2). Tu choisis ainsi le mode d'accélération ou de freinage.

- Commutateur sur "FAST (=)" : varikabo accélère en cas d'ombre sur le capteur central.
- Commutateur sur "STOP (×)" : varikabo freine en cas d'ombre sur le capteur central.

L'orientation des capteurs

En orientant les trois capteurs pivotants vers le bas, l'avant ou le haut, tu détermènes si varikabo perçoit des impressions au sol, devant lui ou au-dessus de lui.

Le rapport de luminosité entre les capteurs latéraux détermine la direction de varikabos. Le rapport de luminosité entre le capteur central et les capteurs latéraux détermine sa vitesse.

Les six pages suivantes t'expliquent comment régler les fonctions respectives. Si varikabo ne se comporte pas immédiatement comme prévu, ajuste l'orientation des capteurs.

Une fois que tu as appris à connaître les différentes fonctions, tu peux les régler encore plus rapidement à l'aide des quatre diagrammes à la fin de cette section.

1) Suivre des lignes claires



varikabo se déplace le long de lignes claires (par exemple sur des bandes de papier blanc).

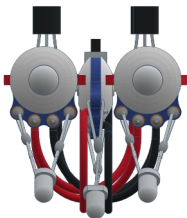
varikabo s'arrête au bout de la ligne.

Mode :

- Suiveur de lumière
- Mode de freinage

Capteurs :

Orientes les latéraux à peu près parallèlement vers le bas et celle du milieu encore un peu plus vers le sol.



Adapte la distance des capteurs latéraux à la largeur de la ligne. Expérimente l'inclinaison des capteurs de manière à ce que varikabo s'arrête à la fin de la ligne.

2) Suivre les lignes sombres



varikabo se déplace le long de lignes sombres (ruban isolant noir).

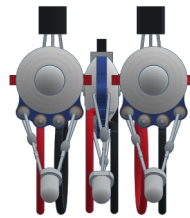
varikabo accélère en ligne droite et freine dans les virages serrés.

Mode :

- Suiveur de l'ombre
- Mode d'accélération

Capteurs :

Dirige les 3 parallèlement vers l'avant et à environ 45° vers le bas par rapport au sol.



Expérimente avec la distance des capteurs latéraux, ainsi qu'avec l'inclinaison du capteur central, afin d'ajuster au mieux le contrôle de la vitesse.

3) Suivre la lumière



varikabo suit une lueur au sol (provenant d'une lampe de poche) et s'arrête avant la lumière.

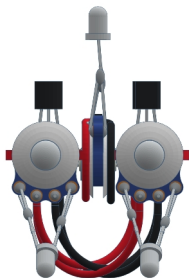
varikabo s'arrête à une ombre au-dessus de lui.

Mode :

- Suiveur de lumière
- Mode de freinage

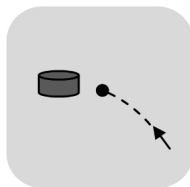
Capteurs :

Orienté les latéraux à peu près parallèlement vers le bas et celui du milieu verticalement vers le haut.



Pour cette fonction, la lumière ambiante ne doit pas être trop forte afin que varikabo puisse bien distinguer la lueur. Expérimente avec la distance et l'inclinaison des capteurs latéraux.

4) Suivre des objets



varikabo se déplace vers des objets sombres situés juste devant lui et s'arrête devant eux.

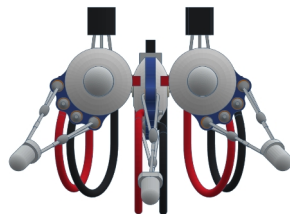
varikabo suit les objets en mouvement.

Mode :

- Suiveur de l'ombre
- Mode de freinage

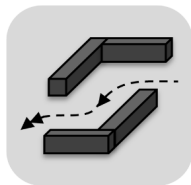
Capteurs :

Orienté les latéraux à environ 45° vers le bas et celui du milieu à environ 45° également.



