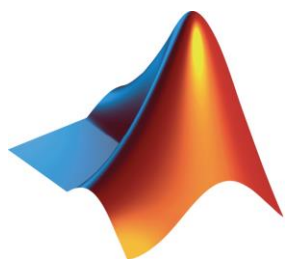




# « Mission On Mars » Robot Challenge

Compétition de Programmation Robotique



MathWorks®

# « Mission On Mars » Robot Challenge

**MathWorks organise la troisième édition de la compétition de programmation robotique « Mission On Mars Robot Challenge » le 25 mai 2016 lors du salon Innorobo à Paris.**

**La mission :** Les robots Rover devront accomplir la mission suivante : explorer la planète Mars en détectant l'emplacement des sites à visiter et éviter des obstacles !

MathWorks vous enverra un modèle de simulation du fonctionnement du robot. Il vous permettra d'effectuer la mission, mais vous aurez besoin de l'améliorer si vous espérez gagner ! Le but est d'optimiser les algorithmes MATLAB et Simulink utilisés par le Rover pour réaliser la mission d'exploration la plus rapide et intelligente.

Un robot, imprimé en 3D et basé sur des cartes Arduino<sup>®</sup> et Raspberry Pi<sup>®</sup> sera à votre disposition le jour de la compétition. Les logiciels MATLAB/Simulink seront fournis aux équipes. Aucune connaissance technique préalable n'est nécessaire pour prendre part à ce challenge.

## **MathWorks**

Les Montalets – 2 rue de Paris

92196 MEUDON

<http://fr.mathworks.com/>

**Contact:** [competition@mathworks.fr](mailto:competition@mathworks.fr)

## Contenu

Présentation de la compétition .....	3
Présentation de la mission .....	4
Modèle de simulation .....	5
Robot « Mars Rover » et arène .....	7
Logiciels et ressources .....	10
Inscription .....	11
Règles et jugement de la compétition .....	12
Déroulement de la compétition .....	13

# Présentation de la compétition

---

La conquête de Mars est lancée ! Nous vous proposons lors de cette compétition de revivre la préparation de la mission d'exploration de Mars en programmant des robots de type « Mars Rover » avec les logiciels MATLAB et Simulink.

**Votre mission : Explorer la planète Mars en détectant l'emplacement des sites d'intérêts tout en évitant des obstacles, en un minimum de temps.**

L'objectif de la compétition n'est pas de construire les robots mais d'optimiser les algorithmes qu'ils utilisent pour réaliser leur mission. Montrez vos talents de programmation et optimisez le modèle de simulation utilisé par votre robot pour gagner la compétition !

Suite à votre inscription, vous recevrez :

- Des versions temporaires gratuites des logiciels MATLAB et Simulink
- Un modèle de simulation du fonctionnement d'un robot Mars Rover

Ce modèle de simulation, développé sous MATLAB/Simulink, permet d'effectuer la mission sur Mars avec un temps de parcours basique. A partir de votre inscription et d'ici le jour de la compétition, il vous faudra modifier et optimiser ce modèle, en vous montrant créatif et audacieux dans votre programmation. Un seul objectif : rendre votre robot aussi rapide que performant pour explorer le maximum de sites sur Mars en un minimum de temps !

Le jour de la finale, des robots Mars Rover, composés de cartes Arduino® et RaspberryPi®, imprimés en 3D et découpés au laser, seront mis à disposition des équipes. Vous pourrez dès lors tester votre modèle optimisé sur ces robots et affronter vos concurrents dans une course effrénée à l'exploration de la planète Mars. Le temps de parcours des robots sera mesuré par un juge électronique.

L'équipe qui aura visité le maximum de sites en un minimum de temps tout en évitant les obstacles sur son parcours sera déclarée vainqueur.



Nous vous proposons de relever ce défi en constituant des équipes de 2 à 4 personnes. Les 12 équipes finalistes s'affronteront en direct le 25 mai à Paris dans des arènes au sein du salon Innorobo.

