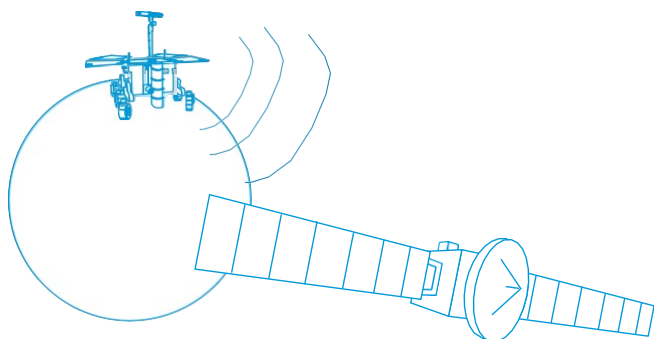
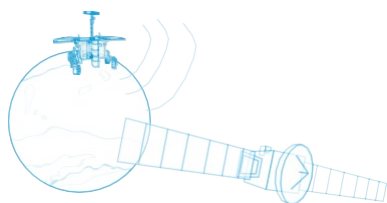


teach with space

→ « ALLO, LA TERRE ? »

Programmation d'un rover LEGO pour communiquer à l'aide de la lumière





Eléments clés	page 3
Résumé des activités	page 4
Activité 1 : Comment fonctionne la communication spatiale ?	pages 5/19
Activité 2 : Comment une mission est-elle dirigée ?	pages 6/11
Activité 3 : Comment envoyer un signal laser automatique ?	pages 6/12
Activité 4 : Comment relayer un signal ?	pages 7/14
Activité 5 : Comment le signal est-il recueilli ?	pages 7/15
Activité 6 : Comment agrandir les images avec un télescope ?	pages 8/17
Activité 7 : Comment mener à bien une mission ?	pages 8/19

teach with space - Allo, la terre ? | T03

www.esa.int/education

<https://esero.fr>

ESA Education vous remercie d'avance pour vos commentaires

En Europe à teachers@esa.int

En France à esero.france@cnes.fr

Une production ESA Education traduite en français par ESERO France

Copyright © European Space Agency 2019

Copyright © ESERO France, CNES 2020

→ « ALLO, LA TERRE ? »

Comprendre comment communiquer à l'aide de la lumière

Éléments clés

Tranche d'âge : de 12 à 16 ans

Type : activité pratique fondée sur la recherche

Complexité : facile, pour débutants

Durée de préparation de l'enseignant :
15 minutes

Durée de la leçon : 6 périodes de 45 minutes

Lieu : en intérieur (espace pour tester les robots)

Inclut l'utilisation de : LEGO Mindstorms Education EV3 (un ensemble de base, un ensemble complémentaire et un capteur de température par binôme d'élèves), laser, miroir

Mots clés : Rover, Mars, communication, signal, mission, hypothèse, programme, capteur.

Résumé

Au cours de cette activité, les élèves communiqueront avec un rover sur Mars. L'objectif de la mission est d'envoyer un message automatique de la Terre à un rover situé sur Mars via un orbiteur. Ce message est envoyé par un robot programmé construit en LEGO, qui gère un commutateur automatique. Le rover sur Mars reçoit le code via un capteur de lumière LEGO, et les élèves analysent et modélisent les données pour traduire le message. Les élèves apprennent comment fonctionne un télescope basique en agrandissant les images de Mars à l'aide de deux lentilles.

Les élèves apprendront

- À comprendre la propagation optique d'une source lumineuse
- À modéliser un rayon lumineux
- À vérifier la loi de la réflexion de la lumière sur un miroir plan
- À agrandir un objet à l'aide de lentilles biconcaves et biconvexes
- À modéliser des données ou des processus pour répondre à des questions scientifiques
- À élaborer des expériences de recherche scientifiques et à acquérir des compétences en ingénierie pour contrôler des paramètres individuels d'expérimentation
- À collecter des données avec un capteur
- À utiliser un outil robotisé pour explorer du contenu scientifique
- À communiquer et à travailler en équipe

Informations supplémentaires

Pour reproduire la surface de Mars dans la salle de classe et pour effectuer les activités incluses dans ces ressources d'une manière plus ludique, vous pouvez fabriquer un « tapis du sol martien ». Pour cela, tout ce dont vous aurez besoin, c'est d'une image haute résolution de la surface de Mars ([à télécharger ici](#)). En ce qui nous concerne, nous avons utilisé un tapis de 4 x 2,5 mètres fait de Frontlit 510 g (matériau utilisé typiquement pour la fabrication de bannières) qui permet d'assurer une traction suffisante pour les rovers.

→ Résumé des activités

Résumé des activités				
	Titre	Description	Résultat	Exigences
1	Comment fonctionne la communication spatiale ?	Identification et explication de la transmission des informations à travers l'espace.	Éclaircir les idées préconçues des élèves sur la communication entre la Terre et Mars.	Aucune
2	Comment une mission est-elle dirigée ?	Planification d'une mission scientifique en décrivant et en expliquant les différentes étapes impliquées.	Comprendre les processus nécessaires à la réussite d'une mission.	Aucune
3	Comment envoyer un signal laser automatique ?	Orientation correcte du modèle avec le laser dans une direction optimale de propagation.	Comprendre comment la lumière se propage à travers l'espace et décrire une stratégie pour que le rover LEGO puisse envoyer un message.	Activité 3 du module de l'ESA « teach with space » - construire votre rover d'exploration de la planète Mars » T01
4	Comment relayer un signal ?	Réalisation d'une expérience d'observation de la réflexion de la lumière sur un miroir plan.	Comprendre que les données peuvent être modélisées et s'exercer avec une mise en pratique pour interpréter les données plus facilement.	Activité 3
5	Comment le signal est-il recueilli ?	Collecte d'un signal laser et interprétation du message à l'aide d'un capteur de lumière.	Comprendre que les données peuvent être modélisées pour en faciliter l'exploitation.	Activité 4 Activité 5 de l'ESA « teach with space » - construire votre rover d'exploration de la planète Mars » T01
6	Comment agrandir les images avec un télescope ?	Conception d'une expérience pour agrandir une image à l'aide de lentilles. Découverte des lentilles convexes et concaves.	Comprendre comment les télescopes utilisent les lentilles pour nous permettre de voir une image plus grande d'un objet distant.	Aucune
7	Comment mener à bien une mission ?	Prise en compte des compétences et des connaissances acquises lors de la planification d'une mission.	Comprendre qu'une mission exige de nombreuses compétences et domaines de connaissances différents et procéder à une auto-évaluation.	Aucune

→ « ALLO, LA TERRE ? »

Comprendre comment communiquer à l'aide de la lumière

→ GUIDE DU PROFESSEUR

→ Activité 1 : Comment fonctionne la communication spatiale ?

