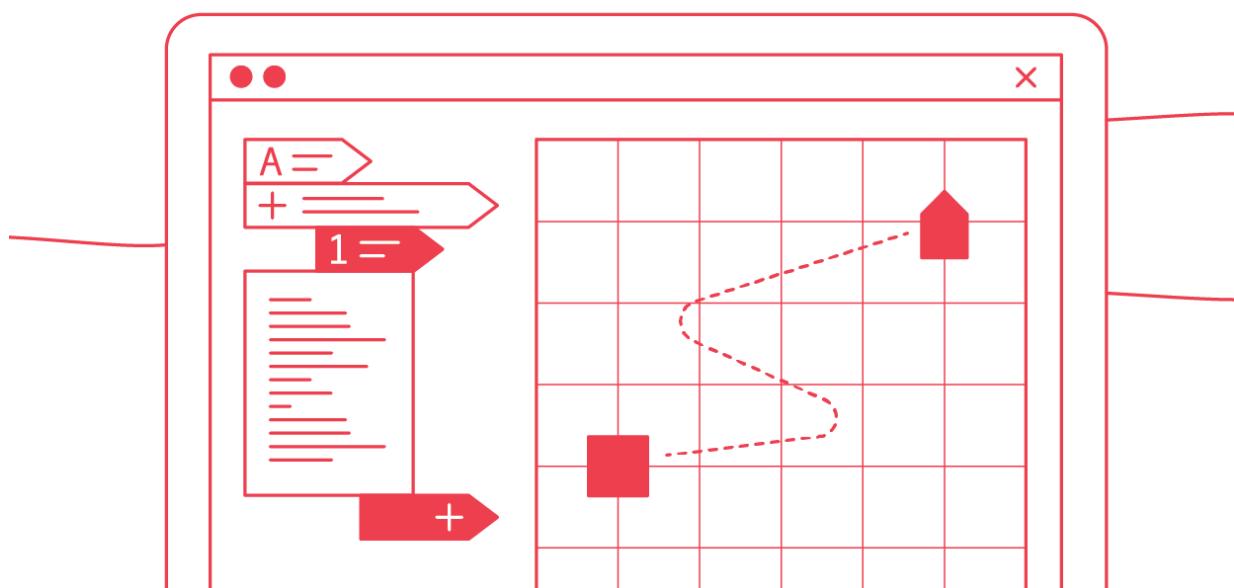
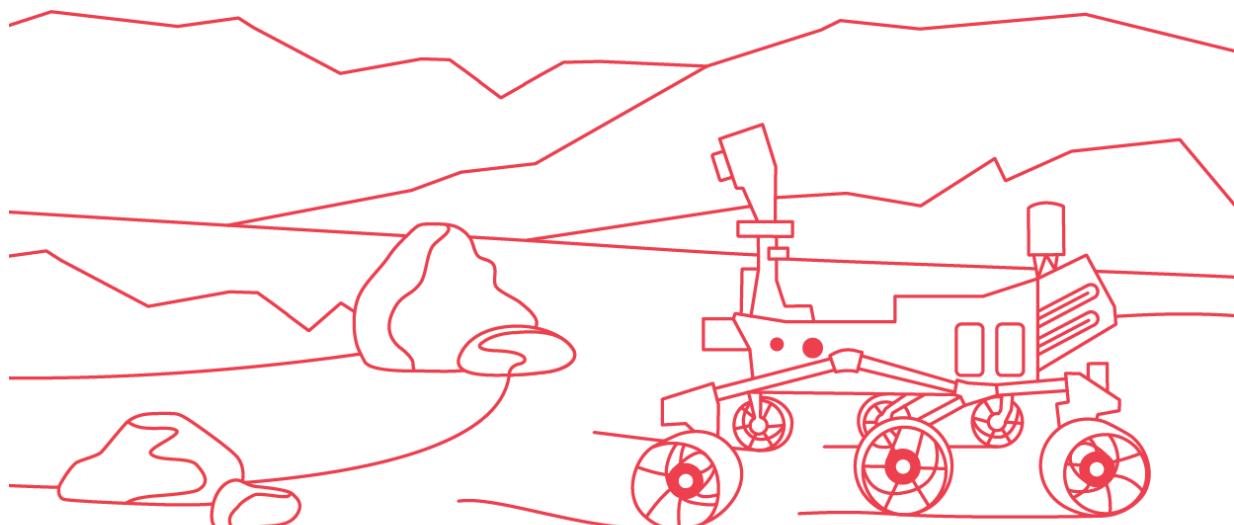


# teach with space

## → CODEZ VOTRE MISSION VERS MARS

Pilotez un véhicule robotique planétaire à la surface de Mars.





Points clés	page 3
Introduction	page 5
Activité 1 : Le paysage martien	page 6
Activité 2 : Introduction au logiciel Open Roberta Lab	page 7
Activité 3 : Arrivée sur Mars	page 7
Activité 4 : Détection des élévations	page 8
Activité 5 : Détection de la glace	page 10
Activité 6 : Remise des échantillons à la base	page 13
Fiche élève	page 16
Liens utiles	page 32

TEACH WITH SPACE - Codez votre mission vers Mars | PR56  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

Le Bureau de l'éducation de l'ESA vous invite à lui faire part de vos commentaires et suggestions à l'adresse [teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

Une production du Bureau de l'éducation de l'ESA, en collaboration avec ESERO Espagne.  
Traduction Française par ESERO France et CNES, 2025  
Copyright © European Space Agency 2022

# CODEZ VOTRE MISSION VERS MARS



## Points clés

**Sujet :** Mathématiques, Physique, Programmation, Robotique

**Tranche d'âge :** de 8 à 12 ans

**Type :** Activité basée sur une enquête

**Complexité :** facile

**Durée de la leçon :** 50 min à 1 h 50 min selon les activités suivies

**Coût :** faible (entre 0 et 10 euros)

**Lieu :** en classe

**Inclut l'utilisation de :** Ordinateur connecté à Internet et navigateur Web

**Mots-clés :** programmation, physique, robotique, mathématiques, Mars, exploration planétaire

## Brève description

Dans cette série d'activités, les élèves exploreront les caractéristiques de la surface de la planète Mars et apprendront à y faire naviguer un véhicule robotique planétaire. La ressource est axée sur le codage et utilise Open Roberta Lab, un outil de simulation en ligne. Cet outil prend en charge la simulation de nombreuses plateformes robotiques éducatives populaires telles que LEGO Education EV3 et WeDo 2.0, BBC micro:bit, Calliope mini, mbot et bien d'autres.

Les élèves se familiariseront avec les principales caractéristiques de la surface martienne et seront ensuite guidés pour programmer la solution à différents défis de difficulté croissante.

Cette ressource a été développée en collaboration avec ESERO Espagne, dans le cadre des activités du groupe de travail sur la robotique éducative de l'ESA.

## Objectifs d'apprentissage

- Apprendre les principes de base de la programmation structurée
- Observer des images satellites de la surface de Mars et en identifier les caractéristiques de base
- Identifier la meilleure trajectoire pour un véhicule d'exploration planétaire
- Apprendre le fonctionnement des capteurs et comment les utiliser pour résoudre les défis proposés
- Faire preuve de créativité pour améliorer les solutions proposées pour relever les défis

# RÉSUMÉ DES ACTIVITÉS

Activité	Titre	Description	Résultats	Exigences	Durée
1	Le paysage martien	Identifier les caractéristiques de la surface martienne	Se familiariser avec la planète Mars et les caractéristiques de sa surface	Aucune	10 minutes
2	Introduction au logiciel Open Roberta Lab	L'environnement et les fonctions de base du logiciel en ligne utilisé	Apprendre à créer un programme simple et à le tester à l'aide du simulateur	Aucune	10 minutes
3	Arrivée sur Mars	Piloter le rover à l'aide de blocs de commande d'action de base	Apprendre à créer un programme – structure séquentielle	Activités 1 et 2	10 minutes
4	Détection des élévations	Utilisation du capteur à ultrasons pour détecter un objet	Apprendre le fonctionnement des instructions conditionnelles	Activités 1, 2 et 3	20 minutes
5	Détection de la glace	Utilisation du capteur de couleur pour détecter une zone colorée	Apprendre le fonctionnement des instructions conditionnelles	Activités 1, 2 et 3	20 minutes
6	Recherche d'un cratère	Utilisation du capteur de couleur comme détecteur de lumière réfléchie	Apprendre le fonctionnement des instructions conditionnelles	Activités 1, 2 et 3	20 minutes
7	Remise des échantillons à la base	Utilisation du capteur de couleur pour détecter un chemin	Apprendre un algorithme simple de suivi de ligne	Activités 1, 2, 3 et 5	20 minutes

# INTRODUCTION

Les véhicules robotiques d'exploration planétaire, ou rovers comme on les appelle souvent, nous aident à explorer Mars depuis plus de 25 ans. C'est en 1997 que la sonde Sojourner a roulé pour la première fois à la surface de Mars et nous a envoyé une série d'images étonnantes. Depuis, cinq autres véhicules robotisés ont été envoyés avec succès sur Mars.

ExoMars est une mission de rover conçue pour rechercher des traces de vie passées ou présentes sur Mars. La mission paneuropéenne intègre la science de l'atmosphère, l'analyse d'échantillons et la géologie pour nous aider à comprendre la surface de Mars, son histoire et si elle a pu abriter la vie à un moment donné.

# CONTEXTE

Cette activité consiste à programmer un rover d'exploration de Mars pour qu'il se déplace à la surface de la planète. Les images prises par les orbiteurs martiens de l'ESA seront utilisées pour identifier les caractéristiques de la surface de Mars. Les élèves apprendront à identifier les cratères, les montagnes, les anciens lits de rivière et les vallées. À l'aide de leurs connaissances, ils devront identifier les points d'intérêt (POI) à la surface et programmer leur rover pour qu'il les visite, en évitant les zones dangereuses.

Aucun matériel n'est nécessaire pour cette ressource puisque les étudiants sont guidés par le logiciel de simulation en ligne Open Roberta Lab. Tous les défis peuvent être relevés à l'aide du logiciel, bien que la connectivité avec des ensembles robotiques éducatifs spécifiques soit assurée.

Les élèves n'ont pas besoin de connaissances en programmation. Les activités commencent par les bases de la programmation par blocs et progressent petit à petit en fournissant toutes les informations nécessaires sur les commandes utilisées.

Dans un premier temps, les élèves programmeront leur rover en utilisant uniquement des commandes pour ses moteurs. Leurs seuls retours d'information seront les photos fournies par les satellites. Ils apprendront ensuite à utiliser les capteurs pour obtenir des informations sur la surface de la planète. Ils pourront ainsi programmer le rover pour qu'il prenne des décisions en fonction du type de surface qu'il traverse ou dont il s'approche.



# ACTIVITÉ 1 – LE PAYSAGE MARTIEN

Dans cette activité, les élèves découvriront les caractéristiques de la surface martienne et exploreront certaines des caractéristiques notables de l'image utilisée dans cette série d'activités.

## Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

## Exercice

Tout d'abord, les élèves devront suivre ce lien pour télécharger l'image de la surface martienne : [https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2019/02/Dried\\_out\\_river\\_valley\\_network\\_on\\_Mars#.YIGJo a1zbaM. link](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/02/Dried_out_river_valley_network_on_Mars#.YIGJo a1zbaM. link).

Nous imaginons que notre rover EV3 s'est posé sur la surface de Mars et a capturé cette image lors de sa descente. Les élèves doivent examiner l'image et identifier les caractéristiques notables. Certaines des caractéristiques clés auxquelles nous ferons référence dans les activités suivantes sont indiquées ci-dessous.

Figure 1



↑ Réseau de vallées asséchées sur Mars, photographié par la mission Mars Express de l'ESA

Cette image a été prise par la mission Mars Express de l'ESA et montre un réseau de vallées asséchées sur Mars. Elle comprend des données recueillies le 19 novembre 2018.

Dans le coin supérieur gauche de l'image, vous verrez le grand cratère d'impact connu sous le nom de cratère Huygens. La chaleur est l'un des éléments que nous considérons comme essentiels à la vie. Des études scientifiques suggèrent que les températures résultant des impacts peuvent atteindre plusieurs milliers de degrés Celsius. Si de telles températures sont plus susceptibles d'incinérer la vie que de la maintenir, on pense que ces cratères d'impact mettent des centaines de milliers d'années à refroidir. Peut-être que pendant cette période de refroidissement, la vie a pu se développer...

Au centre de l'image, vous pouvez voir un système de vallées. Aujourd'hui, on sait que Mars est froide et sèche, mais des indices tels que ces vallées suggèrent qu'il n'en a pas toujours été ainsi. Dans ce cas particulier, on pense que l'eau s'écoulait du nord (à droite de l'image) vers le sud (à gauche de l'image), creusant des vallées pouvant atteindre deux kilomètres de large et 200 mètres de profondeur.



# ACTIVITÉ 2 – INTRODUCTION AU LOGICIEL OPEN ROBERTA LAB

Dans cette activité, les élèves auront une vue d'ensemble de l'environnement Open Roberta Lab et nous examinerons certaines des fonctionnalités de base dont ils auront besoin pour créer un programme court.

## Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

## Exercice

Il n'y a pas de solution pour cette activité, l'objectif est simplement que les élèves se familiarisent avec le logiciel et apprennent à exécuter un programme simple. Des instructions étape par étape sont incluses dans la section « Guide de l'élève » de cette ressource.

# ACTIVITÉ 3 – ARRIVÉE SUR MARS

Dans cette activité, les élèves téléchargeront une image d'arrière-plan représentant la surface martienne dans la fenêtre de simulation du logiciel. Nous explorerons ensuite quelques commandes fondamentales pour permettre aux étudiants de conduire leurs rovers dans la fenêtre de simulation.

## Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

## Exercice 1

Des instructions étape par étape sont incluses dans la section « Guide de l'élève » de cette ressource.

*Solution :* Dans les instructions, les élèves doivent déterminer la différence entre les commandes « tourner » et « diriger ».

Pour la commande « tourner », une roue du rover tourne vers l'avant et l'autre vers l'arrière. En conséquence, le rover tourne sur place.

Pour la commande « diriger », les deux roues du rover tournent dans la même direction. Cependant, elles tournent à des vitesses différentes. Le rover se déplace donc en arc de cercle.

## Exercices 2 et 3

Les élèves doivent utiliser les commandes « conduire », « tourner » et « diriger » pour conduire leur rover vers les différents points d'intérêt. Il n'y a pas de solution correcte. L'objectif de l'exercice est de permettre aux élèves de se familiariser avec l'environnement Open Roberta Lab.

Pour le deuxième point de l'exercice 3, un chemin facile à suivre serait de passer par l'ancien lit de la rivière. Dans tous les cas, tout itinéraire est correct tant que les élèves expliquent pourquoi ils l'ont choisi.

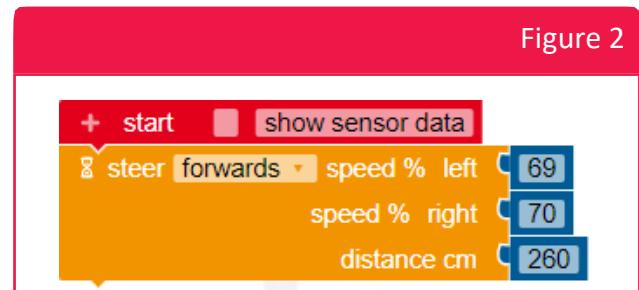


Vous pouvez télécharger l'image intitulée « Dried\_out\_river\_valley\_network plus base » à partir de l'url :  
<https://educationforms.esa.int/e-technologylab/open-roberta-lab-basics/>

La page est protégée par un mot de passe. Vous pouvez utiliser le mot de passe : *ESAeducation21* pour afficher la page et télécharger les fichiers. Sur cette même page, vous trouverez également des présentations utiles sur l'outil Open Roberta Lab.

#### Exercice 4

La Figure 2 présente une solution pour cet exercice.



↑ Une solution pour l'exercice 4

## ACTIVITÉ 4 – DÉTECTION DES ÉLÉVATIONS

Dans cette activité, les élèves apprendront à utiliser le capteur à ultrasons pour détecter des objets. En ce qui concerne la programmation, une instruction conditionnelle sera introduite pour programmer le rover afin qu'il identifie un objet et réagisse en conséquence.

#### Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

#### Exercice

L'image d'arrière-plan dans la fenêtre de simulation est une image plane en deux dimensions. Ainsi, avant de programmer le rover, les élèves seront guidés pour insérer un obstacle



↑ Obstacle triangulaire placé au-dessus de la zone montagneuse.

en utilisant l'outil correspondant dans la fenêtre de simulation Open Roberta Lab. L'obstacle sera placé au-dessus de la zone montagneuse, comme le montre la Figure 3.

Ensuite, les élèves seront guidés pour créer le programme et détecter la zone montagneuse à l'aide du capteur à ultrasons.

#### Solution 1 : Pas de détection

Les élèves doivent conduire leur rover jusqu'aux montagnes en utilisant uniquement les commandes du groupe « Action », sans aucun type de détection.

Discutez des problèmes liés à cette solution. En voici quelques-uns :

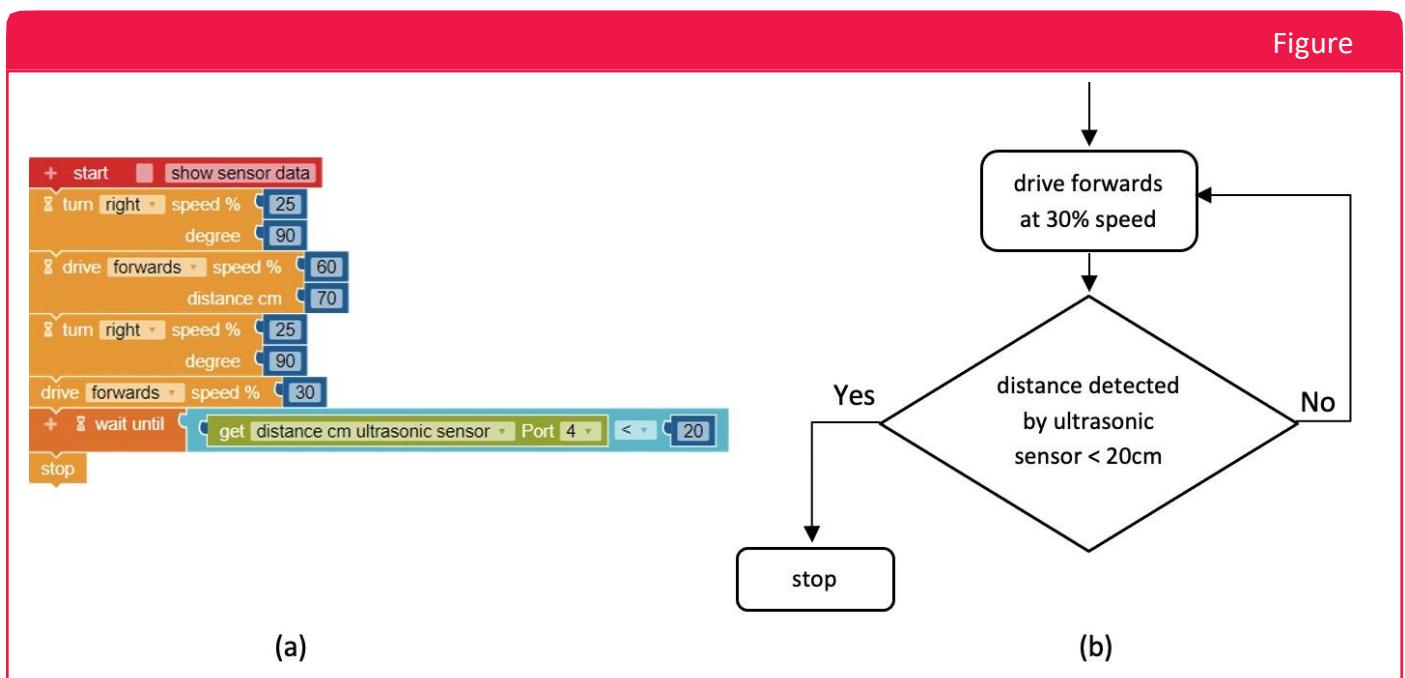
- La détection repose uniquement sur des estimations à partir d'images satellites.
- Le rover peut heurter l'obstacle en raison d'une erreur de calcul de la distance.



## Solution 2 : Utiliser le capteur à ultrasons

C'est le moyen le plus approprié pour détecter un obstacle. Une solution indicative est présentée à la Figure 4(a). Le bloc « attendre jusqu'à » sert à contrôler la distance à laquelle le rover s'approchera de l'obstacle. Cette commande suspend l'exécution des nouvelles commandes jusqu'à ce que la condition spécifiée dans la partie bleu clair du bloc soit remplie. Dans ce cas, le programme ne passera à la commande suivante que lorsque la condition « distance (en cm) détectée par le capteur à ultrasons (sur le port 4) est inférieure à 20 cm » sera remplie.

La Figure 4(b) présente un diagramme de flux des trois dernières commandes du programme présenté à la Figure 4(a). Le programme passera à la commande suivante, qui est « Stop », uniquement lorsque la condition du bloc « attendre jusqu'à ce que » sera remplie.



↑ (a) Solution indicative au défi de détection de la zone montagneuse, (b) organigramme de l'instruction conditionnelle « attendre jusqu'à ce que ».

## Résultats

Le rover doit s'arrêter à une distance proche de l'obstacle détecté, bien avant qu'il ne le heurte.



↑ Position du rover après détection de l'obstacle

# ACTIVITÉ 5 – DÉTECTION DE LA GLACE

Dans cette activité, les élèves apprendront à détecter les couleurs sur la surface de déplacement à l'aide du capteur de couleurs.

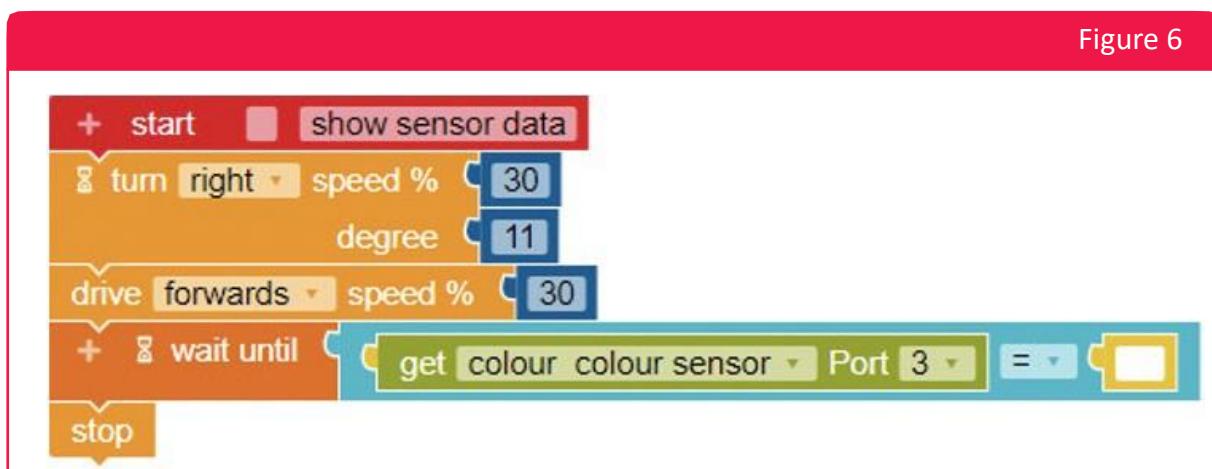
## Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

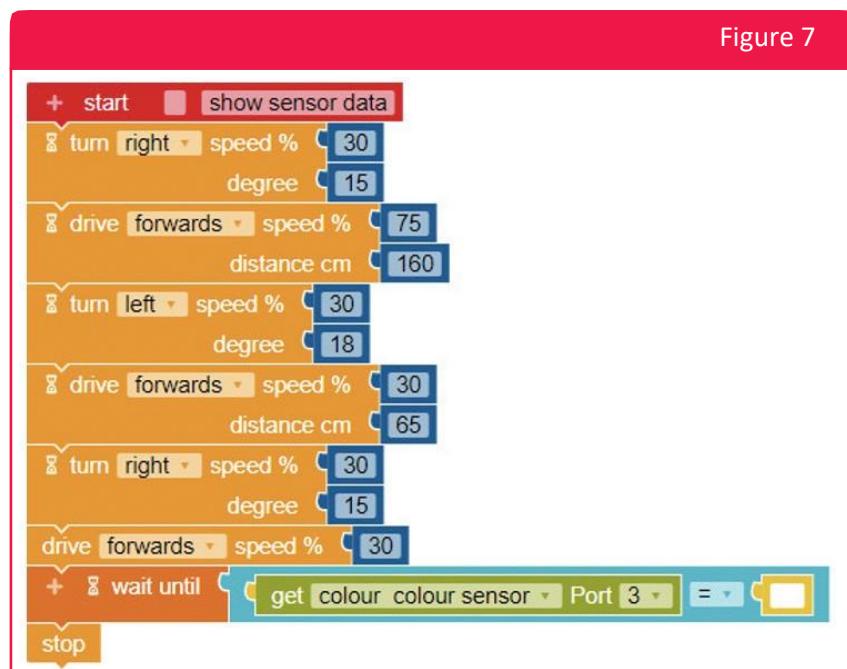
## Exercice

Avant de programmer le rover, les élèves seront invités à insérer une zone de couleur blanche en utilisant l'outil correspondant dans la fenêtre de simulation Open Roberta Lab. La zone colorée sera placée à l'intérieur du cratère dans le coin inférieur droit de l'image d'arrière-plan.

Ensuite, les élèves seront guidés pour créer le programme et détecter la calotte glaciaire à l'aide du capteur de couleur. La Figure 6 présente une solution pour cet exercice.



↑ Solution pour détecter la calotte glaciaire dans le cratère situé dans le coin inférieur droit de l'image d'arrière-plan



↑ Solution de l'exercice supplémentaire

En guise de défi supplémentaire, les élèves peuvent essayer de conduire leur rover dans l'ancienne vallée fluviale. La Figure 7 présente une solution pour l'exercice supplémentaire.



## Résultats

Le rover doit s'arrêter juste au-dessus de la zone blanche de la calotte glaciaire.

# ACTIVITÉ 6 – DÉTECTION D’UN CRATÈRE

La planète Mars est pleine de cratères car son atmosphère très fine permet à des corps comme les météores d'atteindre la surface. De plus, l'absence d'activité géologique telle que le mouvement des plaques tectoniques sur Terre, préserve les structures formées pendant des millions d'années.

Les cratères sont des endroits très intéressants à explorer, tant du point de vue géologique que du point de vue de la probabilité accrue de trouver de la glace à l'intérieur.

## Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

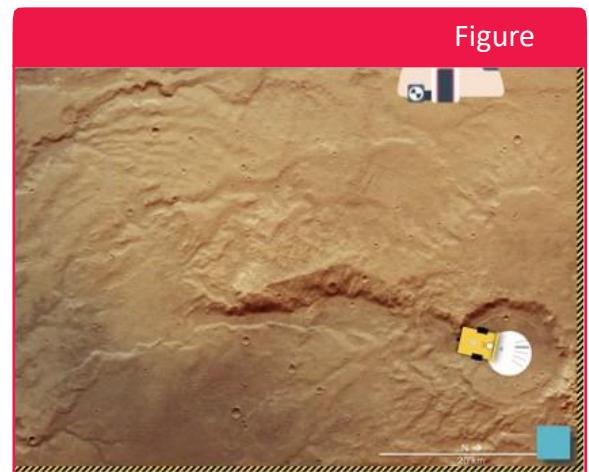
## Exercice 1

Dans cet exercice, les élèves essaieront de détecter le grand cratère situé dans le coin supérieur gauche de l'image d'arrière-plan, à l'aide du capteur de couleur, en mode de détection de la lumière réfléchie.

### Identifier la lumière réfléchie par la surface

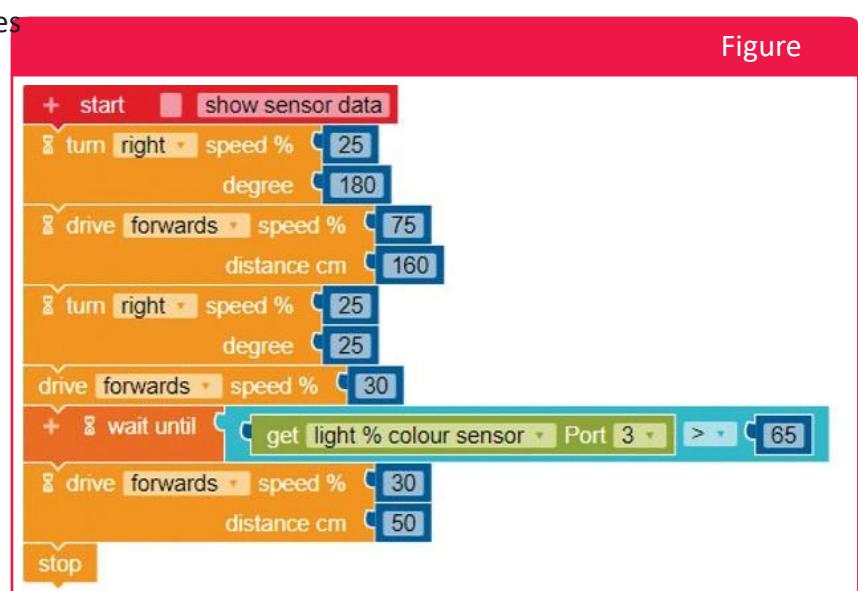
Avant de commencer leur exploration, les élèves doivent étudier la valeur de la lumière réfléchie à différents endroits de la surface et au-dessus du cratère. Pour ce faire, ils peuvent déplacer leur rover à l'aide du bouton gauche de la souris et observer la valeur du « Capteur de lumière 3 » dans la fenêtre « Données des capteurs ».

- Il devrait y avoir une différence nette entre la lumière réfléchie à l'intérieur du cratère, environ 70 %, et à l'extérieur, 40 à 55 %.
- 65 % pourrait être une bonne valeur seuil pour détecter le cratère.



Figure

↑ Position du rover, après détection de la calotte glaciaire



Figure

↑ Solution de l'exercice supplémentaire

## Programmez votre rover

La Figure 9 présente une solution possible pour cet exercice.

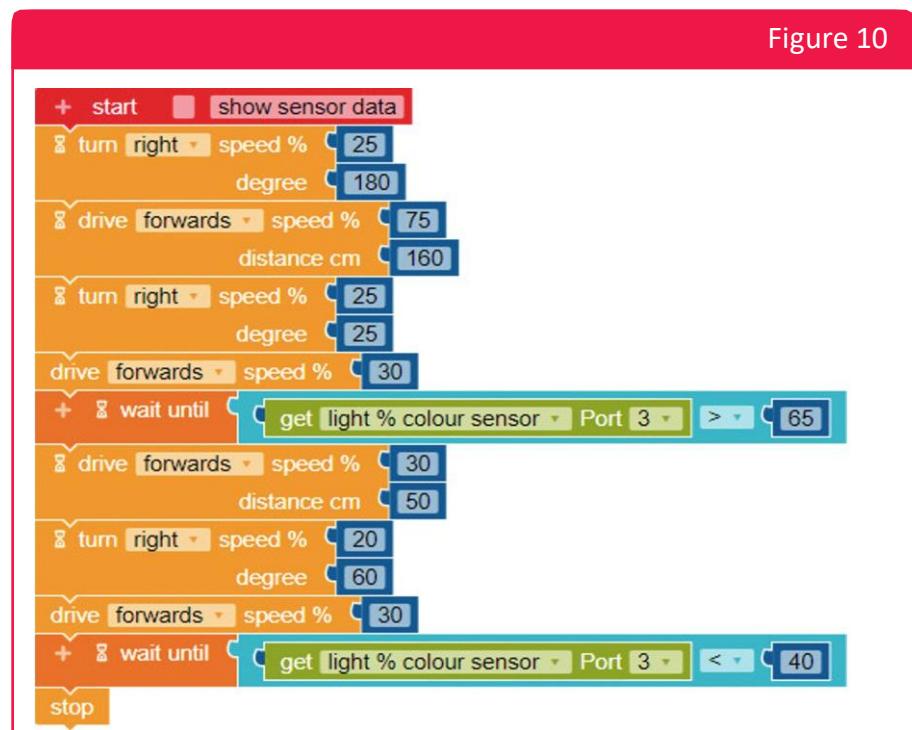
## Exercice supplémentaire

La Figure 10 présente une solution possible pour l'exercice supplémentaire. Notez que le programme de l'exercice de base est utilisé tel quel.

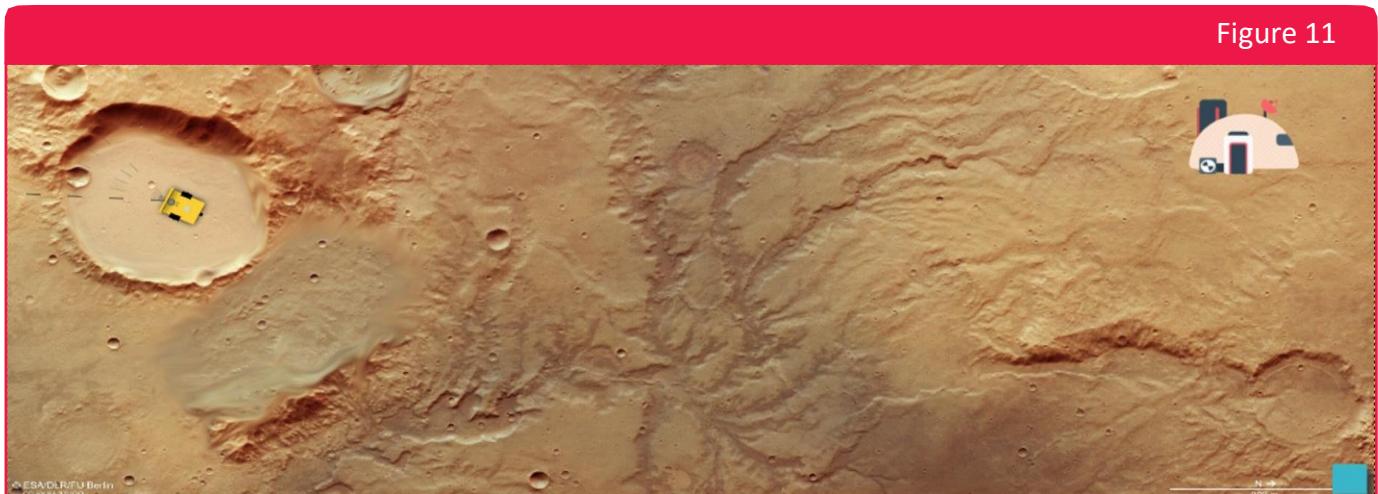
## Résultats

Le rover devrait s'arrêter au milieu du grand cratère.

Figure 10



↑ Une solution possible pour l'exercice supplémentaire



↑ Position finale du rover après l'exécution du programme de la Figure 9

Figure 11

# ACTIVITÉ 7 – REMISE DES ÉCHANTILLONS À LA BASE

Les orbiteurs, les atterrisseurs et les rovers envoyés sur Mars sont équipés d'appareils et d'instruments compacts qui limitent les résultats scientifiques pouvant être obtenus lors d'une mission donnée. L'étude des échantillons martiens sur Terre permettra aux scientifiques de partager les ressources et d'envoyer les échantillons aux meilleurs laboratoires du monde pour analyse : des laboratoires si complexes et si lourds qu'il serait impossible de les emmener sur Mars.

Dans cette activité, les élèves seront initiés à l'idée de ramener leur rover à une base hypothétique sur Mars. Cette base pourrait également être le lanceur qui transportera les échantillons vers la prochaine étape de leur voyage vers la Terre.

## Équipement

- Un ordinateur connecté à Internet
- Un navigateur web

## Exercice

Le fichier « Dried\_out\_river\_valley\_network plus base and route » sera utilisé comme contexte pour cette activité. Les élèves doivent construire un algorithme de suivi de ligne, dans sa forme la plus simple, afin de suivre un chemin pour revenir à la base.

### Suivre une ligne noire

Le rover est équipé d'un capteur de couleur, il suivra donc la ligne sur son bord gauche ou droit.

Pour suivre le bord gauche, l'idée générale est la suivante :

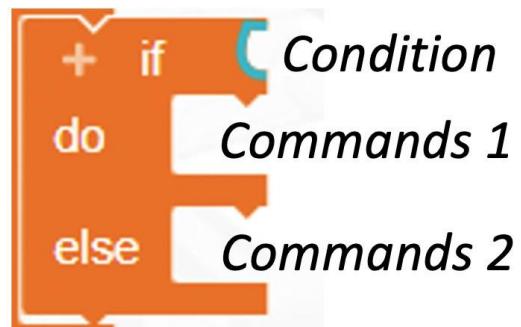
- rouler en dirigeant légèrement à gauche lorsque le rover se trouve sur la ligne noire et
- rouler en dirigeant légèrement à droite lorsque le rover ne se trouve pas sur la ligne noire.

### L'instruction conditionnelle

Pour créer le programme, les étudiants auront besoin d'une instruction

conditionnelle du type : Cette commande se trouve dans le groupe « Contrôle ».

Son fonctionnement est très simple : si la condition est vraie, les commandes 1 sont exécutées et si la condition est fausse, les commandes 2 sont exécutées. Seuls ces deux cas existent.



## Répétition

Le rover doit suivre la ligne noire jusqu'à ce qu'il atteigne la base, il doit donc vérifier en permanence le capteur de couleur et ajuster sa conduite. Pour programmer cela, les élèves devront utiliser une boucle de répétition du type :

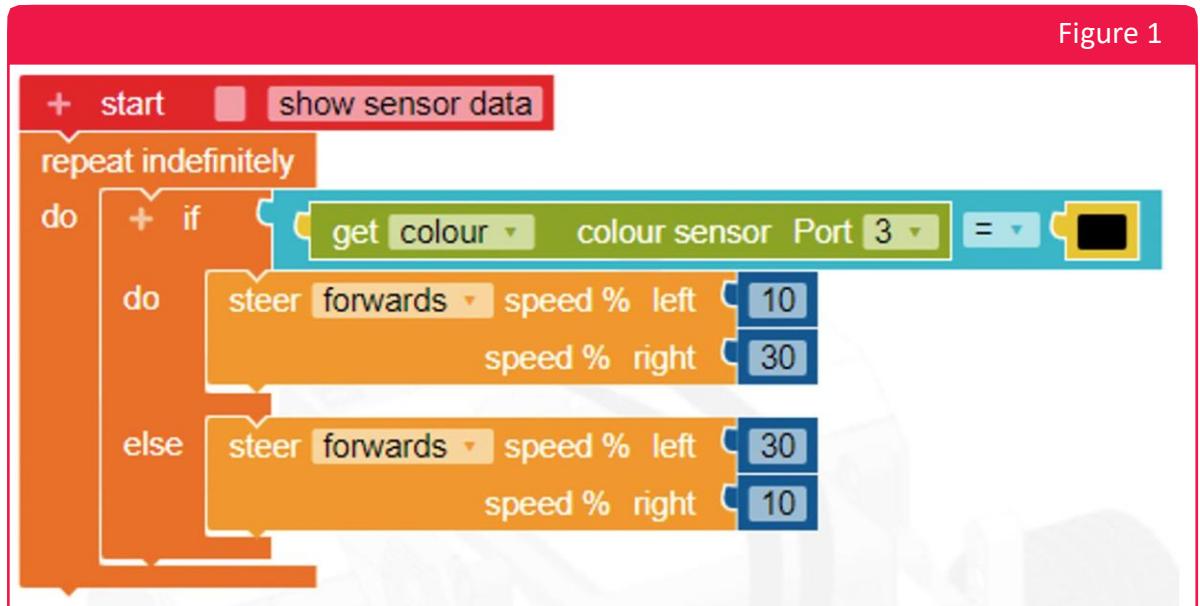


Ce n'est pas la meilleure solution pour notre cas, puisque la boucle est répétée indéfiniment, mais c'est la solution la plus simple à démontrer.

### Étape 1 : Créer l'algorithme de base

La Figure 12 présente le programme final.

Figure 1



↑ Position finale du rover après l'exécution du programme de la Figure 9

Le problème avec ce programme est que le rover ne cesse de chercher le bord gauche de la ligne. L'algorithme est amélioré dans les étapes suivantes.

### Étape 2 : Inventer une condition d'arrêt

Les élèves peuvent insérer une zone colorée ou un obstacle près de la base et créer une condition pour arrêter le rover lorsqu'il le détecte.