# Présentation de la mission

---

Un groupe de chercheurs souhaite identifier sur Mars des sites où il pourrait y avoir eu de l'eau dans le passé. Un robot va être envoyé sur ces emplacements pour rechercher des formes de vie qui auraient pu s'y développer.

Les principales contraintes identifiées de la mission sont :

- **Les enjeux économiques** : Ils sont considérables et il n'y a pas de droit à l'erreur ! La programmation du robot doit donc être simulée et améliorée depuis la Terre car un seul et unique robot pourra être envoyé sur Mars.
- **L'autonomie du robot** : Une fois sur Mars, l'énergie du robot sera limitée. Il faudra être rapide pour avoir le temps d'analyser le maximum d'emplacements, tant que le robot possède encore de l'énergie. Il faudra optimiser les trajectoires du robot, ou bien améliorer ses performances. Le robot doit être capable de repérer et d'éviter les obstacles qui se trouveront sur son parcours.
- **La communication avec Mars** : A cause des interférences fréquentes avec Mars, le robot devra être complètement autonome pour réaliser sa mission et se déplacer sur Mars.
- **Le temps nécessaire pour faire les recherches** : Le robot devra s'arrêter sur chaque emplacement un temps minimum pour effectuer ses analyses. S'il passe sur l'emplacement sans s'arrêter, il n'aura pas l'opportunité de faire les analyses nécessaires et cela n'a pas d'intérêt pour les chercheurs.

Afin de garantir le succès de cette recherche, un concours est lancé pour recruter les équipes qui seront capables d'effectuer la simulation la plus performante en respectant les contraintes de la mission. Les talents qui développeront la simulation la plus performante, celle qui permettra de visiter un maximum de sites en un minimum de temps tout en évitant les obstacles sur son parcours, seront choisis pour programmer le robot qui effectuera la mission.

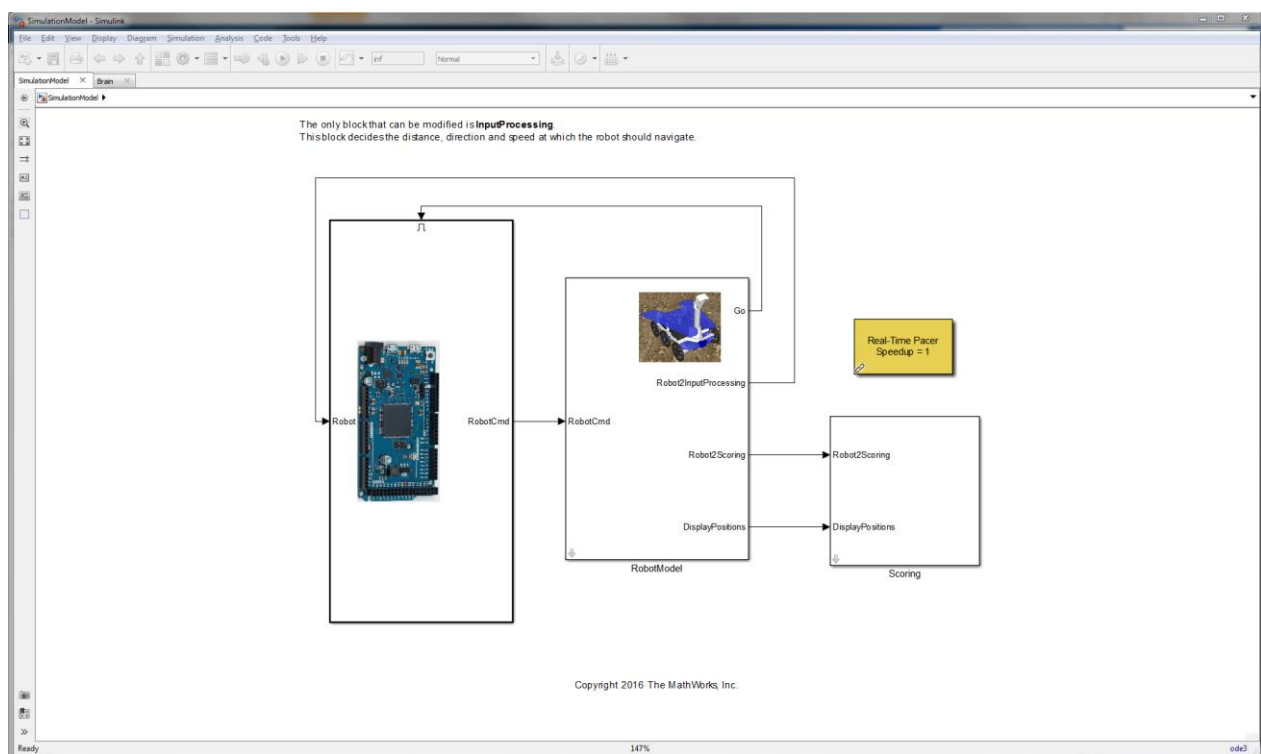
Les scientifiques souhaitant participer à cette mission devront préparer depuis la Terre la programmation qui permettra de piloter le robot le plus précisément et le plus rapidement possible.

