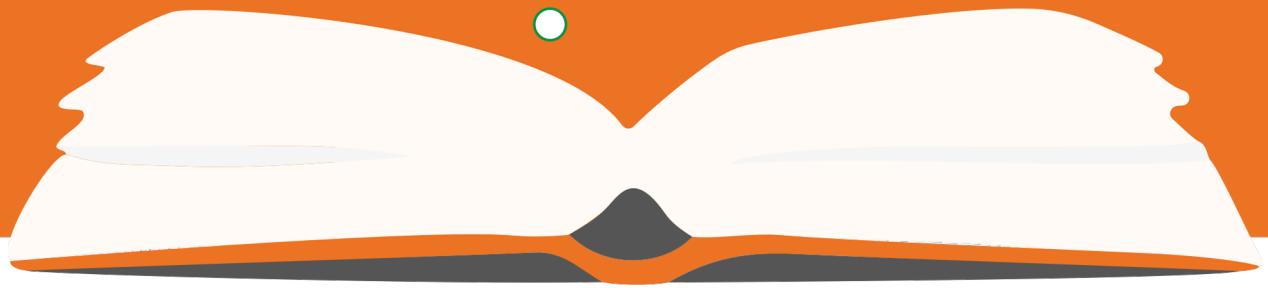
partenariat avec

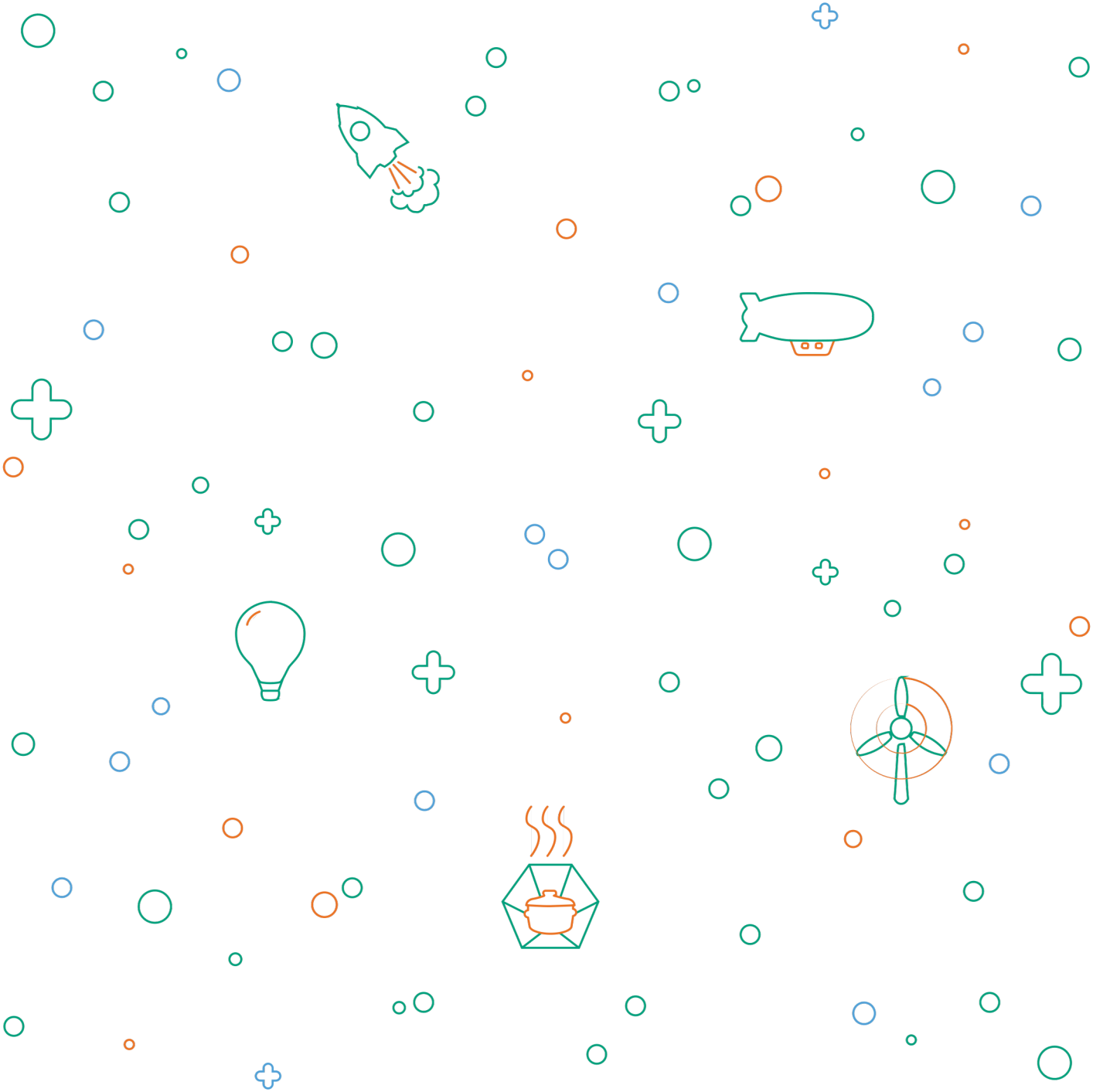
life.augmented

VOYAGER SUR MARS !



GUIDE D'UTILISATION

ROBOT MARTIEN



vitta science

LIVRET PÉDAGOGIQUE

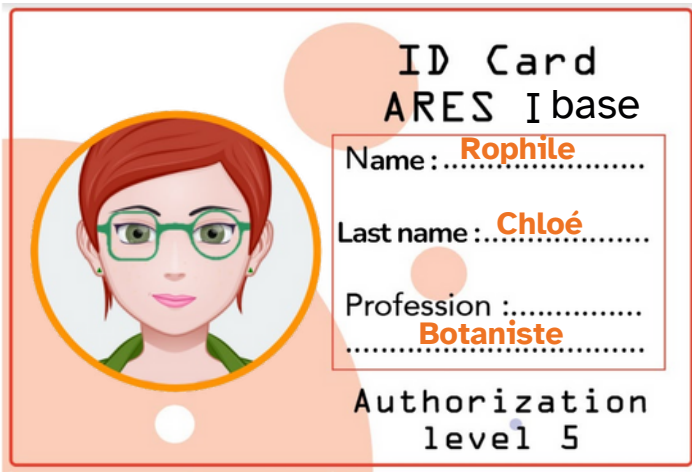
ROBOT MARTIEN

Édition originale rédigée par @P7i7Plum3
et Damien Vallot avec le soutien de l'équipe
"Survive on Mars"

Mise à jour du livret 04-2025

Mise en page et illustration par
Laura Venezia et Diana Khalipina

• Edition 2025 •
Imprimé en Italie



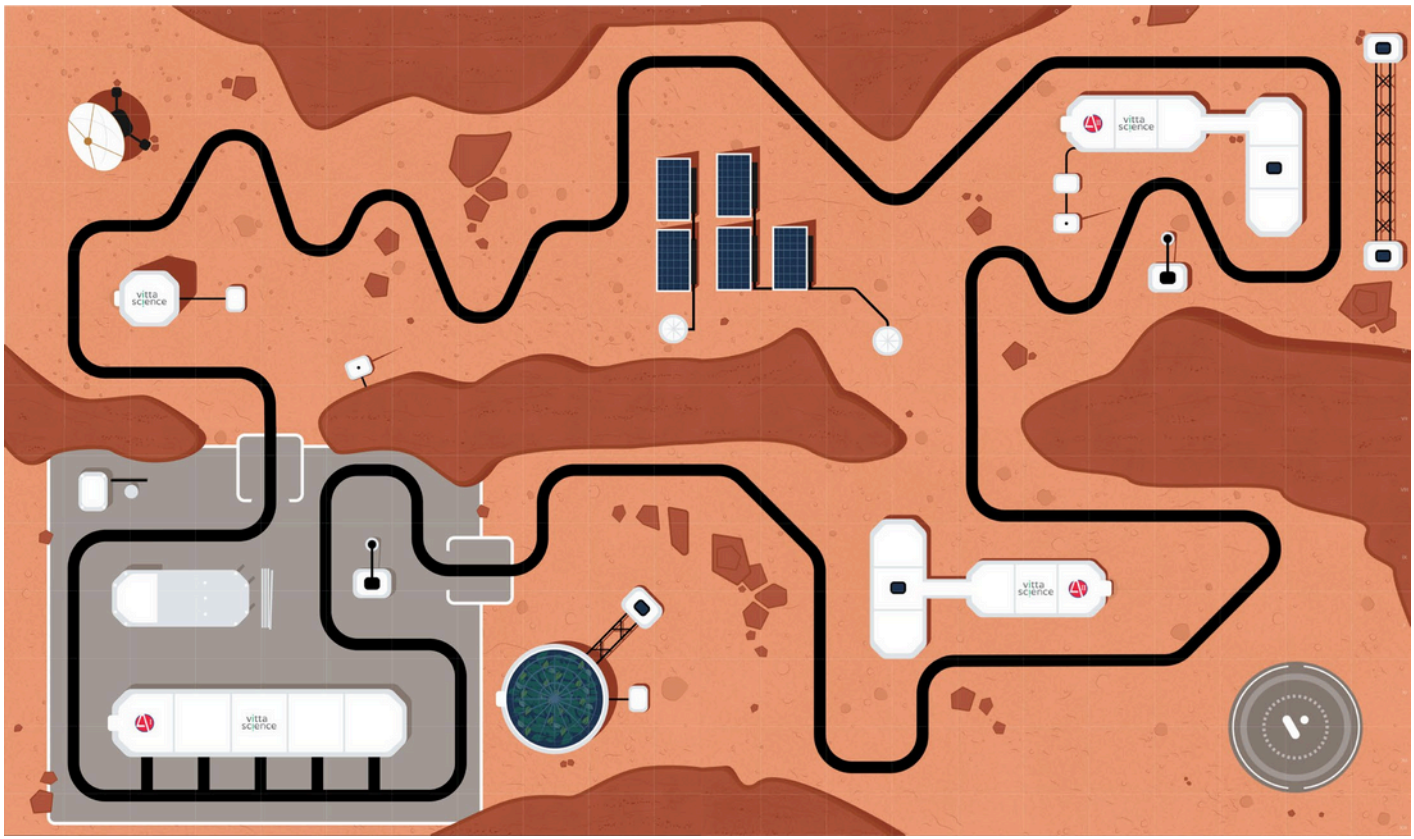
NOS DEUX COLONS MARTIENS PRÊTS À RELEVER TOUS LES DÉFIS !

Nous sommes en 2041.
Le succès de la mission sur Mars d'Ingenuity en 2021 est encore dans toutes les mémoires. Ce robot volant de la NASA, déployé aux côtés du rover Perseverance, avait validé le concept de robot attaché à un centre de pilotage sur Mars.

Suite à la réussite, de nombreuses missions ont été réalisées avec succès. Depuis l'installation sur Mars de la base souterraine Arès I en 2039, nous cherchons à coloniser la surface. Pour cela, une nuée de robots a été déployée en 2040 en surface afin de patrouiller, analyser et construire la future base Arès II prévue pour 2042. L'ASM (Agence Spatiale Martienne) basée sur Terre pilote l'ensemble du projet avec l'aide des premiers colons martiens sur place.

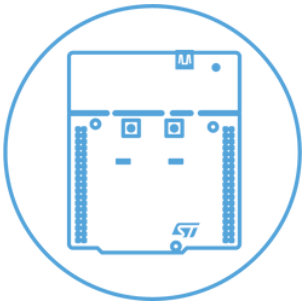
Dans les missions, nous aurons affaire à deux de nos colons les plus émérites de la base Arès I. En effet, suite à un incident survenu sur la base, ceux-ci font face à plusieurs défis !

LE THÉÂTRE DES OPÉRATIONS

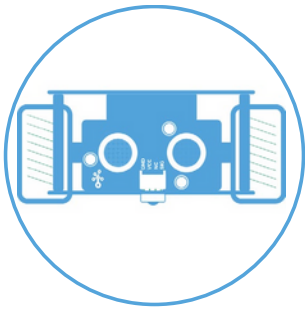


MATÉRIEL NÉCESSAIRE À LA CONSTRUCTION ET À L'UTILISATION DU KIT ROBOT MARTIEN

Contenu du KIT :

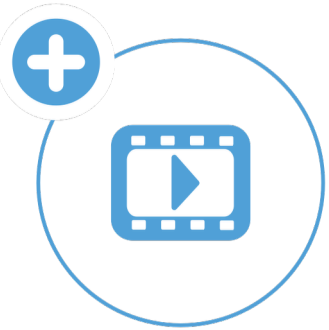


Carte ST NUCLEO-L476RG

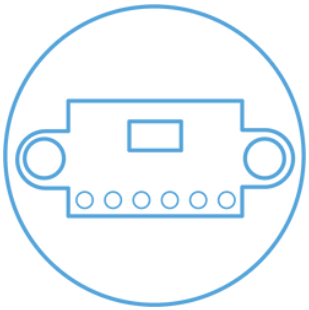


Robot DonutBot

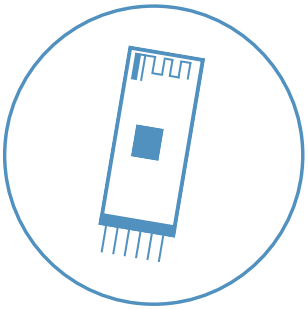
Piste pour robot



Ressources numériques en ligne



Capteur de distance VL53L0X



Module Bluetooth HM10

Éléments pour le montage

Prévoir un ordinateur

AVERTISSEMENTS CONCERNANT L'UTILISATION DU KIT

ATTENTION !