La Figure 13 présente un exemple. Ici, une zone de couleur rectangulaire (jaune) est utilisée à la fin du parcours. Lorsque la couleur jaune est détectée, le rover s'arrête.

Figure 13



↑ Position finale du rover après l'exécution du programme de la Figure 9

### Étape 3 : Améliorer le code

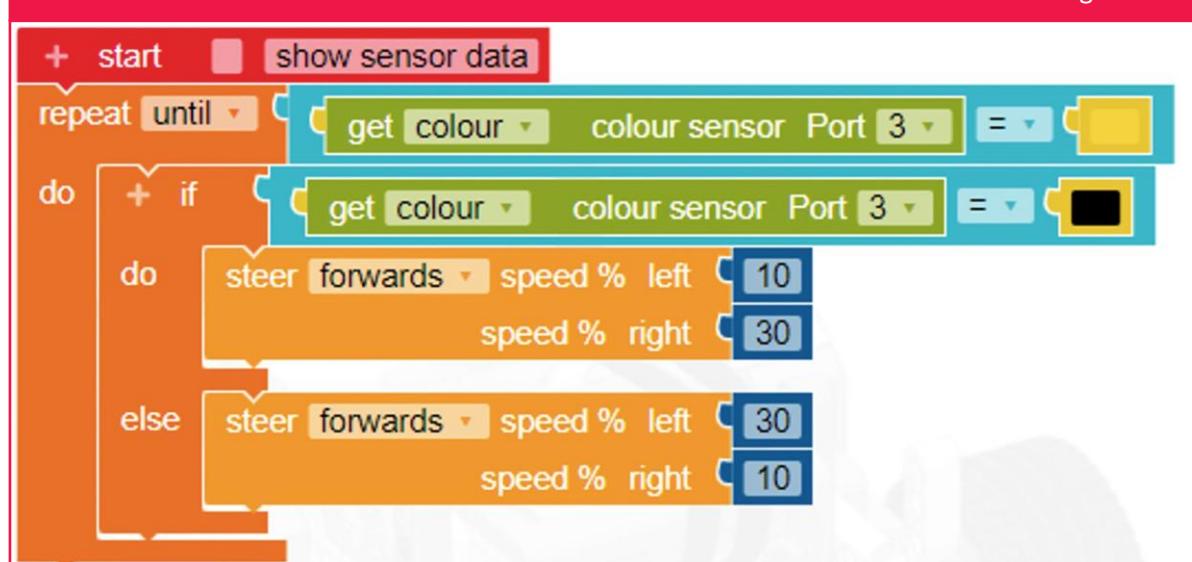
Le programme de la Figure 13 présente un problème : bien que le rover s'arrête lorsqu'il détecte la zone jaune, le programme continue de s'exécuter indéfiniment. Cela est dû à la boucle « Répéter indéfiniment... » utilisée.

Une solution complète et appropriée peut être créée à l'aide de la commande, qui se trouve dans le groupe de commandes « expert » :

La Figure 14 présente une solution finale améliorée de l'exercice supplémentaire.



Figure 14



↑ Une solution améliorée pour l'exercice supplémentaire, en utilisant la boucle « répéter jusqu'à »

# FICHE ÉLÈVE

## CODEZ VOTRE MISSION VERS MARS

Pilotez un véhicule robotique planétaire à la surface de Mars.

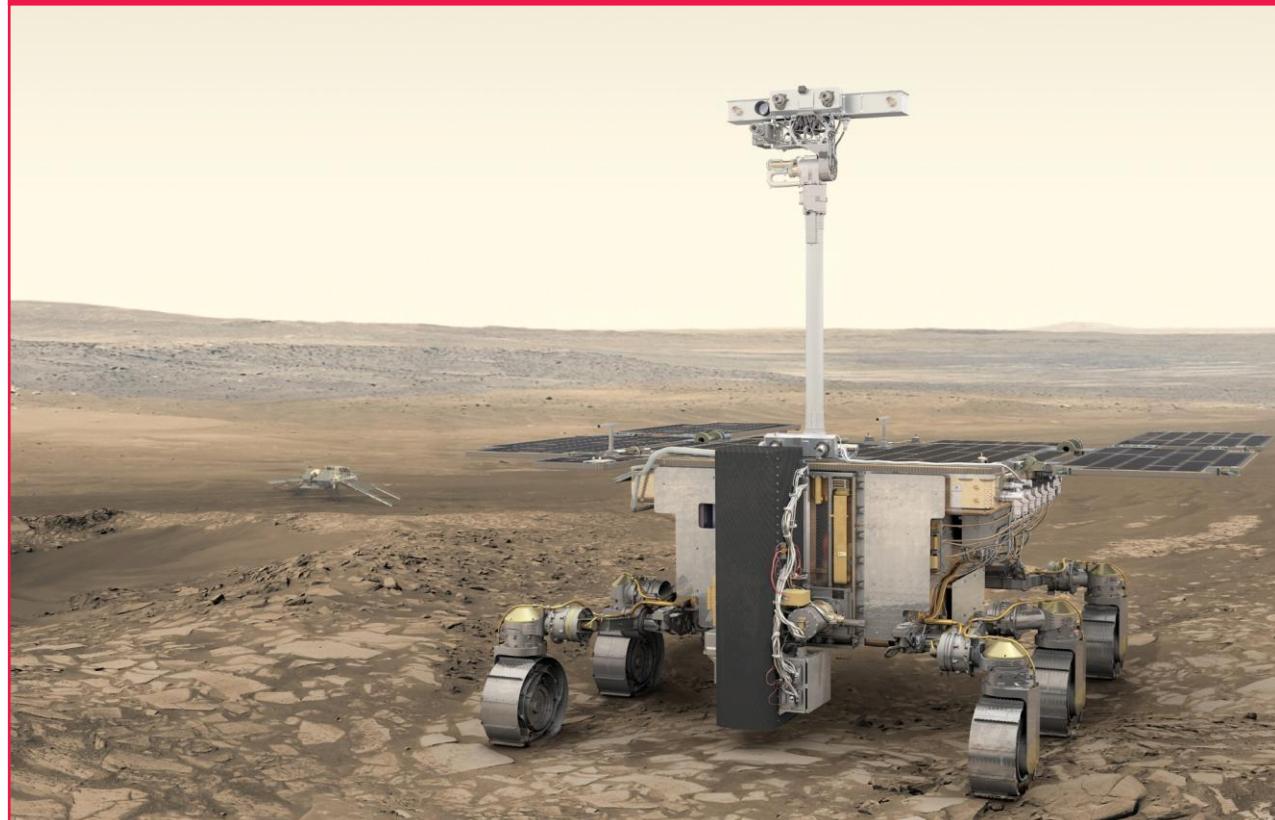
### CONTEXTE

L'exploration de Mars a commencé dans les années 1960 et plus de 40 missions ont tenté d'atteindre la planète rouge depuis lors. Mars a attiré notre attention en raison de sa proximité avec la Terre et de sa structure rocheuse similaire. L'invention du télescope a renforcé notre intérêt, car plusieurs formations intéressantes ont été observées à sa surface, ressemblant à celles des canyons et des vallées sur Terre.

Il existe trois types d'objets envoyés sur Mars jusqu'à aujourd'hui : des orbiteurs, des plates-formes d'atterrissement et des véhicules d'exploration robotisés. Tous ces objets sont équipés de divers instruments destinés à étudier la consistance de l'atmosphère de la planète, les caractéristiques de sa surface et la structure de son intérieur.

L'Agence spatiale européenne (ESA), avec les missions « Mars Express » et « ExoMars », a déjà envoyé deux orbiteurs pour étudier la planète. Au cours de la deuxième phase de la mission « ExoMars », l'ESA prévoit d'envoyer son premier véhicule d'exploration robotisé à la surface de la planète rouge. Rosalind Franklin, illustré à la Figure 1, sera le premier rover européen à atterrir sur Mars et à tenter d'étudier les traces d'une vie ancienne sur la planète.

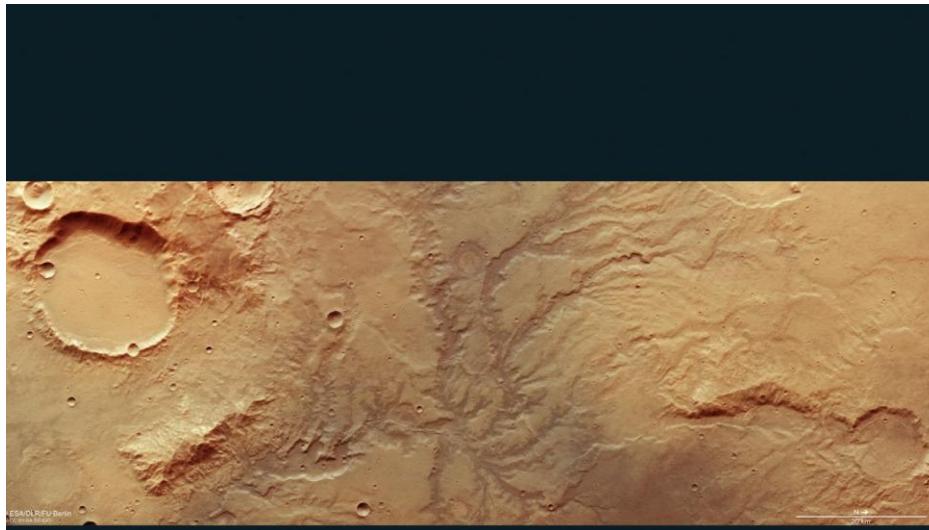
Figure 1



↑ Figure 1 Rosalind Franklin sera le premier rover européen à être envoyé sur Mars.

# ACTIVITÉ 1 – LE PAYSAGE MARTIEN

Votre rover a atterri sur Mars ! Au cours de sa descente, il a pris une photo de la surface de la planète. Quelles sont les zones de cette carte que vous aimeriez explorer ? Télécharger l'image [ici](#) et sauvegardez-la dans un dossier sûr de votre ordinateur - nous en aurons besoin plus tard ! Une fois le lien ouvert, survolez le bouton rouge « Download » (Télécharger) et sélectionnez « HI-RES JPG [3.06 MB] » comme indiqué ci-dessous.



SCIENCE & EXPLORATION

## Dried out river valley network on Mars

21/02/2019 2959 VIEWS 14 LIKES 417001 ID

LIKE

DOWNLOAD ▾



Twitter HI-RES JPG [3.06 MB]

HI-RES TIF [69.58 MB]

Copy Link

+ More

DETAILS

RELATED

### Exercice

Observez attentivement l'image de la surface martienne. Quelles sont les différentes caractéristiques que vous pouvez repérer ? Essayez d'en énumérer autant que possible !

### Le saviez-vous ?

Cette image a réellement été prise par la mission Mars Express de l'ESA et montre un réseau de vallées asséchées sur Mars. Elle comprend des données recueillies le 19 novembre 2018.



# ACTIVITÉ 2 – INTRODUCTION AU LOGICIEL OPEN ROBERTA LAB

Dans cette activité, nous allons commencer à explorer Open Roberta Lab et certaines fonctionnalités utiles que vous pouvez utiliser pour créer votre premier programme court.

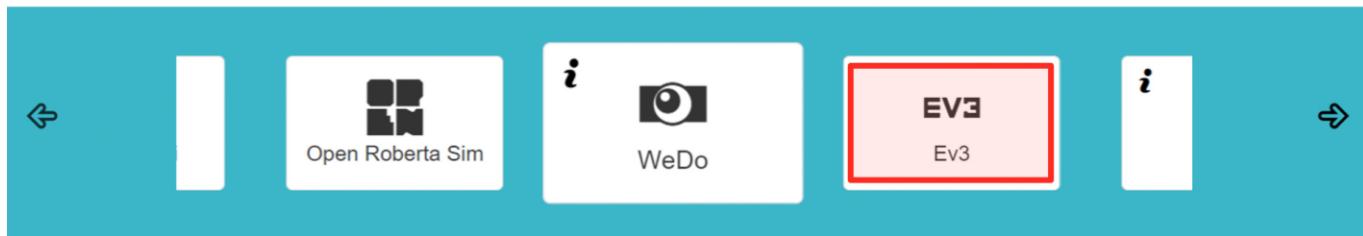
## Exercice

Suivez le lien ci-dessous pour accéder au logiciel Open Roberta Lab. <https://lab.open-roberta.org/>

Open Roberta Lab est une application web, c'est-à-dire qu'elle fonctionne sur un site web et que tout ce dont vous avez besoin pour l'utiliser est un ordinateur connecté à Internet ! Revenez à ces instructions pour configurer l'environnement de simulation une fois que vous avez ouvert le lien.

