

teach with space

→ ASTROGÉOLOGIE SUR MARS

Explorer le paysage martien et utiliser la spectroscopie pour identifier ses roches



Guide du professeur

En bref	Page 3
Synthèse des activités	page 4
Introduction	page 5
Activité 1 : Mission analogue avec un rover humain	page 7
Activité 2 (facultative) : Mission analogue avec un rover Lego	page 9
Activité 3 : Analyse d'échantillons	page 11
Fiche de l'élève	page 13
Liens	page 18

teach with space – astrogéologie sur Mars | T12
www.esa.int/Education - esero.fr

Le Bureau ESA Education apprécie les retours et commentaires à teachers@esa.int
Vos retours possibles également à esero.france@cnes.fr

Produit par ESA Education en collaboration avec ESERO UK
Copyright 2022 © European Space Agency

Traduit et adapté par ESERO France et le CNES, 2024

→ ASTROGÉOLOGIE SUR MARS

Explorer le paysage martien et utiliser la spectroscopie pour identifier ses roches

EN BREF

Thèmes : sciences planétaires, mathématiques, physique, chimie, biologie, géologie

Tranche d'âge : 10 à 17 ans

Type : activité scolaire

Difficulté : facile à intermédiaire

Temps nécessaire pour la leçon : 2 à 4 h

Coût : moyen (10 à 30 euros)

Lieu : intérieur

Implique l'utilisation de : une carte quadrillée de Mars/ un tapis à damier/une grande grille - toute surface avec des carrés ou cases de taille suffisante pour y marcher. Un chronomètre

Facultatif : [Kit de robot Lego Education](#) et/ou véhicule télécommandé

Mots clés : physique, chimie, sciences planétaires, Mars, analyse d'échantillons, chimie, biologie, sciences de l'espace

Aperçu

Dans cet ensemble d'activités les élèves apprendront à gérer une mission d'exploration planétaire. Ils s'organiseront en groupes pour assurer le « contrôle de la mission ». À l'aide d'un « rover martien », ils exploreront une carte de Mars et chercheront des régions d'intérêt pour la collecte de données sur la surface de cette planète. Le contrôle de mission et le rover disposent d'un temps limité pour trouver ces régions et ne peuvent communiquer qu'en utilisant un nombre limité de commandes. Les élèves seront ainsi sensibilisés au transfert limité de données pendant la mission et à l'importance de planifier le contrôle de mission. Ils recevront ensuite les échantillons collectés dans les régions d'intérêt et seront guidés pour les analyser et identifier les éléments trouvés à la surface. Les élèves pourront alors présenter leurs résultats au reste de la classe.

Cette ressource a été élaborée dans le cadre d'une collaboration entre l'ESERO-UK et l'ESA.

Objectifs d'apprentissage

- Trouver la meilleure façon de naviguer sur la carte pour optimiser la collecte d'échantillons dans les limites de temps de l'exercice.
- Comprendre les opérations du rover, compte tenu de la communication limitée entre le « rover » et le « contrôle de mission »
- Acquérir de l'expérience dans l'analyse d'échantillons
- Apprendre à identifier les signatures spectrales et à interpréter les informations géologiques
- Améliorer les compétences de communication et de présentation, en exposant les résultats aux autres équipes

→ Synthèse des activités

En fonction du temps et du matériel disponibles, les activités 1, 2 ou 3 pourront être réalisées. L'activité 4 succède à chacune de ces activités.

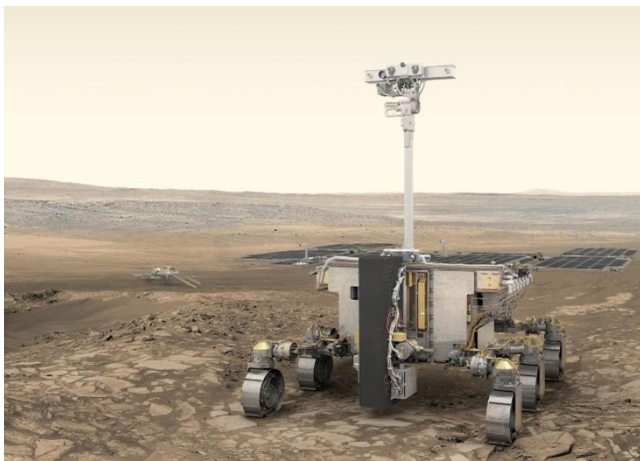
Synthèse des activités					
	Titre	Description	Résultat	Exigences	Durée
1	Mission analogue avec un « rover » humain	Naviguer sur une carte de Mars et trouver des échantillons d'intérêt.	Comprendre le fonctionnement d'un algorithme et l'appliquer au monde réel	Aucune	60 minutes
2	Mission analogue avec un rover Lego	Naviguer sur une carte de Mars et trouver des échantillons d'intérêt.	Utiliser des compétences en codage pour circuler sur la surface de Mars et atteindre des objectifs	Kit de robot éducatif (exemples : Lego Mindstorms ou Lego Spike)	60 à 90 minutes
3	Analyse d'échantillons	Analyser les échantillons trouvés sur Mars	Les élèves analyseront les échantillons à l'aide des données spectrales et des images fournies pour déterminer les échantillons trouvés sur Mars.	Activités 1 et 2.	60 minutes

→ Introduction

Les robots d'exploration planétaire, ou rovers, nous permettent d'explorer la planète Mars depuis plus de 20 ans. Sojourner est le premier rover à avoir roulé sur Mars en 1997 et à nous avoir transmis une série d'images étonnantes. Depuis, cinq autres engins robotisés ont été envoyés avec succès sur Mars.

ExoMars est une future mission de rover de l'ESA conçue pour rechercher des traces de vie, passée ou présente, sur Mars. Cette mission associe l'étude de l'atmosphère, l'analyse d'échantillons et la géologie pour nous aider à mieux comprendre la surface de Mars, son histoire et déterminer si elle a pu abriter de la vie ou non.