Adapte la distance des capteurs latéraux à la taille de l'objet. Expérimente avec l'inclinaison des capteurs pour que le suivi et l'arrêt fonctionnent bien.

5) Éviter les obstacles



varikabo évite les obstacles sombres et peut accélérer lorsqu'il a la voie libre.

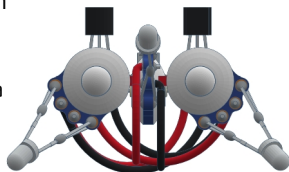
Il surmonte un parcours d'obstacles.

Mode :

- Suiveur de lumière
- Mode d'accélération

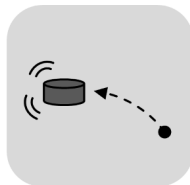
Capteurs :

Orienter les latéraux à environ 45° vers le bas et celui du milieu environ 30° vers le haut.



Plus tu diriges les capteurs latéraux vers le bas, plus varikabo se rapproche des obstacles. Le capteur central doit être orienté légèrement au-dessus des obstacles.

6) Pousser des objets



Tant que rien n'est en vue varikabo reste immobile.

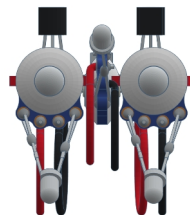
Si un petit objet sombre se trouve directement devant varikabo, il le pousse devant lui.

Mode :

- Suiveur de l'ombre
- Mode de freinage

Capteurs :

Orientes les latéraux à peu près parallèlement vers le bas et celui du milieu à environ 30° vers le haut.



Adapte la distance des capteurs latéraux à la taille de l'objet à suivre. Ajuste l'angle d'inclinaison du capteur central de manière à ce qu'il ne soit que légèrement orienté au-dessus de l'objet.

7) Éviter l'obscurité



varikabo reste sur une surface claire et évite les obstacles sombres.

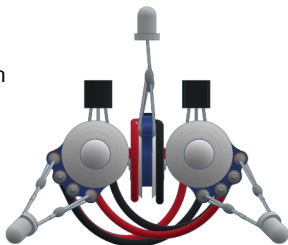
En présence d'une ombre au-dessus de lui, il accélère et s'enfuit.

Mode :

- Suiveur de lumière
- Mode d'accélération

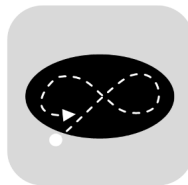
Capteurs :

Orientes les latéraux à environ 45° vers le bas et celui du milieu verticalement vers le haut.



La zone claire peut être le sol de ta chambre ou une table claire bien éclairée. Si tu tiens ta main au-dessus de varikabo, il se déplace en ligne droite, sans tenir compte de l'environnement.

8) Éviter le clair



varikabo se déplace et reste sur une surface sombre.

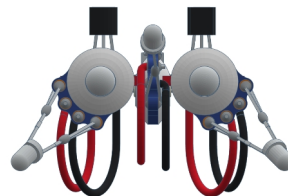
Il se détourne ou s'arrête devant ce qui est clair.

Mode :

- Suiveur de l'ombre
- Mode de freinage

Capteurs :

Orientes les latéraux à environ 45° vers le bas et celui du milieu à environ 30° vers le haut.



Ajuste l'inclinaison des capteurs latéraux pour que varikabo fasse toujours demi-tour à temps sur le bord. Ajuste l'inclinaison du capteur central de manière à ce que varikabo s'arrête sur un sol clair.

9) Suivre la lumière



varikabo suit une lampe au-dessus de lui et s'arrête en dessous.

Il se détourne d'une ombre pour repartir vers la lumière.

Mode :

- Suiveur de lumière
- Mode de freinage

Capteurs :

Orienté les latéraux vers l'arrière/le haut et celui du milieu vers le haut à environ 45°.



Plus tu diriges le capteur central vers le haut, plus varikabo se rapproche de la lampe. Si tu tiens ta main entre la lampe et varikabo, il essaie de revenir vers la lumière.