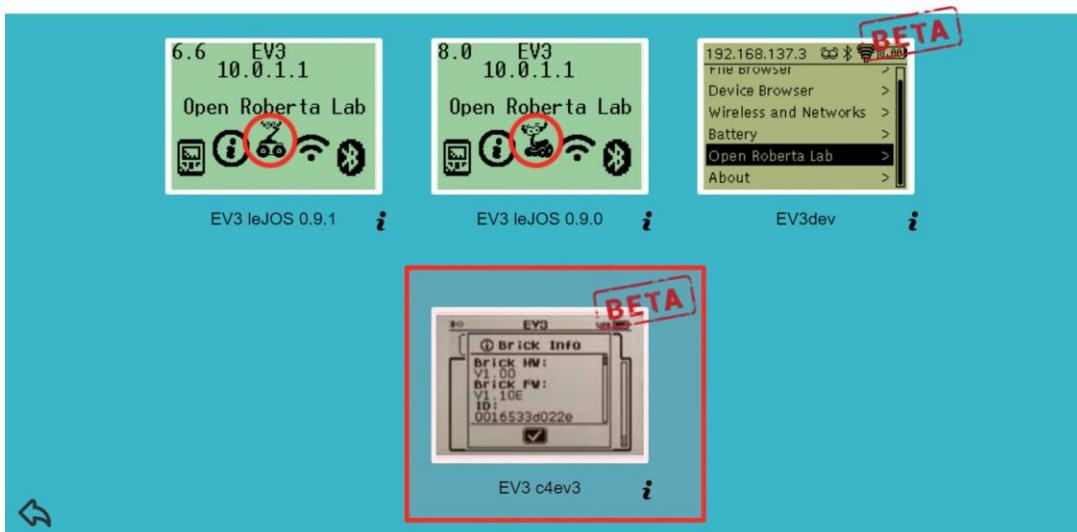
Un écran s'affiche avec une série d'options système. Sélectionnez « EV3 » car c'est le type de rover que nous utiliserons pour cette activité. Il se peut que vous deviez faire défiler à l'aide des flèches à gauche ou à droite pour trouver l'option « EV3 ».

Choose your system!

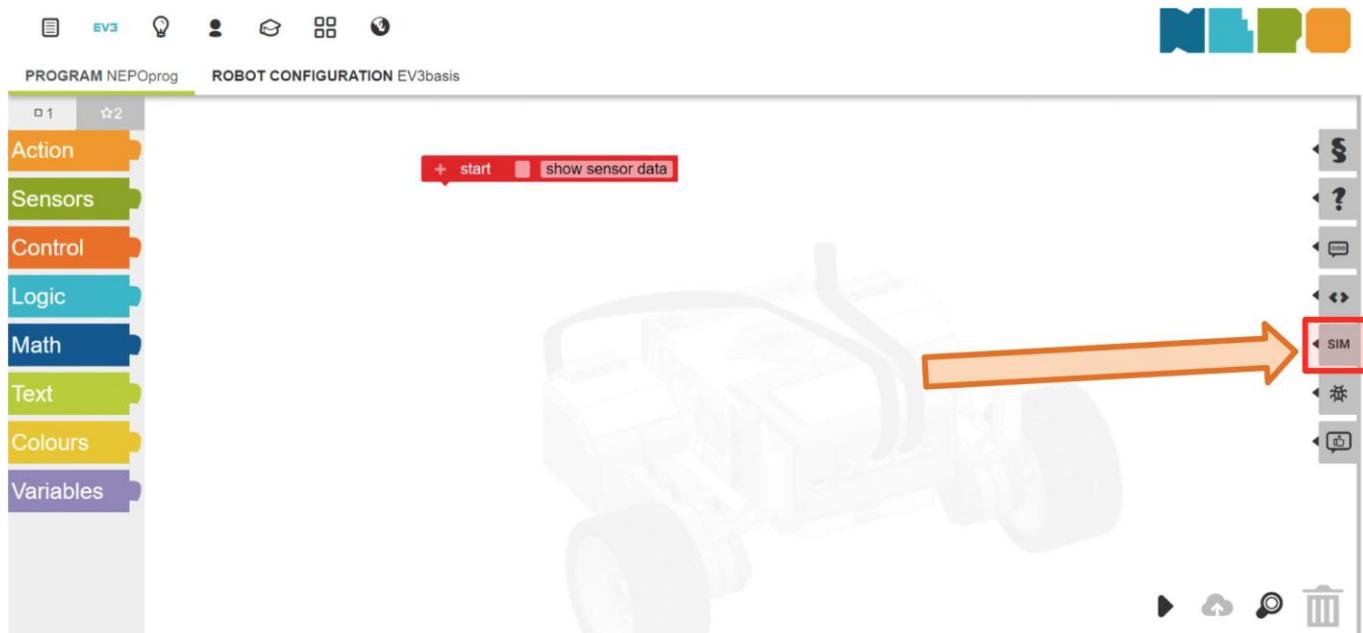


Sur l'écran suivant, nous allons choisir la configuration de notre rover. Ne vous inquiétez pas si vous ne comprenez pas tout, il suffit de sélectionner l'option « EV3 c4ev3 ».

Choose your system!

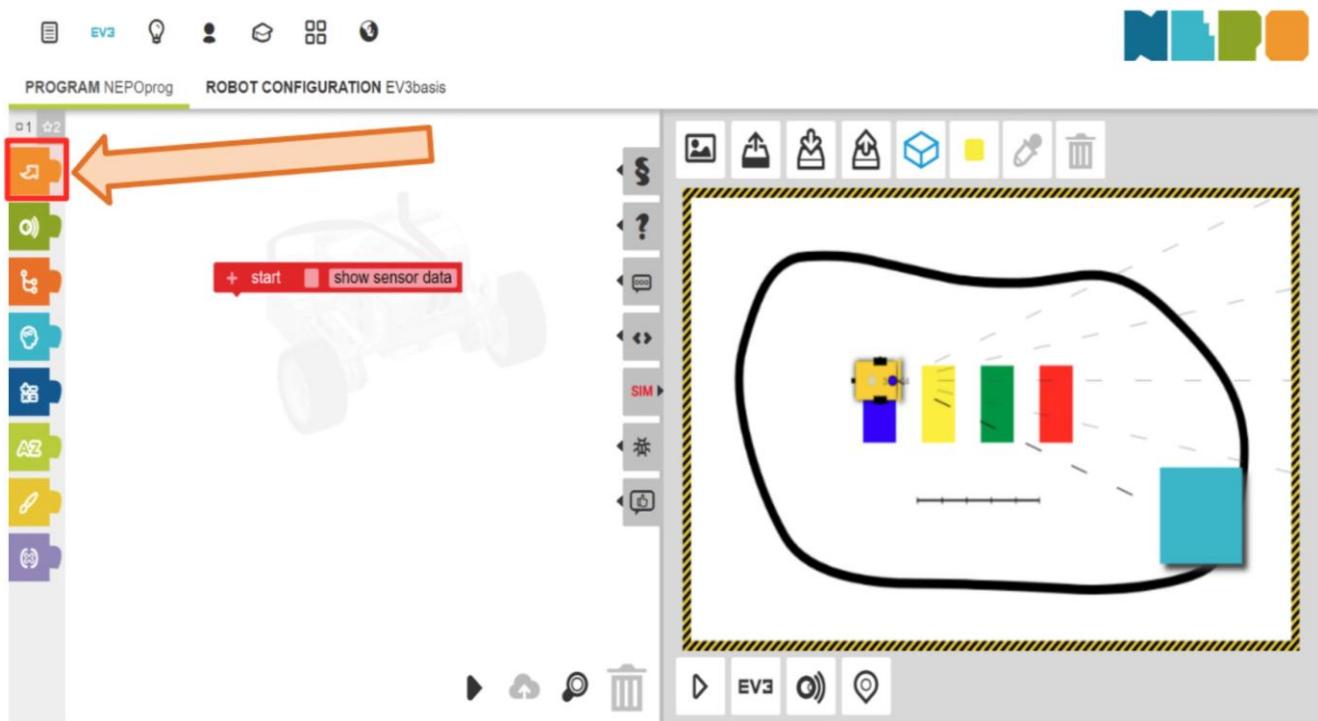


L'écran ci-dessous s'affiche. Cliquez sur le bouton gris à droite appelé « SIM ».

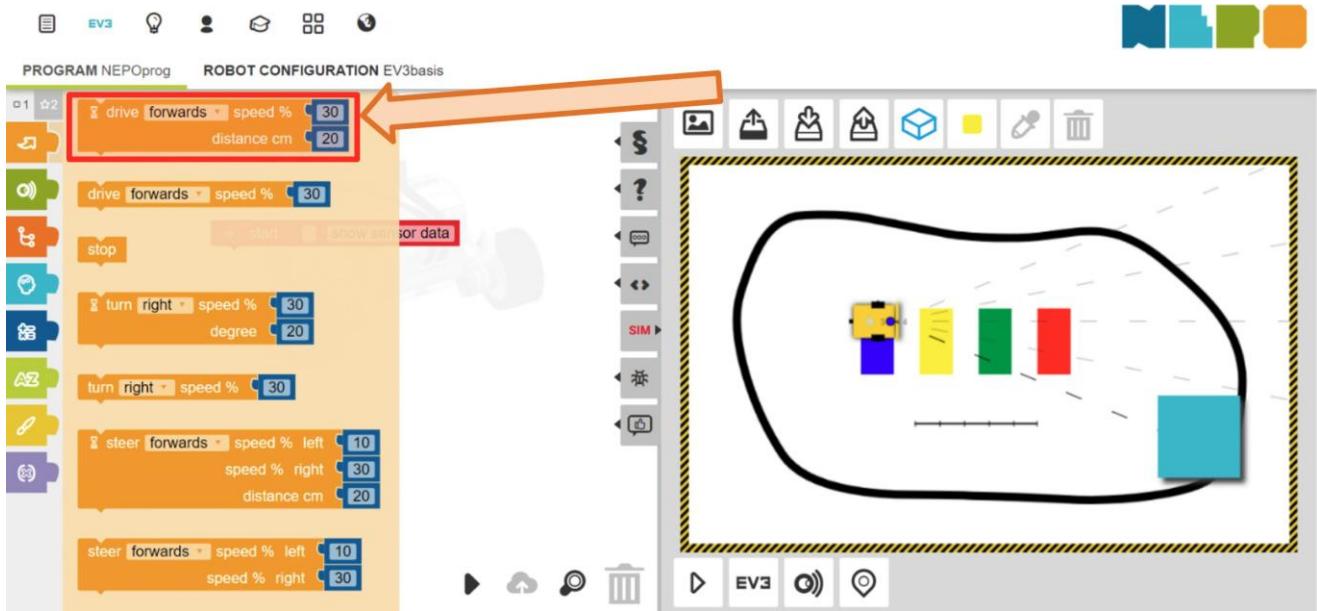


Ce bouton permet d'ouvrir et de fermer l'écran de simulation. L'écran de simulation nous montre une simulation de notre rover EV3. Dans un instant, nous allons créer notre premier programme sur le côté gauche de notre écran. Le début de notre programme est déjà là ! Le bloc rouge appelé « Démarrage du programme » constituera le début de chaque programme (il n'est donc pas possible de supprimer ce bloc !) Vous pouvez cliquer dessus et le faire glisser pour le déplacer sur l'écran.

Nous allons maintenant créer un programme court. Cliquez sur le bouton orange à gauche de l'écran pour ouvrir le menu.



Cliquez sur le premier bloc « Rouler » qui ressemble à l'image ci-dessous et faites-le glisser jusqu'au bloc « Démarrage du programme ». Lorsque vous positionnez le bloc orange juste en dessous du bloc rouge, ils doivent rester collés l'un à l'autre.



Vous pouvez maintenant cliquer sur l'icône de lecture (indiquée ci-dessous) pour exécuter votre premier programme ! Ce programme fera avancer le rover de 20 cm. Vous pouvez ajuster la vitesse et la distance de déplacement du rover en cliquant sur les chiffres correspondants et en saisissant la valeur souhaitée dans la case.



Félicitations vous avez créé et exécuté avec succès votre premier programme ! Vous pouvez réinitialiser la position de votre rover à sa position de départ en cliquant sur l'icône située à côté du bouton de lecture en bas de la fenêtre de simulation.

# ACTIVITÉ 3 – ARRIVÉE SUR MARS

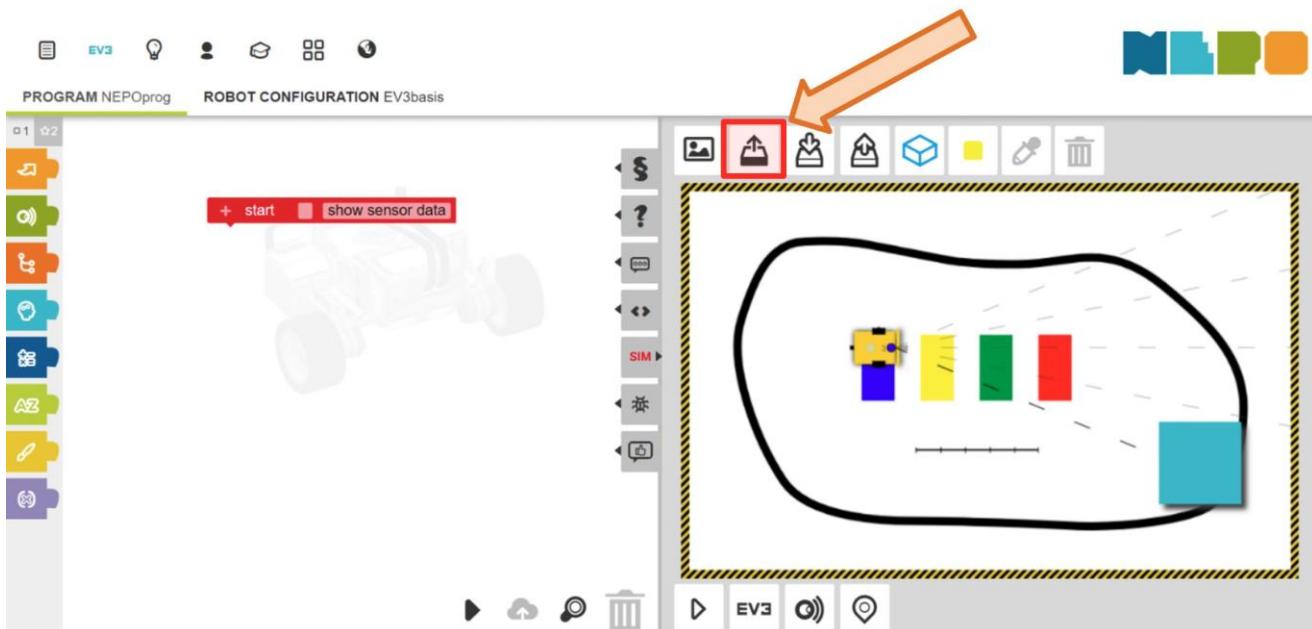
Dans cette activité, nous allons transformer notre zone de simulation de l'Open Roberta Lab en un terrain martien. Ensuite, nous allons apprendre de nouvelles commandes pour notre rover qui nous permettront de nous déplacer et d'explorer la surface martienne.