Figure 1



Le rover d'ExoMars a été baptisé Rosalind Franklin, d'après le nom d'une scientifique britannique qui a contribué à la découverte de la structure de notre ADN. « Roving with Rosalind » est un ensemble d'activités scolaires basées sur ExoMars qui permettent aux élèves d'effectuer des activités liées à la mission réelle sur Mars et en rapport avec ce qu'ils apprennent en classe ou en laboratoire. Les élèves étudieront une carte de Mars, apprendront en quoi consiste le contrôle de mission et analyseront et identifieront des échantillons que le vrai rover recherchera sur Mars.

Dans cette ressource pour la classe, les élèves apprendront à se déplacer à la surface de Mars et à collecter des échantillons géologiques sur lesquels ils recevront des informations par la suite. Ensuite, ils devront confronter leurs échantillons à des fiches de données spectrales réelles (données de référence) pour tirer leurs propres conclusions.

↑ [Rover ExoMars](#)

Les activités 1 et 2 sont identiques, mais sont réalisées avec deux plateformes différentes. L'activité 1 peut être réalisée sans outil robotique éducatif – il s'agit d'une mission analogue humaine. En revanche, l'activité 2 nécessite l'utilisation d'un [kit robotique éducatif](#) tel que Lego Mindstorms ou Lego Spike. Les professeurs peuvent choisir de commencer par les activités 1 et/ou 2, puis passer à l'activité 3.

→ Contexte

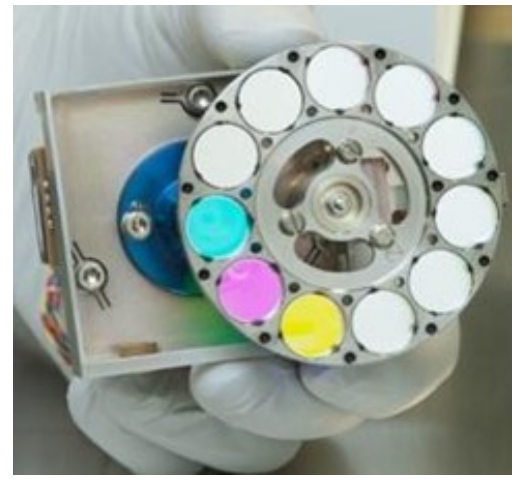
Conçue pour rechercher des traces de vie passée ou présente sur Mars, la mission ExoMars est un défi très complexe. Des scientifiques pensent qu'il fut un temps où Mars ressemblait bien plus à la Terre primitive. Si la vie s'est développée sur Mars, il est probable que cela date de cette période initiale, appelée Noachien. Aujourd'hui, nous recherchons donc des preuves de vie (vivantes ou fossilisées de communautés microbiennes), des molécules organiques (à base de carbone, d'hydrogène, d'azote, d'oxygène, de phosphore, etc.) présentant des propriétés révélatrices d'une origine biologique ; elles seront très probablement conservées dans des minéraux formés en présence d'eau liquide (comme les argiles ou les dépôts hydrothermaux).

Spécialement conçu à cet effet, le rover ExoMars nommé Rosalind Franklin est même équipé d'une foreuse capable de prélever des échantillons jusqu'à une profondeur de 2 mètres pour garantir l'accès au sous-sol martien, où le rayonnement solaire ne peut pas pénétrer et détruire les signes de vie. Plusieurs instruments embarqués à bord du rover Rosalind Franklin contribueront à la première étape dans la compréhension de la surface martienne. Parmi ceux-ci figurent l'ensemble de caméras PanCam (caméras grand angle et caméra haute résolution – HRC) et le Spectromètre Infrarouge pour ExoMars (ISEM). Ces instruments étudient tous la manière dont la lumière interagit avec différents matériaux. Les caméras grand angle de PanCam prennent des photos comme des caméras normales, mais à travers de multiples filtres circulaires dans le spectre visible et proche infrarouge (NIR). On parle également d'« imagerie multispectrale ».

Figure 2



Figure 3



↑ Instrument PanCam et roue à filtres, M. de la Nougerede, UCL/MSSL

L'imagerie multispectrale repose sur le principe que chaque filtre de la PanCam ne laisse passer qu'une gamme de longueurs d'onde spécifique de la lumière solaire qui est réfléchiée sur la surface de Mars. Des images en gris sont obtenues à partir de chaque filtre, puis additionnées entre elles pour produire des couleurs et des spectres. La PanCam nous fournit donc des données multispectrales pour chacune des longueurs d'onde correspondant aux filtres (figure a, ci-dessous). Mais les spectres peuvent aussi avoir l'aspect de courbes régulières ; il s'agit alors de données hyperspectrales, pour lesquelles des informations sont obtenues à chaque longueur d'onde (figure b, ci-dessous). Les images hyperspectrales peuvent être considérées comme des images de caméra ordinaires et comportant également des données spectroscopiques.

