

teach with space

→ DE L'EAU SUR MARS ?

Programmation d'un rover LEGO pour étudier les changements d'état





Activité 1 : Y a-t-il de l'eau sur Mars ?	pages 5/9
Activité 2 : Comment une mission est-elle dirigée ?	pages 7/13
Activité 3 : Comment recueillir des données de température ?	pages 7/14
Activité 4 : Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (I)	pages 7/16
Activité 5 : Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (II)	pages 8/19
Activité 6 : Comment mener à bien une mission ?	pages 8/20

teach with space - De l'eau sur mars ? | T02

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

→ DE L'EAU SUR MARS ?

Programmation d'un rover LEGO pour étudier les changements d'état

Éléments clés

Tranche d'âge : de 12 à 16 ans

Type : activité pratique fondée sur la recherche

Complexité : facile

Durée de préparation de l'enseignant : 15 minutes

Durée de la leçon : 5 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 groupe d'élèves), congélateur, glace ou glace sèche

Mots clés : Rover, Mars, mission, programme, capteur, changement d'état, température

Résumé

Les élèves vont concevoir et élaborer une mission spatiale complète sur Mars. L'objectif de la mission est d'envoyer un rover LEGO programmé à la surface de la planète rouge et d'étudier les changements d'état de l'eau. Les élèves feront des relevés de température et interpréteront les données recueillies pour comprendre comment la température d'une substance évolue au cours d'un changement d'état (liquide à solide et solide à liquide).

Les élèves apprendront

- À programmer un robot pour atteindre un emplacement
- À collecter des données avec un capteur de température
- À utiliser des outils robotisés pour explorer du contenu scientifique
- À élaborer des expériences scientifiques et à acquérir des compétences en ingénierie pour contrôler des paramètres individuels d'expérimentation
- À concevoir une procédure expérimentale afin d'observer différents types de changements d'état
- À identifier les paliers de température sur un graphique
- À schématiser les changements d'état
- À modéliser des données ou des processus pour répondre à des questions scientifiques
- 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	Y a-t-il de l'eau sur Mars ?	Identification des caractéristiques de Mars et des différents états de la matière.	Éclaircir les idées préconçues des élèves sur Mars et sur les différents états de la matière.	Aucune
2	Comment une mission est-elle dirigée ?	Identification des étapes d'une mission par une approche scientifique.	Identifier et planifier les processus nécessaires à la réussite d'une mission.	Aucune
3	Comment recueillir des données de température ?	Utilisation d'une programmation LEGO basique pour atteindre le lieu de l'expérience.	Développer et justifier une stratégie pour programmer et déterminer les paramètres de l'expérience.	Activité 3 du module de l'ESA « teach with space - construire votre rover d'exploration de la planète Mars » T01
4	Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (I)	Enregistrement de la température en fonction du temps à l'aide des capteurs LEGO.	Modéliser le graphique dynamique de température et analyser les paliers de température.	Activité 4 du module de l'ESA « teach with space - construire votre rover d'exploration de la planète Mars » T01
5	Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (II)	Enregistrement de la température en fonction du temps à l'aide des capteurs LEGO.	Modéliser le graphique dynamique de la température et analyser les paliers de température, en appliquant les connaissances acquises au cours des activités précédentes.	Activité 5 du module de l'ESA « teach with space - construire votre rover d'exploration de la planète Mars » T01
6	Comment mener à bien une mission ?	Identification des compétences et des connaissances acquises.	Répondre à une question scientifique, synthétiser des concepts et procéder à une auto-évaluation.	Aucune

→ DE L'EAU SUR MARS ?

Programmation d'un rover LEGO pour étudier les changements d'état

→ GUIDE DU PROFESSEUR

→ Activité 1 : Y a-t-il de l'eau sur Mars ?

Cette activité offre aux élèves l'occasion de discuter des connaissances qu'ils ont déjà acquises et d'approfondir leurs recherches sur l'environnement martien, en comparant plusieurs paramètres à ceux qui existent ici sur Terre.

Exercice

1. Donnez aux élèves la possibilité de discuter et d'étayer leurs prédictions par des arguments, en utilisant ce qu'ils savent déjà sur Mars grâce à leurs études, aux actualités et aux connaissances générales pour les justifier. Vous pouvez ensuite demander aux élèves d'utiliser Internet pour rechercher les bonnes réponses ou vous pouvez leur fournir ces réponses directement. Vous devriez aborder les conséquences des différences entre les conditions de l'environnement martien et de l'environnement terrestre, en particulier ce que cela signifie pour la présence de vie (telle que nous la connaissons) et d'eau.

	Mars		Terre
	Prédiction	Valeur réelle	
Température moyenne		-63 °C	15 °C
Température minimale		-153 °C	-90 °C
Température maximale		20 °C	55 °C
Diamètre		6 779 km	12 700 km
Pesanteur		3,8 m/s ²	9,81 m/s ²
Atmosphère		95 % CO ₂ , 2,7 % N ₂ , 1,6 % Ar, 0,2 % d'autres gaz (cela varie légèrement selon la source, mais veillez à souligner les principales différences)	N ₂ 78 %, O ₂ 21 %, 1 % autres gaz
Pression atmosphérique		600 Pa	100 kPa
Nombre de jours dans une année		687	365,25
Plus haute montagne		21 287 m (Olympus Mons)	8 848 m

2. De nombreux exemples pourraient être utilisés ici. Les plus courants que les élèves utiliseront seront probablement liés à l'ébullition et à la congélation de l'eau en raison du temps, de la cuisson, etc. Veillez à imposer l'utilisation correcte de la terminologie pour les changements d'état associés.

3. Les principales caractéristiques à aborder ici sont les suivantes :

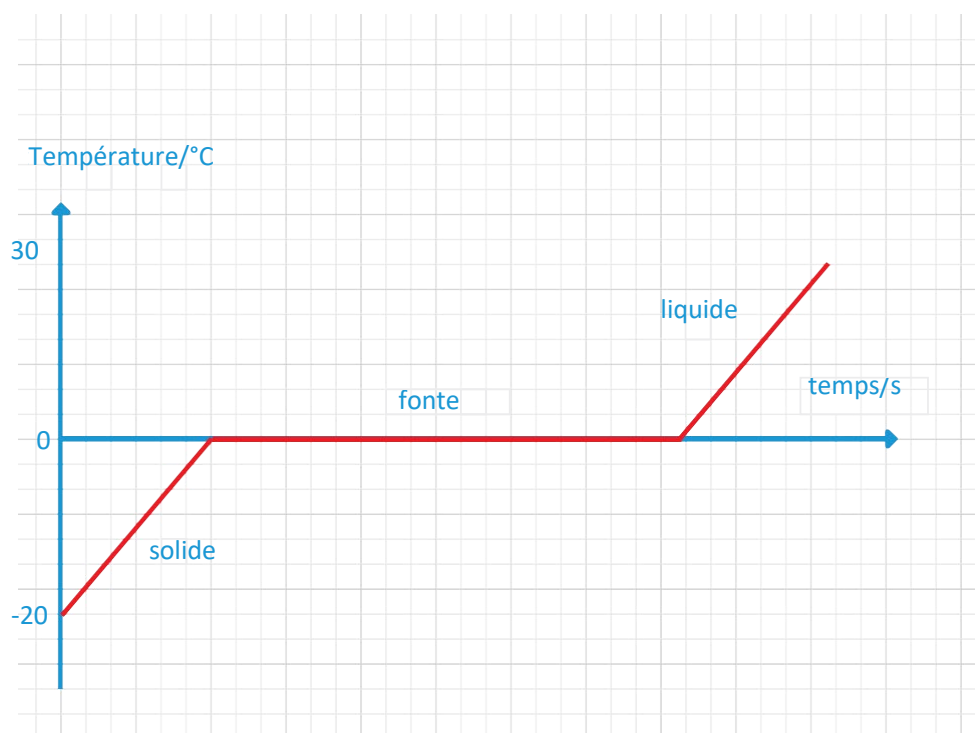
- Le corps « d'eau » gelée à l'intérieur du cratère sur l'image de gauche
- Le canal taillé dans la surface dans l'image de droite
 - ◊ Quels processus pourraient en être à l'origine ?
 - » Bien que nous n'en soyons pas sûrs, l'une des interprétations possibles est que le canal soit en fait un ancien lit de rivière qui aurait pu transporter de l'eau à un moment donné dans le passé de Mars.