# Modèle de simulation

Un modèle de simulation, non optimisé mais fonctionnant, sera fourni à l'ensemble des participants.

Des connaissances préalables de MATLAB et Simulink ne sont pas indispensables ! Simulink, logiciel de modélisation et simulation des systèmes, présente un environnement graphique simple et intuitif, qu'il vous sera possible d'appréhender rapidement. De plus, nous mettrons à votre disposition des ressources pour vous familiariser et utiliser au mieux ces outils.

La figure ci-dessous représente le modèle de simulation du système. Il comprend à la fois le programme qui fonctionnera sur le robot, et une modélisation de l'environnement.

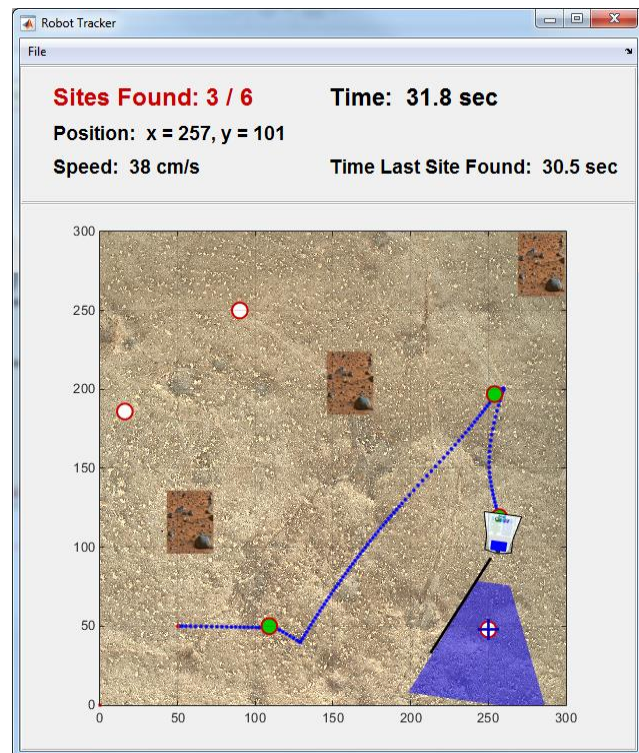


Ce modèle se compose de 3 grandes parties :

1. **Le bloc de gauche « InputProcessing »** : Il implémente la stratégie de déplacement du robot. Etant données la position estimée du robot, les informations de la caméra et les distances mesurées, ce bloc permet de décider de la direction et de la distance que le robot va emprunter. C'est dans ce bloc uniquement que vous devrez apporter vos améliorations.
2. **Le bloc « Robot Model »** : Il modélise le comportement physique du robot ainsi que ses capteurs. Ce bloc ne doit pas être modifié.
3. **Le bloc « Scoring »** : Il modélise le juge électronique et gère la fenêtre de simulation graphique. Ce bloc ne doit pas être modifié.