Présence de petits éléments, ne pas ingérer (risque d'étouffement).

+7

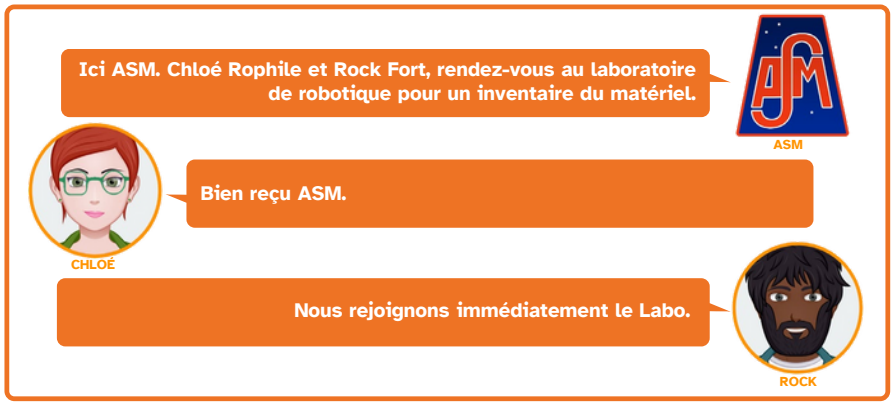
Age minimum

Ne convient pas aux enfants de moins de 7 ans.

CONSIGNES POUR BIEN TRIER

L'infographie suivante détaille les consignes de tri des différents éléments du kit. Pour plus d'informations, rendez-vous sur le site www.consignesdetri.fr

SOMMAIRE



PAGE
33

PAGE
28

Mission 2 : Pilotage des moteurs

- **Mission 2-1 : Faire avancer le robot**
- **Mission 2-2 : Apprendre à pivoter**
- **Mission 2-3 : Suivre une trajectoire**

Mission 3 : Tester le détecteur d'obstacles

- **Mission 3-1 : Découverte du capteur de distance Time of Flight (ToF)**
- **Mission 3-2 : Découverte du capteur de distance à ultrasons (en option)**
- **Mission 3-3 : Capteurs de distance et moteurs**

PAGE
36

PAGE
39

Mission 4 : Pilotage temps réel avec le module bluetooth

- **Mission 4-1 : Vérification de la communication**
- **Mission 4-2 : Test en conditions réelles “martiennes” : la télécommande**

Mission 5 : Déplacement en mode case

- **Mission 5-1 : Déplacement en mode cases**
- **Mission 5-2 : Détection d'obstacles avant déplacement**

PAGE 47

PAGE 43

Mission 6 : Suiveur de ligne

- Mission 6-1 : Suivre une ligne
- Mission 6-2 : Suivre une ligne avec 3 capteurs
- Mission 6-3 : Suivre une ligne et éviter les obstacles

Mission 7 : Mise en situation complexe

- Mission 7 : Enfin la routine !

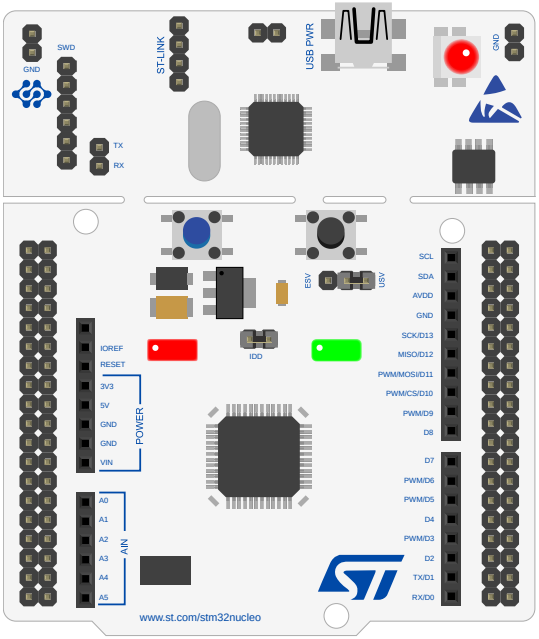
Présentation du microcontrôleur et de l'interface Vittascience

15 min

Le kit "robot martien" comprend tous les éléments nécessaires pour réaliser le montage d'un robot capable d'explorer Mars de façon autonome. Il est livré avec une carte ST NUCLEO-L476RG développée par STMicroelectronics. La carte est équipée d'un microcontrôleur STM32.

• Présentation de la carte NUCLEO-L476RG

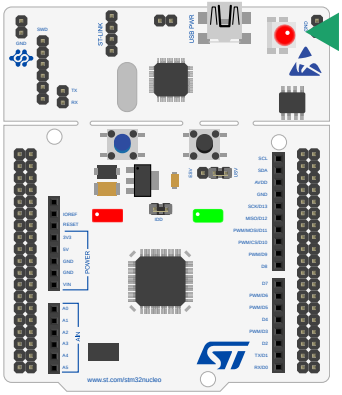
L'illustration suivante montre les entrées et sorties de la carte NUCLEO-L476RG. Celle-ci peut servir de support à différents montages avec d'autres composants, notamment des modules Grove.



La carte se programme via l'interface Vittascience en MicroPython. Avant la première utilisation, il est nécessaire de charger un firmware dans la carte NUCLEO-L476RG afin qu'elle puisse exécuter des programmes en Python (voir encadré).

ENCADRÉ SUR LE CHARGEMENT DU FIRMWARE :

Pour programmer la carte en MicroPython, par code ou par bloc depuis le site Vittascience, il faut charger le firmware adéquat. Cette étape doit être réalisée la première fois.



Voici les étapes à suivre :

1 • Brancher le câble USB sur le port mini USB de la carte. La LED s'allume en rouge.

2 • Télécharger le firmware (.bin) depuis le site Vittascience ou à l'adresse : https://stm32python.gitlab.io/fr/docs/Micropython/Telechargement, puis glisser-déposer celui-ci dans votre carte, qui est apparue comme une clé USB nommée "NOD_L476RG". Attention : ne pas décompresser le fichier.

3 • Lorsque le téléchargement est terminé, la LED s'allume en vert.

4 • Débrancher le câble USB.

5 • Connecter la carte à l'ordinateur, la LED 5 est désormais allumée en rouge. La carte est bien alimentée.

6 • Utiliser l'interface Vittascience pour programmer votre carte.

Un problème, une question ? Nous sommes là pour vous répondre : contact@vittascience.com

• Programmation de la carte ⏱ à l'appréciation de l'encadrant

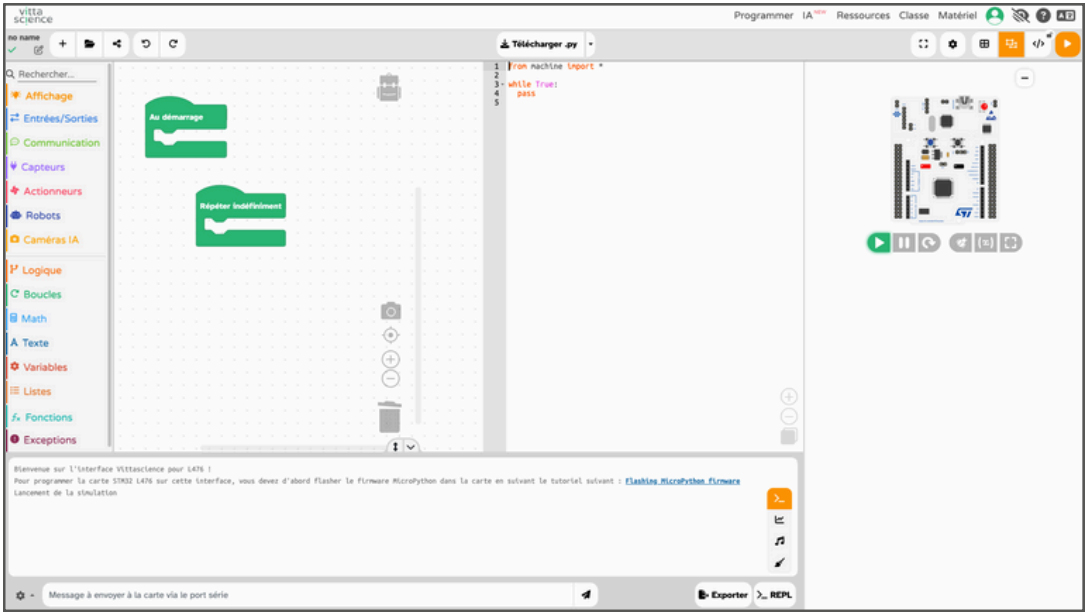
Nous détaillons ici le fonctionnement de l'interface de programmation en ligne Vittascience.com.
Il est également possible de programmer la carte à l'aide des logiciels Arduino (langage C++).

1 • Création d'un compte

Nous vous conseillons de vous créer un compte sur notre site. Celui-ci n'est en aucun cas nécessaire pour profiter de votre kit, mais il vous permettra de sauvegarder et de partager vos programmes, ressources et retours d'expériences.
Pour cela, rendez-vous sur le site Vittascience.com et cliquez sur l'icône verte en haut à droite pour vous inscrire.

2 • L'interface

L'interface permet de programmer en bloc avec une transcription en parallèle en langage Python.



Attention : La carte ST NUCLEO-L476RG est nécessaire pour exécuter le programme sur le robot.
Retrouvez sur le site Vittascience.com des ressources et des programmes pour apprendre à programmer avec la carte.

Transférer le programme vers la carte : Téléverser e code est exécuté sur la carte dès la fin du transfert.

Sélection du port : Lorsque vous connectez la carte à l'ordinateur, l'interface détecte automatiquement sur quel port elle est connectée. La fenêtre qui s'affiche permet de sélectionner le bon port si plusieurs cartes sont connectées à l'ordinateur.

Annuler ou rétablir : pour revenir en arrière dans les actions exécutées.

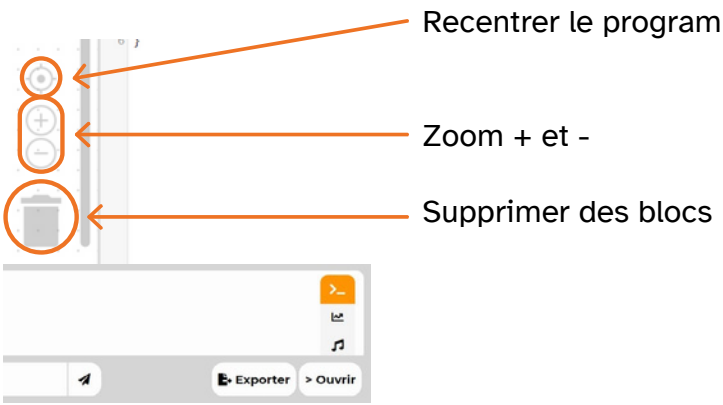
Démarrer un nouveau projet : pour lancer un nouveau projet vierge, cliquer sur ce bouton.

Sauvegarder le projet : pour enregistrer votre projet afin de le sauvegarder, cliquer sur ce bouton. grâce à ce bouton, vous pouvez également partager le programme avec la communauté.

Ouvrir un projet existant : si vous souhaitez ouvrir des programmes déjà réalisés, ou bien faire travailler vos élèves sur une trame que vous avez créée, ils peuvent y accéder en cliquant sur ce bouton.

Coder en Python : si vous souhaitez coder directement en Python.

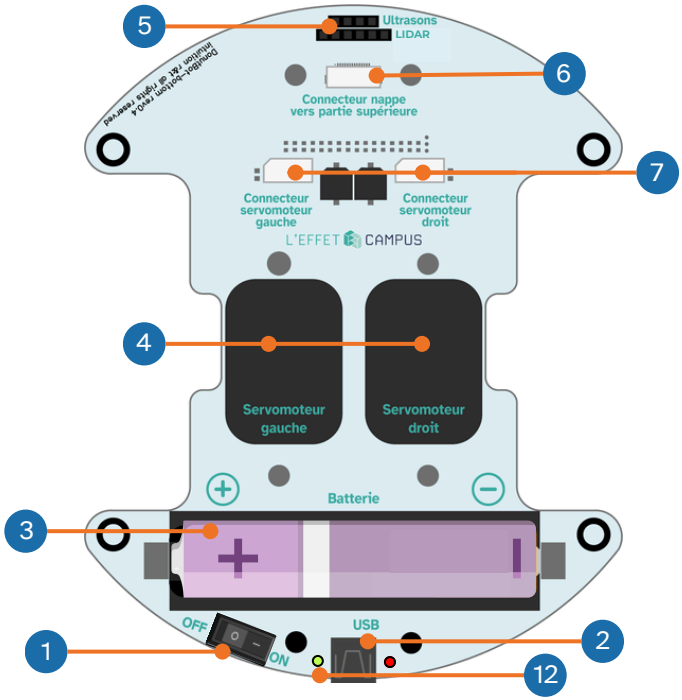
Accès rapide :



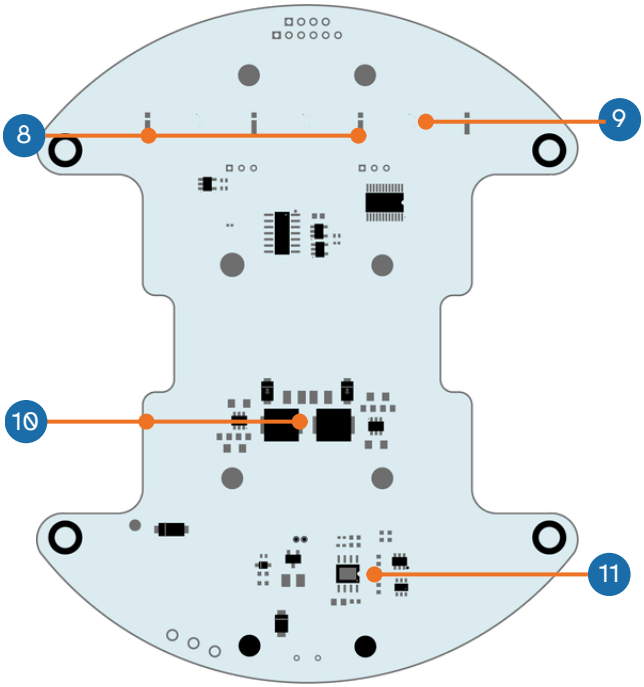
Conseil : Cette interface de programmation est conçue pour être très simple d'utilisation. Vous disposez sur le site de ressources supplémentaires pour la prendre en main.