C'est une bonne occasion de discuter des conséquences des paramètres de la question 1. Dans les conditions actuelles, l'eau pourrait-elle couler dans ce lit de rivière ? Pourquoi ? Quelles autres substances pourraient avoir une forme liquide ?

4.

1. Sublimation
2. Sublimation inverse
3. Condensation
4. Évaporation
5. Fonte
6. Gel

5. Selon la substance choisie, les valeurs de température peuvent varier pour les changements d'état, mais la forme devrait rester la même. Prenons l'exemple de l' H_2O ci-dessous.



↑ Remarque : Il s'agit d'un exemple simplifié ; les données expérimentales réelles ne permettent probablement pas une transition aussi claire !

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

Ici, vous discuterez avec les élèves des principaux aspects de la mission, de la conception à la réalisation. Dans le cas présent, la mission consiste à enquêter sur les différents états de la matière.

Exercice

Laissez libre cours à la créativité lors de la conception de l'objectif de la mission, mais veillez à questionner de manière critique tout au long du processus. Est-ce une idée réalisable ? Répond-elle à l'objectif principal consistant à examiner les états de la matière ?

→ Activité 3 : Comment recueillir des données de température ?

Cette activité donne aux élèves l'occasion d'utiliser le système LEGO EV3 Mindstorms et son logiciel pour recueillir des mesures de température. Pour cela, les élèves doivent déjà être familiarisés avec les principales fonctions du logiciel Mindstorms.

Exercice

1. Comme pour toute tâche de résolution de problème, il existe plusieurs solutions différentes. Pour recueillir des données, les élèves peuvent choisir de se servir de blocs de données bleus pour les enregistrer dans un fichier afin de les analyser ultérieurement, ou bien de collecter des données en direct à partir de la fenêtre de l'expérience. Ces deux options sont envisageables, mais l'utilisation de la vue expérimentale permet une visualisation et une analyse plus rapides des données !
2. Les valeurs choisies dépendent de l'environnement de la classe et de la durée pendant laquelle les élèves souhaitent recueillir des données. Il s'agit également d'une bonne occasion de montrer comment l'échelle peut rendre l'analyse plus facile ou plus difficile. Par exemple, en utilisant le plus d'espace d'écran possible.

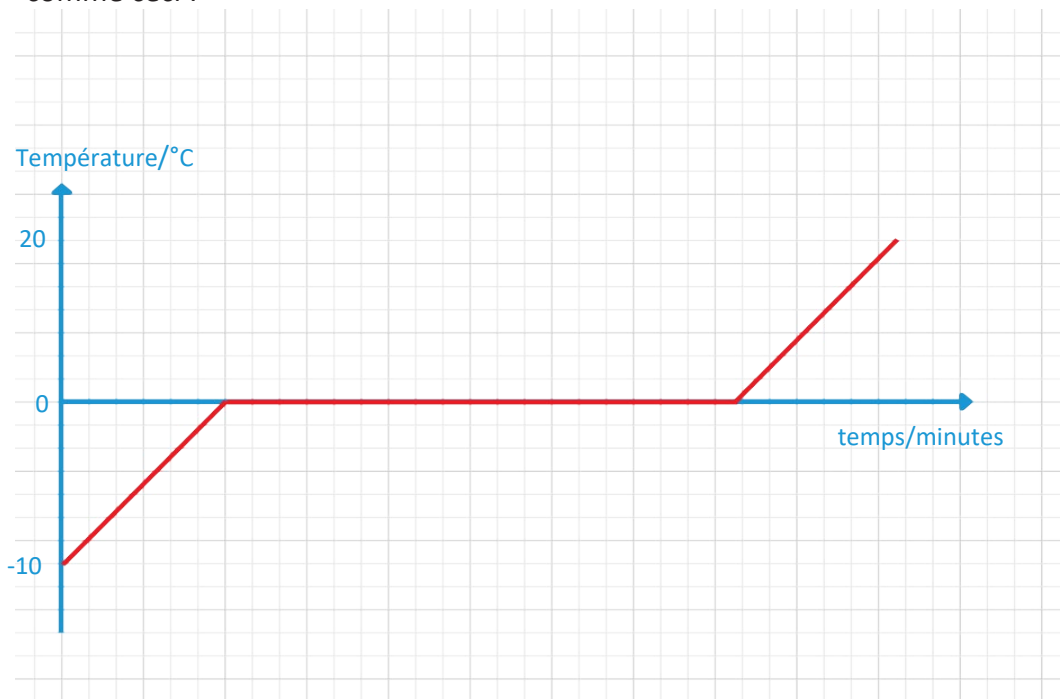
→ Activité 4 : Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (I)

Cette activité peut être soit suivie sur les fiches élève, soit réalisée par les élèves pour qu'ils puissent utiliser et analyser leurs propres données à la place. Les données de température de l'eau sont enregistrées au cours de la congélation et de la fonte, sur une période de 15 minutes. Les élèves doivent déterminer ce que montre chaque étape du graphique. Pour reproduire cette activité en classe, vous pouvez utiliser un récipient rempli de glace, et faire quelques trous à la surface du récipient afin de permettre aux rovers d'insérer les capteurs de température et de mesurer la température.

Exercice

La glace correspond à la section située entre 5 et 6 minutes qui varie de -10°C à 0°C , et qui s'étend jusqu'à environ 11 minutes, lorsque la glace fond pour devenir de l'eau. Une erreur commune ici serait de penser que la phase de glace se termine lorsque la température atteint 0°C . À partir de 11 minutes environ, l'eau est à l'état liquide et la température augmente de façon continue jusqu'à environ 20°C .

2. Ici, les élèves doivent recréer un graphique similaire à celui présenté dans l'activité 1, exercice 5, comme ceci :



3. Les sections correctes de ce graphique sont A-D, mais il convient de souligner que la section complète de C-D n'a pas été effectuée, car la température n'atteint que 20 °C. Les élèves doivent être en mesure de déterminer que la section C-D prend fin à 100 °C.