Cette activité permet aux élèves de faire des recherches sur plusieurs dispositifs de communication et de découvrir comment ils fonctionnent.

Exercice

1. et 2. Les élèves doivent déterminer, grâce à leurs recherches ou à leurs connaissances existantes, que les informations sont envoyées par un émetteur et reçues par un récepteur, souvent au moyen d'une antenne. Il est possible d'établir des analogies avec l'envoi d'un message vocal. Premièrement, l'émetteur envoie le signal (en parlant), les vibrations traversent l'air sous forme d'onde sonore et l'oreille reçoit le signal. La vitesse à laquelle le signal se déplace dépend du type de signal dont il s'agit. S'il est électromagnétique (tous les exemples mentionnés dans l'exercice 2), le signal se déplace à la vitesse de la lumière. S'il s'agit d'un signal audio (par exemple, la parole), le signal se déplace à la vitesse du son.

C'est le même principe de base qui sous-tend le fonctionnement de tous les autres dispositifs de communication mentionnés, la principale différence étant la manière dont l'énergie est transférée. Avec le son, ce sont les vibrations des particules d'air elles-mêmes qui transportent le son de l'émetteur au récepteur. Dans le cas d'un signal électromagnétique, l'énergie est portée par des photons qui traversent l'air.

3. Les élèves doivent observer que l'orbiteur agit comme un relais entre le rover et l'antenne car le rover n'a pas nécessairement de ligne de visée vers l'antenne. Il est également important de noter que la communication est bidirectionnelle, c'est-à-dire que le rover et l'antenne de ce modèle envoient et reçoivent tous deux des messages.

4. Le point principal à comprendre dans cet exercice est que la géométrie du système est dynamique, et qu'une liaison constante avec le rover n'est pas toujours possible. Cela s'explique par différents éléments : les combinaisons de rotation de la Terre et de Mars, leurs orbites autour du Soleil, ainsi que l'orbite de l'orbiteur autour de Mars. Pour aller plus loin, vous pourriez discuter des conséquences du type d'orbite dans lequel se trouvait l'orbiteur. Cela fait-il une différence s'il se trouve sur une orbite géostationnaire ou une orbite polaire ? Ce que les élèves doivent comprendre et retenir, c'est que, pour que la communication fonctionne, il doit y avoir une ligne de visée entre l'antenne et l'orbiteur et entre l'orbiteur et le rover.

→ Activité 2 : Comment une mission est-elle dirigée ?

Cette activité invite les élèves à formuler une hypothèse sur la communication lumineuse, qui peut être étudiée ultérieurement à l'aide d'un laser et des outils LEGO Mindstorms EV3 .

Exercice

Cet exercice a une portée assez large et ouverte. Les élèves peuvent donc faire preuve de créativité et discuter entre eux lors de la formulation d'une hypothèse. Animez la discussion et assurez-vous qu'il sera possible de mener des recherches avec le matériel disponible.

Quelques idées pour engager la discussion :

- La vitesse de communication est-elle importante ?
- La lumière ambiante affecte-t-elle la communication ?
- La couleur de la lumière joue-t-elle un rôle ?

→ Activité 3 : Comment envoyer un signal laser automatique ?

Cette activité présente les principes de base de l'utilisation de la lumière pour communiquer, en intégrant un modèle et un programme Mindstorms pour aider à concevoir un message à envoyer. Là encore, il existe une certaine souplesse et vous avez la possibilité d'explorer de nombreuses méthodes de communication.

Cet exercice simple vise à s'assurer que le modèle qui sera mis en place ultérieurement pour aider à envoyer le signal de communication laser est construit avec la bonne orientation. Si vous utilisez les mêmes lasers que ceux de la Figure A7 (du kit Photonics Explorer), le sens de propagation est indiqué ci-dessous :

Exercice

1. Ici, vous avez le choix entre deux modes de fonctionnement principaux. Le premier consiste à concevoir un système capable d'allumer et d'éteindre le laser directement. Le second consiste à mettre en place un système dans lequel le laser est constamment allumé, avec une conception capable d'interrompre périodiquement le passage du signal. Dans les deux cas, il existe de nombreuses configurations possibles. Là encore, laissez libre cours à votre créativité.



Figure 1

↑ Code

→ Activité 4 : Comment relayer un signal ?

Cette activité permet aux élèves de démontrer leur compréhension de la loi de la réflexion.

Exercice

1. Les élèves doivent expliquer comment les photons incidents sont réfléchis par le miroir et forment une image, apparemment derrière la surface du miroir.
2. Assurez-vous que les élèves mesurent les angles avec précision à l'aide d'un rapporteur et que les angles sont mesurés par rapport à la normale du miroir.

→ Activité 5 : Comment le signal est-il recueilli ?

Cette activité exploite le capteur de lumière inclus dans le matériel Mindstorms EV3 et ses 3 modes de fonctionnement, afin que les élèves puissent identifier correctement la méthode la plus appropriée pour recueillir le signal laser. Il est important de noter qu'il est nécessaire d'utiliser deux kits Mindstorms afin d'envoyer et de recevoir un signal. C'est l'occasion idéale de répartir les élèves en deux équipes, une équipe d'émetteurs et une équipe de récepteurs, puis de les faire permuter afin qu'ils puissent découvrir les deux parties de la mission.

Exercice

1. Les résultats des élèves et le mode de fonctionnement le plus approprié peuvent varier selon l'environnement de la pièce utilisée pour l'expérience. Toutefois, les différents modes peuvent être résumés comme suit :

Mode couleur :

- Attribue un nombre entier compris entre 0 et 7 en fonction de la couleur observée par le capteur (étroitement lié aux couleurs des briques utilisées dans l'ensemble Mindstorms).