Sur cette figure vous pouvez observer la simulation des déplacements du robot :

- Les sites à visiter, soit les emplacements sur Mars sur lesquels vous devez vous arrêter au minimum 3 secondes, sont représentés par des cercles.
- Les obstacles que le robot doit éviter.
- Le champ de vision de la caméra du robot est représenté par le quadrilatère bleu. Le ou les sites à l'intérieur du champ de vision seront détectés.
- La trajectoire empruntée par le robot est représentée par des pointillés bleus.
- Cette fenêtre affiche également le temps de parcours de votre robot et le nombre de sites découverts.



Une fois que vous avez lancé la simulation et observé le comportement du robot, vous pouvez modifier le modèle, et relancer la simulation pour immédiatement observer le nouveau comportement.

Plusieurs pistes s'offrent à vous pour optimiser le modèle :

- Vous pouvez améliorer la stratégie existante basée sur de l'exploration pure
- Vous pouvez modifier la stratégie de navigation pour garder un historique de votre passage et donc éviter de revisiter certaines parties de la surface de Mars mais attention à ne pas vous perdre...



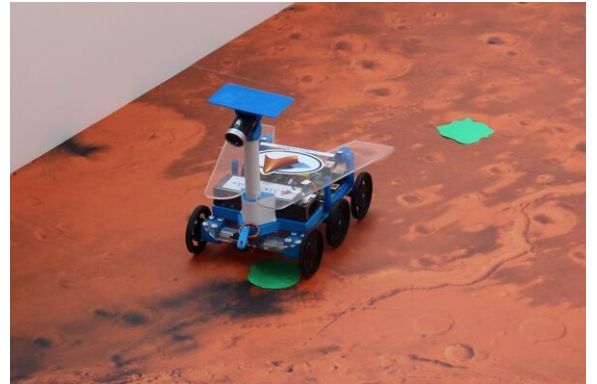
# Robot « Mars Rover » et arène

---

## 1. Présentation du robot

Le robot « Mars Rover » avec lequel vous allez concourir sera fourni par MathWorks le jour de la finale de la compétition aux 12 meilleures équipes. Vous ne pouvez pas concourir avec votre propre robot ou faire des modifications sur le robot fourni.

Chaque équipe finaliste testera pour la 1<sup>ère</sup> fois son modèle sur un robot le 25 Mai.



C'est un robot type 3 roues avec 2 roues motrices et une roue libre. Ce qui lui permet de se déplacer en ligne droite mais également de tourner sur lui-même.

Le robot navigue sur Mars en utilisant trois capteurs principaux :

- Une Webcam qui, après traitement, fournit la position des sites détectés
- Deux encodeurs qui fournissent une information sur la distance parcourue par les roues
- Un capteur de distance monté sur un servomoteur qui fournit une information de distance sur les obstacles et bord de l'arène.

Pour la fabrication du prototype et des robots, nous avons utilisé :

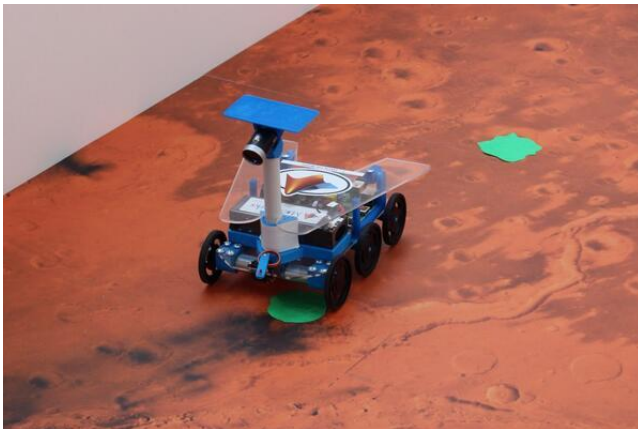
- Des impressions 3D pour toutes les pièces bleues
- Des découpes laser pour le plexiglass

Le robot Mars Rover mesure 24 cm de large, 24 cm de long pour une hauteur de 22cm.