Représentation de données multispectrales

Représentation de données hyperspectrales

Figure 4

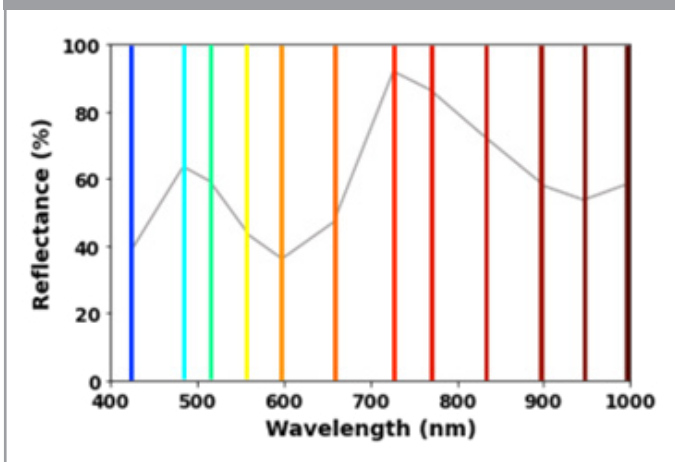
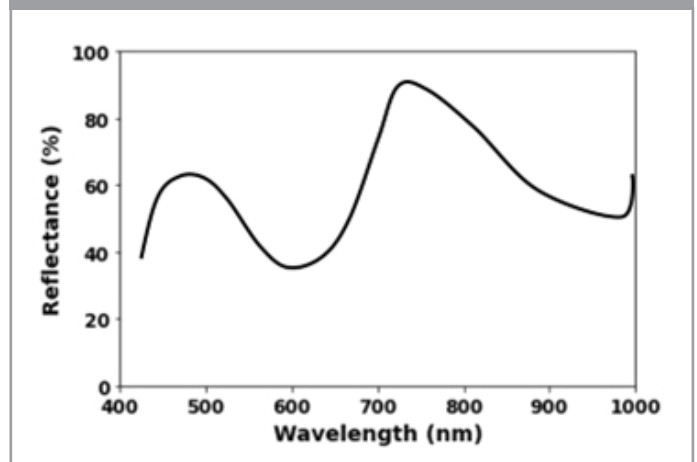


Figure 5



↑ a) Longueurs d'onde de PanCam comparées aux données multispectrales, b) Exemple de données hyperspectrales

L'imagerie spectrale est une technologie très utile pour cartographier en détail la surface de Mars, mais aussi d'autres objets éloignés dans l'espace. En fonction des matériaux présents à la surface de Mars, certaines longueurs d'onde de la lumière solaire sont absorbées tandis que d'autres sont réfléchies. Chaque type de matériau a ainsi un spectre unique qui peut être identifié. Le spectre d'un matériau est donc comme son empreinte digitale.

→ Activité 1 : Mission analogue avec un « rover » humain

Pour cette activité, les élèves sont répartis en équipes de « contrôle de mission » chargées de piloter un rover sur une grande carte de Mars (ou grille) afin d'identifier les points d'intérêt. Un élève de chaque équipe jouera le rôle du rover martien auquel le plan sera communiqué. L'équipe doit trouver le plus grand nombre possible de régions d'intérêt dans le temps imparti tout en évitant les dangers, synonymes de pénalités de temps. Une fois que l'équipe a trouvé ces points d'intérêt, elle reçoit les données de la « mission » pour analyse. Les élèves doivent analyser les échantillons à l'aide des données spectrales et des images fournies afin de déterminer les échantillons trouvés sur Mars.

Matériel

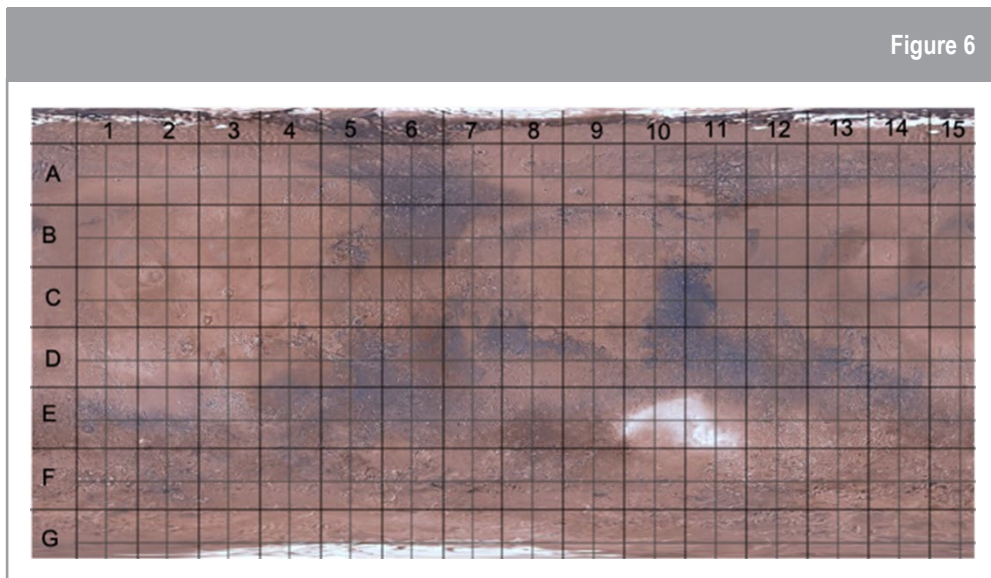
- Carte quadrillée de Mars/ tapis à damier/ grande grille - tout support de grande surface avec des carrés ou cases assez grands pour s'y déplacer.
- Chronomètre

Exercice

1. Installer une carte de Mars à explorer.

Voir un exemple d'image de fond de la planète Mars sur ce site: https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Images/2019/02/Dried_out_river_valley_network_on_Mars#.YIGJoa1zbaM.link

Vous pouvez imprimer ce fond de carte en imprimant chaque section au format A1, et assembler les sections quadrillées à l'aide de ruban adhésif, sur le sol de la salle de classe.