Vue d'ensemble du robot Donutbot

• **Figure 1 : Base inférieure, face avant**



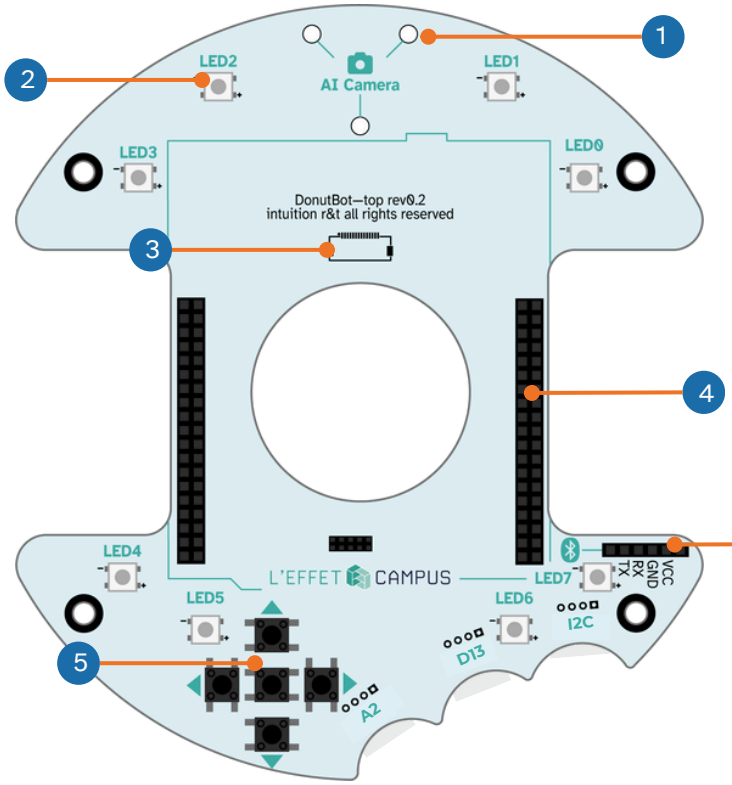
• **Figure 2 : Base inférieure, face arrière**



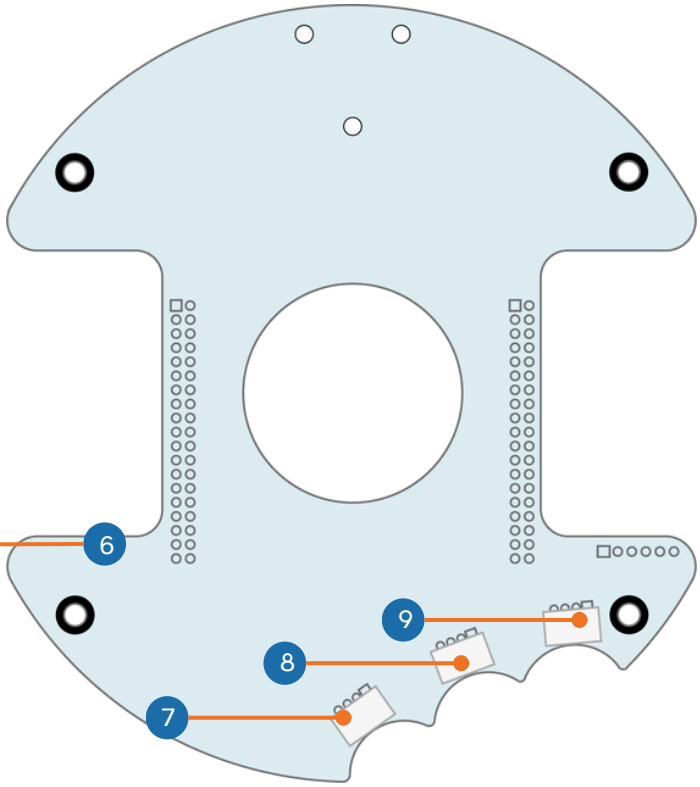
1 • Interrupteur d'alimentation On / Off
2 • Port USB 5V pour le chargement de la batterie
3 • Porte-pile pour pile rechargeable Li-Ion 18650 Attention, l'orientation de ce boitier peut être inversée selon les versions du châssis.
4 • Servomoteur
5 • Support pour capteur de distance (à ultrasons ou ToF)
6 • Connecteur pour nappe vers la partie supérieure du robot

7 • Connecteur pour servomoteur
8 • LED blanche pour le suivi de ligne
9 • Capteur de couleur
10 • Système de gestion de la tension du robot
11 • Système de contrôle de charge de la batterie
12 • Indicateur d'alimentation du robot (LED verte) et indicateur de charge de la batterie (LED rouge)

• **Figure 3 : Base supérieure, face avant**



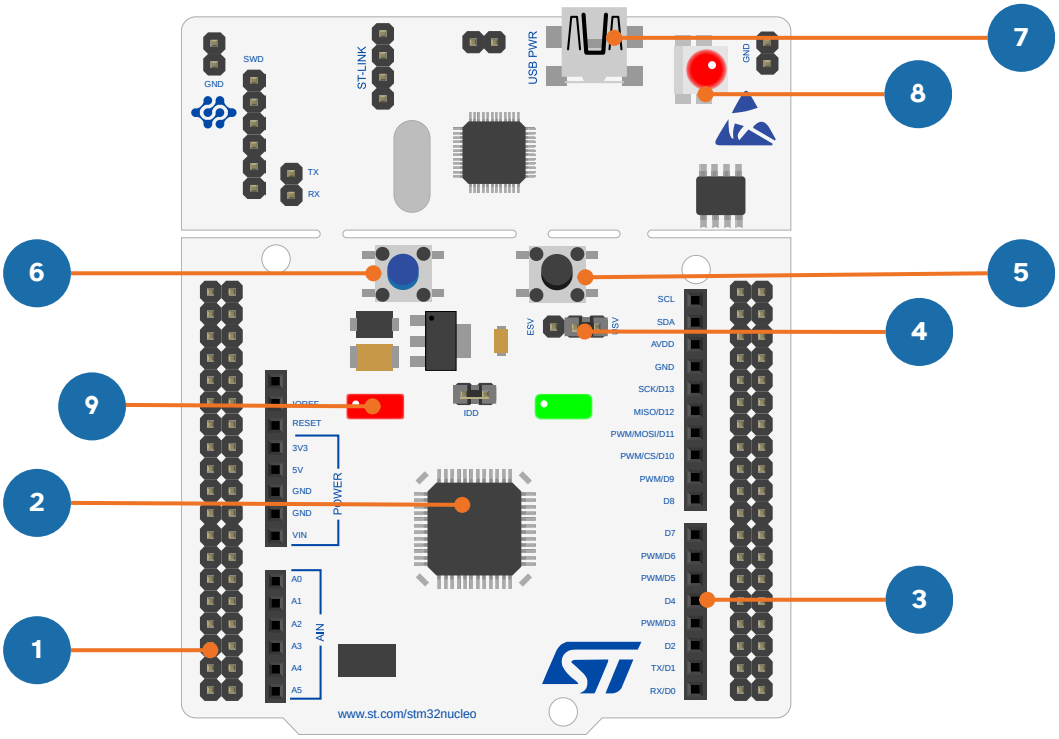
• **Figure 4 : Base supérieure, face arrière**



1 • Support pour caméra IA
2 • LEDs RGB adressages (x8)
3 • Connecteur pour nappe vers la partie inférieure du robot
4 • Connecteur d'extension pour carte L476RG
5 • Bouton de contrôle
6 • Connecteur pour module bluetooth HM10
7 • Connecteur Grove port digital D13
8 • Connecteur Grove port analogique A2
9 • Connecteur Grove port I2C

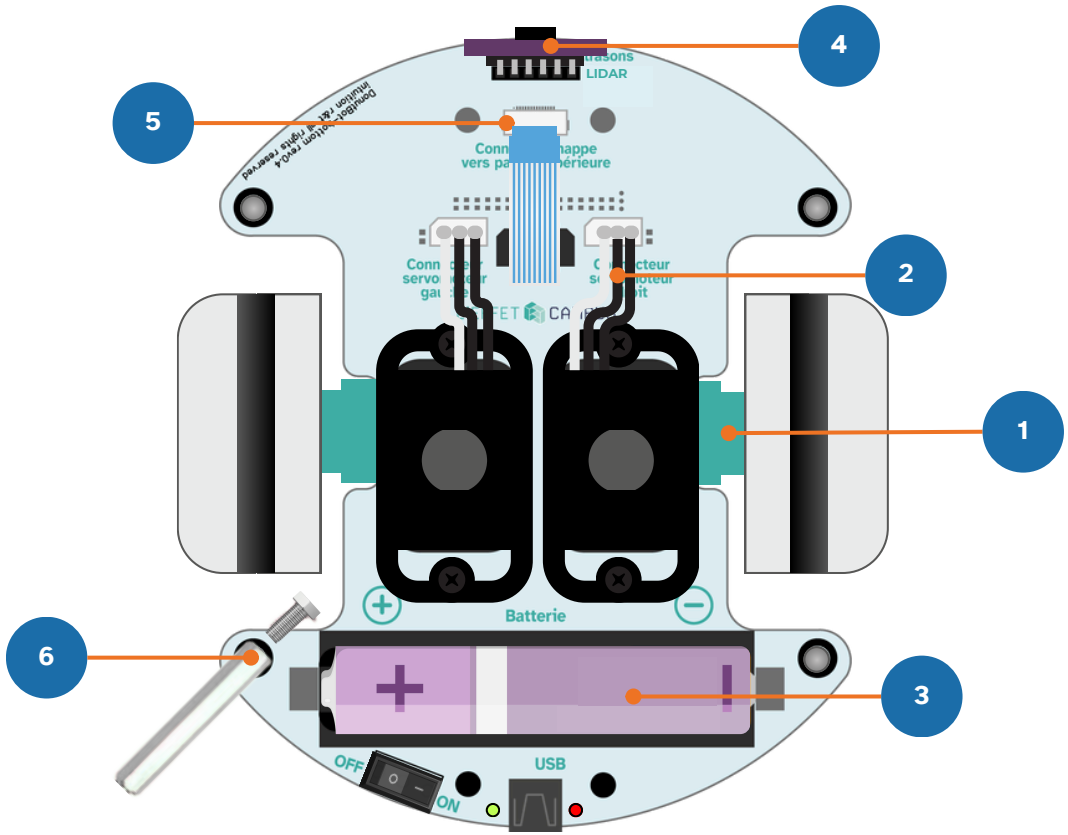
Vue d'ensemble de la carte NUCLEO-L476RG

• **Figure 7 : NUCLEO-L476RG (face avant)**



1 • Connecteur pour extension ST-Morpho (mâle)
2 • Puce STM32 L476
3 • Connecteur d'extension Arduino (femelle)
4 • Connecteur d'alimentation et de programmation (mâle)
5 • Bouton de réinitialisation (RESET)
6 • Bouton utilisateur (USER)
7 • Connecteur mini-USB
8 • LED d'état de chargement
9 • LED utilisateur programmable

Assemblage du robot DonutBot ⏱ 15 min



1 • Fixer les roues sur les servomoteur, à l'aide des vis.

2 • Connecter les fiches des servomoteurs en respectant les indications inscrites.