Lumière ambiante :

- Renvoie un nombre entier entre 0 et 100 qui s'échelonne à mesure que l'intensité de la lumière ambiante mesurée augmente.

Lumière réfléchi :

- Émet un laser rouge et renvoie un nombre entier compris entre 0 et 100, en fonction de l'intensité du laser rouge réfléchi qui est reçu.

2. Pour améliorer la lisibilité du message reçu, les élèves doivent d'abord configurer les axes de leur graphique. Le temps consacré aux relevés peut être modifié, ainsi que les valeurs minimales et maximales des axes, afin de garantir que les données utilisent autant que possible l'espace disponible. Notez que l'axe des ordonnées ne doit pas nécessairement commencer à 0 !

Demandez à l'équipe d'émetteurs de concevoir un programme pour envoyer un message de son choix et d'envoyer ce message à l'aide du logiciel. L'équipe de récepteurs doit alors mesurer et interpréter le signal. Pour améliorer les chances de réussite de la transmission, assurez-vous que les élèves établissent des règles communes pour le code qui leur servira à communiquer, c'est-à-dire qu'ils déterminent ensemble la « longueur » de l'espace correspondant à une partie d'un caractère, une nouvelle lettre et un nouveau mot.

→ Activité 6 : Comment agrandir les images avec un télescope ?

Dans la continuité du travail sur la réflexion effectué précédemment, l'activité 6 aborde brièvement la réfraction et la manière dont elle peut être utilisée pour agrandir les images. Cette activité doit servir à confirmer les connaissances existantes sur les lentilles et le grossissement, non pas comme entrée en matière.

Exercice

Dans le cadre de cet exercice, il est facultatif d'utiliser un smartphone et d'enregistrer des images. À la place, les mesures peuvent être effectuées de manière qualitative, afin de comprendre les différences entre les lentilles convexes et concaves. Il est également important de souligner que toutes les lentilles d'un même type n'ont pas la même longueur focale, ce que l'on peut démontrer facilement.

1. Le capteur à ultrasons peut avoir des difficultés à détecter les lentilles de façon constante. Pour y remédier, une fois que les distances appropriées pour produire une image nette ont été fixées, les lentilles peuvent être remplacées par des objets plus faciles à détecter : les objets plats et de grande taille sont plus efficaces.

→ Activité 7 : Comment mener à bien une mission ?

L'activité finale est l'occasion pour les élèves de discuter entre eux des enseignements tirés tout au long de la mission et de réexaminer l'hypothèse de l'activité 2.

→ Activité 1 : Comment fonctionne la communication spatiale ?

Exercice

1. Expliquez comment l'information se déplace d'un point à un autre, par exemple à travers l'espace, depuis la Terre jusqu'à Mars. Identifiez le milieu qu'elle traverse et la vitesse à laquelle un signal se déplace.

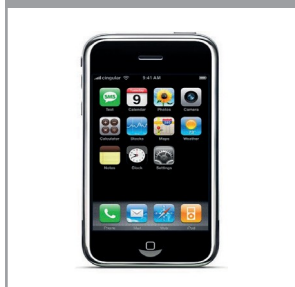
2. Expliquez comment ces dispositifs de communication utiles fonctionnent. Trouvez leurs similitudes et leurs différences :

Figure A1



↑ Ancienne radio

Figure A2



↑ Smartphone

Figure A3



↑ Routeur Wifi

Figure A4



↑ Vaisseau spatial ExoMars 2016 de l'ESA.

Figure A5

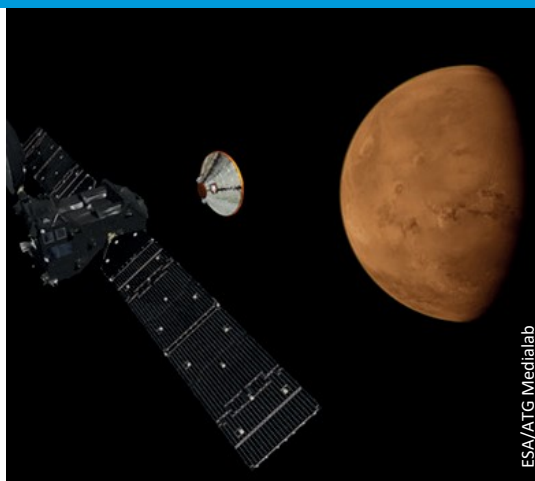


↑ Antenne Galileo de la station Redu de l'ESA

Le saviez-vous ?