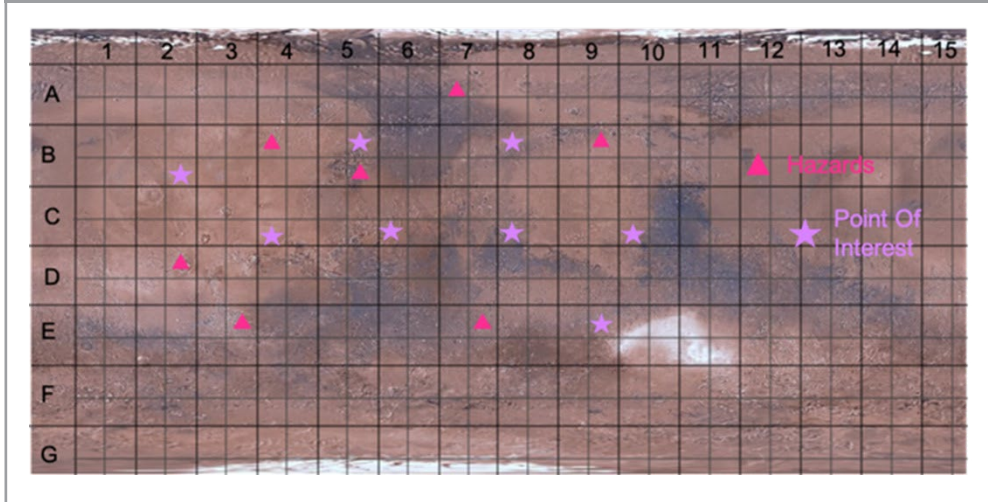


↑ Exemple de carte de Mars

2. Placez les points d'intérêt dans certaines cases et les dangers dans d'autres, sans les montrer à la classe.

Il est conseillé d'utiliser deux types de papier de couleurs et de formes distinctes pour représenter les points d'intérêt et les dangers.

Figure 7



↑ Exemple de carte de Mars montrant les points d'intérêt et les dangers

3. Répartissez les élèves par équipes de 4 à 6 et demandez-leur de décider qui sera leur rover.
4. L'élève « rover » peut partir de n'importe quel endroit en bordure de la carte. Une fois le départ donné, l'équipe dispose de 10 minutes pour collecter autant de points d'intérêt que possible tout en évitant les dangers. Chaque obstacle rencontré entraîne une pénalité de 30 secondes.
5. Les « élèves rovers » doivent décrire ce qu'ils voient en 5 mots ou moins (par tour).
6. L'équipe de contrôle de mission doit alors donner des instructions au rover, trois au maximum, par exemple : 1. avancer, 2. tourner à 90 degrés vers la droite, 3. avancer.
7. À la fin du temps imparti, les élèves devraient recevoir un fichier de liaison descendante (annexe 2) pour chaque point d'intérêt qu'ils ont collecté.

→ Activité 2 (facultative) : Mission analogue avec un rover Lego

Cette activité est une variante de l'activité 1, utilisant un rover Lego. Dans cette activité, les élèves jouent le rôle d'une équipe de « contrôle de mission » et font circuler un rover Lego sur une grande carte de Mars (ou une grille) afin d'identifier les points d'intérêt. Les élèves disposent de 10 minutes pour planifier leur parcours avant le déclenchement du chronomètre. L'équipe doit trouver le plus grand nombre possible de points d'intérêt dans le temps imparti tout en évitant les dangers, synonymes de pénalités de temps.

Matériel

- Carte quadrillée de Mars/ tapis à damier/ grande grille - tout support de grande surface avec des carrés ou cases assez grands pour s'y déplacer.
- Chronomètre
- Kit Lego WeDo 2.0 /Lego Spike (1 ou 2 selon le rover à construire) ou autre ensemble [robot Lego Education](https://education.lego.com/en-us/product-resources/wedo-2/downloads/building-instructions).
- Ordinateur portable ou tablette pour les instructions.

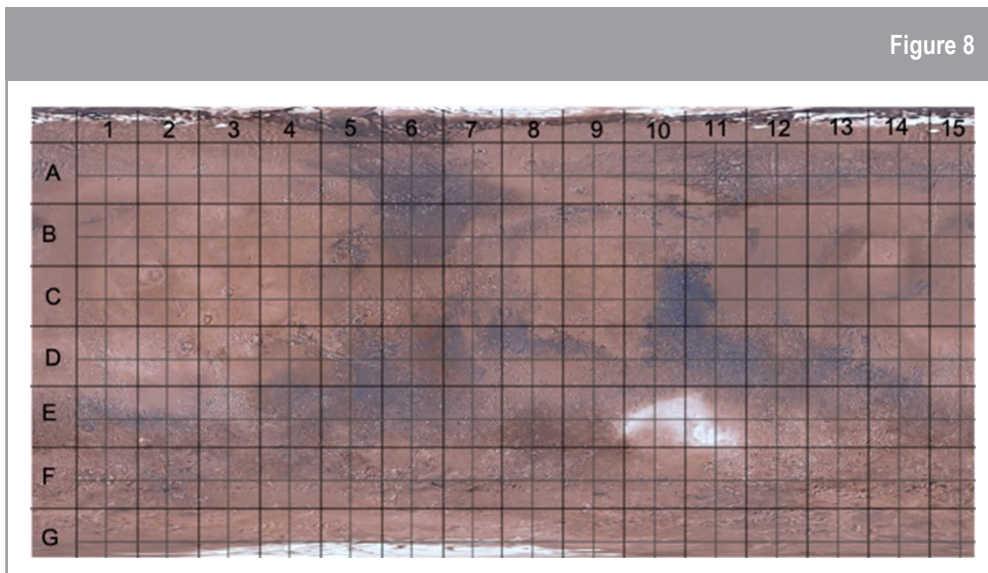
Exercice

1. Construisez les rovers à l'aide des instructions ci-dessous :

a. Lego WeDo: https://education.lego.com/v3/assets/blt293eea581807678a/blt93026f2eecb58ffa/5fe32e74520daf30e5a2f117/en-gb_365e16c6-a026-44e9-a296-e7dc623d6362.pdf ou <https://education.lego.com/en-us/product-resources/wedo-2/downloads/building-instructions>, MILO Twins

b. Lego Spike: <https://education.lego.com/v3/assets/blt293eea581807678a/blt990212b2cd50c4d3/5f88025fbc43790f5c4389ee/going-the-distance-bi-pdf-book1of2.pdf>