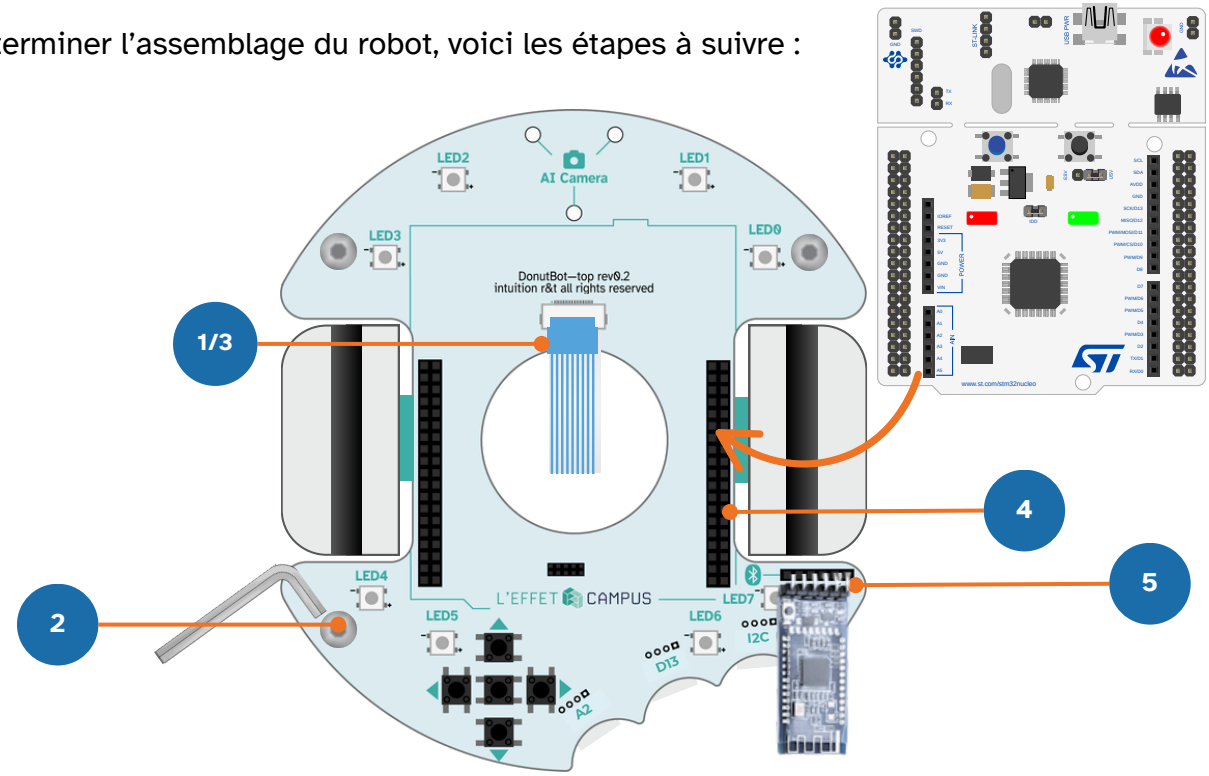
3 • Connecter la batterie si nécessaire.
Attention, à la polarité de la batterie

4 • Positionner le capteur de distance dans son emplacement dédié. Le module de mesure est à orienter vers l'extérieur.

5 • Fixer une extrémité de la nappe dans son connecteur (il faut soulever le loquet puis le rabaisser pour verrouiller la nappe).

6 • Commencer à fixer une partie des entretoises (1 vis + entretoise) dans les trous dédiés.

Pour terminer l'assemblage du robot, voici les étapes à suivre :



1 • Faire passer la nappe dans la zone évidée centrale de la partie supérieure et la poser sur les entretoises. La face supérieure avec les connecteurs de la carte NUCLEO-L476RG doit être positionnée vers le haut.

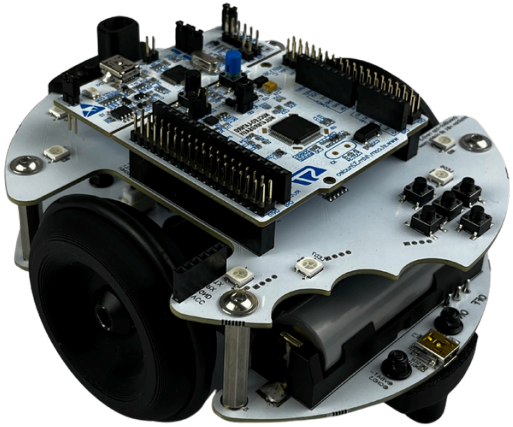
2 • Visser la partie supérieure sur les entretoises à l'aide des 4 vis restantes.

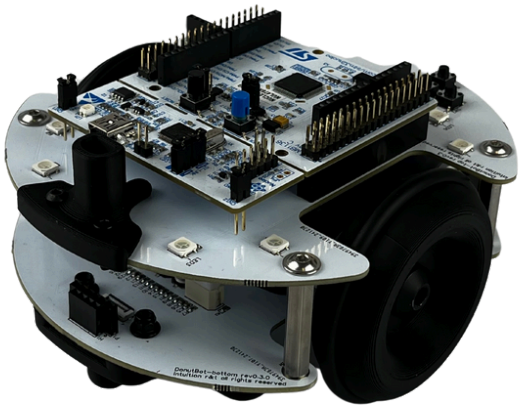
3 • Connecter la nappe dans son logement dédiée sur la partie supérieure du robot (il faut soulever le loquet puis le rabaisser pour verrouiller la nappe).

4 • Positionner la carte NUCLEO-L476RG sur son emplacement en respectant le sens (s'aider du tracé dessiné sur le châssis du robot). Attention à bien vérifier le bon alignement des connecteurs.

5 • Fixer le module bluetooth si nécessaire dans son connecteur. Attention à respecter le sens. Les inscriptions VCC et GND doivent correspondre deux à deux entre le module et le châssis.

Photos du robot martien assemblé





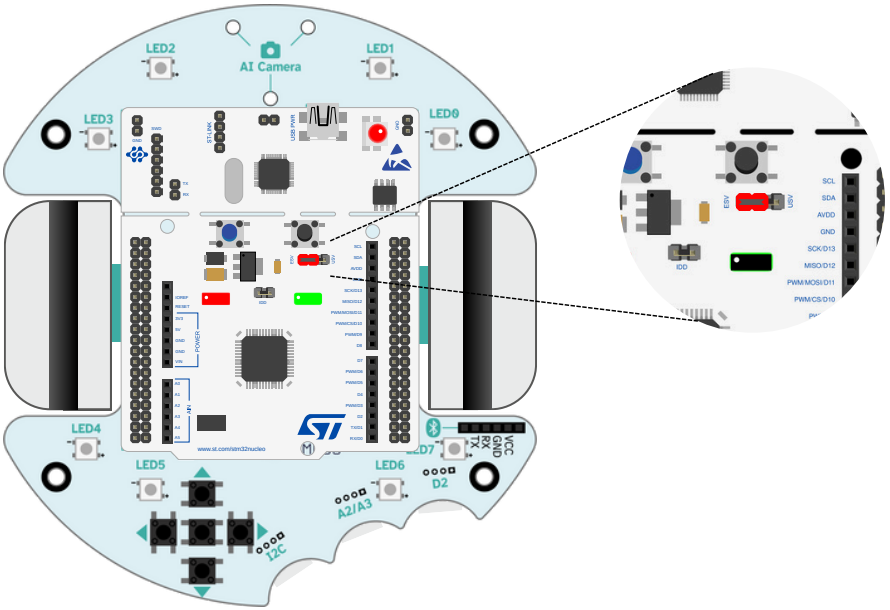
Les photos vous donneront une confirmation visuelle que vous n'avez pas fait d'erreur en suivant les instructions de montage précédentes.

Maintenant, il est temps de passer à la programmation du robot !

Programmation du robot martien

Configuration pour la programmation en MicroPython avec l'interface Vittascience

1 • Mettre l'interrupteur d'alimentation du robot sur « ON ».
2 • Positionner le cavalier (dessiné en rouge sur la figure ci-dessous) sur la position « E5V ».
3 • Connecter la carte à l'ordinateur à l'aide du câble USB.
4 • Ouvrir l'interface de programmation de Vittascience : vittascience.com/l476.
5 • Cliquer sur le bouton « Téléverser » pour envoyer le programme dans la carte.

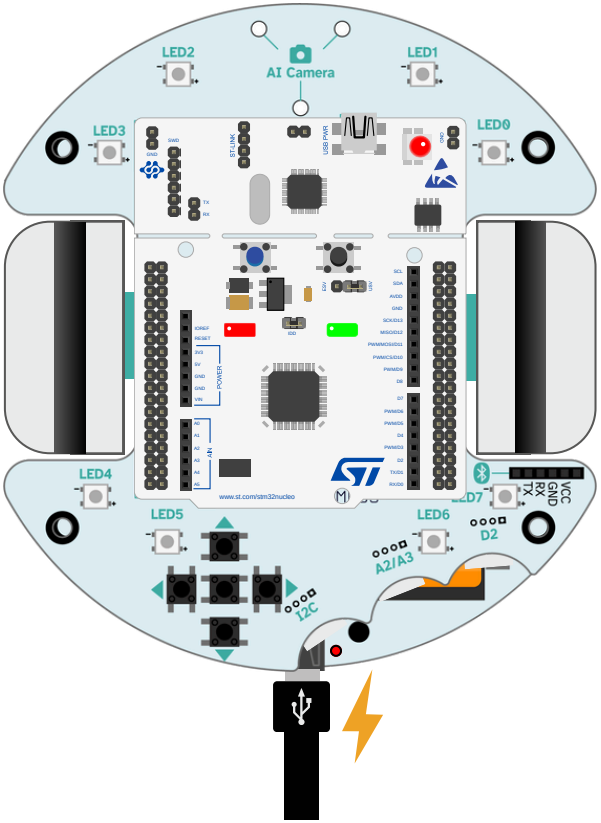


Démarrage du robot

1 • Débrancher tout câble USB connecté à votre robot.
2 • Vérifier que le cavalier (en rouge) sur la figure ci-dessus est sur la position « E5V ». La carte NUCLEO-L476RG est alimentée directement par la batterie du robot.
3 • Placer l'interrupteur d'alimentation du robot sur « ON », la LED sur sa base doit s'allumer en vert.
Le robot commencera à exécuter le dernier programme que vous avez téléchargé dans la carte NULCEO-L476RG en utilisant l'interface de programmation de Vittascience.
Si le comportement de votre robot n'est pas celui que vous attendiez, vérifiez votre programme et assurez-vous que la batterie est assez chargée...

Chargement des batteries du robot

1 • Connectez le câble USB sur le robot, sur le port USB 5V sur la partie inférieure du châssis du DonutBot.
2 • La LED de chargement s'allume en rouge et reste allumée jusqu'à ce que la batterie soient complètement chargée.
3 • Le voyant est éteint lorsque la batterie est rechargée.
Votre robot est maintenant prêt à démarrer. Débrancher le câble et mettre l'interrupteur d'alimentation situé sur le robot sur « ON ».



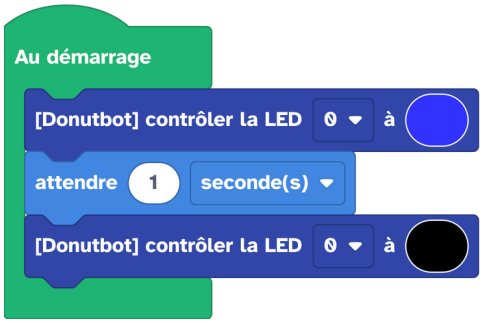
Mission • 1 ⏱ 20 min

Allumer les LEDs et intérargir avec le robot

Pour chacune des missions, vous trouverez le code de programmation par bloc correspondant au programme. La programmation en code Python est également disponible sur l'interface Vittascience. Par gain de place, dans ce livret, nous avons fait le choix de ne pas l'afficher pour toutes les missions.

• Mission 1-1 : Allumer les LEDs du robot

Pour débuter cette première mission, nous allons allumer les LEDs du robot. Cette mission très simple permet de maîtriser le transfert d'un programme et l'interface de la plateforme Vittascience.



Les blocs à utiliser pour cette mission sont dans le menu de gauche, pour commencer seuls les deux catégories suivantes seront utiles :


```
from machine import *
import neopixel
import utime

""" DonutBot robot """

# Neopixel on D12
d12 = Pin('D12', Pin.OUT)
npDonutbot = neopixel.NeoPixel(d12, 8)

npDonutbot[0] = (51, 51, 255)
npDonutbot.write()
utime.sleep(1)
npDonutbot[0] = (0, 0, 0)
npDonutbot.write()

while True:
  pass
```

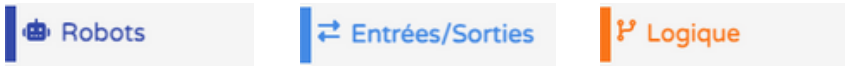
Accédez au programme en ligne :

https://fr.vittascience.com/l476/?link=6807e6d554b1d&mode=blocks

• Mission 1-2 : Utilisation des boutons

Nous venons d'apprendre à allumer une LED sur le robot avec la carte. Étudions à présent comment interagir avec l'aide des boutons. Nous allons faire en sorte que les LEDs s'allument lorsque nous appuyons sur les boutons du robot.

Nous aurons besoin pour ce faire de nouveaux blocs qui se trouvent dans les menus suivants :



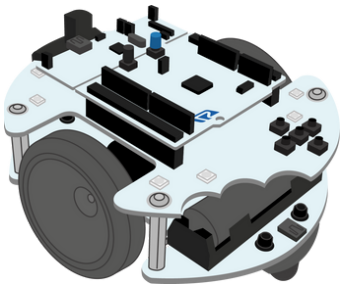
Accédez au programme en ligne :

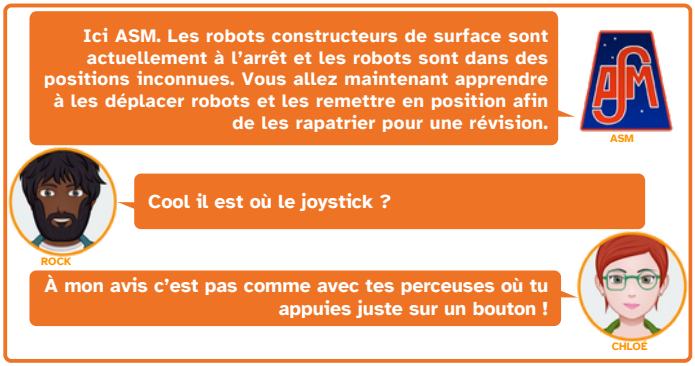
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808a19248558&mode=blocks

Mission • 2 ⏱ 40 min
Pilotage des moteurs

• Mission 2-1 : Faire avancer le robot

Il est temps de mettre en mouvement notre petit robot. Commençons par les mouvements simples "avancer" et "tourner".