4. Ici, les élèves doivent utiliser la terminologie évoquée dans l'exercice 4 de l'activité 1, et les températures appropriées doivent être ajoutées à l'axe des ordonnées. Il convient de souligner que l'échelle de l'axe des abscisses (temps) dépend en grande partie de la façon dont l'expérience est menée, mais la forme de la courbe doit rester la même, quelle que soit la vitesse à laquelle l'eau est chauffée.

→ Activité 5 : Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (II)

Il s'agit d'une simple extension de la première partie de cette activité, qui amène maintenant les élèves à identifier correctement les éléments de la section « refroidissement et congélation » du graphique.

Exercice

Assurez-vous que le modèle des élèves dispose d'axes appropriés et que les valeurs des transitions renvoient correctement à celles de l'eau. Là encore, il faut souligner que l'axe de temps dépend principalement de la méthode de refroidissement.

→ Activité 6 : Comment mener à bien une mission ?

Dans l'activité finale, les élèves reviennent sur la déclaration de mission et sur les étapes qu'ils ont identifiées dans l'activité 2.

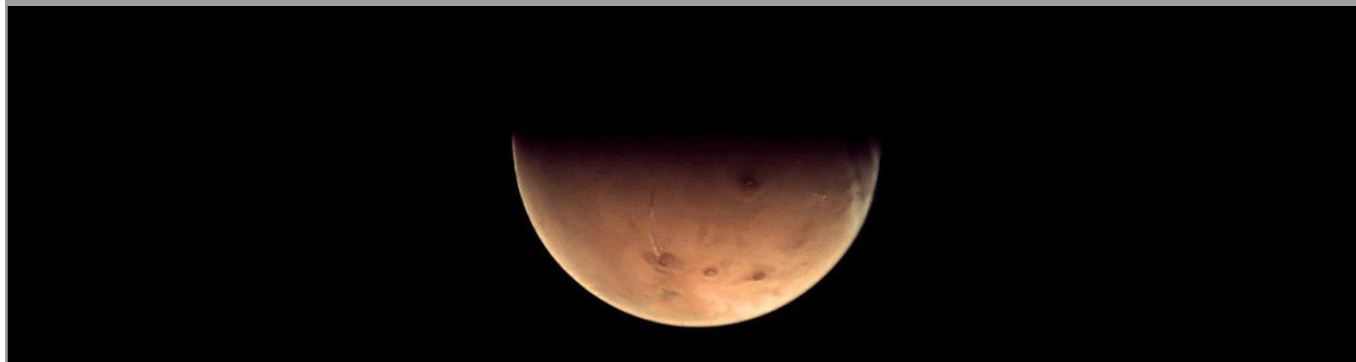
Exercice

Les réponses varieront d'un élève à l'autre, mais invitez-les à réfléchir à ce qu'ils ont appris sur les changements d'état et demandez-leur s'ils ont répondu ou non à la question qu'ils ont définie à l'activité 2.

→ Activité 1 : Y a-t-il de l'eau sur Mars ?

Mars a toujours stimulé l'imagination des hommes, suscitant l'intérêt des scientifiques et des artistes. Au cours des 2 000 dernières années, les Européens ont fait de nombreuses découvertes importantes sur la planète rouge. Que savez-vous à propos de la planète Mars ?

Figure A1



↑ La planète Mars vue par la mission Mars Express de l'ESA.

Exercice

1. Comparez la Terre et la planète Mars en utilisant les différentes caractéristiques présentes dans le tableau A1. Dans la colonne « Prédiction », écrivez vos prédictions pour Mars par rapport à la Terre à l'aide des symboles : « = », « > » ou « < ». Trouvez tout ce que vous pouvez sur Mars, puis complétez la colonne « Valeur réelle » avec les caractéristiques réelles de Mars. Comparez-les avec vos prédictions.

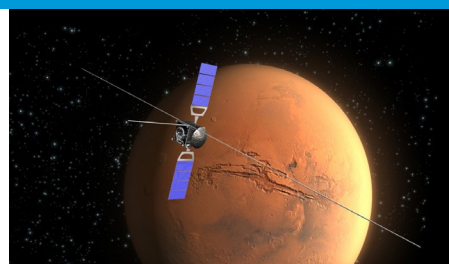
	Mars		Terre
	Prédiction	Valeur réelle	
Température moyenne			15 °C
Température minimale			-90 °C
Température maximale			55 °C
Diamètre			12 700 km
Pesanteur			9,81 m/s ²
Atmosphère			N ₂ 78 %, O ₂ 21 %, 1 % autres gaz
Pression atmosphérique :			100 kPa
Nbre de jours dans une année			365,25
Plus haute montagne			8 848 m

↑ Tableau A1 : Comparaison de la planète Mars avec la Terre.

2. Au quotidien, vous pouvez voir la matière sous ses différents états. Vous observez aussi parfois la transition entre ces états. Donnez un exemple de transition et notez ce qui, d'après vous, est la cause (votre hypothèse) de ce changement d'état.
-
-

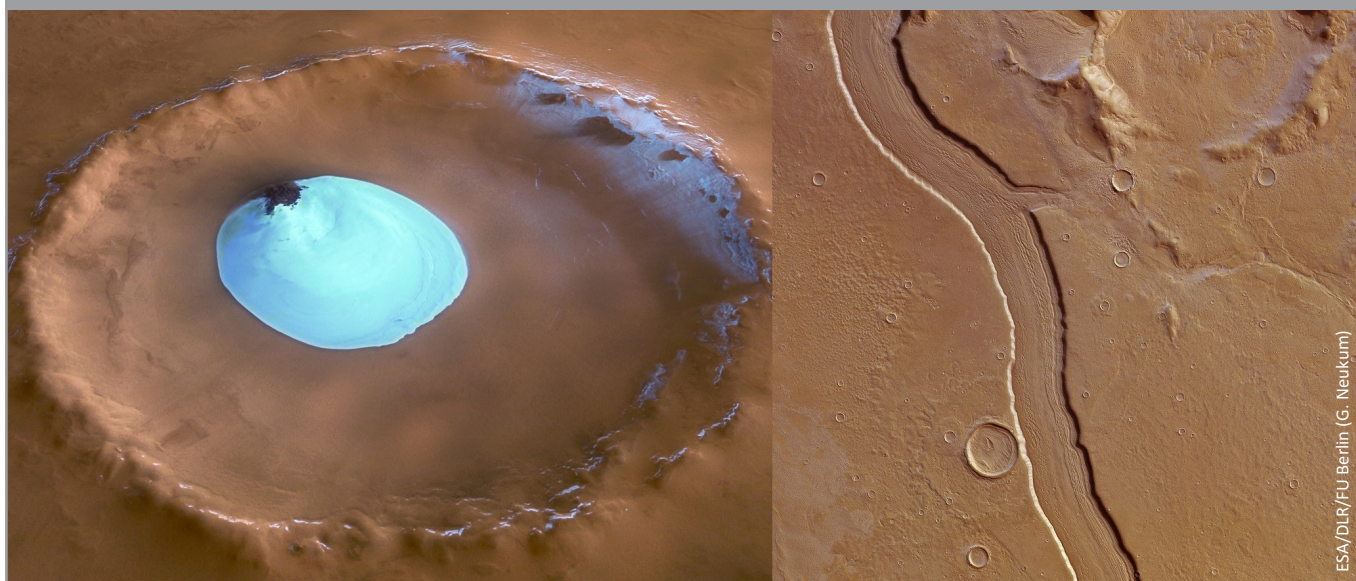
Le saviez-vous ?