## Exercice 1

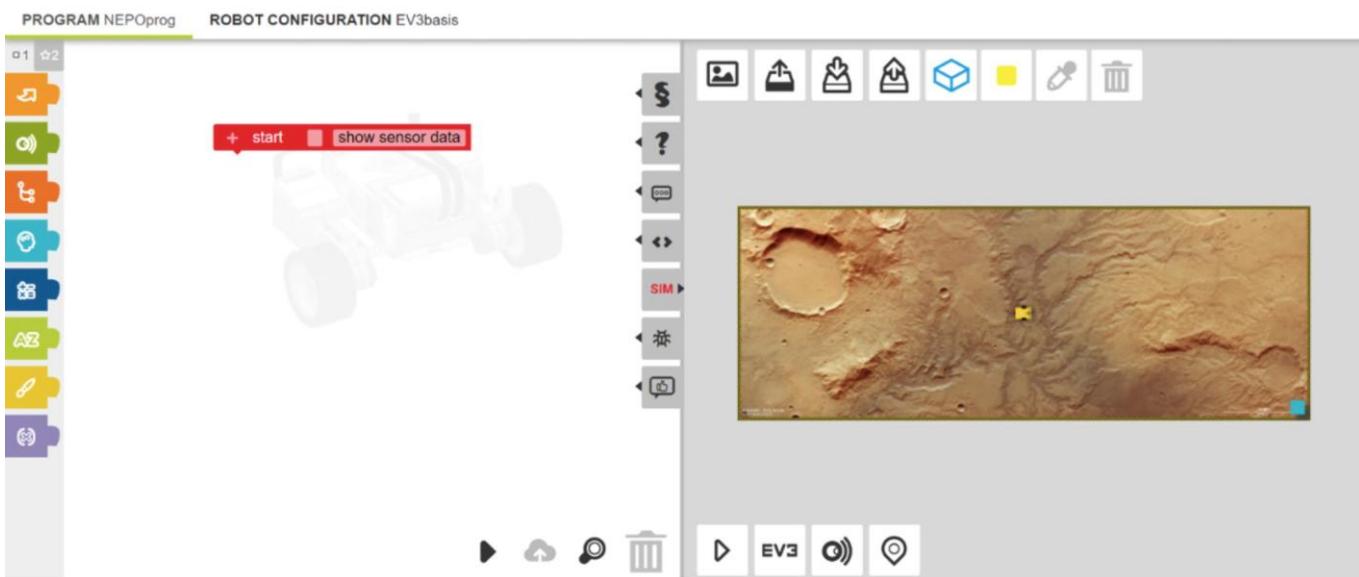
Tout d'abord, nous devons télécharger l'image du terrain martien que nous avons utilisée dans l'activité 1. Vous l'avez peut-être enregistrée sur votre ordinateur, mais si ce n'est pas le cas, vous pouvez la télécharger à nouveau en utilisant le lien ci-dessous (n'oubliez pas de passer sur le bouton rouge de téléchargement et de sélectionner « HI-RES JPG [3.06 MB] »).

[https://www.esa.int/ESA\\_Multimedia/Images/2019/02/Dried\\_out\\_river\\_valley\\_network\\_on\\_Mars#.YIGJoa1zbaM.link](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/02/Dried_out_river_valley_network_on_Mars#.YIGJoa1zbaM.link)

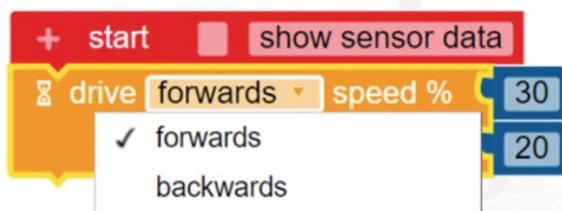
Une fois l'image téléchargée, cliquez sur le bouton indiqué ci-dessous. Veillez à choisir le bon bouton, car certains se ressemblent beaucoup !



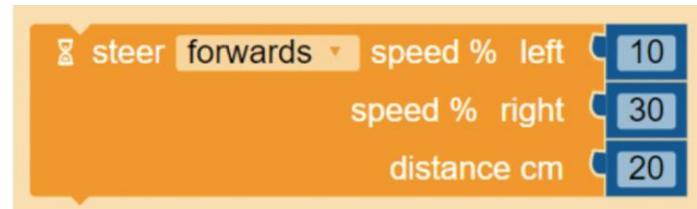
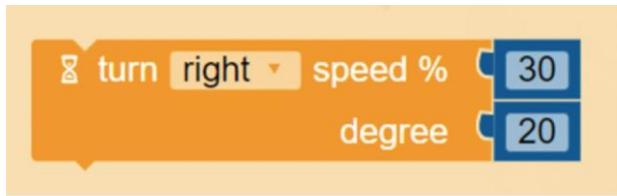
Dans le menu qui s'ouvre, recherchez le fichier image du terrain martien que vous avez téléchargé et cliquez sur « Ouvrir ». Une fenêtre « Attention » peut apparaître pour vous demander si vous souhaitez charger automatiquement cette image comme arrière-plan à chaque fois que vous utilisez Open Roberta Lab. Ne vous inquiétez pas, vous pouvez cliquer sur « Oui » ou « Non », cela n'a pas beaucoup d'importance. Si ce n'est pas déjà fait, placez votre rover au milieu de la fenêtre de simulation en effectuant un glisser-déposer à l'aide de votre souris. Votre fenêtre de simulation à droite devrait maintenant ressembler à ceci :



Explorons les différentes façons de nous déplacer sur notre nouveau terrain. Commencez par répéter les étapes de l'activité 2 pour insérer un bloc « Avant ». Si vous le souhaitez, vous pouvez cliquer sur le mot « Avancer » et vous aurez la possibilité de sélectionner « Arrière ».



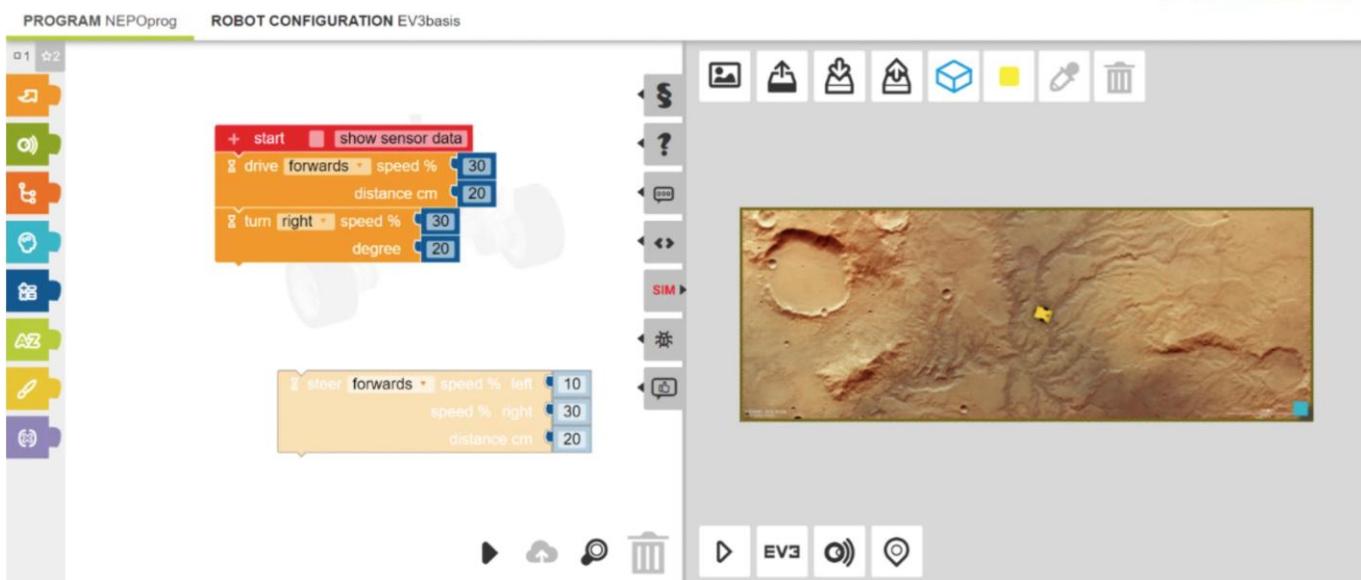
Ensuite, à partir du même menu orange sur la gauche où vous avez obtenu le bloc « Avant », trouvez les blocs suivants :



Veillez à choisir le bon, car certains blocs se ressemblent à première vue ! Attachez d'abord le bloc « Tourner droite » au bas de votre programme et cliquez sur « Démarrer le robot ». Lancez le programme, peut-être plusieurs fois, et observez attentivement l'effet de la commande « tourner » sur le rover. Si votre rover atteint le bord du terrain, ne vous inquiétez pas, vous pouvez soit cliquer sur lui

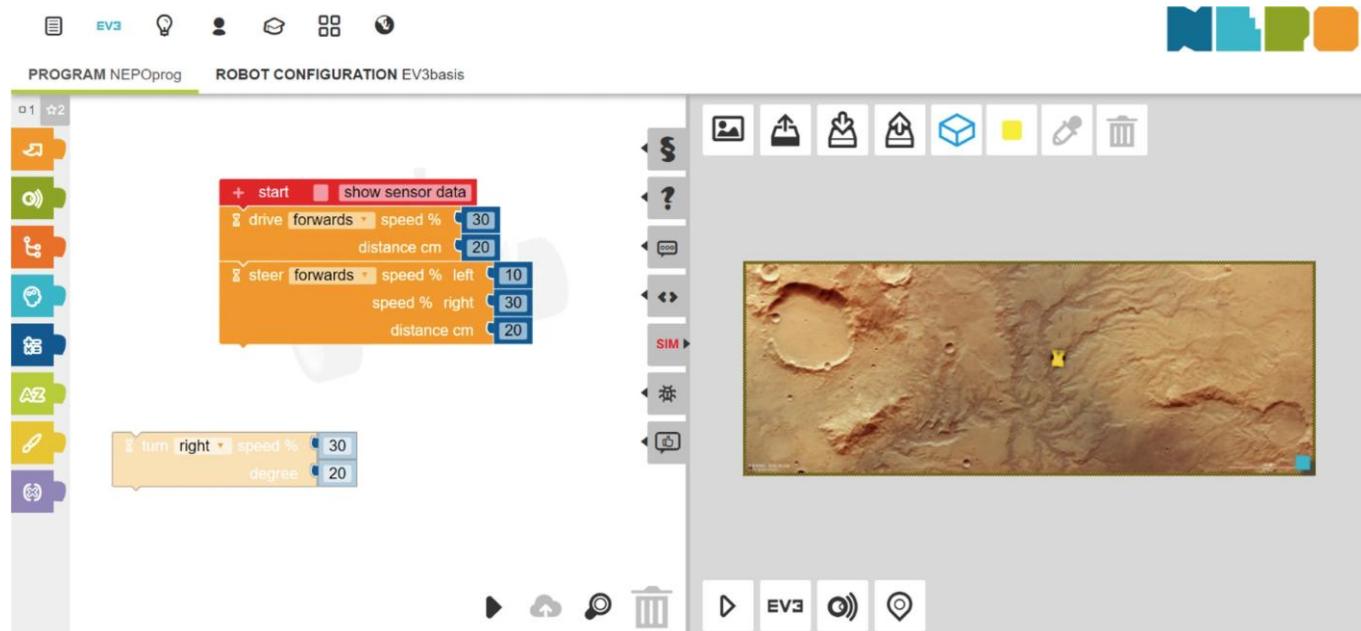
et le ramener au milieu du terrain, soit cliquer sur le bouton « Réinitialiser la position du robot » comme nous l'avons vu dans l'Activité 2.





Ensuite, cliquez sur le bloc « Tourner » et tirez dessus pour le retirer de votre programme. Vous pouvez le faire glisser jusqu'à l'icône de la corbeille dans le coin inférieur droit de votre espace de travail ou cliquer sur « Supprimer » sur votre clavier. Vous pouvez également le laisser dans votre espace de travail. Si un bloc est d'une couleur plus pâle, comme le bloc « Rouler » dans la capture d'écran ci-dessus, cela signifie qu'il n'est pas associé à votre programme et qu'il ne sera donc pas inclus lorsque vous appuierez sur « Démarrer le robot ».

Une fois que vous avez retiré le bloc « Tourner » de votre programme, cliquez et faites glisser pour attacher le bloc « Rouler ». Exécutez à nouveau votre programme pour étudier l'effet de la commande « Rouler » sur votre rover. Pouvez-vous expliquer la différence entre les deux commandes ?



*Quelle est la différence dans le mouvement du rover entre la commande « Tourner » et la commande « Rouler » ?*

## Exercice 2

Utilisez les commandes « Rouler en avant », « Rouler en arrière », « Rouler » et « Tourner » pour explorer la surface martienne.

- Pouvez-vous conduire jusqu'au grand cratère en haut à gauche ?
- Ou peut-être pouvez-vous suivre l'ancienne vallée jusqu'au petit cratère en bas à droite ?