10) Suivre les ombres



varikabo évite la lumière et se dirige vers une ombre (p. ex. une main).

Il s'arrête dans l'ombre ou la suit lorsque l'ombre se déplace.

Mode :

- Suiveur de l'ombre
- Mode de freinage

Capteurs :

Orienté les latéraux à environ 60° vers le haut et celui du milieu verticalement vers le haut.



Place d'abord ta main au-dessus de varikabo pour l'arrêter. Déplace ensuite lentement ta main vers l'avant ou sur le côté pour que varikabo puisse la suivre. Veille à ne pas porter de manches sombres.

11) Rester dans la lumière



varikabo cherche une lumière et se dirige rapidement vers elle.

Puis il fait constamment demi-tour pour rester sous la lampe.

Mode :

- Suiveur de lumière
- Mode d'accélération

Capteurs :

Orienté les latéraux à environ 60° vers le haut et celui du milieu verticalement vers le haut.



À une certaine distance de la lampe, varikabo se dirige rapidement vers la lumière. Pour que varikabo fasse ensuite toujours demi-tour, il faut bien ajuster l'inclinaison des capteurs.

12) Rester dans l'ombre



varikabo s'éloigne de la lumière et accélère en présence d'une ombre.

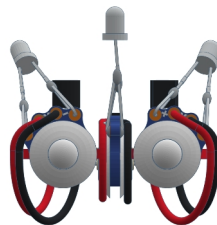
Il tente ensuite de faire demi-tour pour rester dans l'ombre.

Mode :

- Suiveur de l'ombre
- Mode d'accélération

Capteurs :

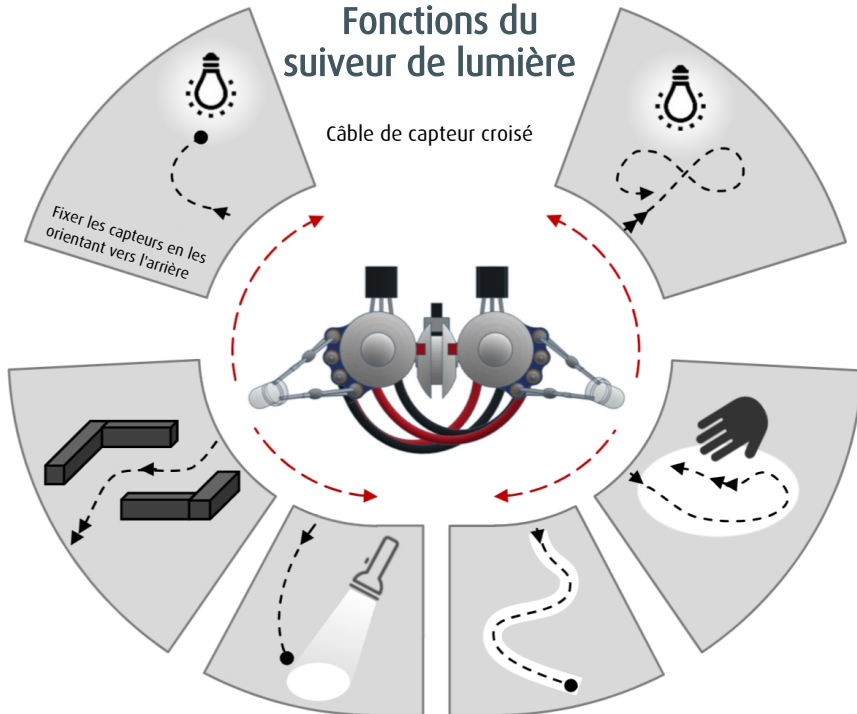
Orienté les latéraux vers l'arrière/le haut et celui du milieu verticalement vers le haut.



Pour cette fonction, il est important d'utiliser un éclairage très uniforme. Pour que varikabo fasse ensuite toujours demi-tour, l'inclinaison des capteurs doit être très bien ajustée.