La mission Mars Express de l'ESA, lancée en 2003, étudie Mars sur une vaste plage de longueurs d'onde (y compris le spectre visible, les ondes radio et l'infrarouge) et prend des images de la surface martienne. C'est le premier engin spatial qui a mis en évidence la fascinante diversité de minéraux présents à la surface de Mars.



3. À l'aide des images de Mars prises par le satellite Mars Express de l'ESA (Figure A2), remplissez le tableau A2 avec vos observations et interprétations.

Figure A2



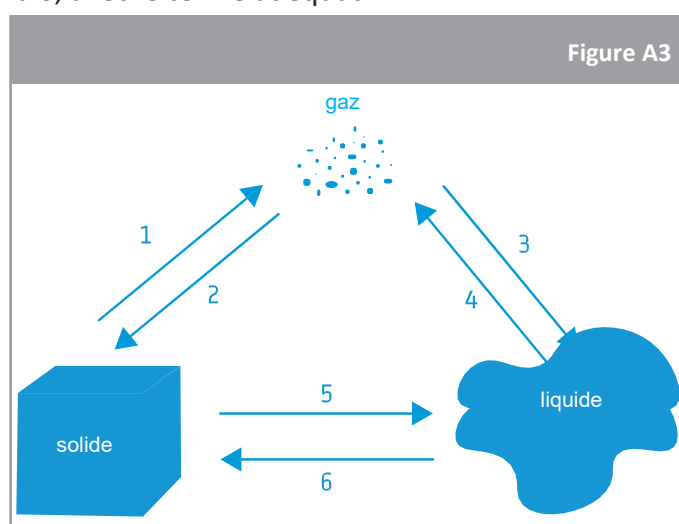
↑ La planète Mars vue par la mission Mars Express de l'ESA.

Observations	Interprétations

↑ Tableau A2 : Observations et interprétations de la surface de Mars.

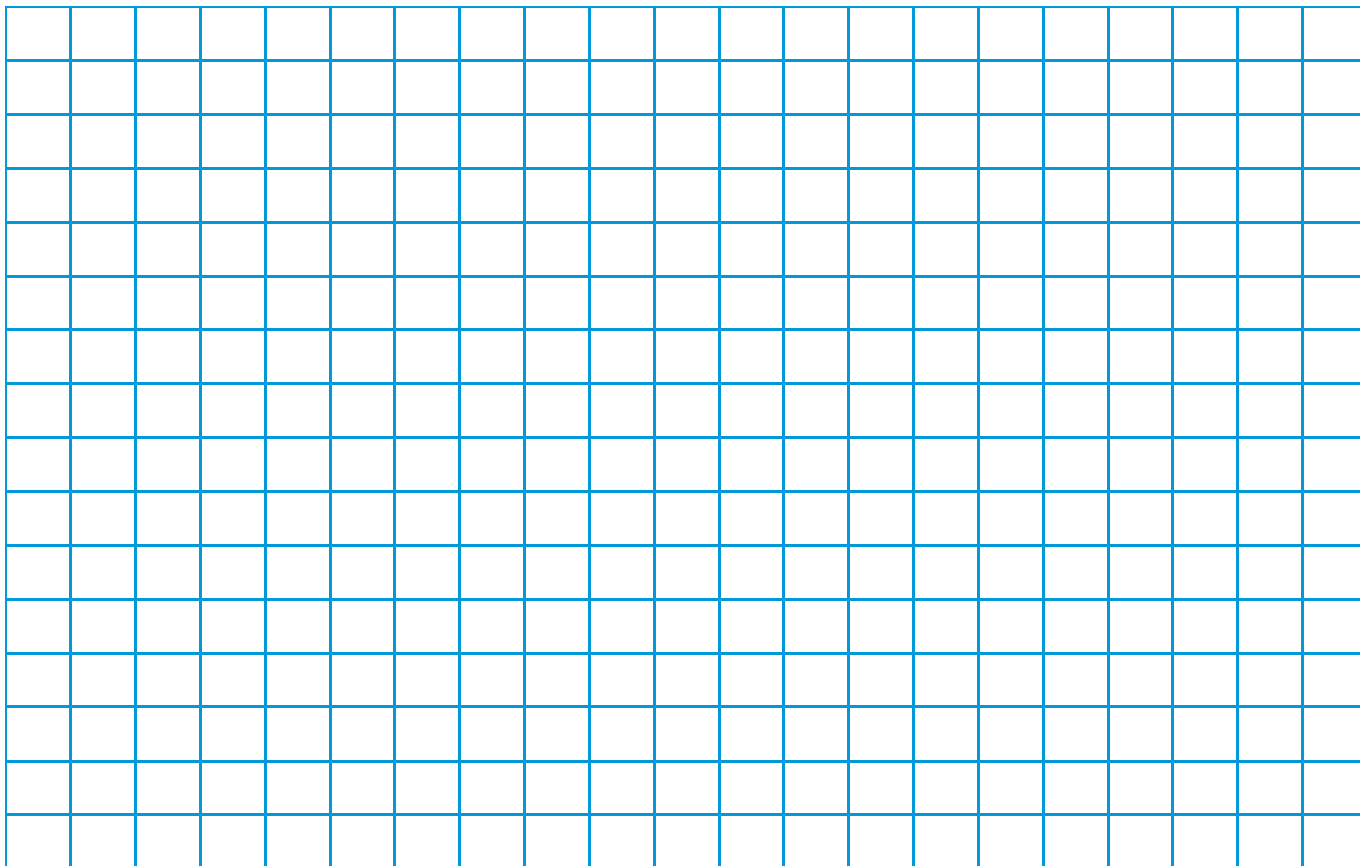
4. Les changements entre les différents états sont représentés dans la Figure A3.
Nommez chaque phénomène, numéroté de 1 à 6, avec le terme adéquat :

1.
2.
3.
4.
5.
6.



↑ Représentation dynamique des changements d'état.

5. Un changement d'état est causé par un changement de température et/ou de pression. Sur la grille ci-dessous, tracez votre prédiction de l'évolution de la température d'un système en fonction du temps, pour une transformation de l'état solide à l'état liquide. Légendez le graphique pour indiquer quand l'état est solide et quand il est liquide. N'oubliez pas de donner un titre à votre graphique et d'indiquer les unités sur chaque axe.



Dans les prochaines activités, vous étudierez les changements d'état résultant des changements de température. Vous découvrirez si votre prédiction dans le graphique ci-dessus est correcte.

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

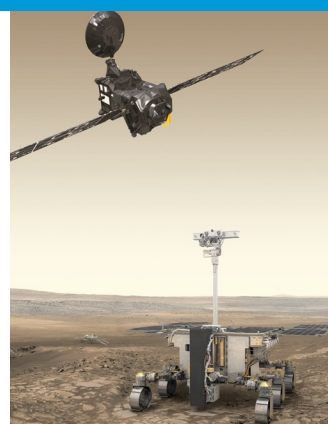
Pour planifier une mission spatiale, il faut définir des objectifs scientifiques en formulant d'abord une question scientifique. L'objectif de la mission sera de répondre à cette question.