Le roues du robot peuvent être contrôlées de plusieurs façons, à l'aide de différents blocs de code :

Bloc 1 : Permet de contrôler chaque moteur droit ou gauche de manière indépendante, de contrôler le sens de rotation et de contrôler la vitesse de rotation.

Bloc 2 : Permet de contrôler simultanément le sens et la vitesse de rotation des deux moteurs.

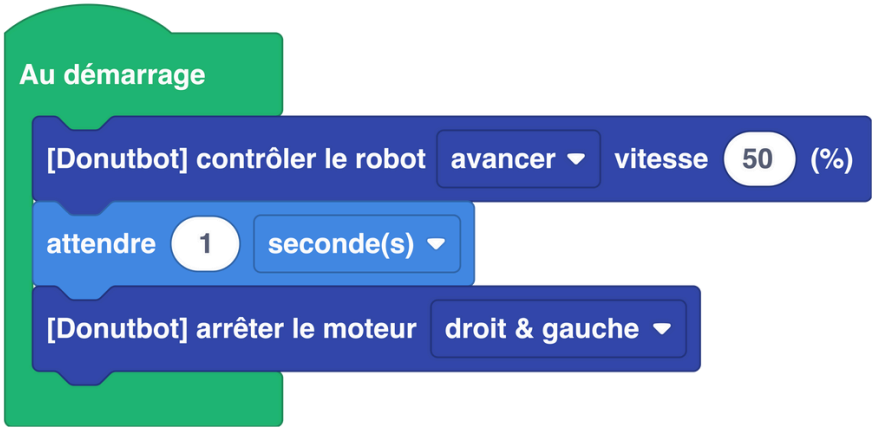
Bloc 3 : Permet d'activer le moteur pour pivoter à droite ou à gauche et de contrôler sa puissance.

Bloc 4 : Permet d'arrêter l'un des deux moteurs seulement, ou bien les deux simultanément.

Bloc 5 : Permet de relâcher le moteur et de rendre la roue libre de rotation.

Pour notre premier programme nous allons faire avancer le robot en marche avant pendant 1 seconde. Nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :

Voici le code de programmation par bloc pour ce programme.



Accédez au programme en ligne :

https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808a4886ce1c&mode=blocks

• Mission 2-2 : Apprendre à pivoter

Un robot qui avance tout droit, c'est bien, mais c'est dangereux, nous devons lui apprendre à tourner ! Pour cela, il est nécessaire contrôler indépendamment chaque moteur.
Deux choix s'offrent à nous pour tourner : la méthode "char d'assaut" ou la méthode "voiture". Le char d'assaut fait tourner ses chenilles droite et gauche en sens opposés, ce qui lui permet d'effectuer une rotation sur place. La voiture avec le système de différentiel a généralement une roue qui tourne plus vite que l'autre pour suivre une trajectoire courbe. Chaque technique présente ses avantages et ses inconvénients. La technique "char d'assaut" permet des virages plus serrés au détriment de la vitesse globale de déplacement. Pour la méthode "voiture", c'est l'inverse.

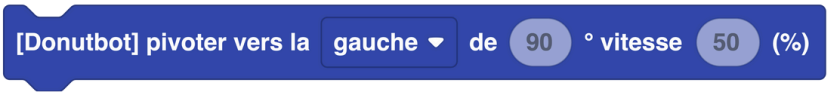
Dans notre cas nous, allons nous déplacer dans un milieu hostile (Mars) donc nous privilégierons la manœuvrabilité du robot avec la méthode "char d'assaut" pour réaliser des virages serrés à 90°. Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :

Voici le code de programmation par bloc pour ce programme.

Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808ab714a3ce&mode=blocks

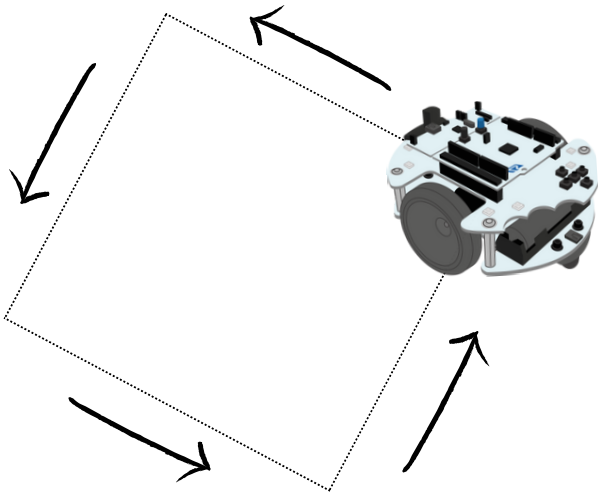
Ce programme ne produira probablement pas un virage à 90° parfait. Pour ce faire vous devrez ajuster les temporisations soit par essais et erreurs, soit à l'aide d'un tableau de proportionnalité. Ne pas hésiter à réduire la vitesse afin de mieux contrôler la direction.

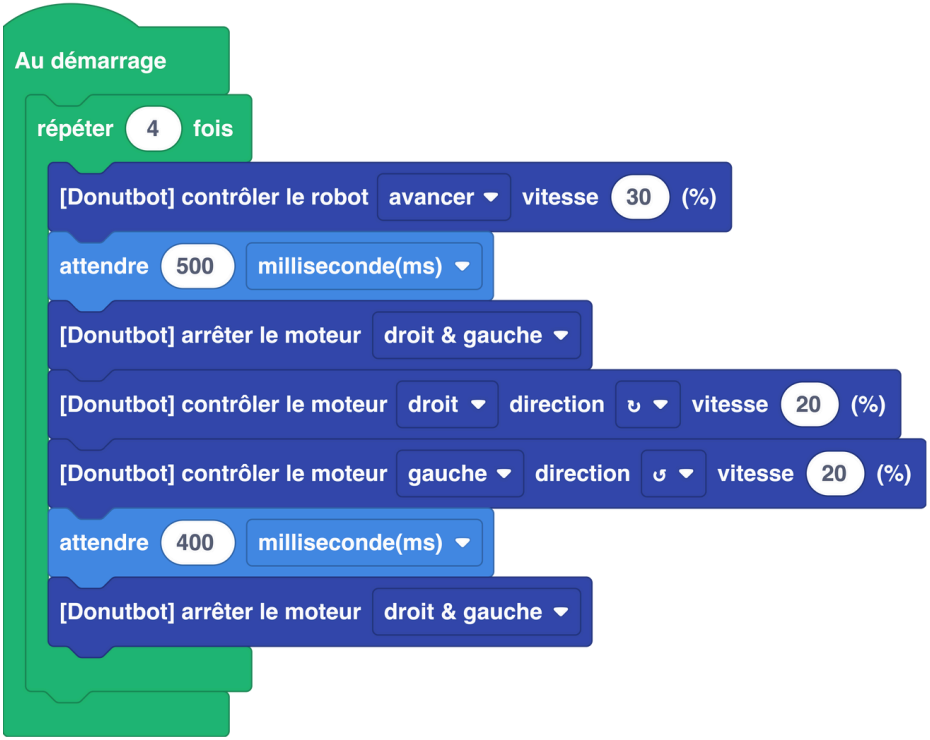
Vous pouvez également utiliser le bloc suivant afin de déterminer un angle de rotation :



- **Mission 2-3 : Suivre une trajectoire**

Nous contrôlons maintenant parfaitement notre robot et nous pouvons le déplacer où nous voulons. Vous savez avancer, reculer et tourner à 90°. Essayez à présent de suivre une trajectoire carrée ! Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



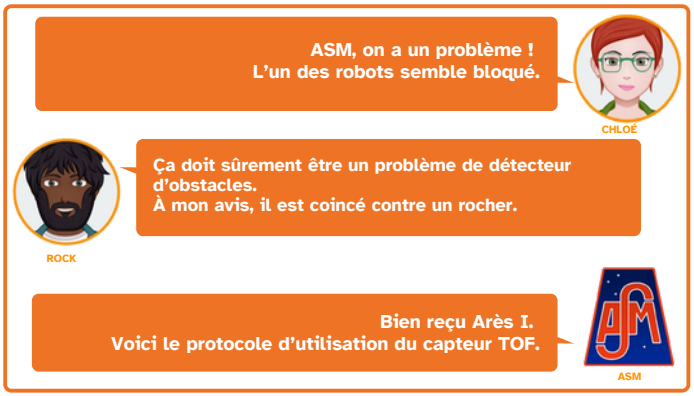


Accédez au programme en ligne :

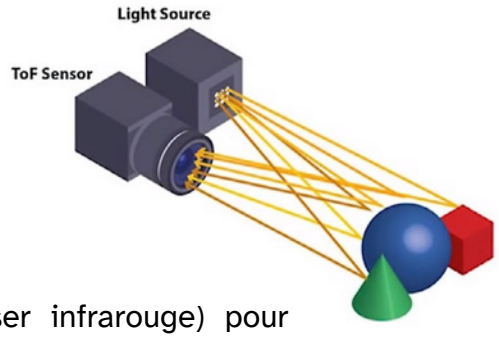
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808abde0c6c2&mode=blocks

Mission • 3 ⏱ 40 min
Tester le détecteur d'obstacles

• Mission 3-1 : Découverte du capteur de distance Time of Flight (ToF)

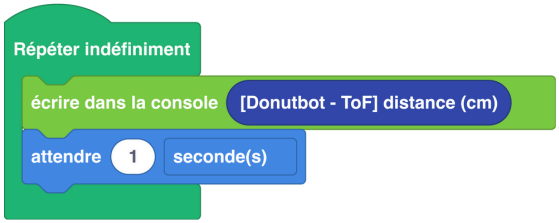


Un capteur "Time of Flight" abrégé ToF détecte les obstacles devant lui et détermine leur distance.



Son principe de fonctionnement est le suivant :
Le capteur ToF envoie des ondes lumineuses (laser infrarouge) pour sonder l'espace devant lui, dont on connaît également la vitesse de propagation (celle de la lumière dans l'air).

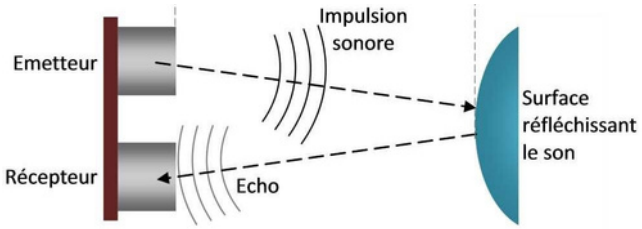
Pour cette mission nous allons afficher la distance d'un objet dans la console série de l'ordinateur. Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808ac49d58b3&mode=blocks

• Mission 3-2 : Découverte du capteur de distance à ultrasons (disponible en option)

Un capteur à ultrasons détecte les obstacles devant lui et détermine leur distance. Il fonctionne comme le capteur Time of Flight, mais il est moins rapide et moins précis.



Son principe de fonctionnement est le suivant :
Un émetteur produit une impulsion sonore.
Cette impulsion se propage jusqu'à rencontrer un obstacle (à la distance d) qui la réfléchit partiellement vers un récepteur (écho).
Lorsque l'écho atteint le récepteur, le son a parcouru approximativement la distance 2d (inconnue) pendant la durée t (connue), à la vitesse V (connue) du son dans l'air.
On en déduit d.

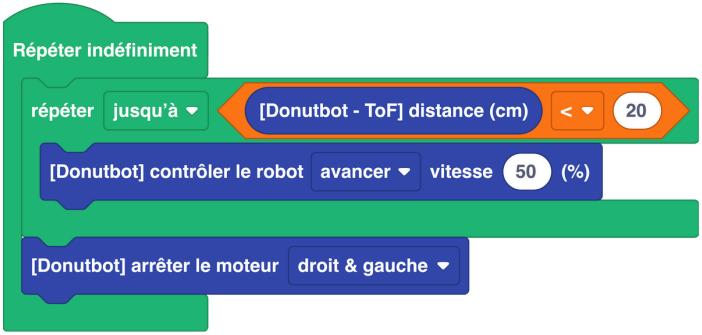
Pour cette mission nous allons afficher la distance d'un objet dans la console série de l'ordinateur.
Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :

Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808ac91bc783&mode=blocks

• Mission 3-3 : Capteurs de distance et moteurs

Nous allons exploiter le capteur ToF (ou le capteur à ultrasons) pour le déplacement du robot.
Celui-ci devra se déplacer jusqu'à ce que sa distance à un obstacle ait une valeur choisie (par exemple 20 cm au plus). Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :

Nous allons utiliser dans cette mission les comparateurs logiques, qui permettent de tester si une information est vraie ou fausse. Selon le résultat, on décidera de réaliser telle ou telle action.
Dans notre cas, la question sera :
Est ce que la distance entre mon robot et l'obstacle est inférieure à 20 cm ?



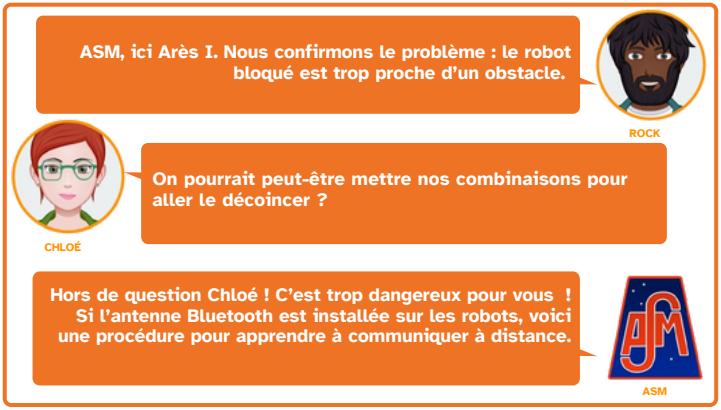
Si vous mesurez la distance obtenue après déplacement du robot, il se peut qu'il y ait une légère différence possiblement pour deux raisons :

- Une erreur de protocole : il ne faut pas mesurer au niveau des roues, mais plutôt au niveau du capteur de distance.
- L'inertie du robot qui ne peut pas s'arrêter instantanément; plus sa vitesse sera importante, plus longue sera sa distance de freinage.
- Le microcontrôleur de la NUCLEO-L476RG a besoin de fractions de secondes pour traiter l'information de distance et d'envoyer l'ordre de freiner, qui ne sera pas exécuté instantanément non plus.