Fonctions du sueur de lumière

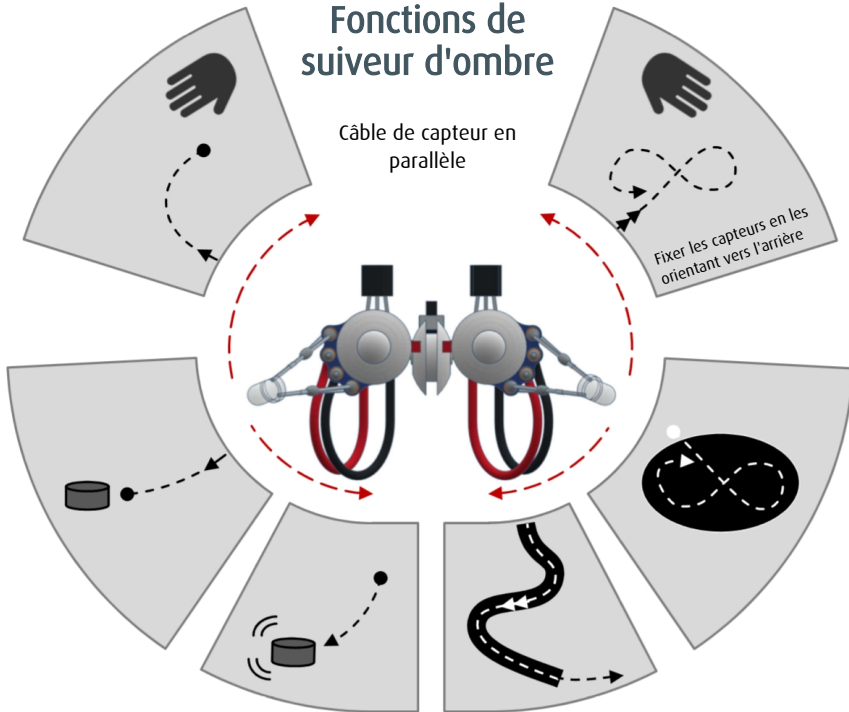
Câble de capteur croisé



Fonctions de siveur d'ombre

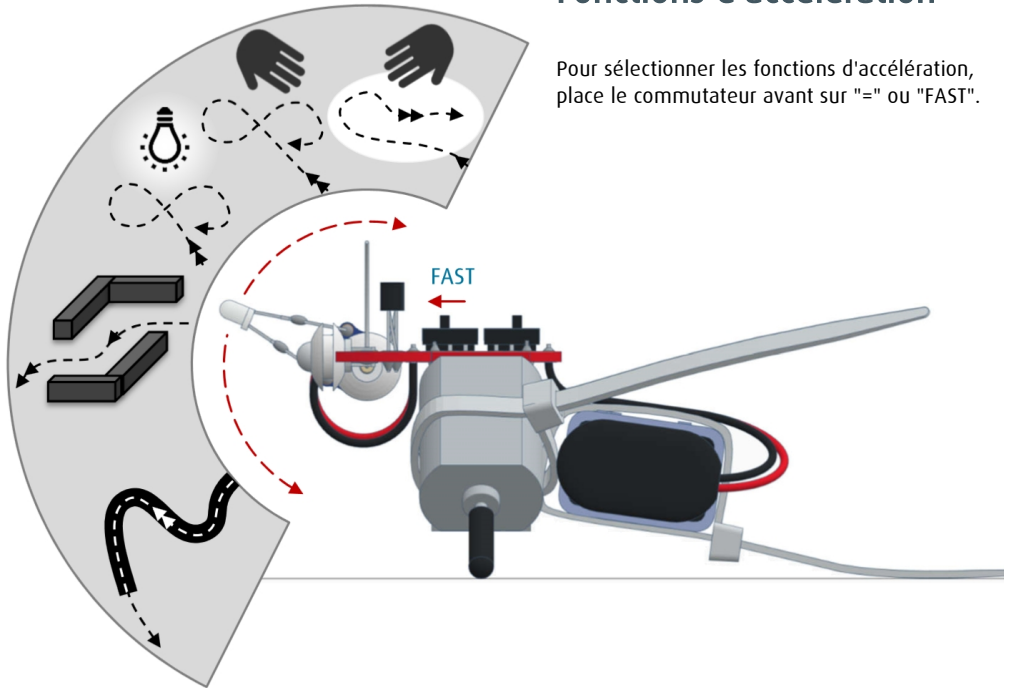
Câble de capteur en
parallèle

Fixer les capteurs en les
orientant vers l'arrière



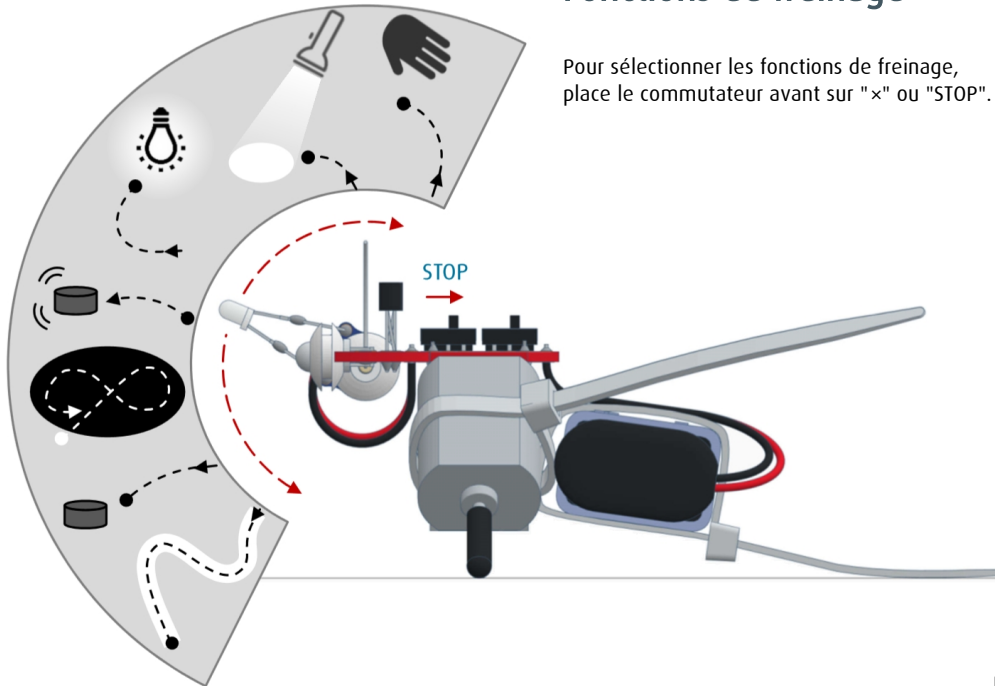
Fonctions d'accélération

Pour sélectionner les fonctions d'accélération, place le commutateur avant sur "=" ou "FAST".



Fonctions de freinage

Pour sélectionner les fonctions de freinage, place le commutateur avant sur "x" ou "STOP".



D) Fonctionnement

1) Résistance

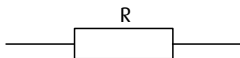
Une résistance limite le flux de courant dans un circuit et libère ainsi de l'énergie sous forme de chaleur. Elle est utilisée par exemple pour la division de la tension, la régulation de l'intensité du courant et la protection des composants sensibles.

Les résistances ont souvent 4 ou 5 anneaux de couleur imprimés, appelés codes couleur. Pour les résistances avec 4 anneaux, les deux premiers anneaux représentent la valeur, le troisième le multiplicateur et le quatrième la tolérance.



La résistance de 150 Ω (ohms) du kit varikabo limite le courant qui traverse les deux LED. Le premier anneau marron représente le "1", le vert le "5", le deuxième brun le "fois 10" et l'anneau doré la précision de $\pm 5\%$.