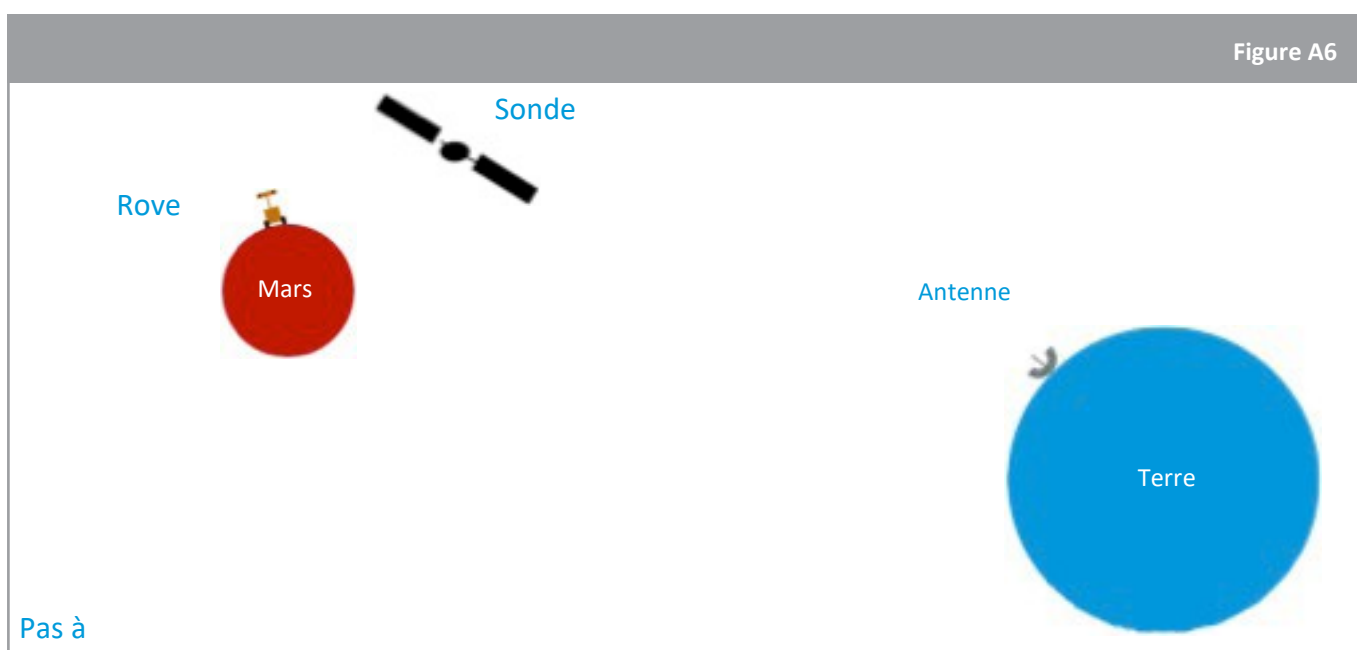
La deuxième des deux missions du programme ExoMars enverra un rover et une plateforme d'atterrissage expérimentale russe vers la planète Mars. Le rover ExoMars explorera la surface martienne à la recherche de signes de vie. Il recueillera des échantillons à l'aide d'une foreuse et les analysera avec des instruments nouvelle génération.

La sonde Trace Gas Orbiter (TGO) d'ExoMars, lancée en 2016 et actuellement en orbite autour de Mars, assurera les communications avec le rover. Les commandes du rover seront transmises via la sonde TGO et le réseau de communications spatiales de l'ESA, lequel est exploité par le Centre européen des opérations spatiales (ESOC) de l'ESA



ESA/ATG Medialab

3. Dans la Figure A6, illustrez comment la communication entre la Terre et le rover sur Mars est possible, en tenant compte de la sonde Trace Gas Orbiter d'ExoMars.



↑ Illustration de la voie de communication entre la Terre et Mars

4. Expliquez si ce système de communication fonctionne toujours.

→ Activité 2 : Comment une mission est-elle dirigée ?

Pour planifier une mission spatiale, il faut définir des objectifs scientifiques en formulant d'abord une hypothèse scientifique, c'est-à-dire une proposition ou une théorie pour expliquer les choses que nous observons. L'objectif de la mission sera de tester cette hypothèse et d'en tirer des conclusions.

Exercice

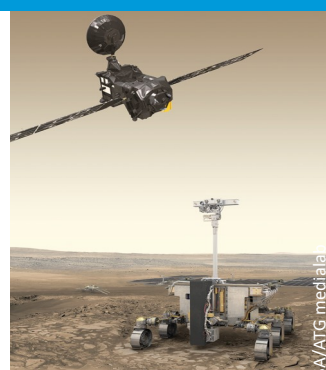
- Après en avoir discuté avec votre professeur, formulez votre hypothèse de recherche concernant la communication lumineuse :

«

? »

Le saviez-vous ?

Le programme ExoMars se compose de deux missions. La première, lancée en mars 2016, est constituée de la sonde spatiale Trace Gas Orbiter (TGO), qui est actuellement en orbite autour de Mars. La deuxième mission, qui devrait suivre en 2022, comprend un rover appelé Rosalind Franklin et une plateforme d'atterrissage expérimentale russe. Un certain nombre de recherches scientifiques importantes seront menées à bien : recherche de signes de vie passée et présente sur Mars, étude des variations de l'environnement aquatique et géochimique, ou encore étude des gaz à l'état de traces dans l'atmosphère martienne et de leurs sources.



- Pour atteindre l'objectif de votre mission, vous devez structurer cette mission, en identifiant les différentes étapes nécessaires pour la mener à bien.

Dans le tableau A1, décrivez les différentes étapes de votre mission :

Étapes	Description	Compétences/ connaissances requises

↑ Tableau A1 : Étapes de la mission.

→ Activité 3 : Comment envoyer un signal laser automatique ?*

La Terre tire son énergie du Soleil, lequel nous réchauffe avec ses rayons. Cette énergie lumineuse peut également être utilisée comme moyen de communication dans l'espace. Pour notre expérience sur les propriétés de la lumière, nous proposons d'utiliser une source laser sûre pour observer la propagation de la lumière.

Exercice

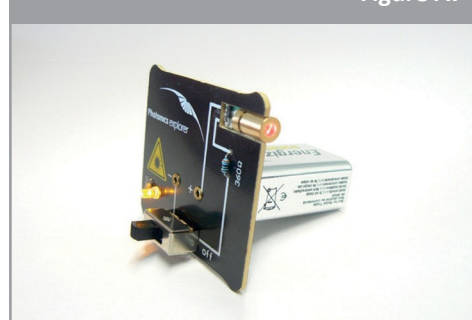
À l'aide d'une source laser (Figure A7), concevoir une expérience pour déterminer la direction de la propagation de la lumière. Illustrez votre expérience dans l'encadré ci-dessous et partagez vos conclusions.