Figure 8

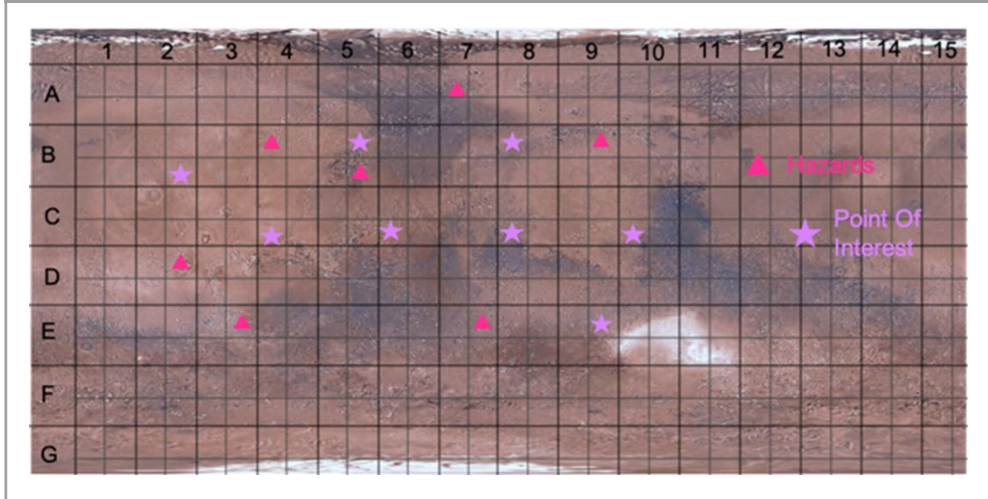


↑ Exemple de carte de Mars

2. Placez les points d'intérêt dans certaines cases et les dangers dans d'autres, sans les montrer à la classe.

Il est conseillé d'utiliser deux types de papier de couleurs et de formes distinctes pour représenter les points d'intérêt et les dangers.

Figure 9



↑ Exemple de carte de Mars montrant les points d'intérêt et les dangers

3. Répartissez les élèves par équipes de 4 à 6. Tous les élèves sont responsables du contrôle de la mission.
4. Placez le rover construit sur une case quelconque en bordure de la carte.
5. Montrez la carte à toutes les équipes et donnez-leur 10 minutes pour planifier leur parcours. Les élèves peuvent dessiner leur propre carte et rédiger des instructions pour faciliter leurs plans.
6. Une fois le départ donné, l'équipe dispose de 10 minutes pour parcourir la carte et collecter autant de points d'intérêt que possible tout en évitant les dangers. Chaque obstacle rencontré entraîne une pénalité de 30 secondes.
7. À la fin du temps imparti, les élèves devraient recevoir un fichier de liaison descendante (annexe 1) pour chaque point d'intérêt qu'ils ont collecté.

→ Activité 3 : Analyse d'échantillons

À la fin des activités 1 et 2, les équipes doivent avoir collecté plusieurs données multispectrales (données de liaison descendante ou données cibles, figurant aux annexes 1 et 2) pour chaque point d'intérêt rencontré par leur rover. Toute l'équipe doit travailler ensemble pour déterminer ce qu'elle a trouvé. Pour ce faire, il leur faut comparer les « données de liaison descendante » (annexe 1), collectées aux points d'intérêt, avec les « données de référence » (annexe 2) fournies par le professeur ou le formateur.

Exercice

Huit échantillons de référence sont inclus dans les données de référence (annexe 1). Il s'agit de « données hyperspectrales dans le visible et le proche infrarouge » ou de « données hyperspectrales dans le VNIR » (qui sont utilisées pour comparer les données de la liaison descendante (annexe 2) à celles trouvées au cours de la mission.

Les élèves devraient comparer les données de référence en leur possession aux données de la liaison descendante recueillies par leur rover. Des correspondances peuvent être trouvées lorsque l'image multispectrale de leur échantillon collecté correspond à l'une des images hyperspectrales de référence.

Cet exercice a pour objectif d'aider les élèves à comprendre comment nous utilisons les différents types de données reçues de Mars pour obtenir une image complète de la surface. Les élèves devraient discuter de leurs résultats avec leurs camarades et tirer des conclusions.

Attention : la fiche technique de la liaison descendante repose sur des graphiques simulés. Nous espérons obtenir les données réelles après le déploiement de la mission ExoMars.

Les données de la liaison descendante se présenteront comme suit :

PanCam Image:

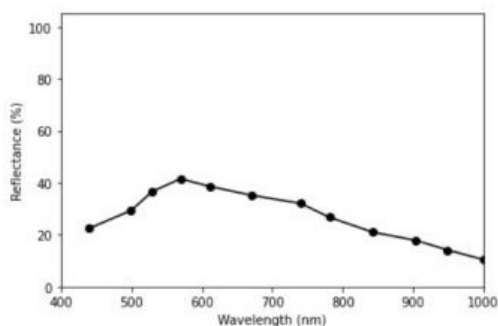


HRC Image:



Credit: Nasa

PanCam Multispectral Data



Les données de référence se présenteront comme suit :

Olivine

Target Summary

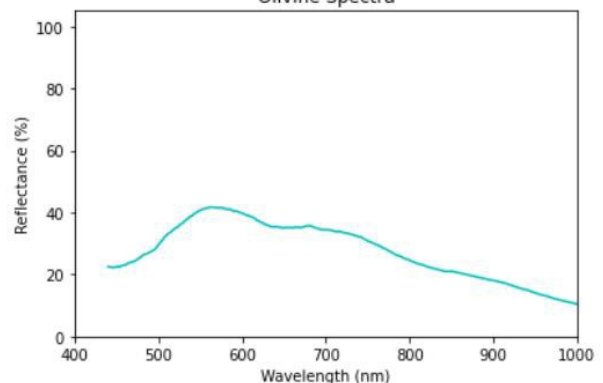
Olivine is found in igneous (volcanic) rocks. If we find it at the surface of Mars there must be large amounts of volcanism or tectonic activity in the area.