## Exercice 3

Téléchargez dans la fenêtre de simulation l'image nommée « Dried\_out\_river\_valley\_network\_plus\_base ». Le fichier vous sera fourni par votre enseignant. Cette image est exactement la même que celle de l'exercice précédent, sauf qu'une base a été dessinée dans le coin supérieur droit.

- Pouvez-vous créer un programme pour conduire votre rover du centre de l'image jusqu'à la base ?
- Pouvez-vous refaire le même exercice, mais cette fois en essayant d'identifier les zones dangereuses entre la position initiale de votre rover et la base et en les évitant ?

## Exercice 4

Pouvez-vous résoudre l'exercice 3 en n'utilisant qu'une seule commande après le démarrage ?

# ACTIVITÉ 4 – DÉTECTION DES ÉLÉVATIONS

La distance la plus courte entre la Terre et Mars étant de 55 millions de kilomètres, les signaux de communication mettent au moins 2,5 minutes pour atteindre leur destination. Chaque fois que des opérateurs sur Terre exécutent un nouveau programme sur un rover sur Mars, il faut plus de 5 minutes pour obtenir les premiers résultats. Lorsque le rover reçoit l'ordre de se déplacer d'un point à un autre, il y a toujours un risque qu'un obstacle non visible se trouve sur son chemin. Lorsque les opérateurs s'en aperçoivent, il est déjà trop tard pour le rover. C'est pourquoi les rovers réels sont équipés de radars, de lidars et de caméras de détection des dangers afin d'éviter de telles situations.

Dans cette activité, nous allons montrer comment utiliser un capteur à ultrasons pour détecter et éviter les obstacles.

## Exercice

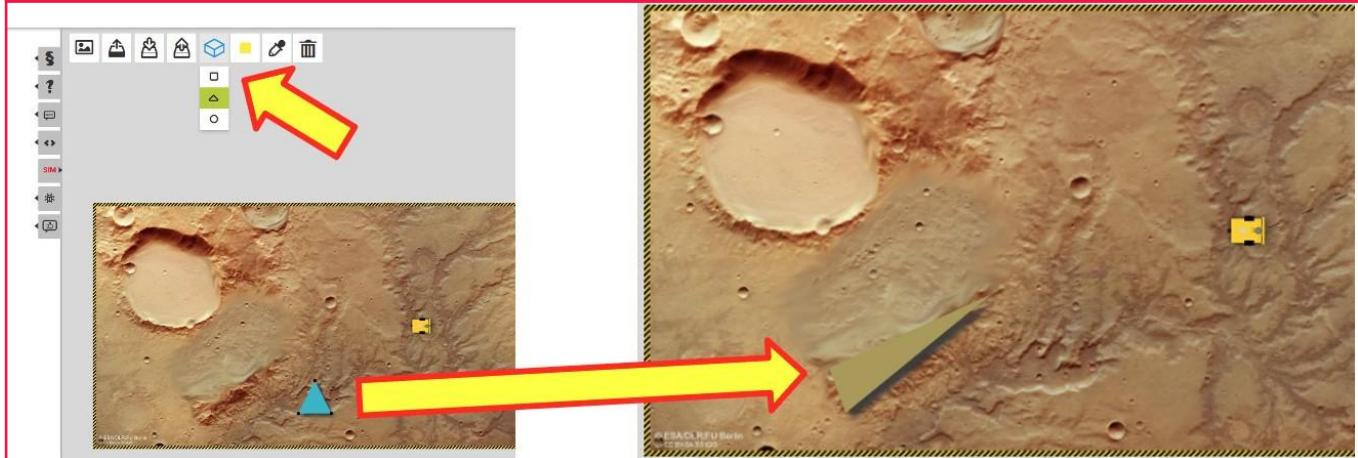
Le but de cet exercice est de détecter avec votre rover les montagnes qui se trouvent à une certaine distance au sud-ouest de la position initiale du rover. L'image d'arrière-plan dans la fenêtre de simulation est une image plane en deux dimensions. Ainsi, avant de programmer le rover, vous devez insérer manuellement un obstacle en utilisant l'outil correspondant dans la fenêtre de simulation Open Roberta Lab.

### Comment insérer un obstacle

Trois formes d'obstacles sont disponibles : rectangle, cercle et triangle. Le plus pratique dans ce cas est le triangle. Reportez-vous à la Figure 2 et suivez les étapes ci-après pour insérer l'obstacle.

- Insérez un obstacle triangulaire
- Déplacez-le au-dessus des montagnes
- Ajustez sa forme pour qu'elle corresponde à celle des montagnes
- Modifiez la couleur de l'obstacle pour qu'elle soit similaire à celle des montagnes

Figure 2



↑ Obstacle triangulaire placé au-dessus de la zone montagneuse.

Vous êtes maintenant prêt à construire le programme et à détecter la zone montagneuse à l'aide du capteur à ultrasons.

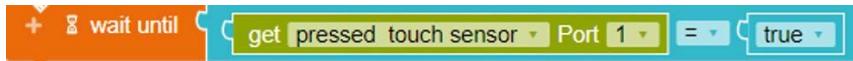
### Cas 1 : Aucune détection

Utilisez l'image satellite fournie comme arrière-plan dans la fenêtre de simulation Open Roberta Lab et uniquement les commandes du groupe « Action » pour diriger votre rover vers les montagnes. Quels sont les problèmes rencontrés avec cette solution ?

### Cas 2 : Détection à l'aide du capteur à ultrasons

Vous allez programmer votre rover comme suit :

- Identifiez la position des montagnes par rapport à celle de votre rover, en utilisant l'image satellite fournie en arrière-plan.
- Créez les premières étapes du programme pour orienter votre rover vers les montagnes.
- Programmez votre rover pour qu'il se déplace vers les montagnes et s'arrête à une distance de 20 cm de celles-ci.
- Le dernier point est le plus important ici. Vous devrez utiliser la commande « Attendre jusqu'à ce que » qui se trouve dans le groupe « Contrôle ».



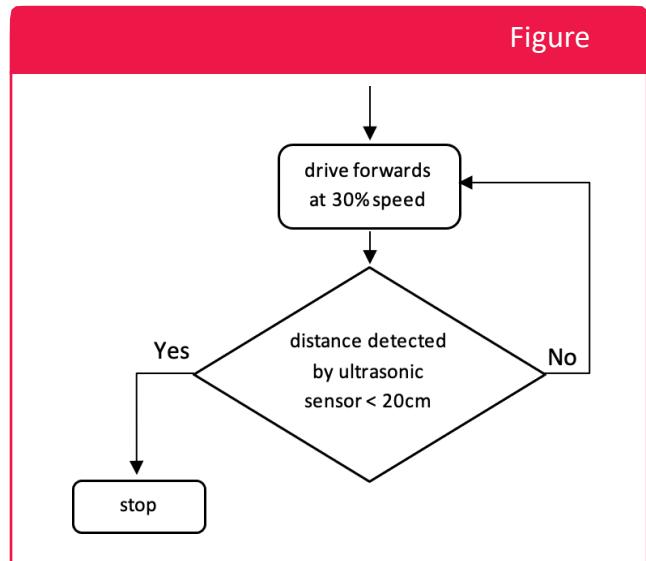
Insérez la commande dans votre programme et configuez-la comme suit :

- Obtenir la distance du capteur à ultrasons, Port 4
- La valeur de la distance est inférieure à 20 cm

Cette commande suspend l'exécution des nouvelles commandes jusqu'à ce que la condition indiquée dans la partie bleu clair du bloc soit remplie. Dans ce cas, le programme ne doit passer à la commande suivante que lorsque la condition « distance (cm) capteur ultra-son (Port 4) est inférieure à 20 cm » sera remplie.

La Figure 3 décrit la dernière étape du programme sous la forme d'un organigramme.

Figure



↑ Organigramme de l'instruction conditionnelle « attendre jusqu'à ce que »



Conseils : Utilisez une vitesse faible (20 à 30 %) pour plus de précision lorsque

- vous effectuez des virages et
- détectez un obstacle.

## ACTIVITÉ 5 – DÉTECTION DE LA GLACE

L'une des caractéristiques les plus intéressantes de Mars est la présence de glace à sa surface. Cette glace peut parfois être du dioxyde de carbone, mais comme dans le cas du cratère de la Figure 4, il peut s'agir d'eau. Ce cratère est situé près du pôle nord de Mars et a été photographié par la caméra stéréoscopique haute résolution (HRSC) embarquée à bord de la sonde Mars Express de l'ESA.

### Exercice

Le but de cet exercice est de détecter avec votre rover une calotte glaciaire située à l'intérieur du cratère dans le coin inférieur droit de l'image satellite. Avant de programmer le rover, vous devez insérer manuellement une zone de couleur blanche à l'aide de

l'outil correspondant dans la fenêtre de simulation Open Roberta Lab.



↑ Glace d'eau à l'intérieur d'un cratère près du pôle nord martien, photographiée par la sonde Mars Express de l'ESA

### Comment insérer une zone colorée

Trois formes de zones colorées sont disponibles : rectangle, cercle et triangle. Comme il s'agit d'une calotte glaciaire à l'intérieur d'un cratère, vous utiliserez la forme circulaire. Reportez-vous à la Figure 5 et suivez les étapes ci-après pour insérer la zone colorée blanche.

- Insérez une zone circulaire
- Déplacez-la à l'intérieur du cratère, dans le coin inférieur droit de l'image
- Ajustez sa forme pour qu'elle corresponde à la moitié de la taille du cratère
- Changez la couleur de la zone en blanc



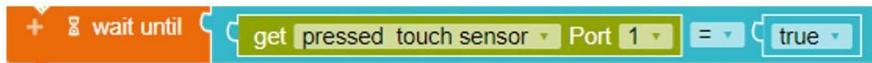
↑ Zone colorée circulaire placée à l'intérieur du cratère dans le coin inférieur droit de l'image

## Programmez votre rover

Vous pouvez maintenant programmer votre rover pour qu'il détecte la calotte glaciaire.

- Identifiez la position du cratère par rapport à celle de votre rover, en utilisant l'image satellite fournie.
- Créez les étapes initiales du programme pour orienter votre rover face au cratère.
- Programmez votre rover pour qu'il se déplace vers le cratère et s'arrête lorsqu'une couleur blanche est détectée.

Le dernier point est le plus important ici. Vous devrez utiliser la commande « Attendre jusqu'à ce que » qui se trouve dans le groupe « Contrôle ».



Insérez la commande dans votre programme et configuez-la comme suit :

- Lire Couleur capteur de couleur, Port 3
- La couleur détectée est Blanc

## Exercice supplémentaire

Détectez la calotte glaciaire, mais essayez de passer par l'ancienne vallée fluviale qui mène au cratère où se trouve la glace. Voir Figure 6 pour référence.

Figure 6



↑ Détecter la calotte glaciaire en parcourant l'ancienne vallée fluviale

# ACTIVITÉ 6 – DÉTECTION D’UN CRATÈRE

Les cratères à la surface de Mars semblent être des sites très intéressants à explorer, qu'il y ait présence de glace ou non.

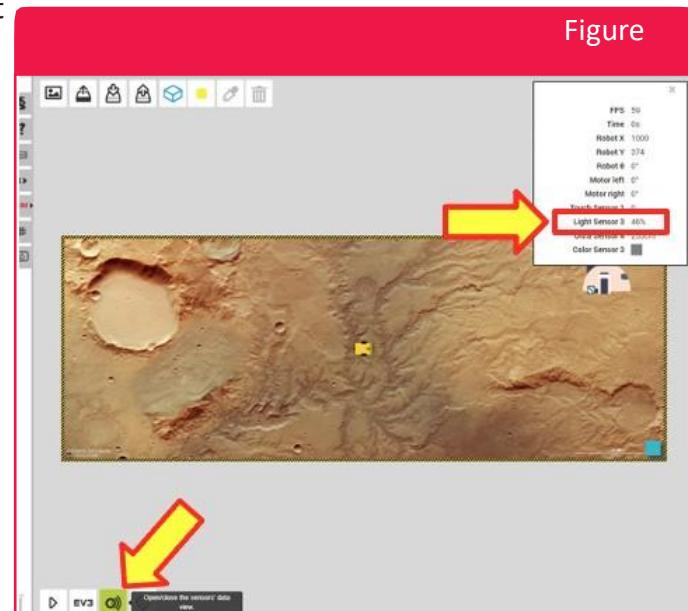
## Exercice

Dans cet exercice, vous allez essayer de détecter le grand cratère situé à l’ouest, au nord-ouest de la position initiale de votre rover, en utilisant le capteur de couleur fonctionnant en mode de détection de la lumière réfléchie.

**Identifier la lumière réfléchie par la surface** Avant de commencer votre exploration, il est utile d’identifier la lumière réfléchie par les différents types de surface. Activez la « Afficher les données des capteurs » dans la fenêtre de simulation, comme le montre la Figure 7.

Ensuite, à l'aide du clic gauche de votre souris, déplacez le rover sur les différentes structures de surface en lisant la valeur « Capteur de lumière 3 » dans la fenêtre « Afficher les données des capteurs ». Essayez d'identifier la différence entre la lumière réfléchie dans le cratère et le reste de la surface martienne.

- Y a-t-il une différence nette ?
- Pourriez-vous reconnaître une valeur seuil de lumière réfléchie qui pourrait indiquer que vous vous trouvez au-dessus du cratère ?



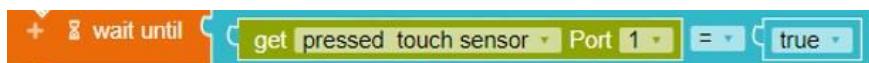
↑ Activez la fenêtre « Afficher les données des capteurs » et observez la valeur du « Capteur de lumière 3 »

## Programmez votre rover

Vous pouvez maintenant programmer votre rover pour qu'il détecte le cratère.