Ensuite, remplissez la Figure A7 avec un vecteur  de la source laser pour modéliser cette propriété

Illustration de l'expérience :

Conclusion :

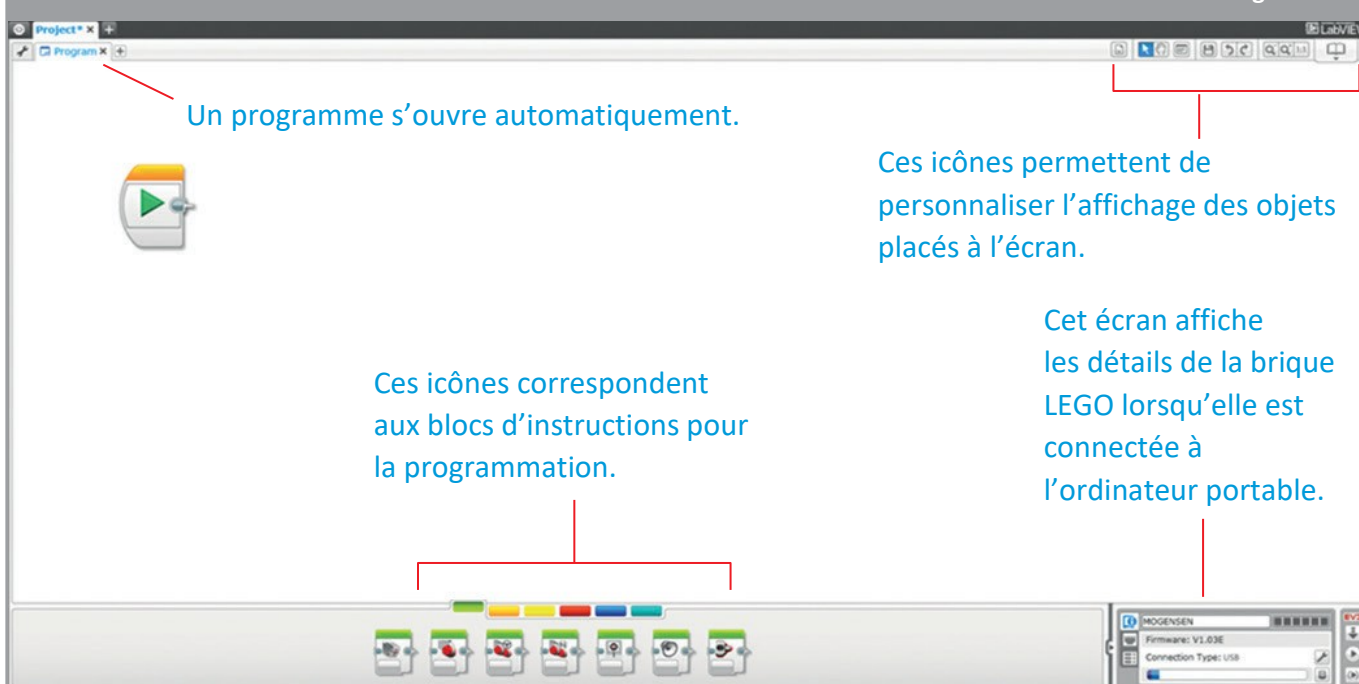
Figure A7



↑ Source laser

Lancez le logiciel LEGO Mindstorms EV3 Education pour programmer un robot construit en LEGO et créer un nouveau projet.

Figure A8



En organisant les icônes d'instruction dans un ordre approprié, concevez un programme qui activera automatiquement la source laser. Construisez une structure LEGO en utilisant des moteurs et/ou des capteurs si nécessaire. Une fois le programme lancé, le laser doit être automatiquement allumé/éteint pour envoyer correctement les messages. Plutôt que de concevoir un système pour allumer/éteindre automatiquement le laser, il serait peut-être plus facile de construire un système qui bloquerait temporairement la trajectoire du laser.

Pré-requis : Activité 3 de l'ESA « teach with space - construire votre rover d'exploration de la planète mars » | T01

Exercice

La Figure A9 est un exemple de code qui pourrait être utilisé pour envoyer un message sur Mars. Pour envoyer un A, le laser doit être allumé trois fois pendant une unité de temps. Pour envoyer un J, le laser doit être allumé pendant deux unités de temps, puis éteint, allumé pendant une unité de temps, puis éteint, et de nouveau allumé pendant une unité de temps.

Figure A9

1	1	1	A
1	1	2	B
1	1	3	C
1	2	1	D
1	2	2	E
1	2	3	F
1	3	1	G
1	3	2	H
1	3	3	I
2	1	1	J
2	1	2	K
2	1	3	L
2	2	1	M
2	2	2	N
2	2	3	O
2	3	1	P
2	3	2	Q
2	3	3	R
3	1	1	S
3	1	2	T
3	1	3	U
3	2	1	V
3	2	2	W
3	2	3	X
3	3	1	Y
3	3	2	Z
3	3	3	_

↑ Code

1. Utilisez ce code ou créez le vôtre pour envoyer un message. Écrivez le message que vous voulez envoyer.

- Vous pouvez même aller plus loin en utilisant le code Morse à la place ! Le code Morse présente des règles reconnues au niveau international, ce qui permettra à un plus grand nombre de personnes de déchiffrer votre message !
2. Expliquez la stratégie que vous utiliseriez pour envoyer le message à l'aide d'un robot LEGO. Décrivez le rôle de chaque moteur et/ou capteur que vous utiliseriez pour envoyer le message.

Moteur	
Capteur	

→ Activité 4 : Comment relayer un signal ?