Tumbled Olivine Crystals from Earth (several mm in diameter)

VNIR Hyperspectral Data

Olivine Spectra



Solution

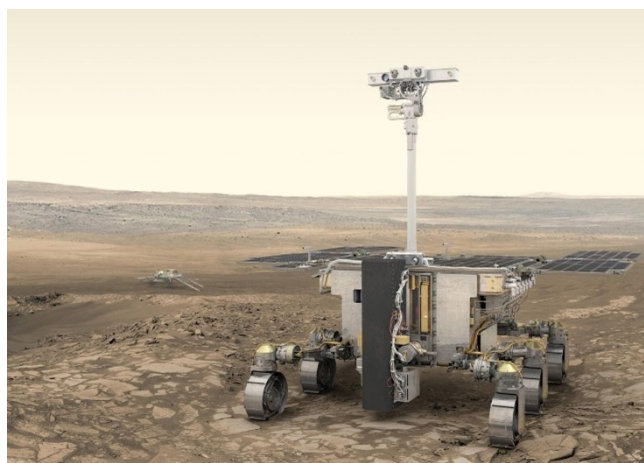
Données de référence	Données de liaison descendante
Olivine	Cible 007
Kaolinite	Cible 005/001/003
Gypse	Cible 005/001/003
Augite	Cible 008/009
Smectite	Cible 004
Opale	Cible 006
Goethite	Cible 008/009
Hematite	Cible 002

→ ASTROGÉOLOGIE SUR MARS

Explorer le paysage martien et utiliser la spectroscopie pour identifier ses roches

Vous êtes-vous déjà demandé comment fonctionne une mission d'exploration planétaire ? Comment les ingénieurs transmettent-ils des commandes à un rover sur la planète Mars et comment obtiennent-ils un retour d'information ? Les rovers envoyés sur la planète Mars sont pilotés par les opérateurs du « Contrôle de mission » sur Terre, mais ils intègrent également diverses technologies matérielles et logicielles qui les rendent semi-autonomes. Les instruments embarqués dans la charge utile peuvent collecter des échantillons et réaliser des expériences. Les données qui en résultent sont retransmises sur Terre pour être analysées par les scientifiques.

Figure 1



ExoMars est une future mission de rover dirigée par l'ESA et conçue pour rechercher des formes de vie passée ou présente sur Mars. Cette mission européenne englobe l'étude de l'atmosphère, l'analyse d'échantillons et la géologie pour nous aider à comprendre la surface de Mars, son histoire, et étudier la possibilité qu'elle ait pu accueillir de la vie.

La partie supérieure du rover est équipée de plusieurs instruments qui contribueront à la première étape dans la compréhension de la surface de Mars. Parmi ceux-ci figurent l'ensemble de caméras PanCam (caméras grand angle et caméra haute résolution - HRC) et le Spectromètre Infrarouge pour ExoMars (ISEM). Ces instruments **étudient tous la manière dont la lumière interagit** avec différents matériaux.

↑ Rover ExoMars

→ Contexte

Conçue pour rechercher des traces de vie passée ou présente sur Mars, la mission ExoMars est un défi très complexe. Des scientifiques pensent qu'il fut un temps où Mars ressemblait bien plus à la Terre primitive. Si la vie s'est développée sur Mars, il est probable que cela date de cette période initiale appelée Noachien. Aujourd'hui, nous recherchons donc des preuves de vie (vivantes ou fossilisées de communautés microbiennes), les ingrédients de la vie (carbone, hydrogène, azote, oxygène, phosphore, etc.) et les conditions susceptibles de préserver ces signes de vie (comme l'argile).

Spécialement conçu à cet effet, le rover ExoMars nommé Rosalind Franklin est même équipé d'une foreuse capable de prélever des échantillons jusqu'à une profondeur de 2m pour garantir l'accès au sous-sol martien, où le rayonnement solaire ne peut pas pénétrer et détruire les signes de vie. Plusieurs instruments embarqués à bord du rover Rosalind Franklin contribueront à la première étape dans la compréhension de la surface martienne. Parmi ceux-ci figurent l'ensemble de caméras PanCam (caméras grand angle et caméra haute résolution - HRC) et le Spectromètre Infrarouge pour ExoMars (ISEM). Ces instruments **étudient tous la manière dont la lumière interagit** avec différents matériaux. Les caméras grand angle de PanCam prennent des photos comme des caméras normales, mais à travers de multiples **filtres** circulaires dans le spectre visible et proche infrarouge (NIR). On parle également d' « imagerie multispectrale ».

Figure 2

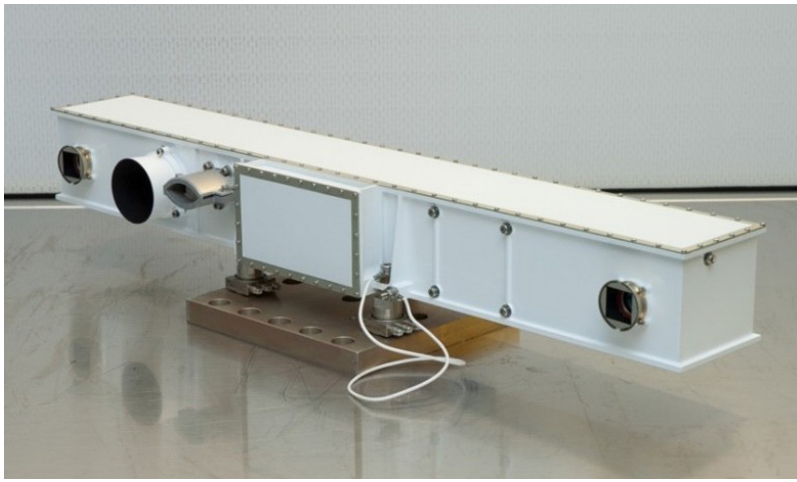
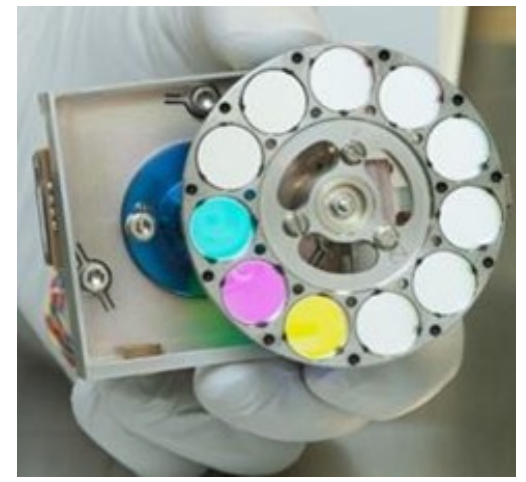