Ces temps de latence peuvent se traduire par un excès de quelques millimètres parcourus lorsque la vitesse du robot est élevée. Il est tout à fait possible d'utiliser le capteur à ultrasons à la place du capteur ToF, le programme sera identique excepté pour le nom du capteur utilisé.

Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808acf337cbe&mode=blocks

Mission • 4 ⏱ 40 min
Pilotage temps réel avec le module bluetooth

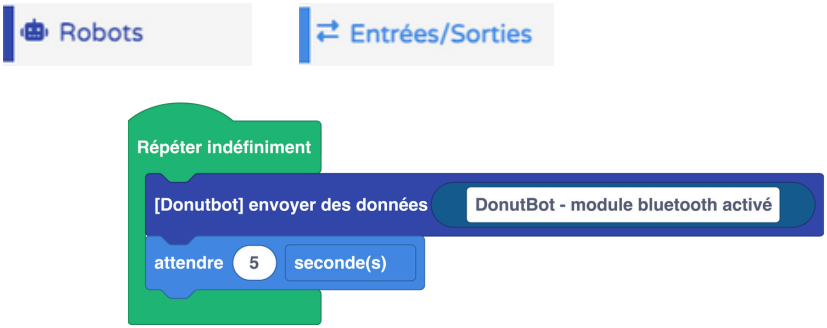


Module Bluetooth HM-10 à fixer sur le robot.
Attention à respecter le sens des broches.

Nous allons à présent piloter le robot à l'aide d'une communication sans fil. L'idée est que le robot reçoive des informations envoyées par Bluetooth de l'opérateur et réagisse en fonction des informations qu'il reçoit.

- **Mission 4-1 : Vérification de la communication**

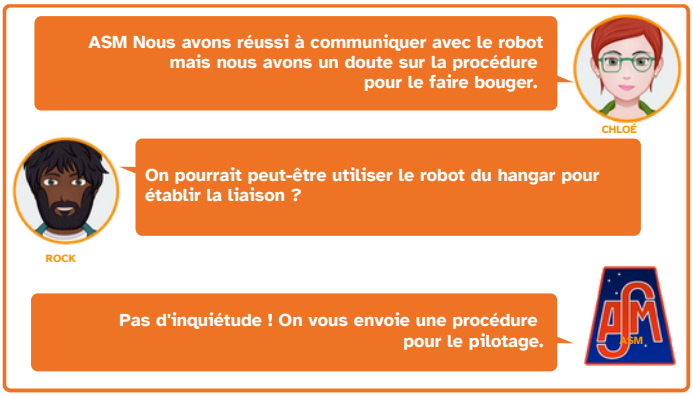
Dans une première mission, nous allons établir la communication avec le robot. Nous avons besoin d'un smartphone pour recevoir le signal émis par le robot. Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :

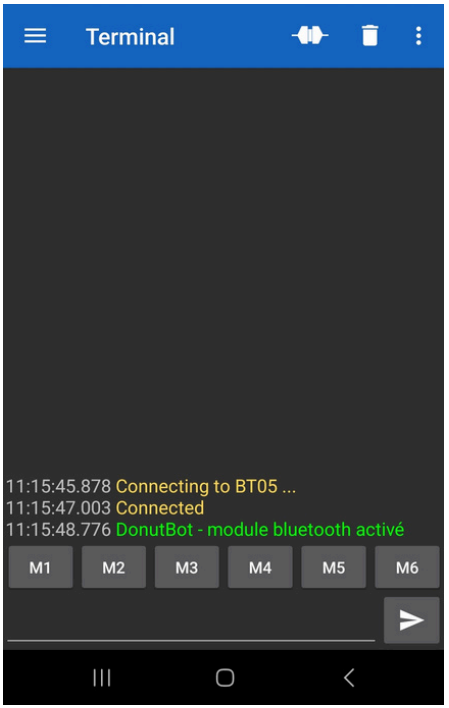


Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808adb968d54&mode=blocks

La technologie Bluetooth permet l'échange de données entre deux appareils (ici votre smartphone et le robot) au moyen d'ondes radio de fréquence autour de 2,4 GHz. Cette technologie est très répandue au quotidien : kit mains libres des voitures, casque ou oreillettes sans fil, montre connectée etc.

Sur le smartphone, nous avons besoin d'une application comme : Serial Bluetooth Terminal (Android) - BLE Tools (iOS).

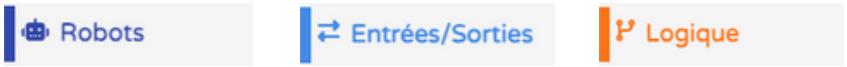




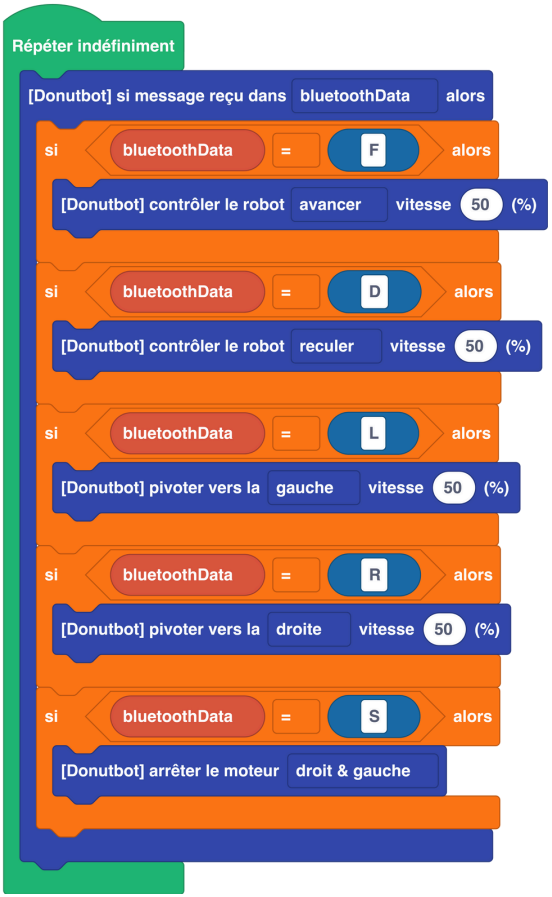
Capture d'écran de l'application Serial Bluetooth Terminal qui reçoit les données envoyées par le robot.

- **Mission 4-2 : Test en conditions réelles "martiennes" : la télécommande**

Ce nouvel exercice va consister à piloter notre petit robot dans le hangar. Pour cela, nous utiliserons les programmes réalisés dans les missions qui précèdent. L'objectif sera de faire avancer le robot, de le faire tourner, de le faire reculer et de l'arrêter avec les différentes commandes envoyées.
Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



Il est également possible de créer sa propre application pour avoir un plus joli rendu. On vous propose d'utiliser l'un des deux sites internet disponibles : Thunkable ou App Inventor.



On constate qu'il est complexe de piloter le robot avec ce système car il y a un temps de latence.

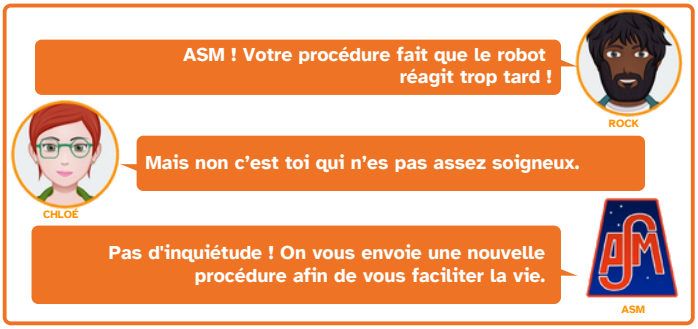
Une solution plus efficace consiste à le programmer pour qu'il gère ses déplacements de façon autonome sur la base de la vitesse de rotation de ses moteurs mais aussi d'informations sur son environnement, obtenues par les capteurs dont il est équipé.

Sur commande, le robot devra s'adapter pour accomplir au mieux sa tâche. Par exemple, si on lui donne la consigne “Allez à 100 mètres direction Nord !” il devra grâce à sa programmation relier le point de rendez-vous qui se situe 100 mètres au nord.

Accédez au programme en ligne :

https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808ae1b5d57d&mode=blocks

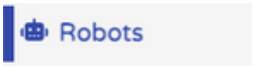
Mission • 5 ⏱ 50 min
Déplacement en mode cases

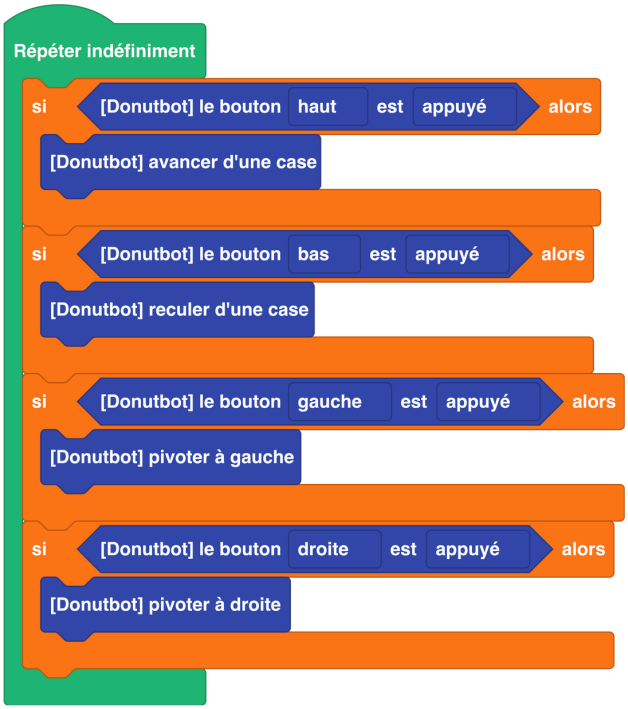


• Mission 5-1 : Déplacement en mode cases

Pour cette mission nous allons programmer les déplacements du robot en mode cases en utilisant les boutons. Le robot fera de petits déplacements comme s'il était sur un échiquier ou un plateau de dames.
Cela permettra de simplifier la programmation. On peut par exemple, se déplacer de 3 cases en avant et de 2 cases vers la droite.

Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



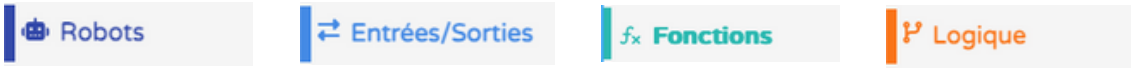


Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808af91dc594&mode=blocks

Une autre méthode, plus avancée, consiste à utiliser des fonctions.
Pour faciliter la tâche, nous allons créer trois fonctions : une pour avancer, une pour tourner à droite et une pour tourner à gauche.
Nous allons exploiter les missions précédentes avec la rotation à 90° qui conviendra parfaitement pour un déplacement sur case. Nous allons également mesurer combien de temps en déplacement tout droit, il faut pour avancer d'une case.

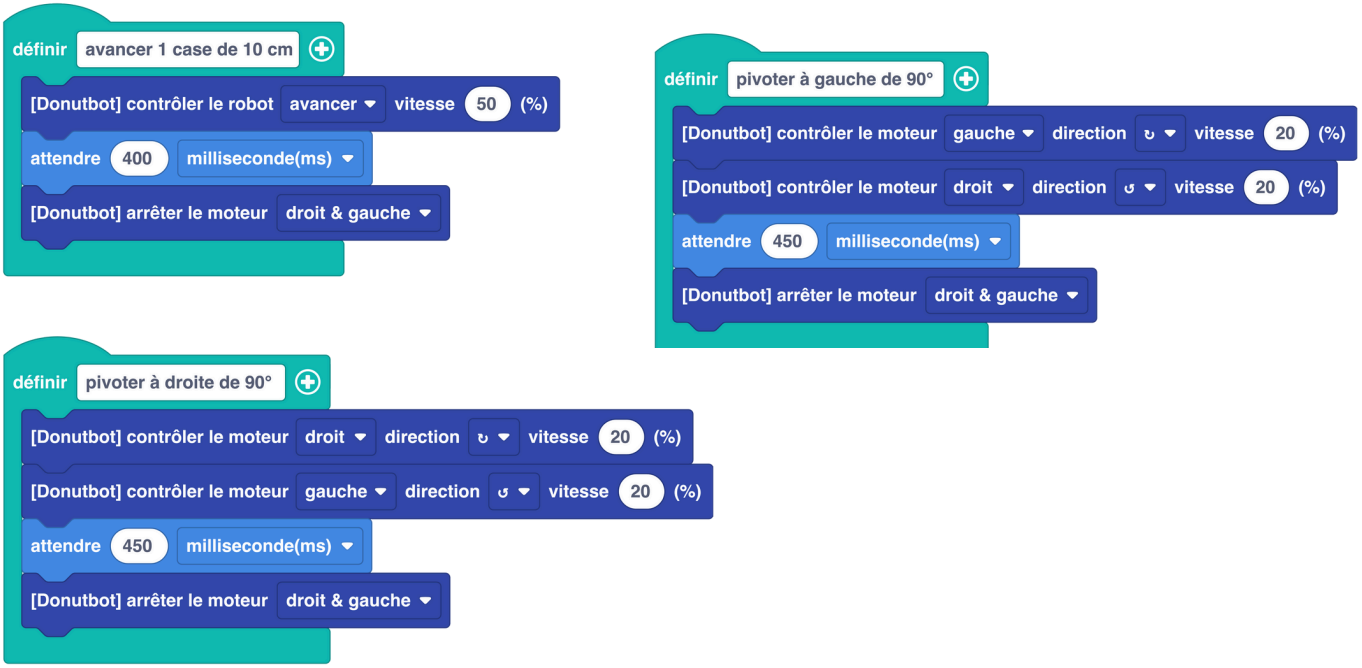
Il n'y a pas de gros changement par rapport aux précédentes missions sauf qu'au lieu de mettre les blocs dans la boucle "Répéter indéfiniment" ou "Au démarrage", nous allons les mettre dans un bloc "Fonction" auquel nous donnerons un nom reconnaissable afin de ne pas nous perdre dans le code. Nous utilisons toujours un bloc de conditions afin que le robot exécute la fonction lorsque l'on appuie sur le bon bouton, ainsi qu'une seconde de délai afin d'avoir le temps d'appuyer.

Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



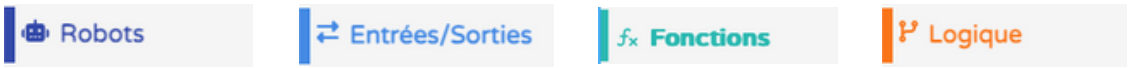
Les fonctions simplifient la programmation. On peut les appeler dans le programme principal pour qu'elles s'exécutent d'une traite. Les fonctions rendent le programme plus lisible en nous évitant de répéter un grand nombre de fois les lignes de code dans le programme principal.

Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808d81eb0b4f&mode=blocks



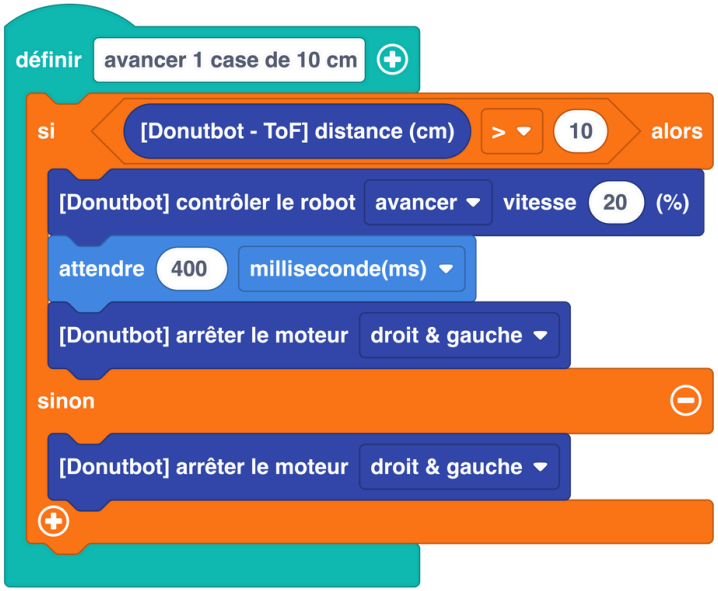
- **Mission 5-2 : Détection d'obstacles avant déplacement**

Se déplacer sans regarder où l'on va risque de rapidement poser des problèmes. Dans la vie de tous les jours notre vue en 3 dimensions nous permet de repérer les obstacles et d'évaluer leur distance. Pour notre robot, ce seront le capteur Time of Flight ou le capteur à ultrasons qui joueront le rôle de nos yeux. L'objectif de cette mission sera de se déplacer en vérifiant avant chaque mouvement si la case de destination est libre. Dans le cas contraire, on décidera de ne pas avancer sur la case encombrée et d'afficher une alerte clignotante sur les LEDs du robot. Nous allons uniquement modifier la fonction avancer pour que celle-ci détecte les obstacles. Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



- **42**

Ici, seuls les changements dans la fonction « Avancer 10 cm » sont présentés.



Nous voilà déjà bien avancés, notre robot est maintenant capable de se déplacer seul en évitant les obstacles ou plutôt en les ignorant !

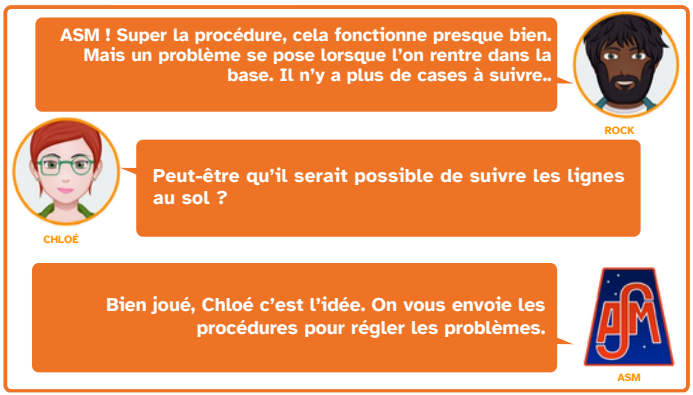
Accédez au programme en ligne :

https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808d8631fb7e&mode=blocks

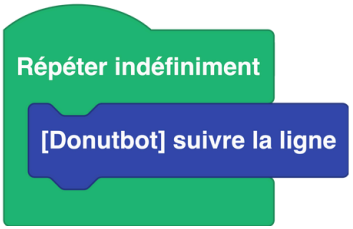
Mission • 6 ⏱ 50 min
Suiveur de ligne

• Mission 6-1 : Suivre une ligne

Le suivi de ligne est assuré par trois capteurs de couleurs situés sous le châssis du robot.
Quatre LED blanches vont émettre de la lumière et les capteurs de couleurs, vont fonctionner comme des photo-transistors qui détectent la réflexion de la lumière blanche sur la surface.
Le noir absorbant le rayonnement, le récepteur ne détecte pas de signal émis. C'est le cas, lorsque le capteur est au-dessus de la ligne, celui-ci va retourner la valeur de 1. Dans le cas contraire, si le signal est réfléchi (comme sur du blanc par exemple), le capteur retourne la valeur de 0.



Pour commencer, nous utiliserons un des blocs qui se trouvent dans : Robots

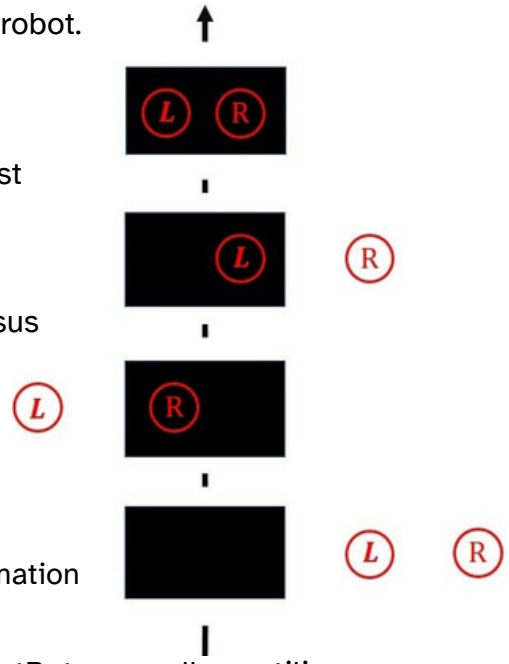


Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808d8c24aa31&mode=blocks

• Mission 6-2 : Suivre une ligne avec 3 capteurs

Essayons maintenant de décomposer le programme qui se cache derrière le bloc ‘Suivre la ligne’ Dans un premier temps, pour faciliter la compréhension, voici ce que l’on obtiendrait dans le cas de la présence de deux capteurs pour suivre la ligne avec un robot.

- **Cas 1 :** Les 2 capteurs sont au-dessus de la ligne noire.
  → Retourne 1,1
- **Cas 2 :** Le capteur L est au-dessus de la ligne et le capteur R est à l'extérieur.
  → Retourne 1,0
- **Cas 3 :** Le capteur L est à l'extérieur et le capteur R est au-dessus de la ligne.
  → Retourne 0,1
- **Cas 4 :** Les 2 capteurs sont à l'extérieur de la ligne noire.
  → Retourne 0,0



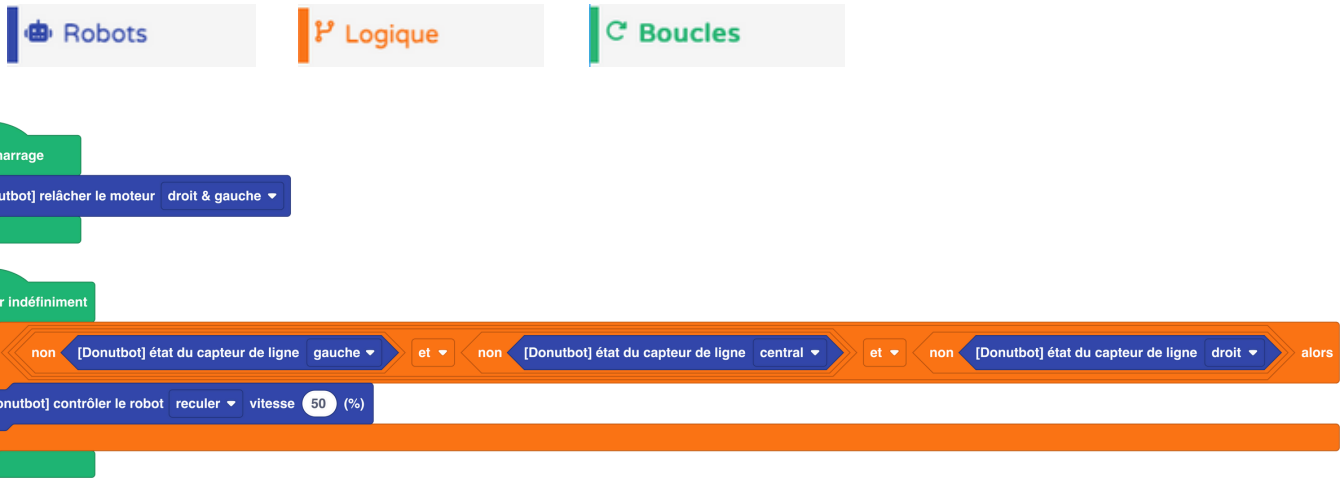
La figure ci-contre illustre le fonctionnement des capteurs et l'information que l’on pourrait récupérer au niveau de la carte NUCLEO-L476RG.

Pour faciliter la compréhension avec les 3 capteurs du robot DonutBot, nous allons utiliser un tableau logique dans lequel figurent des colonnes pour les capteurs ainsi que des colonnes pour le fonctionnement des moteurs. Nous utiliserons le code 1 pour "l’absence de ligne / couleur = blanc" et 1 pour "présence de ligne / couleur = noir".

Capteur gauche	Capteur central	Capteur droit	Fonctionnement des moteurs
0	0	0	Chercher la ligne
0	0	1	Pivoter à droite
0	1	0	Avancer
1	0	0	Pivoter à gauche

On constate que dans le premier cas, la ligne n'est plus détectée et qu'il faut mettre en place une stratégie pour la retrouver. Ce pourrait être par exemple « avancer de 5 cm puis tourner en rond jusqu'à détection de ligne » ou alors simplement « reculer » car on est allé trop vite et on a perdu la ligne.

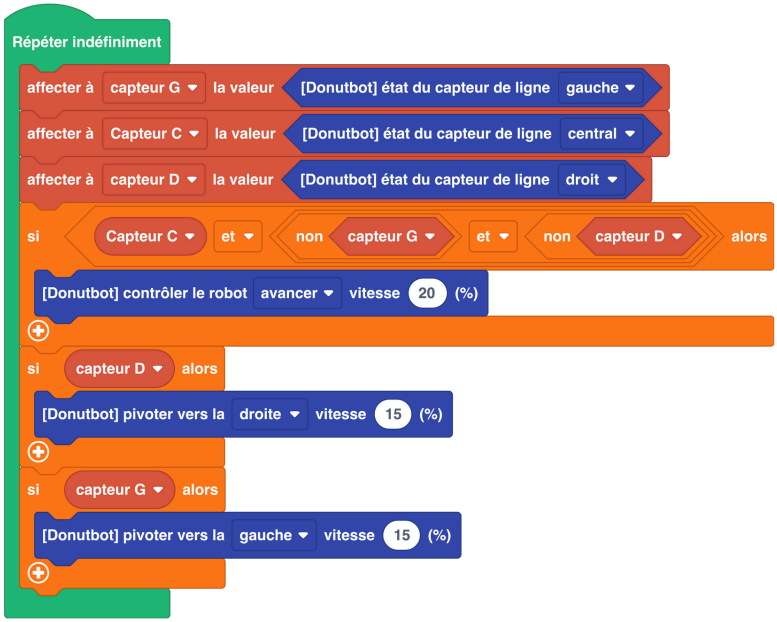
Programmons cela ! Pour ce faire, nous utiliserons des blocs qui se trouvent dans :



On peut ajouter dans le bloc “Au démarrage” du programme une instruction “relâcher le moteur droit & gauche”. C’est une mini initialisation, cela permet d'être sûr que l’on commence moteur éteint. On peut également y ajouter une pause pour avoir le temps de bien positionner le robot avant que celui-ci ne démarre.