Le symbole pour une résistance (R) :



2) LEDs

Les diodes électroluminescentes (LED), sont des composants électroniques qui convertissent l'énergie électrique en lumière.

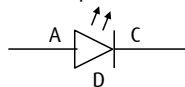
Elles sont connues pour leur efficacité énergétique, leur longue durée de vie et leur taille compacte, ce qui en fait une alternative populaire aux ampoules à incandescence et fluorescentes.

Les LED doivent être polarisées correctement. La patte la plus courte marque la connexion négative (cathode). Les LED bicolores de varikabo éclairent cependant dans les deux sens.



De plus, les LED ont besoin d'une résistance en série pour limiter le courant qui les traverse.

Le symbole pour une LED (D) :



3) Transistors

Un transistor est un amplificateur électronique de base dont les trois bornes sont :

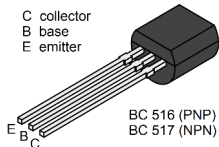
Base (B), Émetteur (E) et Collecteur (C).

Le facteur d'amplification β est le rapport entre le courant de collecteur I_C à la sortie et le courant de base I_B à l'entrée. Pour pouvoir commander les moteurs varikabos à l'aide des signaux du capteur, on utilise des transistors Darlington. Ceux-ci disposent d'un gain de courant particulièrement élevé de $\beta = 30000$.

Un moteur et les deux LED nécessitent ensemble un courant d'environ 30 mA (milliampères). Pour cela, un courant de base de seulement 1 μ A (microampère) suffit.

$$30 \text{ mA} / 30000 = 0,001 \text{ mA} = 1 \mu\text{A}$$

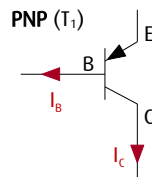
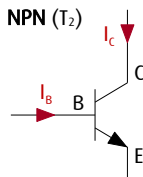
L'affectation des broches peut être différente chez d'autres fabricants.



Si la tension entre la base et l'émetteur est suffisamment élevée, environ $U_{BE} = 0,7 \text{ V}$ ($V =$ volt), un transistor diminue la résistance entre le collecteur et l'émetteur et il devient passant.

Les transistors Darlington contiennent deux transistors montés en série. C'est pourquoi ils ont besoin d'environ $U_{BE} = 1,4 \text{ V}$ pour être commutés.

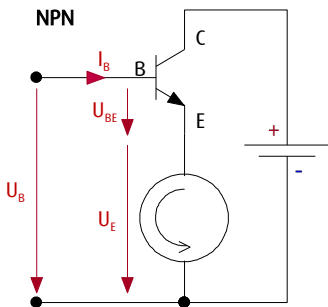
Pour que les moteurs varikabos réagissent de manière opposée aux signaux des capteurs, on utilise des transistors complémentaires. Les transistors NPN ont besoin d'une tension positive U_{BE} et les transistors PNP d'une tension négative U_{BE} pour être commutés.



4) Circuit de collecteur

Il existe 3 circuits de base avec un transistor : le circuit de base, le circuit d'émetteur et le circuit de collecteur. varikabo utilise le circuit dit de collecteur. Ce circuit est appelé ainsi parce que le collecteur (C) est soumis à une tension constante (tension de la batterie). Le gain en tension est alors inférieur à 1, mais le gain en courant est très important.

Comme la tension d'émetteur U_E suit la tension à la base U_B jusqu'à la différence de U_{BE} , ce circuit est également appelé émetteur-suiveur.



Les flèches rouges indiquent les tensions.