Exercice

1. Après en avoir discuté avec votre professeur, posez une question de recherche pour étudier les états de la matière :

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, et de l'atterrisseur Schiaparelli qui se trouve désormais à la surface. 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.



2. Pour atteindre l'objectif de votre mission, vous devez d'abord la structurer. Identifiez les différentes étapes nécessaires pour mener à bien la mission.

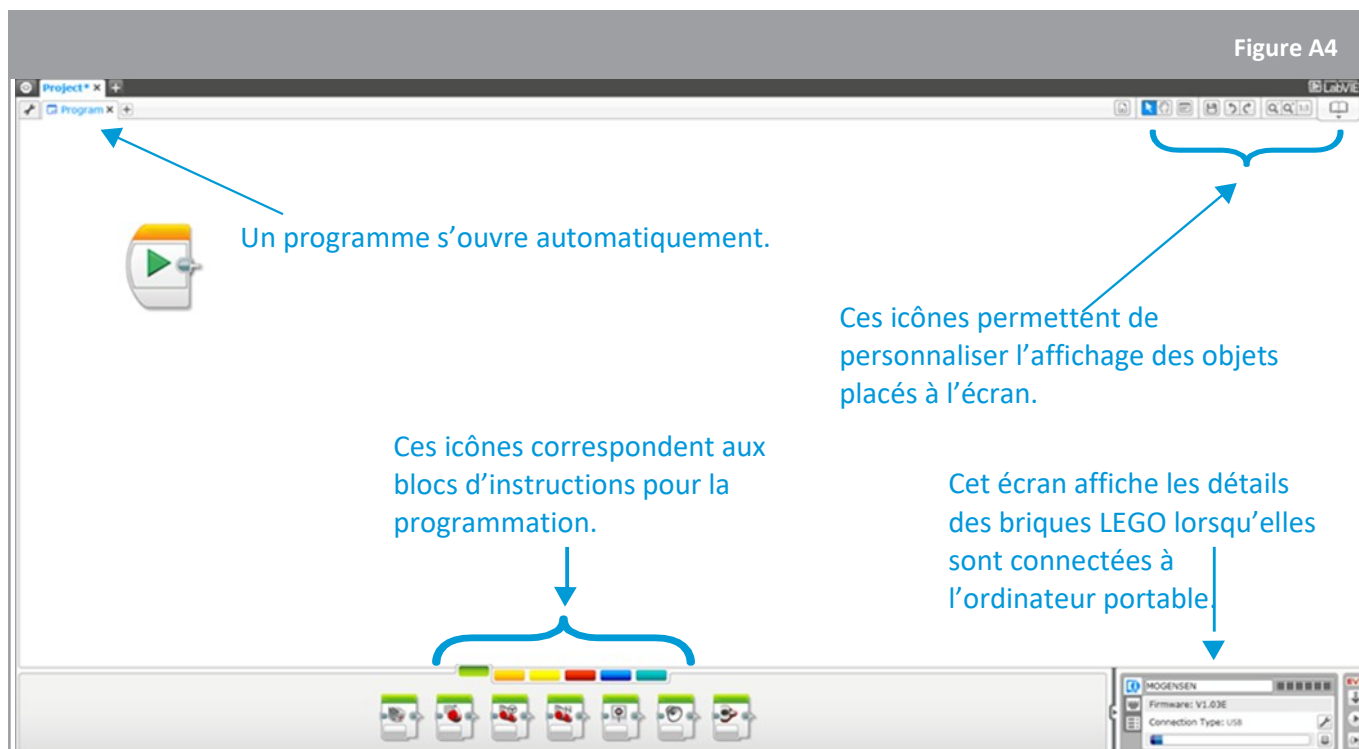
Dans le tableau A3, décrivez les différentes étapes de votre mission :

Étapes	Description	Compétences / connaissances requises

↑ Tableau A3 : Étapes de la mission.

→ Activité 3 : Comment recueillir des données de température ?*

Construisez un robot LEGO ou prenez-en un déjà monté et branchez le capteur de température sur le port 1 de la brique LEGO. Lancez le logiciel LEGO Mindstorms EV3 Education pour programmer le robot en LEGO et créer un nouveau projet.



↑ Fenêtre de programmation LEGO.

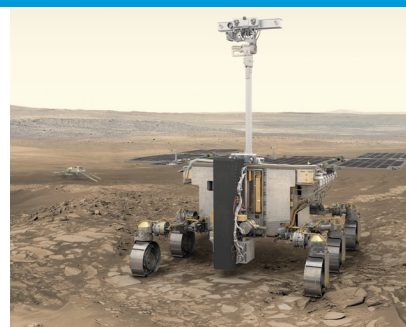
Exercice

1. En organisant les icônes d'instruction, développez un programme qui vous permettra d'atteindre un lieu et mettez au point un système pour mesurer la température sur Mars. Faites preuve de créativité ! Écrivez votre stratégie :

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

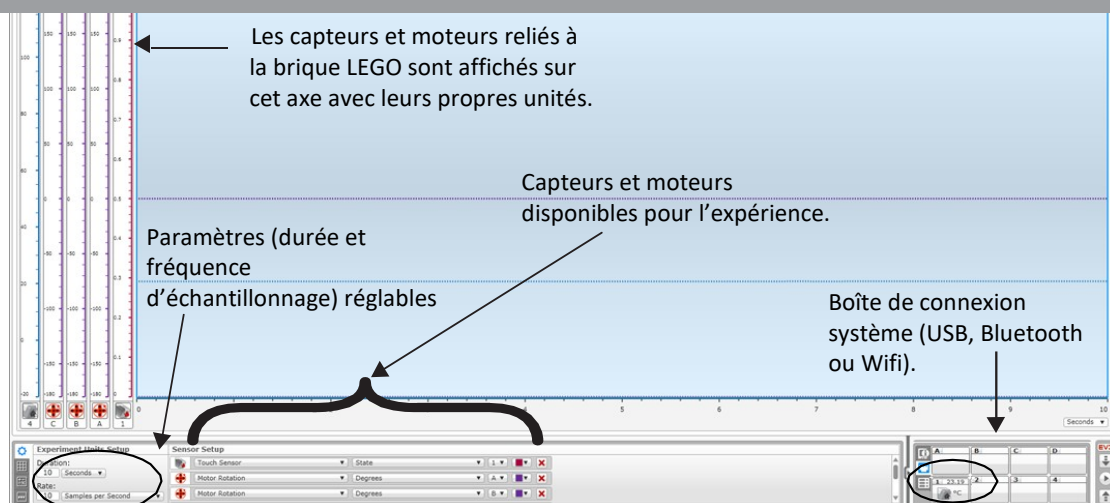
Le saviez-vous ?

La mission ExoMars 2020 enverra un rover européen et une plateforme d'atterrissage expérimentale russe vers la planète Mars. Le rover sera la première mission à se déplacer en surface et à forer jusqu'à 2 m de profondeur. Les échantillons de roche martienne recueillis seront analysés dans le laboratoire de bord du rover. On pense qu'il y a plus de chances de trouver des biomarqueurs (c.-à-d. les signatures chimiques de la vie, passée ou présente) dans les échantillons souterrains, car l'atmosphère martienne fragile offre peu de protection contre le rayonnement cosmique et la lumière du Soleil.