Figure 3



↑ Instrument PanCam et roue à filtres, M. de la Nougerede, UCL/MSSL

L'imagerie multispectrale repose sur le principe que chaque filtre de la PanCam ne laisse passer qu'une gamme de longueurs d'onde spécifique de la lumière solaire qui est réfléchiée sur la surface de Mars. Des images en gris sont obtenues à partir de chaque filtre, puis additionnées entre elles pour produire des couleurs et des spectres. La PanCam nous fournit donc des données **multispectrales** pour chacune des longueurs d'onde correspondant aux filtres (figure a, ci-dessous). Mais les spectres peuvent aussi avoir l'aspect de courbes régulières ; il s'agit alors de données **hyperspectrales**, pour lesquelles des informations sont obtenues à chaque longueur d'onde (figure b, ci-dessous). Les images hyperspectrales peuvent être considérées comme des images de caméra ordinaires et comportant également des données spectroscopiques.

Représentation de données multispectrales

Représentation de données hyperspectrales

Figure 4

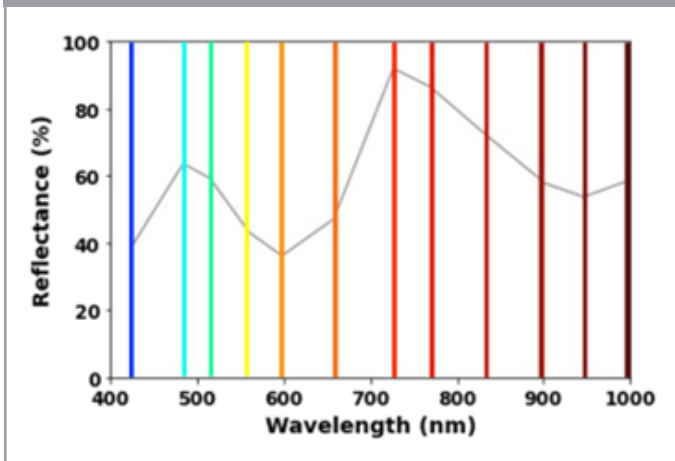
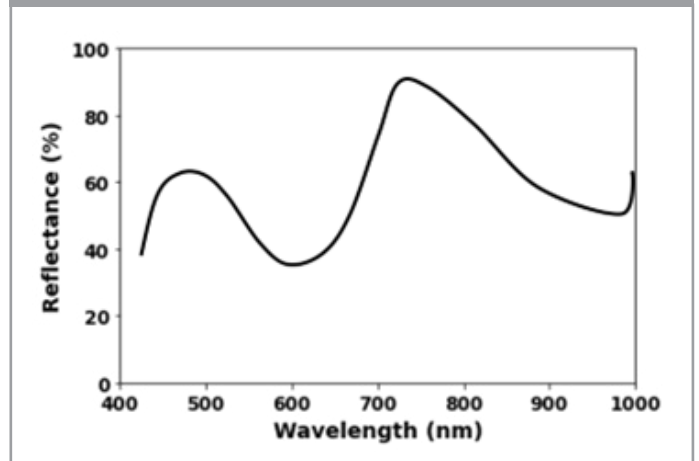


Figure 5



↑ a) Longueurs d'onde de PanCam comparées aux données multispectrales, b) Exemple de données hyperspectrales

L'imagerie spectrale est une technologie très utile pour cartographier en détail la surface de Mars, mais aussi d'autres objets éloignés dans l'espace. En fonction des matériaux présents à la surface de Mars, certaines longueurs d'onde de la lumière solaire sont absorbées tandis que d'autres sont réfléchies. Chaque type de matériau a ainsi un spectre unique qui peut être identifié. Le spectre d'un matériau est donc comme son empreinte digitale.

Le saviez-vous ?

- Le rover ExoMars a été baptisé Rosalind Franklin, d'après le nom d'une scientifique qui a contribué à la découverte de la structure de notre ADN.
- Le rover ExoMars dispose de deux « yeux » à travers l'instrument PanCam, lui permettant de voir en 3D comme nous !
- L'instrument PanCam est doté de 12 filtres dans chaque « œil », et peut donc voir dans plus de 15 couleurs.
- Le rover ExoMars examinera le sous-sol de Mars plus en profondeur que tout autre rover !

→ **Activité 1 : Mission analogue avec un « rover » humain**

Exercice

1. Une fois les équipes réparties, vous devez décider qui jouera le rôle du rover, les autres élèves formant l'équipe de contrôle de mission.
2. L'élève « rover » peut commencer sur n'importe quelle case en bordure de la carte. N'oubliez pas que l'équipe de contrôle de mission ne peut pas voir la carte !
3. Vous disposez de 10 minutes pour collecter autant de points d'intérêt que possible tout en évitant les dangers. Chaque obstacle rencontré entraîne une pénalité de 30 secondes.
4. Les « élèves rovers » décriront ce qu'ils voient en 5 mots ou moins (par tour).
5. L'équipe de contrôle de mission doit alors discuter et décider des instructions – trois au maximum – à donner au rover, équivalant à trois opérations pour trouver les points d'intérêt et éviter les dangers : par exemple, 1. avancer, 2. tourner à 90 degrés vers la droite, 3. avancer.
6. Les étapes 4 et 5 sont répétées jusqu'à ce que le temps soit écoulé.
7. Pour chaque point d'intérêt trouvé, vous recevrez un fichier de liaison descendante de Mars (en annexe 1). Ces fichiers contiennent des images PanCam, des données spectrales et des images HRC.
8. Toute l'équipe doit travailler ensemble pour déterminer ce qu'elle a trouvé en comparant les fichiers de liaison descendante aux fichiers de référence (annexes 1 et 2).