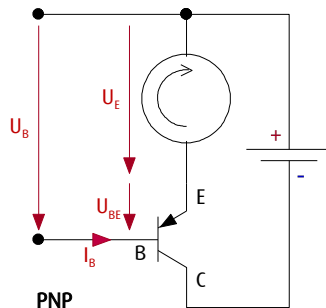
La tension aux bornes du moteur U_E est inférieure à la tension de base U_B de la valeur de la tension base-émetteur U_{BE} .

$$U_E = U_B - U_{BE} = U_B - 1.4 \text{ V}$$

L'illustration en bas à gauche montre un circuit de collecteur simple avec un transistor NPN, une batterie et un moteur. En bas à droite, on voit le circuit correspondant avec un transistor PNP.

Le courant circule à chaque fois dans le sens de la flèche noire du transistor, du plus vers le moins.

Avec la tension de commande U_B et un très faible courant I_B , il est ainsi possible de contrôler la tension U_E et donc la vitesse du moteur.



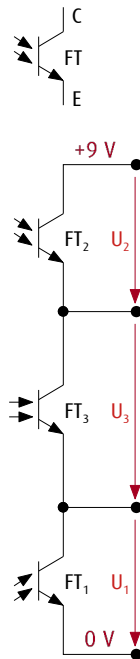
5) Phototransistors

Les capteurs de varikabos sont des phototransistors (FT). Pour simplifier, tu peux te les représenter comme une résistance variable dont la valeur diminue avec l'augmentation de la luminosité.

Leur structure ressemble toutefois davantage à celle d'un transistor. Au lieu d'une connexion à la base, un phototransistor dispose d'une surface sensible à la lumière. L'intensité de la lumière incidente détermine la conductivité entre le collecteur (C) et l'émetteur (E).

A côté, on peut voir que les phototransistors varikabos FT₂, FT₃ et FT₁ sont tous reliés entre eux. Un tel montage en série de résistances (variables) donne ce que l'on appelle un diviseur de tension. Celui-ci divise la tension d'alimentation de la pile 9 V en fonction de l'éclairage des phototransistors correspondants.

Les tensions variables U₁ et U₂ commandent (via les transistors) les vitesses des moteurs varikabos.



Deux exemples :

- Si les 3 capteurs sont éclairés avec la même intensité, la tension d'alimentation se répartit uniformément, indépendamment de la luminosité générale :
 $U_2 = U_3 = U_1 = 3 \text{ V}$
- Si le capteur central FT₃ était quatre fois plus éclairé que FT₂ et FT₁, une tension quatre fois plus faible serait appliquée à FT₃ et la tension d'alimentation se répartirait donc comme suit :
 $U_2 = 4 \text{ V}, U_3 = 1 \text{ V}, U_1 = 4 \text{ V}$

U₁, U₂ et U₃ sont inversement proportionnels à l'éclairage respectif.

6) Le circuit de contrôle

Selon la manière dont les capteurs sont reliés aux transistors par le commutateur S_2 et selon que les capteurs FT_1 et FT_2 sont disposés en parallèle ou croisés, on obtient les quatre variantes de commande de base.

- Mode d'accélération / mode de freinage
- Suiveur d'ombre / Suiveur de lumière

Dans le schéma de câblage, les capteurs FT_1 et FT_2 sont disposés en tant que suiveurs d'ombre.

Le sélecteur S_2 se trouve dans la position du mode accélération.

Si moins de lumière tombe sur le capteur central FT_3 , les deux transistors commutent davantage et les moteurs accélèrent. En revanche, si le sélecteur S_2 était en position croisée, les moteurs ralentiraient en conséquence.

Si plus de lumière tombe sur le capteur FT_2 , la tension aux deux entrées du transistor augmente. Le moteur M_2 accélère alors et M_1 ralentit.

Par conséquent, varikabo se détourne de la lumière. En revanche, si les capteurs étaient disposés en croix, varikabo se dirigerait vers la lumière.

Les deux LED bicolores sont connectées en série avec la résistance et placées entre les transistors. Elles s'allument en rouge lorsque le courant passe par les deux transistors et en bleu lorsque le courant passe dans l'autre sens par les moteurs, à condition que ceux-ci soient à l'arrêt.