- Ouvrez une nouvelle fenêtre d'expérience en cliquant sur le symbole « + » en haut à gauche de l'écran de votre « projet ». Affichez le capteur de température sur l'axe des ordonnées et définissez son échelle pour l'expérience. Connectez la brique à l'ordinateur portable par Bluetooth.

Figure A4



Réglage de la durée de l'enregistrement des données et de la fréquence d'échantillonnage.

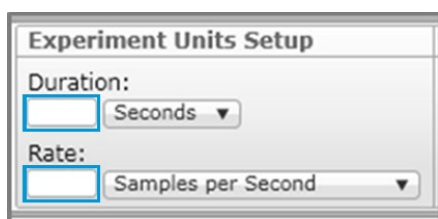


Image 8. LEGO experiments units setup

Les données de température recueillies par le capteur sont présentées dans cette figure. Inscrivez la température ambiante indiquée dans la case de cette figure :



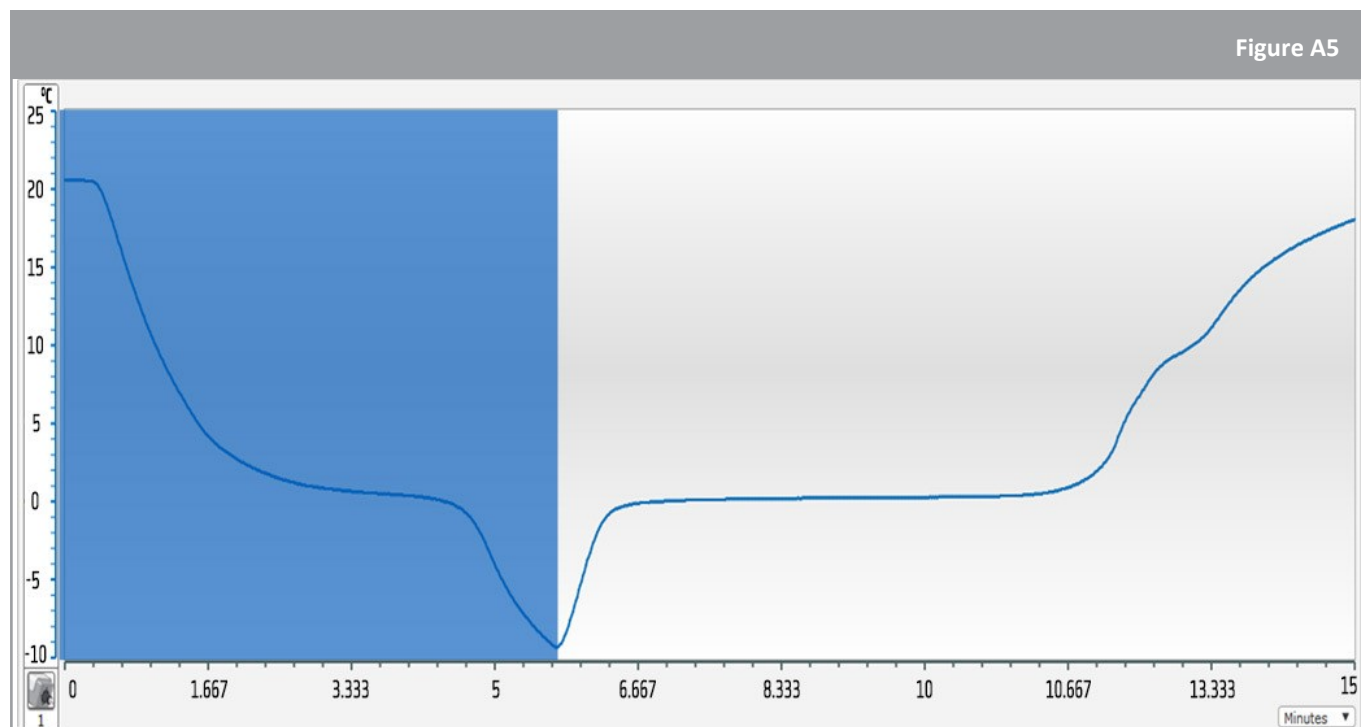
↑ Fenêtre d'expérience LEGO.

- Justifiez les valeurs sélectionnées pour l'échelle de température, la fréquence d'échantillonnage et la durée de l'enregistrement. Maintenant que l'expérience est terminée, pensez-vous que ces choix étaient pertinents ?

→ Activité 4 : Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (I)*

Exercice

- Les données de température dynamique enregistrées par le capteur sont représentées sur la Figure A5. Observez la deuxième section de la courbe (zone blanche). Sachant que la matière étudiée est l'eau :
 - associez une plage de températures à chacun des états ;
 - nommez ces états ;
 - identifiez le changement d'état.