**Le robot est composé des éléments suivants :**

- Une carte Arduino DUE
  - C'est sur cette carte que vos algorithmes vont être utilisés.
  - La carte Arduino DUE est en charge de la navigation et de la stratégie de déplacement vers les sites.
  - Elle est équipée d'une carte fille pour la partie puissance moteur : DFRobot motor Shield.

- Une carte Raspberry Pi
  - A partir du flux d'images de la caméra connectée, cette carte va identifier la présence ou non d'un ou plusieurs sites dans son champ de vision. Ceux-ci sont représentés par des marqueurs de couleur au sol.
  - Après des calculs, elle va déterminer la distance en centimètre et l'angle ( $0^\circ$  en face, angle positif à gauche et angle négatif à droite) des sites détectés.
  - Ces informations sont ensuite envoyées à la carte Arduino par I<sup>2</sup>C.
  - Il n'y a aucune modification à apporter à cet ensemble qui vous est fourni.
- Une Webcam
  - Celle-ci est reliée directement au Raspberry Pi pour la partie vision.
- Deux moteurs à courant continu
  - Ces moteurs sont équipés de roues de 70mm de diamètre.
  - Ils sont également équipés d'encodeurs avec une résolution de 636 pas par tour de roue.
  - La distance entre les roues est 165mm.
  - Avec tous ces renseignements, la carte Arduino est capable d'estimer la distance parcourue et l'angle du robot.
  - Il est à noter que les roues peuvent glisser et que le robot n'est pas parfait. Un algorithme de navigation se basant uniquement sur une position précise en fonction des encodeurs n'est pas réaliste.
- Une batterie de 6000mAH permettant une journée complète de fonctionnement