Exercice

1. Observez la Figure A10. Expliquez comment nous pouvons voir plusieurs images de bougies à l'aide de miroirs.



Figure A10

↑ Miroirs et bougies

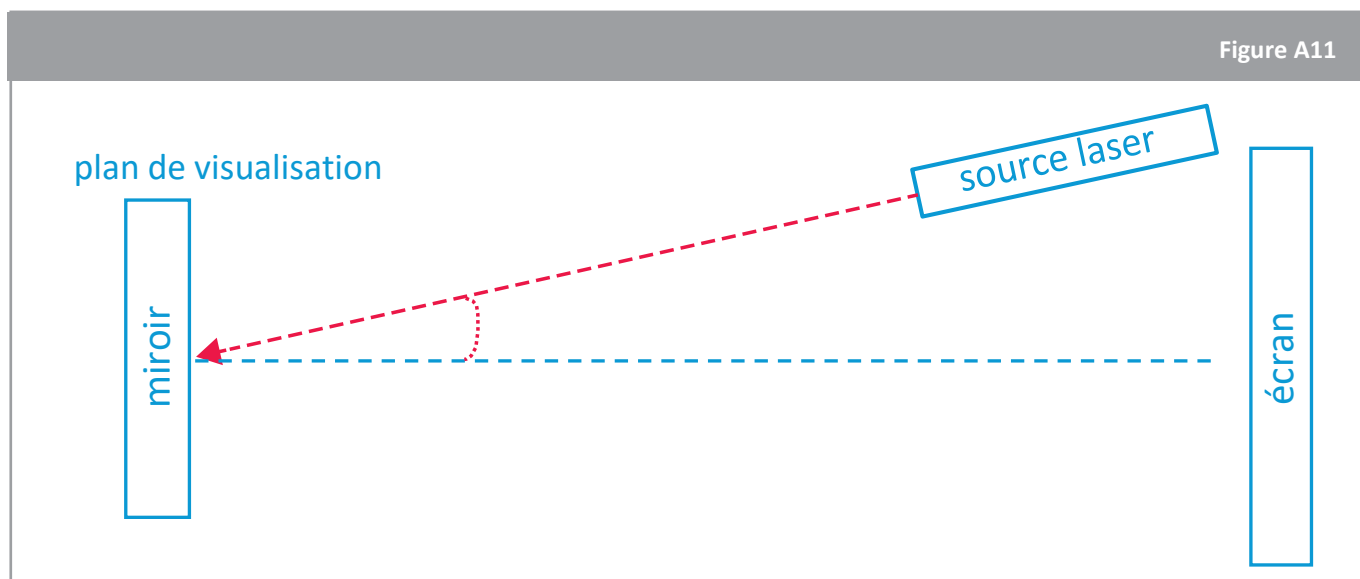


Figure A11

↑ Propriété de réflexion lumineuse

2. Positionnez le laser, le miroir et l'écran comme dans la Figure A11. Allumez la source laser, puis modélisez la façon dont elle se réfléchit avec un vecteur bleu dans la Figure A11. Mesurez les angles du rayon incident (en rouge) et du rayon réfléchi. À la vue de ces angles, décrivez la propriété que la lumière démontre lorsqu'elle est réfléchie sur un miroir plan.

→ **Activité 5 : Comment le signal est-il recueilli ?**

Exercice

1. Vous aurez besoin d'un capteur de lumière pour recueillir un signal laser et interpréter le message envoyé. Trois propriétés du capteur de lumière vous sont proposées : la couleur, la lumière ambiante et la lumière réfléchie. Essayez-les sur la brique et notez vos observations dans le tableau 3.

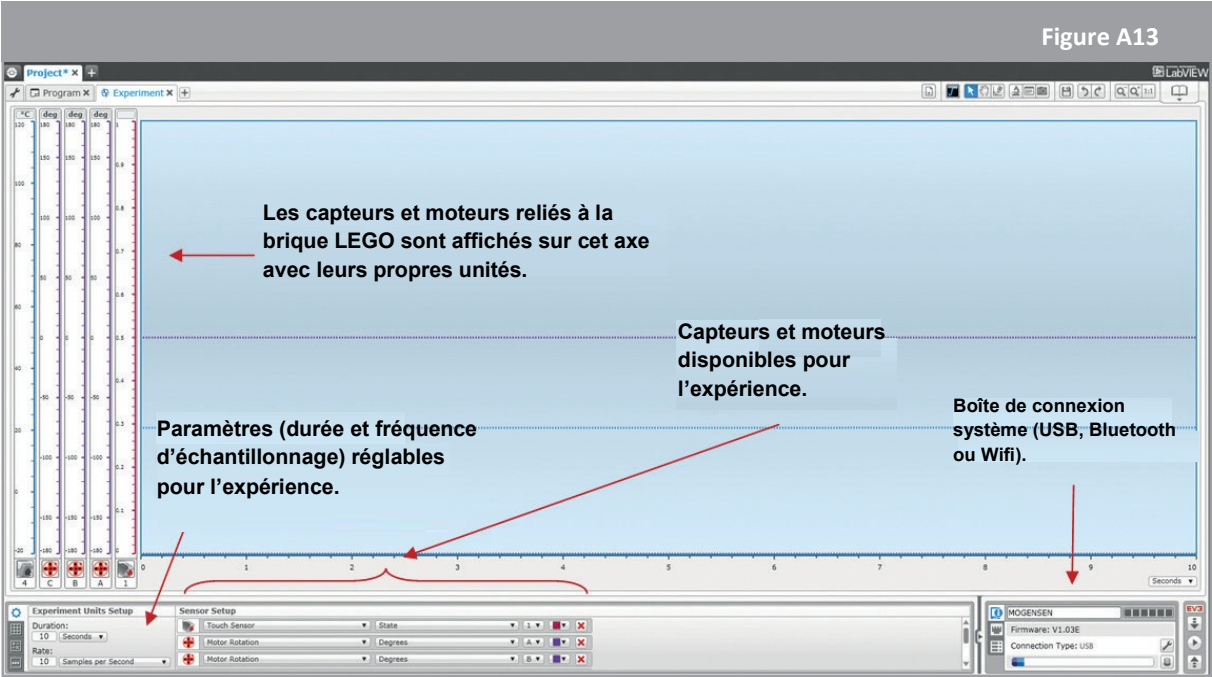
	Couleur	Lumière ambiante	Lumière réfléchie
Observations			
Explications			



↑ Tableau A3 : Propriétés du capteur de lumière LEGO.

2. Au vu de vos observations, quelle propriété est utile pour le signal laser ?

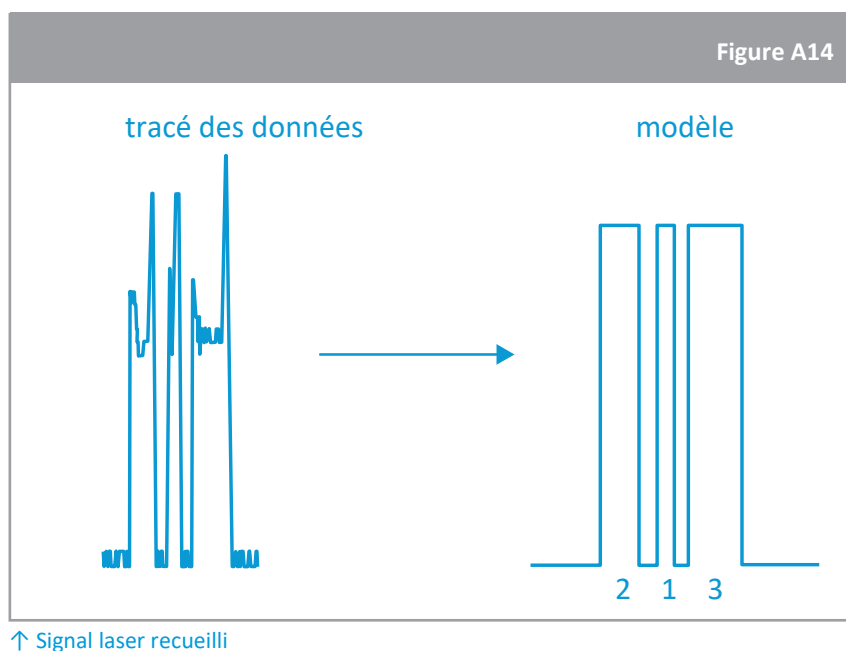
Ouvrez une nouvelle fenêtre d'expérience en cliquant sur le symbole « + » en haut de l'écran de votre « projet ». Choisissez l'échelle adaptée.