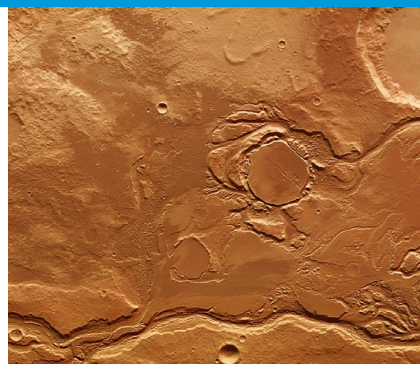


↑ Données de température dynamique de l'eau, deuxième section

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

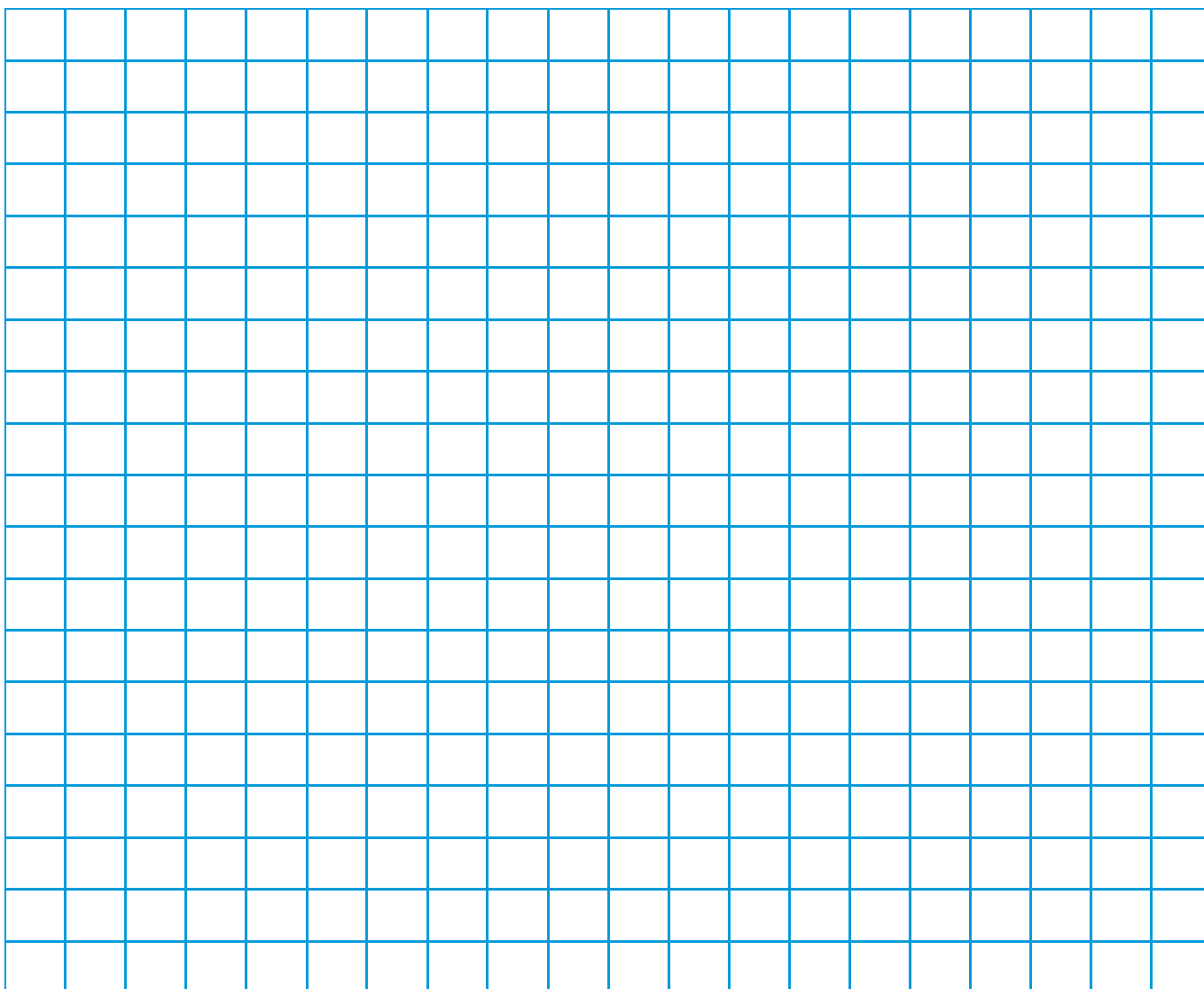
Le saviez-vous ?

Les changements d'état de l'eau dépendent de sa température et de sa pression. Par rapport à la Terre, la pression sur Mars est trop faible pour qu'il y ait de l'eau pure à la surface sous forme liquide. Il est possible qu'il y ait de l'eau liquide sur Mars dans les profondeurs du sol. Il semble que, par le passé, Mars était plus chaude qu'aujourd'hui, avec une atmosphère plus épaisse. Désormais, les scientifiques ne recherchent plus d'êtres intelligents sur la planète rouge, mais des biomarqueurs pouvant fournir la preuve qu'il y avait autrefois de l'eau liquide, soit à la surface, soit sous la surface.



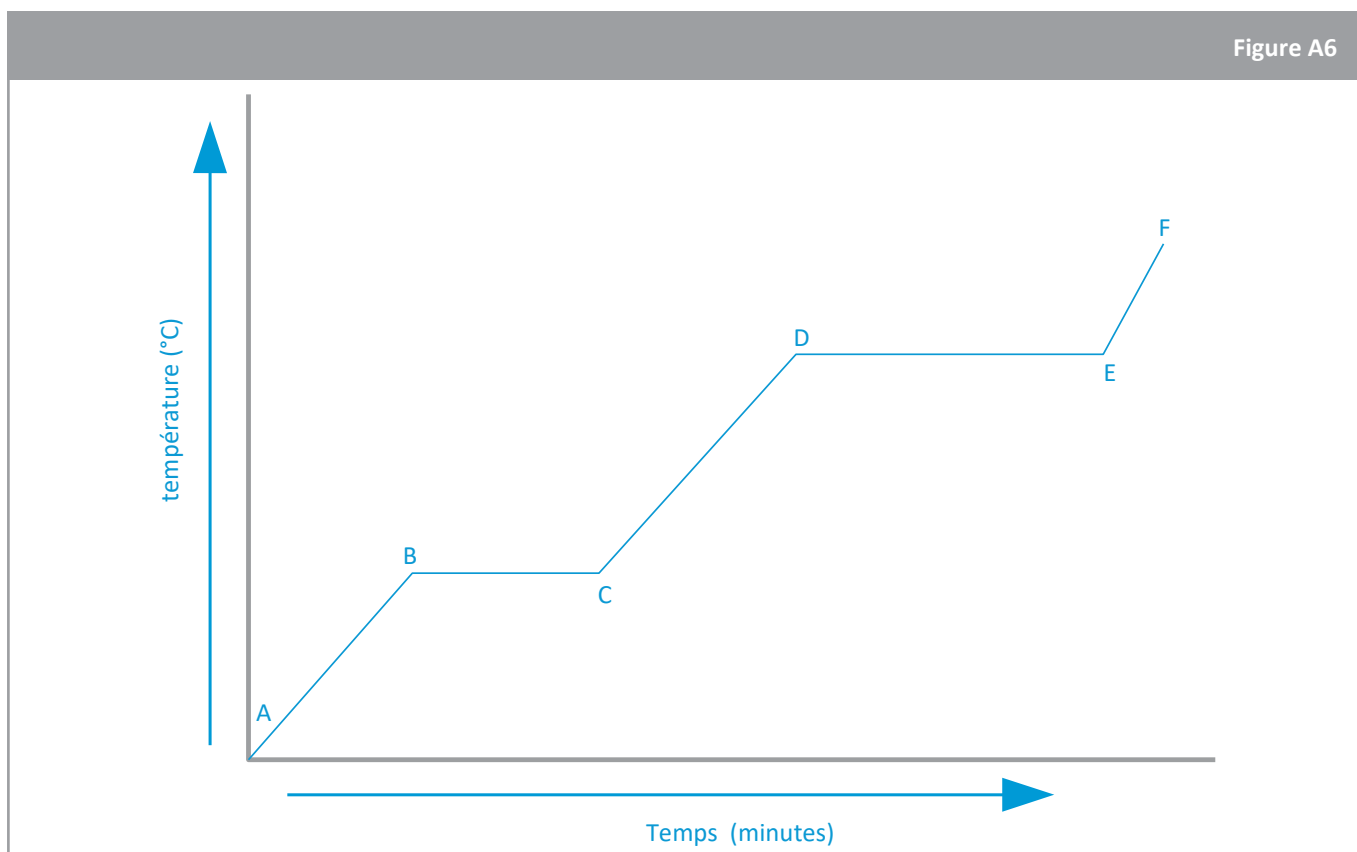
- En science, un modèle est la représentation d'un phénomène qui nous aide à comprendre les observations. Un modèle simple explique une dimension d'un phénomène (par exemple, l'évolution de la température) et peut être construit à partir des données recueillies.

Pour créer un modèle facile à comprendre, simplifiez la section de la courbe de la Figure A5 en utilisant des lignes droites reliées afin de représenter les différents états de matière et la transition d'un état à l'autre. N'oubliez pas de donner un titre à votre graphique et d'indiquer les unités sur chaque axe.