Voici un exemple de vue de la caméra de la carte Raspberry Pi





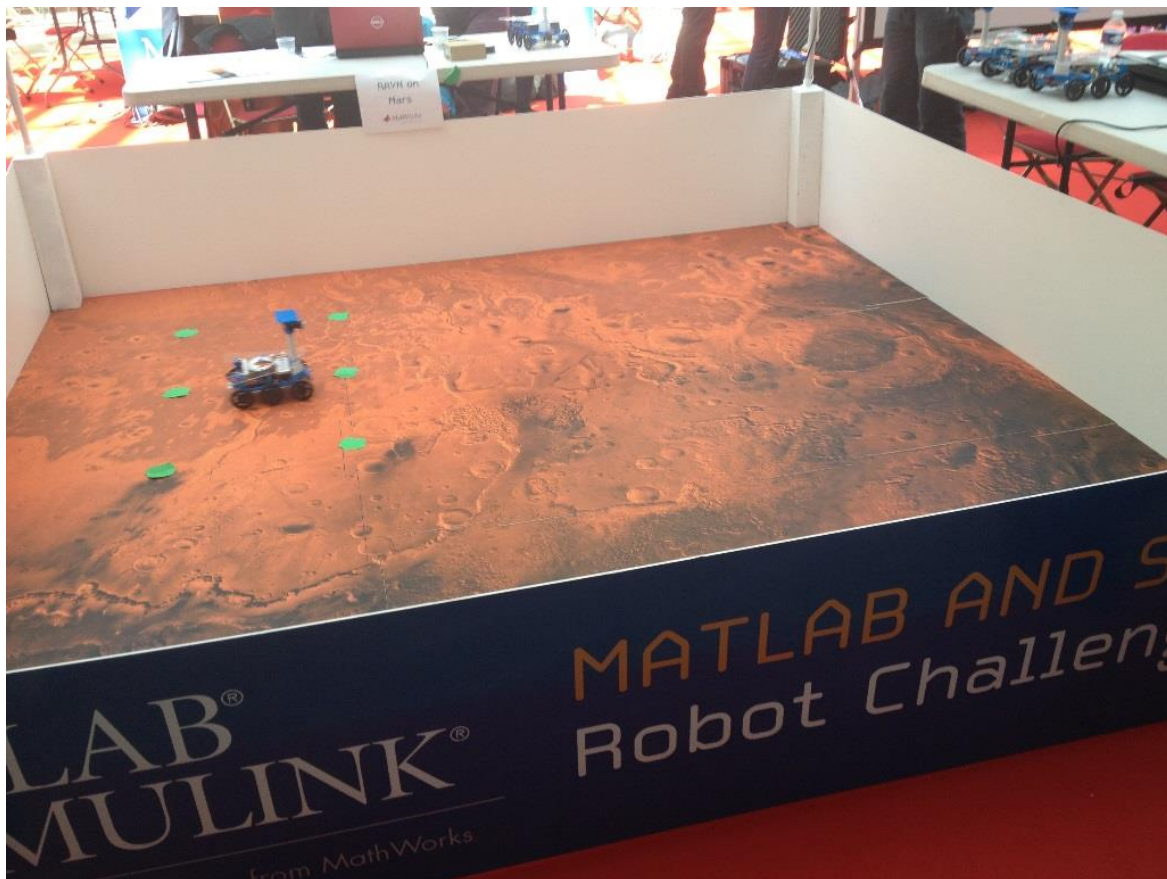
## 2. L'arène

La planète Mars est représentée par une arène de 3 mètres sur 3 mètres. Nous allons placer dans cette arène :

- Des points verts : ils représentent les sites sur Mars sur lesquels vous devez passer et vous arrêter 3 secondes pour valider leur exploration.
- Des obstacles à éviter.

Un système de juge électronique suivra votre Mars Rover à partir d'une Webcam installée en hauteur. Celui-ci validera les sites que vous êtes parvenu à visiter tout en chronométrant l'épreuve avec les temps intermédiaires de passage sur les sites. Vous pourrez suivre les validations apportées par le juge et les temps estimés sur l'écran du PC qui sera attribué à votre arène.

Nous afficherons, en fonction des épreuves, sur un grand écran séparé la voie empruntée par votre robot, le nombre de cibles atteintes ainsi que le temps réalisé.



# Logiciels et ressources

---

Les robots « Mars Rover » doivent être programmés en utilisant uniquement les logiciels MATLAB, Simulink et les Toolboxes MathWorks Version R2015b.

Nous vous fournirons par email une version temporaire gratuite des logiciels dont vous aurez besoin pour préparer et prendre part à la compétition. Nous recommandons une installation « 64-bits de MATLAB ».

**Attention :** Pour participer, vous avez également besoin d'un ordinateur portable fonctionnant avec Windows 7 (à amener le jour de la finale) avec les logiciels préinstallés. Les plateformes Apple et Linux ne seront pas supportées le jour de l'épreuve.

**Voici quelques ressources qui vous permettront de découvrir les solutions MathWorks :**

- [Introduction à MATLAB](#)
- [Introduction à Simulink](#)
- [Arduino avec MATLAB et Simulink](#)
- [Raspberry Pi avec MATLAB et Simulink](#)
- [Tutorial Simulink](#)

# Inscription

---

Les inscriptions à la compétition se font uniquement sur le site MathWorks. Le capitaine de chaque équipe devra inscrire ses équipiers en mentionnant le nom, l'âge et les coordonnées de chaque participant. Les inscriptions à cette compétition débuteront en Février 2016 et se clôtureront le 15 Avril 2016.

## Composition des équipes :

- Minimum 2 personnes et maximum 4 personnes par équipe.
- Les membres de l'équipe doivent tous être âgés de 15 ans et plus.

L'inscription à la compétition « Mission On Mars » Robot Challenge est gratuite. L'accès au salon Innorobo sera gratuit pour les membres des équipes finalistes de la compétition, le jour de la finale. MathWorks ne prend pas en charge les frais de déplacement ou d'hébergement des équipes.