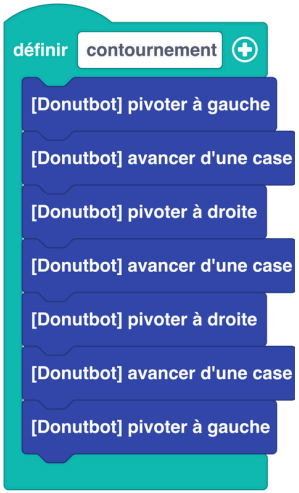
On observe que le programme va devenir plus conséquent et faire appel à l’état du capteur à chaque instruction. Afin de simplifier la programmation, nous allons utiliser des variables.

Accédez au programme en ligne :
https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808d9184a73b&mode=blocks



• Mission 6-3 : Suivre une ligne et éviter les obstacles

Pour cette mission, nous allons imaginer que le robot détecte un objet alors qu'il suit sa ligne. Dans ce cas de figure, il devra s'arrêter, le contourner puis retrouver la ligne pour continuer derrière lui. Nous allons utiliser des fonctions comme pour la mission 5 : “Avancer 10 cm” et “Tourner à droite” ou "Tourner à gauche" pour former une fonction de contournement d'obstacles. Essayons de mettre cela en place. Pour cela, nous aurons besoins des blocs suivants :



Seule la fonction de contournement est détaillée ci-contre. Le reste de la programmation est identique à la mission précédente.

Accédez au programme en ligne :

https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808d9bdcf2c8&mode=blocks

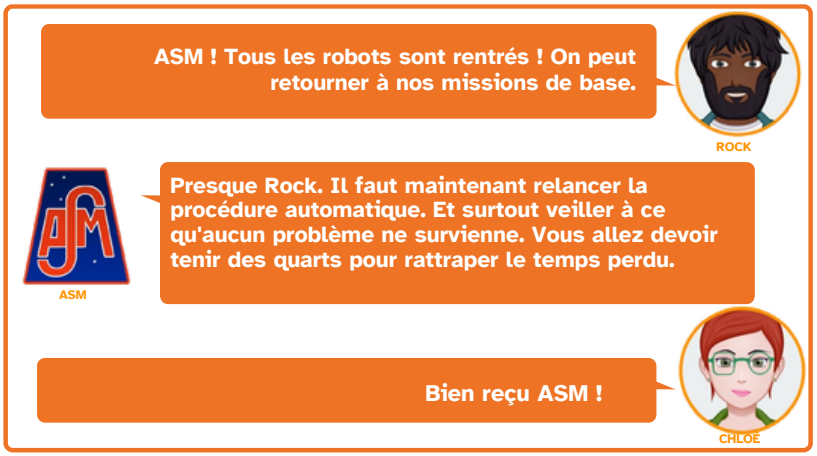
Mission • 7 ⏱ à l'appréciation de l'encadrant

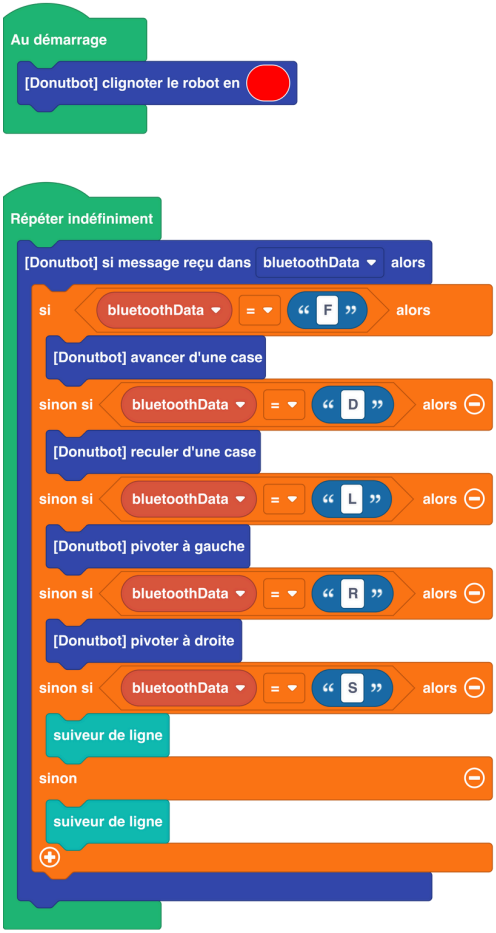
Enfin la routine !

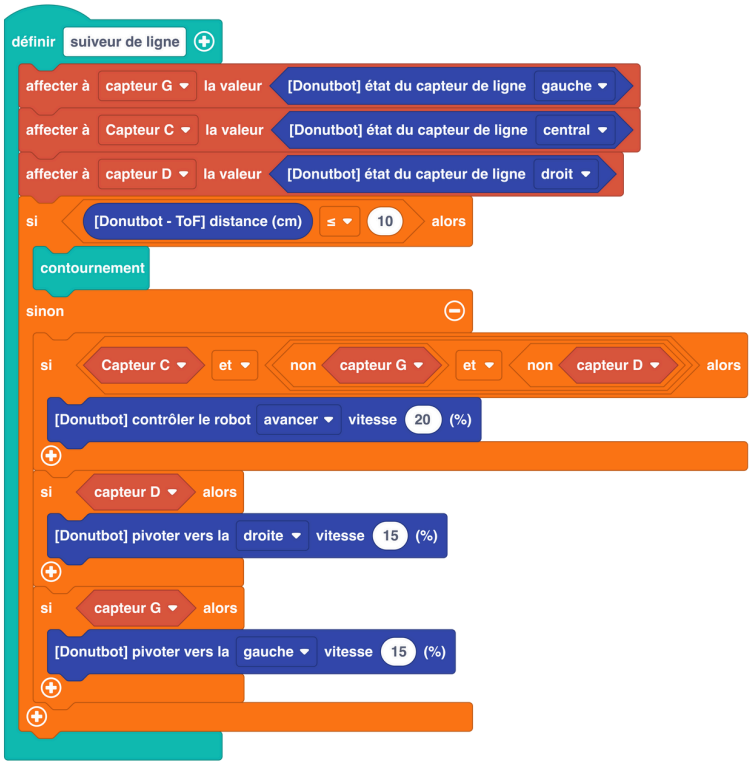
Mise en situation complexe :
Le robot suit la boucle en permanence, mais une chute de température brutale survient. Cet évènement le contraint à arrêter toute activité pour se mettre à l'abri.

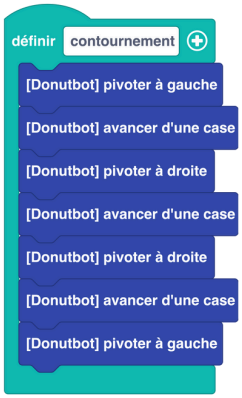
Pour cela, on passe en commande manuelle et on planifie un retour au centre Ares I ou aux coordonnées indiquées.
Les déplacements seront sécurisés en utilisant le capteur ToF pour vérifier que chaque mouvement est valide.
Le pilotage à distance peut se faire via le smartphone et le module Bluetooth. Il faudra prévoir des déplacements de plusieurs natures.

Le code est présenté ici dans son intégralité. Bien qu'il ne soit pas trop complexe, il devient conséquent en taille !









Accédez au programme en ligne :

https://fr.vittascience.com/l476/?link=6808da08bdcdd&mode=blocks

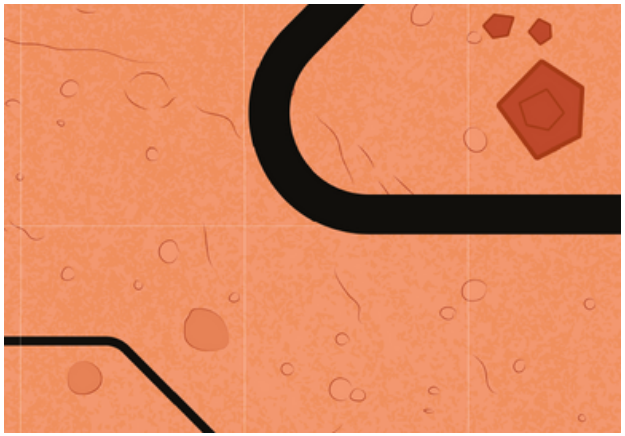
Pour aller plus loin

Afin de compléter la programmation de ce livret, il est possible de rajouter les activités suivantes en cours d'année ou sur d'autres niveaux en parallèle.

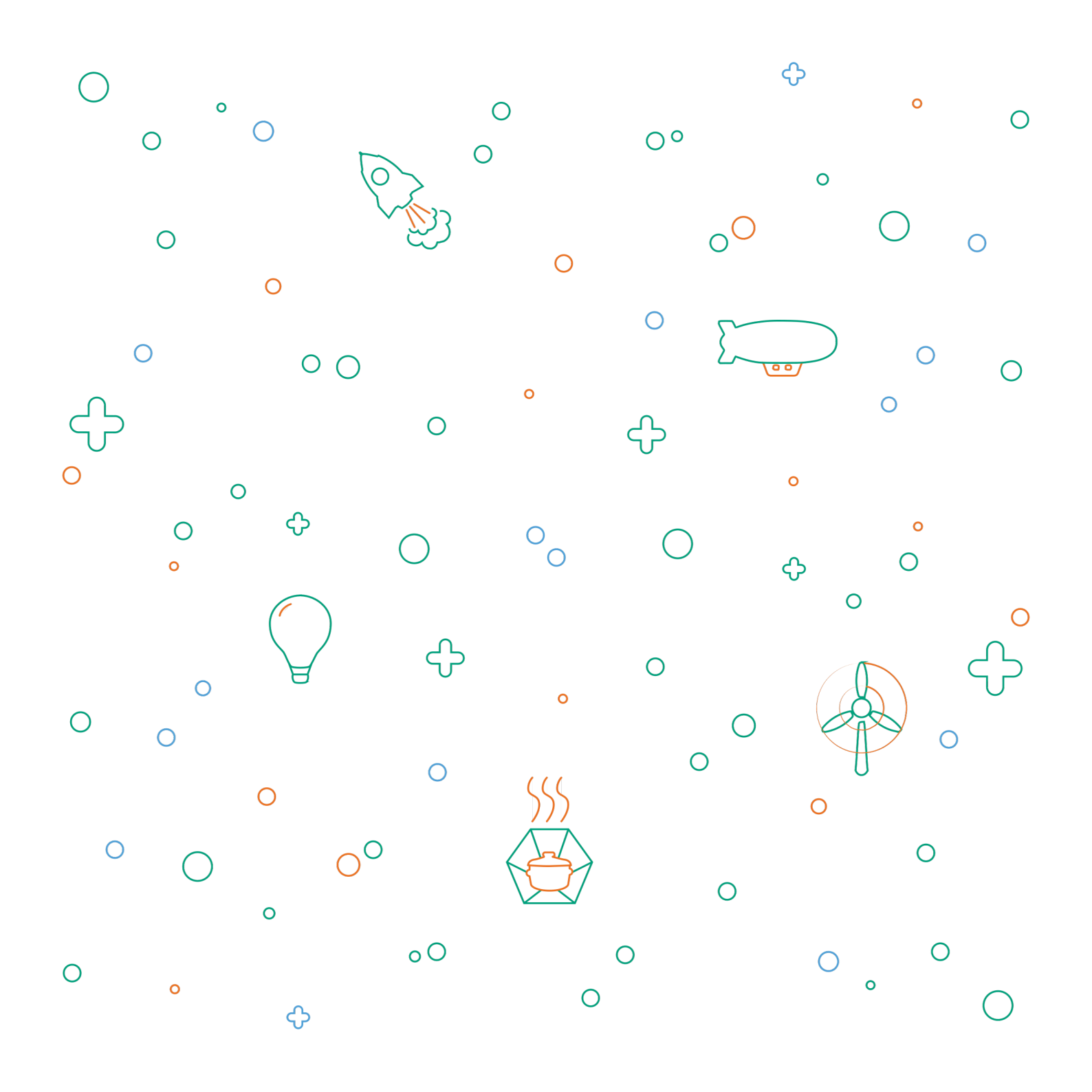
Réalisation d'objets en 3D :
- Mini cratère qui s'adapte au parcours
- Rocher
- Base Martienne
- Panneau solaire

Un projet plus conséquent consisterait à concevoir une base pour accueillir le robot. On pourrait partir de l'idée d'un garage avec une porte automatique, ce qui permettrait d'utiliser un capteur de dsitance afin de détecter la présence du robot et de commander l'ouverture ou la fermeture du sas d'entrée de la base. Ce projet mettrait en œuvre de la programmation, mais aussi de la conception et de la fabrication avec machine outils, imprimante 3D ou découpe laser.

Pour fermer la piste du robot martien, imprimez cette feuille au format A4 et placez-la sur la piste. Retrouvez-la sur le site vittascience.com/learn



Notes



Voici le livret d’accompagnement du robot martien.
Il détaille chaque étape et chaque atelier nécessaire à la réalisation de l’expérience. Ce livret n’est pas exhaustif, l’imagination et les ressources disponibles sur le site sont là pour aider à approfondir l’expérience ! Ce livret est susceptible d'évoluer, nous vous invitons à consulter la version disponible en ligne qui est mise à jour régulièrement sur : www.vittascience.com/learn (chercher "Robot martien" pour trouver le guide d'utilisation)

vitta science | life.augmented

STEM your way
Innovation depends on you

IPCEI
on Microelectronics