Au cours de votre expérience, vous avez recueilli des mesures de température dans une plage limitée. Le modèle tracé dans la Figure A6 montre les mesures de température dans une plage plus grande.

3. Sur ce modèle, identifiez la zone correspondant à votre expérience précédente en entourant les lettres appropriées (choisissez parmi les lettres A, B, C, D, E et F).



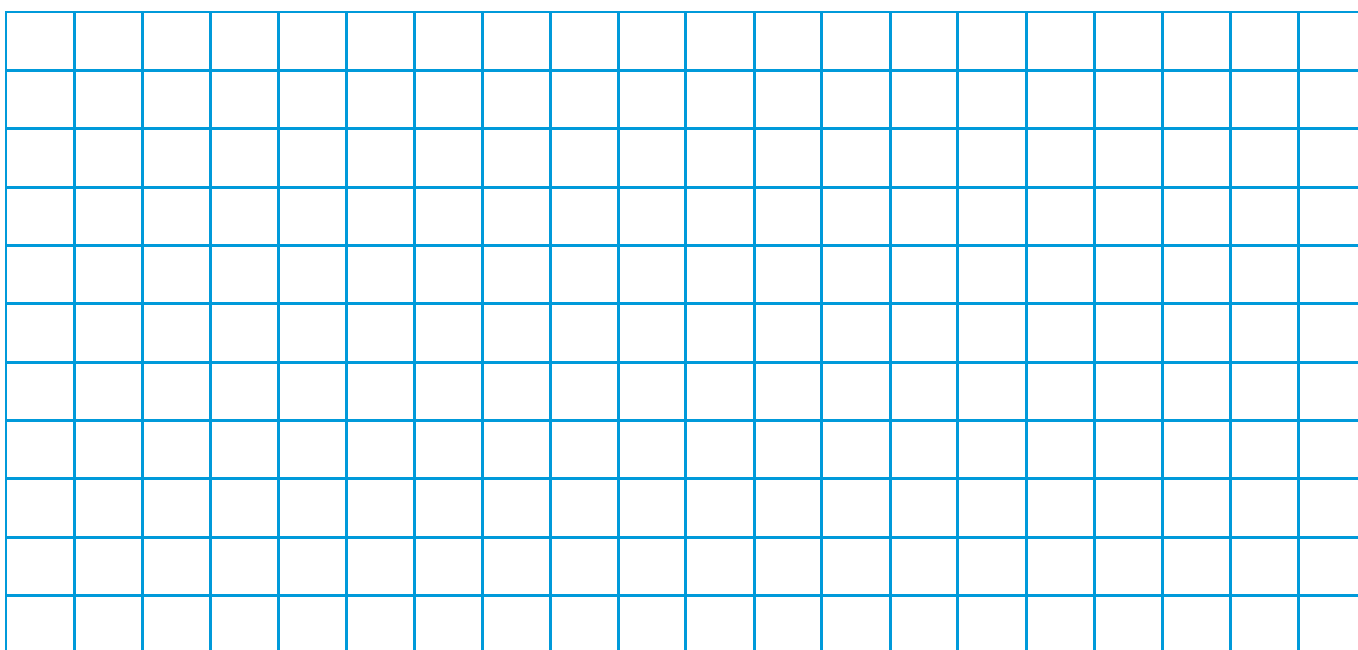
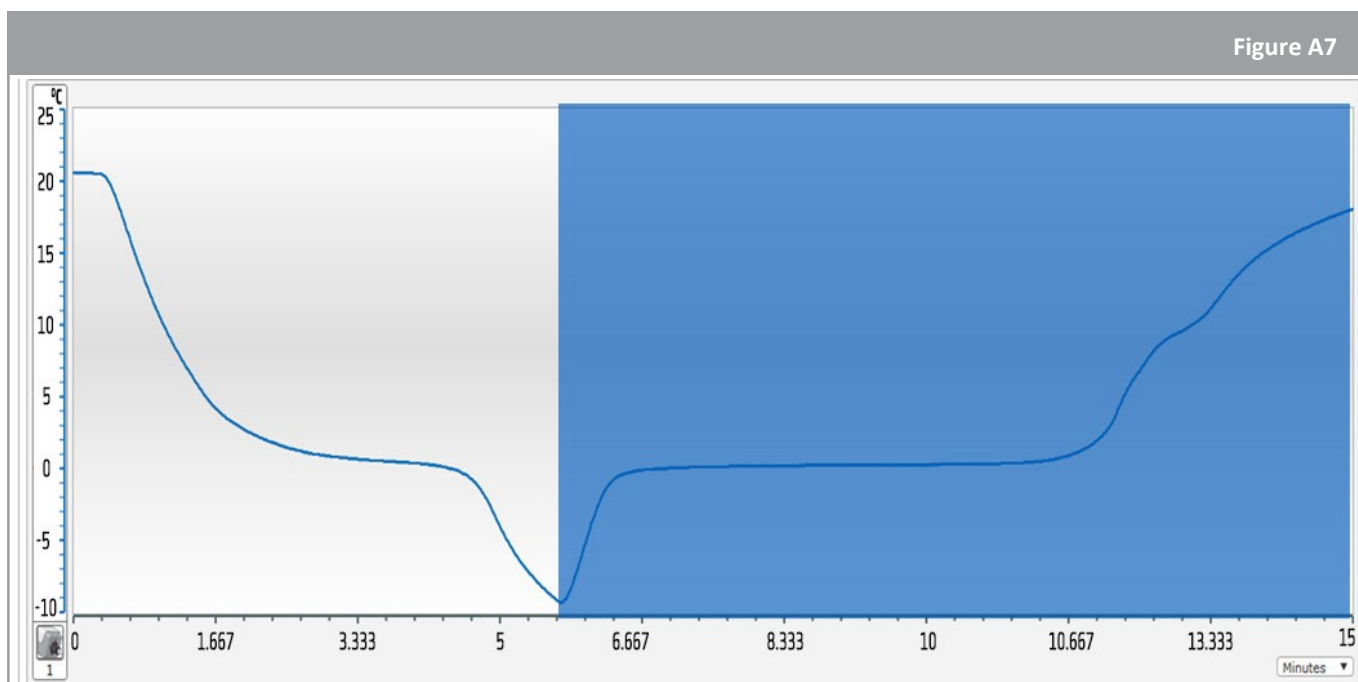
↑ Modèle de température dynamique de l'eau

4. Expliquez le haut du modèle de la Figure A6 en utilisant le vocabulaire adapté et ajoutez les températures clés sur l'axe vertical.

→ Activité 5 : Comment la température évolue-t-elle au cours d'un changement d'état ? (II)*

Exercice

1. Observez la première section de la courbe (zone blanche). Sachant que la matière étudiée est l'eau :
 - associez une plage de température à chacun des états et nommez-les ;
 - indiquez le changement d'état ;
 - créez un modèle de cette partie de l'expérience dans la grille ci-dessous.
- N'oubliez pas de donner un titre à votre graphique et d'indiquer les unités sur chaque axe.



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

→ Activité 6 : 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 A4 : Compétences et connaissances acquises.

2. Pour conclure, écrivez votre réponse à la question scientifique que vous avez formulée au début de l'activité 2. Utilisez le vocabulaire approprié pour expliquer les concepts que vous avez appris.