↑ Fenêtre d'expérience LEGO.

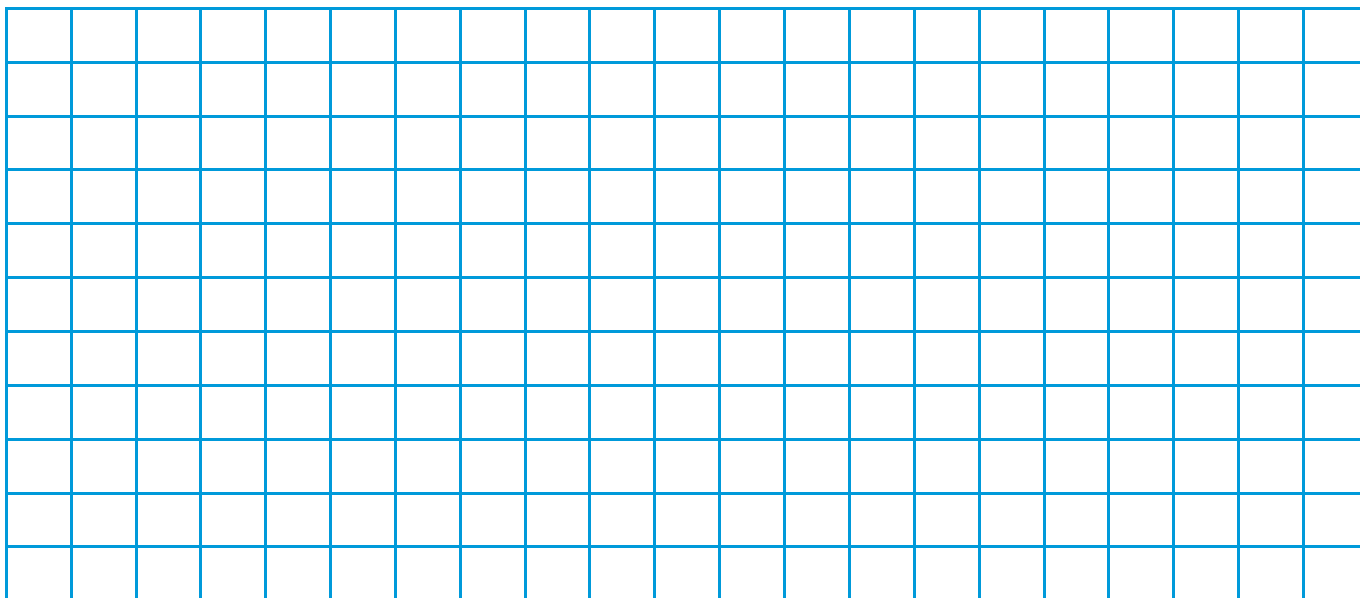
Pré-requis : Activité 5 de « teach with space - construire votre rover d'exploration de la planète mars » | T01

La transmission des données est tracée sur l'écran de l'expérience. Pour interpréter le message, vous devez identifier une petite (1), une moyenne (2) et une grande (3) durée du signal laser. Pour y parvenir plus facilement, vous devez créer un modèle à l'aide de lignes droites, afin de mettre en évidence différents intervalles.



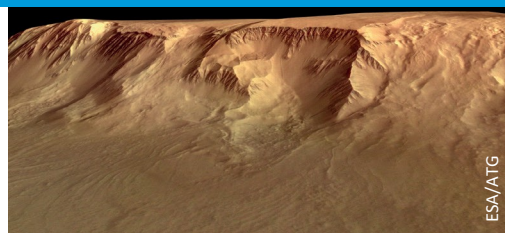
Exercice

À l'aide de l'illustration de la Figure A14, modélisez le signal laser recueilli par le capteur de lumière et traduisez le message.

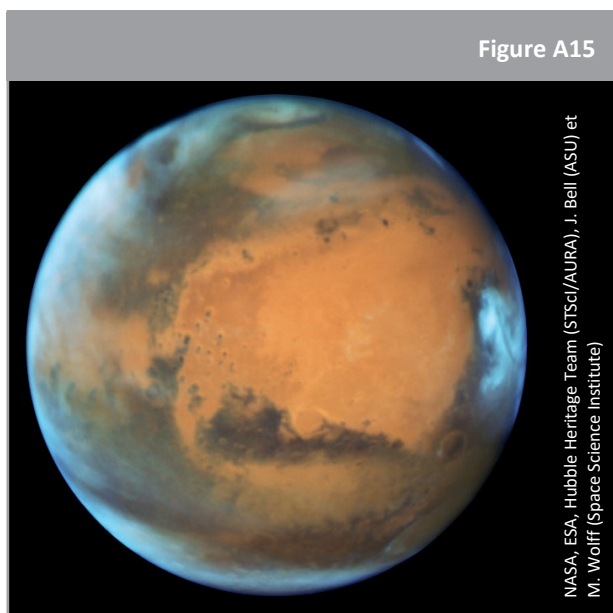


Le saviez-vous ?