→ Activité 2 : Mission analogue avec un rover Lego

Exercice

1. Vous serez tous répartis dans des équipes de contrôle de mission.
2. Une fois le rover Lego positionné en bordure de carte, vous aurez 10 minutes pour examiner la carte et prévoir un parcours en vue de collecter les points d'intérêt. Vous pouvez dessiner votre propre mini-carte, rédiger des instructions, etc.
3. Une fois le départ donné, vous disposez de 10 minutes pour collecter autant de points d'intérêt que possible (en faisant rouler le véhicule dessus) tout en évitant les dangers. Chaque obstacle rencontré entraîne une pénalité de 30 secondes qui est déduite du total des 10 minutes.
4. À la fin de votre temps, vous recevrez un fichier de liaison descendante pour chaque point d'intérêt collecté. Ces fichiers contiennent des images PanCam, des données spectrales et des images HCR.
5. Toute votre équipe doit travailler ensemble pour déterminer ce qu'elle a trouvé en comparant les fichiers de liaison descendante aux fichiers de référence.

→ Activité 3 : Analyse d'échantillons

Pour mieux comprendre ce que les instruments du rover trouvent sur Mars, nous utilisons des instruments correspondants, qui permettent d'étudier un grand nombre de matériaux différents, présents sur Terre et susceptibles d'être trouvés sur Mars. Nous utilisons ces résultats pour les comparer à nos données de Mars. Ces matériaux sont dits « analogues » ou « échantillons de référence ».

En général, les instruments utilisés sur Terre sont bien plus performants que ceux que nous pouvons envoyer sur le rover, parce qu'il n'y a pas de contraintes de température, de masse, de taille ou de limitation de stockage de données par exemple.

Exercice

À la fin de chaque mission, les équipes doivent avoir collecté plusieurs échantillons pour chaque point d'intérêt rencontré par leur rover. Toute l'équipe doit à présent travailler ensemble pour déterminer ce qu'elle a trouvé.

Comparez les données de votre mission (échantillons de la liaison descendante) aux cibles analogues/de référence suivantes pour déterminer à quoi elles correspondent. Vous pouvez comparer la forme, la couleur, les couches et les spectres des échantillons pour déterminer ce que vous avez trouvé au cours de votre mission.

Les données de la liaison descendante se présenteront comme suit :

PanCam Image:

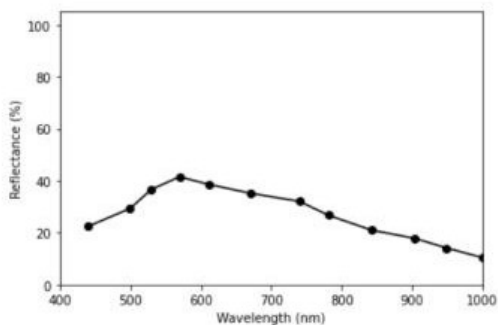


HRC Image:



Credit: Nasa

PanCam Multispectral Data



Les données de référence se présenteront comme suit :

Olivine

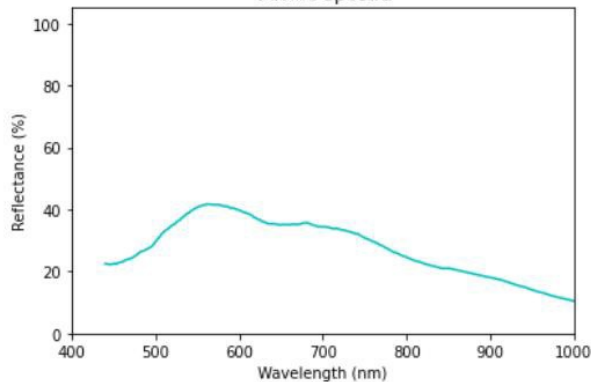
Target Summary

Olivine is found in igneous (volcanic) rocks. If we find it at the surface of Mars there must be large amounts of volcanism or tectonic activity in the area.



VNIR Hyperspectral Data

Olivine Spectra



Vous adopterez le même mode d'identification des échantillons que celui que nous utiliserions pour déterminer les différents types de roches sur Mars. L'examen des couches, des couleurs, des formes et des textures, ainsi que des spectres, nous permet de déterminer les éléments présents sur la planète rouge !

Discutez de vos résultats avec vos camarades. Réfléchissez aux roches les plus susceptibles d'être trouvées sur Mars.

→ Liens

Ressources de l'ESA, CNES et ESERO FR

Ressources de l'ESA et ESERO France pour la classe :

esa.int/Education/Classroom_resources

<https://esero.fr/ressources/>

<https://esero.fr/kits-pedagogiques/>

ESA Kids

esa.int/kids

Vidéo de l'ESA avec Paxi :

esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Paxi_animations

Projet éducatif Proximars du CNES

<https://enseignants-mediateurs.cnes.fr/fr/enseignants-et-mediateurs/projets/proximars>

Projets spatiaux de l'ESA

ESA ExoMars mission: esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars

Informations supplémentaires

Plus de ressources « Roving with Rosalind » :

stem.org.uk/cxgt4x

Déterminez votre rôle dans une mission vers Mars (quiz de personnalité) :

spacecareers.uk/?p=mars_quiz

Pourquoi le rover ExoMars porte-t-il le nom de Rosalind Franklin ? :

gov.uk/government/news/name-of-british-built-mars-rover-revealed