- Identifiez la position du cratère par rapport à celle de votre rover, en utilisant l'image satellite fournie.
- Créez les étapes initiales du programme pour orienter votre rover face au cratère.
- Programmez votre rover pour qu'il se dirige vers le cratère.
- Utilisez le détecteur de lumière réfléchie pour détecter le cratère et essayez d'arrêter le rover au milieu de celui-ci.

Le dernier point est le plus important ici. Vous devrez utiliser la commande « Attendre jusqu'à ce que » qui se trouve dans le groupe « Contrôle ».



Insérez la commande à l'endroit approprié dans votre programme et configuez-la comme suit :

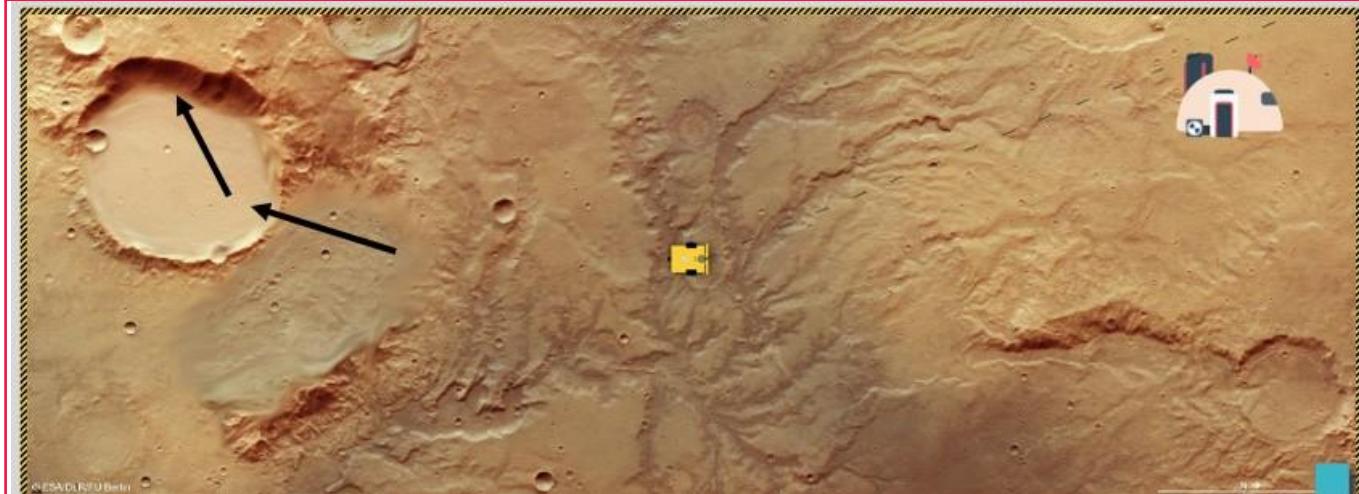
- Lire lumière % capteur de couleur, Port 3
- Lumière détectée inférieure ou supérieure à une valeur seuil

## Exercice supplémentaire

Entrez dans le cratère par le bord est, qui semble plus lisse, puis essayez de détecter le côté nord, où il y a plus d'ombre et où la probabilité de trouver de la glace est plus élevée. Voir Figure 8 pour référence.

**Astuce :** vous devrez utiliser deux fois le bloc « Attendre jusqu'à ce que ».

Figure 7



↑ Itinéraire possible pour l'exercice supplémentaire

## ACTIVITÉ 7 – REMISE DES ÉCHANTILLONS À LA BASE

Bien que les véhicules d'exploration de Mars soient aujourd'hui équipés d'instruments capables d'analyser les échantillons prélevés à la surface, il sera toujours utile d'analyser ces échantillons dans un véritable laboratoire, soit sur Mars lorsque cela sera possible, soit sur Terre. Votre mission consiste à suivre un itinéraire prédéfini et à conduire votre rover jusqu'à la base martienne située au nord-est de sa position initiale.

### Exercice

Vous aurez besoin d'un nouvel arrière-plan pour cette activité. Chargez donc le fichier « Dried\_out\_river\_valley\_network plus base and route », fourni par votre professeur. Il s'agit de la même image avec l'ajout d'un itinéraire menant à la base.

#### Suivre une ligne noire

- Objectif du rover : Suivre un chemin tracé par une ligne noire
- Capteurs du rover : Équipé d'un capteur de couleur.

Dans ce cas, le rover suit la ligne noire sur l'un de ses bords.

Comme le rover n'est équipé que d'un seul capteur de couleur, nous pouvons détecter la couleur, noire ou non noire dans notre cas, mais nous n'avons aucune indication sur la distance à laquelle nous nous trouvons par rapport à la ligne (intérieur ou extérieur). De plus, nous ne pouvons pas prédire si un virage à gauche ou à droite approche.

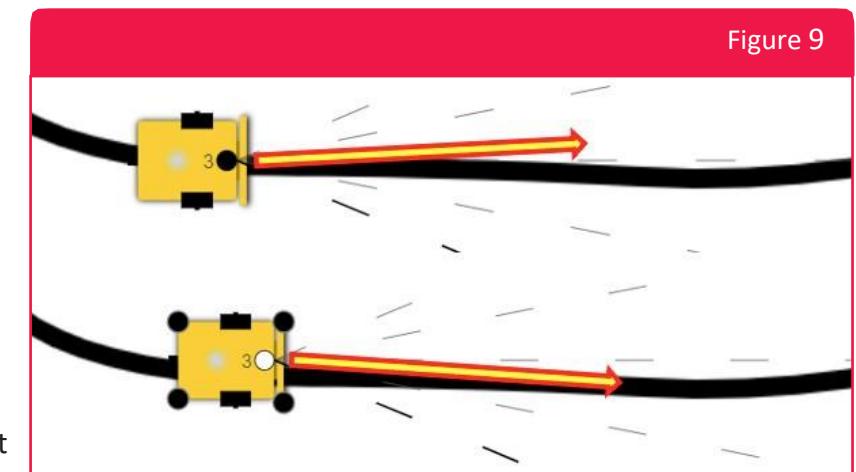
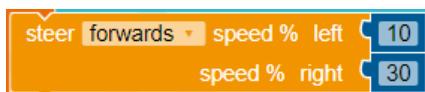
Nous allons créer un algorithme simple pour suivre la ligne sur son bord gauche. Cet algorithme n'est pas le plus précis ni le plus rapide, mais il illustre les principes généraux d'un algorithme de suivi de ligne et fonctionne dans la plupart des cas.

L'idée générale est la suivante :

- rouler en dirigeant légèrement à gauche lorsque le rover se trouve sur la ligne noire et
- rouler en dirigeant légèrement à droite lorsque le rover ne se trouve pas sur la ligne noire.

Vous pouvez voir la technique décrite dans la Figure 9.

La commande dont vous aurez besoin est la suivante :



↑ Rover suivant le bord gauche d'un chemin tracé par une ligne noire

La commande se trouve dans le groupe « Action ». Les deux vitesses correspondent respectivement à la vitesse des roues gauche et droite. La roue qui tourne le plus vite dirige le rover dans la direction opposée.

### L'instruction conditionnelle

Pour créer votre programme, vous aurez besoin d'une instruction conditionnelle du type :



Cette commande se trouve dans le groupe « Contrôle ». Son fonctionnement est très simple : si « Condition » est vraie, alors « Commandes 1 » sont exécutées et si « Condition » est fausse, « Commandes 2 » sont exécutées. Seuls ces deux cas existent.

### Répétition

Votre rover doit suivre la ligne noire jusqu'à ce qu'il atteigne la base, il doit donc vérifier en permanence le capteur de couleur et ajuster sa conduite. Pour programmer cela, vous devrez utiliser une boucle de répétition du type :

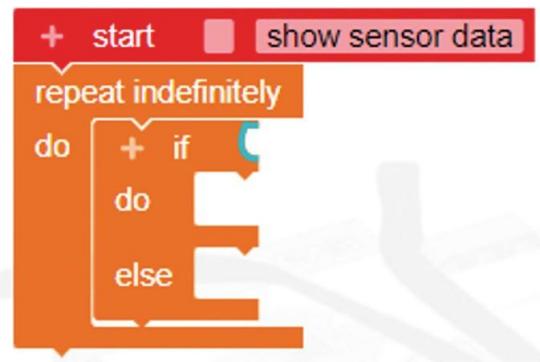


Vous trouverez la commande de boucle dans le groupe « Contrôle ». Ce n'est pas la meilleure solution pour notre cas, puisque la boucle est répétée indéfiniment, mais c'est la solution la plus simple à utiliser.

### Étape 1 : Créer l'algorithme de base

Vous devriez maintenant être en mesure de commencer à créer le programme

**Astuce 1 :** Placez la commande « si... faire... sinon... » à l'intérieur de la commande « Répéter indéfiniment Faire... ».



**Astuce 2 :** Vérifiez si le capteur de couleur détecte une couleur noire.

**Astuce 3 :** Placez deux commandes « Rouler en avant... » dans les parties « faire » et « sinon » et ajustez les vitesses à gauche et à droite en conséquence.

### Étape 2 : Inventer une condition d'arrêt

Utilisez votre expérience acquise lors des exercices précédents pour trouver un moyen d'arrêter votre rover lorsqu'il atteint la base. Vous devrez utiliser l'un des capteurs du rover et probablement insérer une sorte d'objet.

### Étape 3 : Améliorer le code

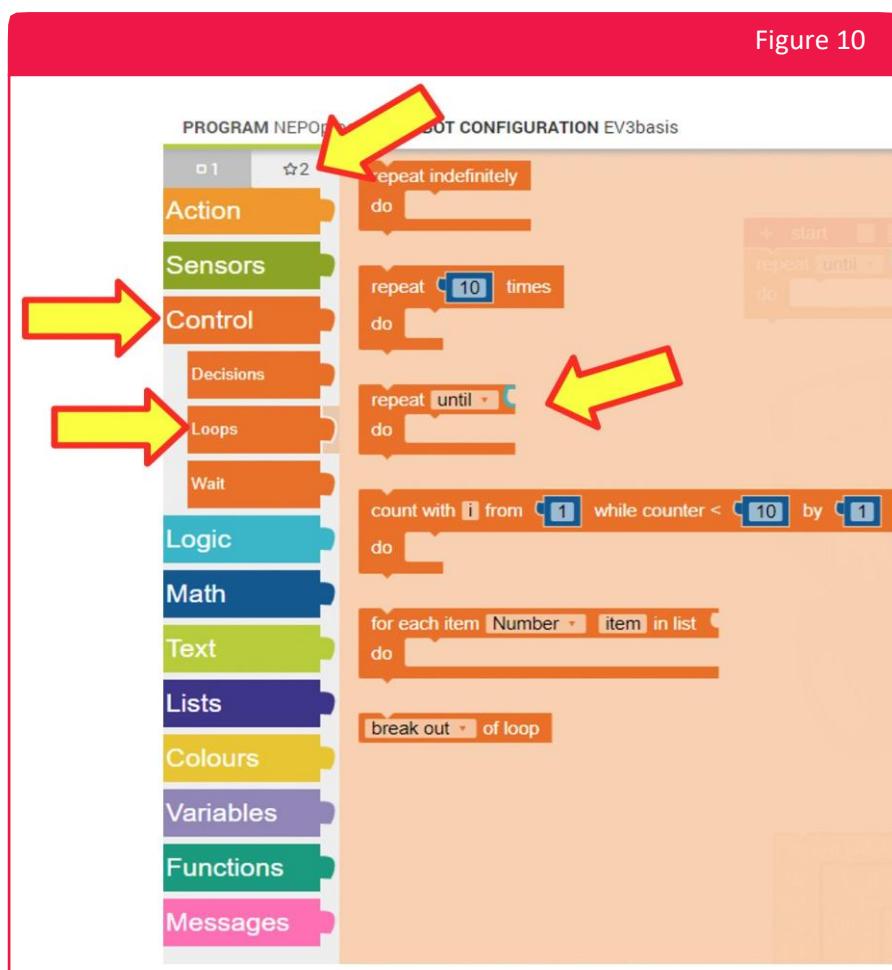
Il est maintenant temps d'améliorer et de finaliser votre code. Pouvez-vous identifier le problème que pose l'utilisation de la boucle « Répéter indéfiniment » ?

Au lieu de la boucle « Répéter indéfiniment », utilisez la boucle « Répéter jusqu'à » :



La condition à l'intérieur de « Répéter jusqu'à » définira le moment où le rover s'arrêtera. La commande se trouve dans le groupe de commandes « Expert », comme le montre la Figure 10.

Figure 10



↑ Figure 10 La boucle « Répéter jusqu'à »

## LIENS

### Ressources de l'ESA :

Ressources pédagogiques de l'ESA

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

ESA Kids [esa.int/kids](https://esa.int/kids)

### Projets spatiaux de l'ESA :

Vue d'ensemble de Mars Express

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Mars\\_Express\\_overview](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express_overview)

ExoMars [https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars)

Retour d'un échantillon de Mars

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Mars\\_sample\\_return](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Mars_sample_return)

### Informations supplémentaires :

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Space\\_Science/Mars\\_Express/Water\\_ice\\_in\\_crater\\_at\\_Martian\\_north\\_pole](https://www.esa.int/Science_Exploration/Space_Science/Mars_Express/Water_ice_in_crater_at_Martian_north_pole)

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/Mars\\_sample\\_return](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Mars_sample_return)

[https://www.esa.int/Science\\_Exploration/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars\\_ExoMars\\_2022\\_rover](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars_ExoMars_2022_rover)