Cette vue en perspective prise par la mission Mars Express de l'ESA montre l'Olympus Mons sur Mars, qui est le plus haut volcan de notre système solaire. L'Olympus Mons présente une altitude de 24 km par rapport à la surface environnante, et sa caldeira atteint une profondeur d'environ 3 km. On pense que la région volcanique qui abrite l'Olympus Mons et plusieurs autres grands volcans était active jusqu'à il y a des dizaines de millions d'années, ce qui est relativement récent lorsque l'on considère l'échelle de temps géologique de la planète, qui s'étend sur 4,6 milliards d'années !



→ Activité 6 : Comment agrandir les images avec un télescope ?



NASA/ESA

Cette incroyable image de Mars (Figure A15) a été prise par le télescope spatial Hubble de la NASA/ESA. Malgré les 80 millions de kilomètres qui séparent le télescope de la planète Mars, l'image est très détaillée.

Quel est le procédé permettant d'agrandir un objet ?

Exercice

Utilisez une application sur votre smartphone qui peut partager des images sur votre ordinateur. Placez votre smartphone de manière à cibler un objet que vous souhaitez agrandir (par exemple une photo sur le mur) et créez une connexion.

1. Prenez 2 lentilles (biconvexe et biconcave) et placez chaque lentille devant l'appareil photo du smartphone. Déterminez la distance et la taille de l'image lorsque celle-ci est claire. Écrivez vos observations dans le tableau A4.

type de lentille	distance focale	distance d'image	taille d'image
Biconvexe			
Biconcave			

↑ Tableau A4 : Spécifications des lentilles et observations relative à l'image.

Le saviez-vous ?

Le télescope spatial Hubble de la NASA et de l'ESA est un observatoire spatial à long terme. Les observations sont effectuées en lumière visible, infrarouge et ultraviolette. À bien des égards, Hubble a révolutionné l'astronomie moderne, non seulement en se révélant être un outil efficace pour faire de nouvelles découvertes, mais aussi en devenant le moteur de la recherche astronomique de manière générale.

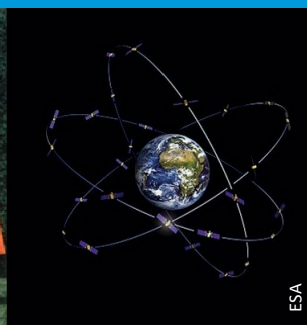


Le saviez-vous ?

Galilée, de son vrai nom Galileo Galilei, était un astronome, physicien, ingénieur, philosophe et mathématicien italien qui a joué un rôle majeur dans la révolution scientifique de la Renaissance. Galileo est aussi le nom donné au système de navigation par satellites développé par l'Union Européenne, qui fournira un service de positionnement par satellites très précis sous contrôle civil.



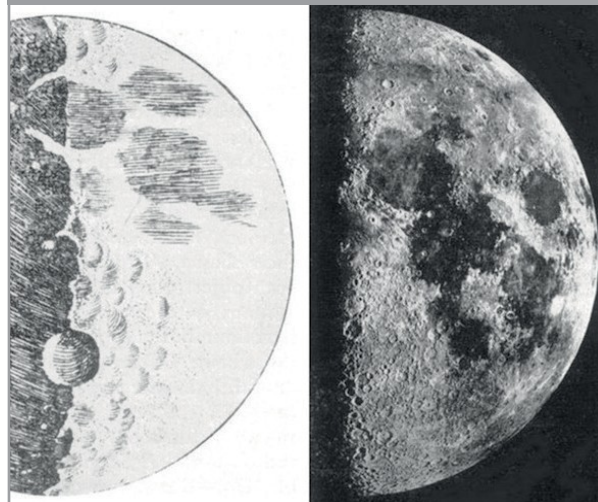
↑ Galilée présentant ses dessins de la Lune.



↑ Système de navigation Galileo de l'ESA

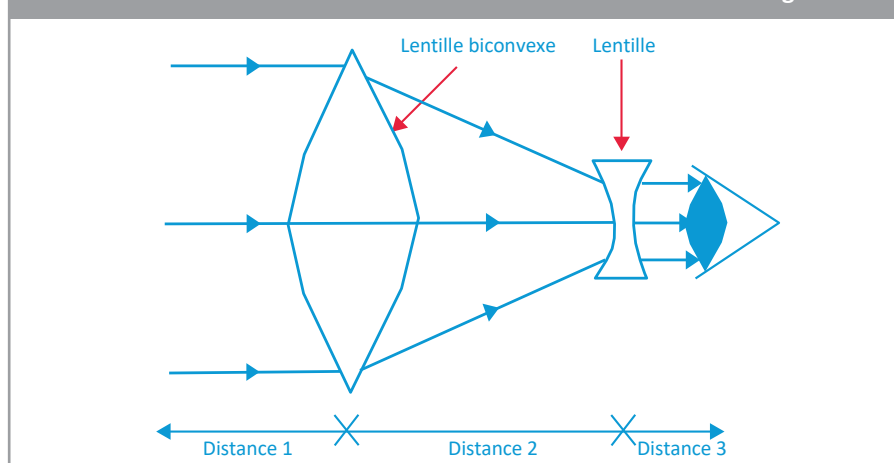
2. En 1606, les dessins de la Lune réalisés par Galilée n'étaient pas appréciés. Pourquoi ?

Figure A16



3. Galilée a été le premier à agrandir l'image de la Lune grâce au système de double lentilles illustré dans la Figure A17. Déterminez les distances indiquées dans la Figure A17 afin d'obtenir une mise au point correcte de l'objet agrandi. Pour augmenter en la précision, ajoutez un capteur à ultrasons (Figure A18) sur votre smartphone pour déterminer ces distances spécifiques.

Figure A17



↑ Télescope de Galilée avec distances

Figure A18



↑ Capteur à ultrasons LEGO

Distance 1 = _____

Distance 1 = _____

→ Activité 7 : Comment mener à bien une mission ?

Exercice

1. Remplissez le tableau A5 avec les compétences et les connaissances que vous avez acquises à chaque étape de votre mission.

Étapes	Compétences/connaissances acquises

↑ Tableau A5 : Compétences et connaissances acquises.

2. Pour conclure, reformulez votre hypothèse scientifique et écrivez votre réponse ci-dessous. Utilisez le vocabulaire approprié pour évoquer les concepts que vous avez appris.