# Règles et jugement de la compétition

---

## 1. Règles de la compétition

L'objectif de la compétition est de parcourir l'ensemble des sites sur Mars en un minimum de temps tout en évitant des obstacles.

Pour que le passage sur un site soit validé par le juge électronique, le robot devra s'être arrêté au minimum 3 secondes sur le site.

Le temps maximum pour effectuer la mission est de 3 minutes.

Si plusieurs équipes parviennent à valider le même nombre de sites, le temps utilisé pour atteindre la dernière cible permettra de départager les équipes.

## 2. Jugement de la compétition

La compétition sera jugée par des ingénieurs MathWorks. Un système automatisé permettra de vous départager en fonction du temps passé pour effectuer le parcours. Des instructions complètes et les critères d'évaluation seront fournis pendant la phase de préparation de la compétition et le jour de l'événement.

Les décisions des juges sont définitives.

# Déroulement de la compétition

---

## 1. Pré-qualification

Une phase de pré-qualification sera organisée afin de sélectionner les 12 équipes qui participeront à la finale de la compétition le 25 Mai à Paris.

Pour départager les équipes inscrites, nous vous demanderons d'envoyer votre modèle optimisé au jury MathWorks avant le Dimanche 24 Avril 2015 minuit.

Les 12 équipes ayant les simulations les plus rapides et les plus innovantes seront sélectionnées pour participer à la compétition lors d'Innorobo. Elles recevront un robot Mars Rover quelques semaines avant la finale de la compétition afin de pouvoir effectuer des tests avant la finale.

## 2. Le jour de la compétition

### Agenda de la compétition :

09h00 - 09h30	Accueil et installation des équipes
09h30 - 12h00	Phase d'entraînement avec le robot
13h00 - 15h00	Phase de poules qualificatives
15h00 - 16h00	Demi-Finale
16h00 - 17h00	Finale
17h00	Remise des prix

Matériel à apporter par les équipes :

- Un ou deux ordinateurs portables fonctionnant sous Windows 7 maximum avec les logiciels MathWorks installés
- Le modèle que vous avez préparé en amont de la compétition

Matériel fourni par les organisateurs :

- Tables et chaises
- Les robots Mars Rover (le jour de la finale)
- Les arènes
- L'alimentation électrique

### **a. Phase d'entraînement**

Lors de la phase d'entraînement, vous allez passer de la simulation au réel en testant vos modèles sur le robot Rover que nous mettrons à votre disposition pour la première fois.

L'objectif de cette phase est de vous permettre d'adapter votre modèle de simulation aux réactions de votre robot. Les temps réalisés pendant cette phase sont purement indicatifs et ne seront pas pris en compte pour le classement de la compétition.

### **b. Phase de poules**

Un nouveau set de sites/obstacles à visiter sur Mars va être installé dans les arènes. A partir de cette phase, chaque temps compte ! Nous allons enregistrer l'ensemble de vos temps de passage et nous effectuerons un classement avec le meilleur temps de chaque équipe. Les 4 équipes ayant réalisé les meilleurs temps seront sélectionnées pour les demi-finales.

### **c. Demi-Finale**

Nous allons de nouveau modifier l'emplacement des sites/obstacles à visiter sur Mars. Les 2 équipes ayant parcouru le plus de sites en un minimum de temps seront sélectionnées pour la finale

### **d. Finale**

Un nouveau set de point sera installé dans les arènes. Nous retiendrons le meilleur temps de chaque équipe pour déclarer l'équipe vainqueur de la compétition 2016.

### **e. Remise des prix**

Les gagnants doivent être présents pour recevoir leurs prix. Dans le cas où l'équipe gagnante n'est pas présente au moment de la remise des prix, la première place sera attribuée à l'équipe en deuxième place.

Les 3 meilleures équipes recevront un prix, en voici un aperçu :

- L'équipe vainqueur gagnera le robot avec lequel elle a effectué la finale
- Des licences MATLAB et Simulink Home™ seront offertes aux 3 équipes gagnantes
- Et bien d'autres surprises !