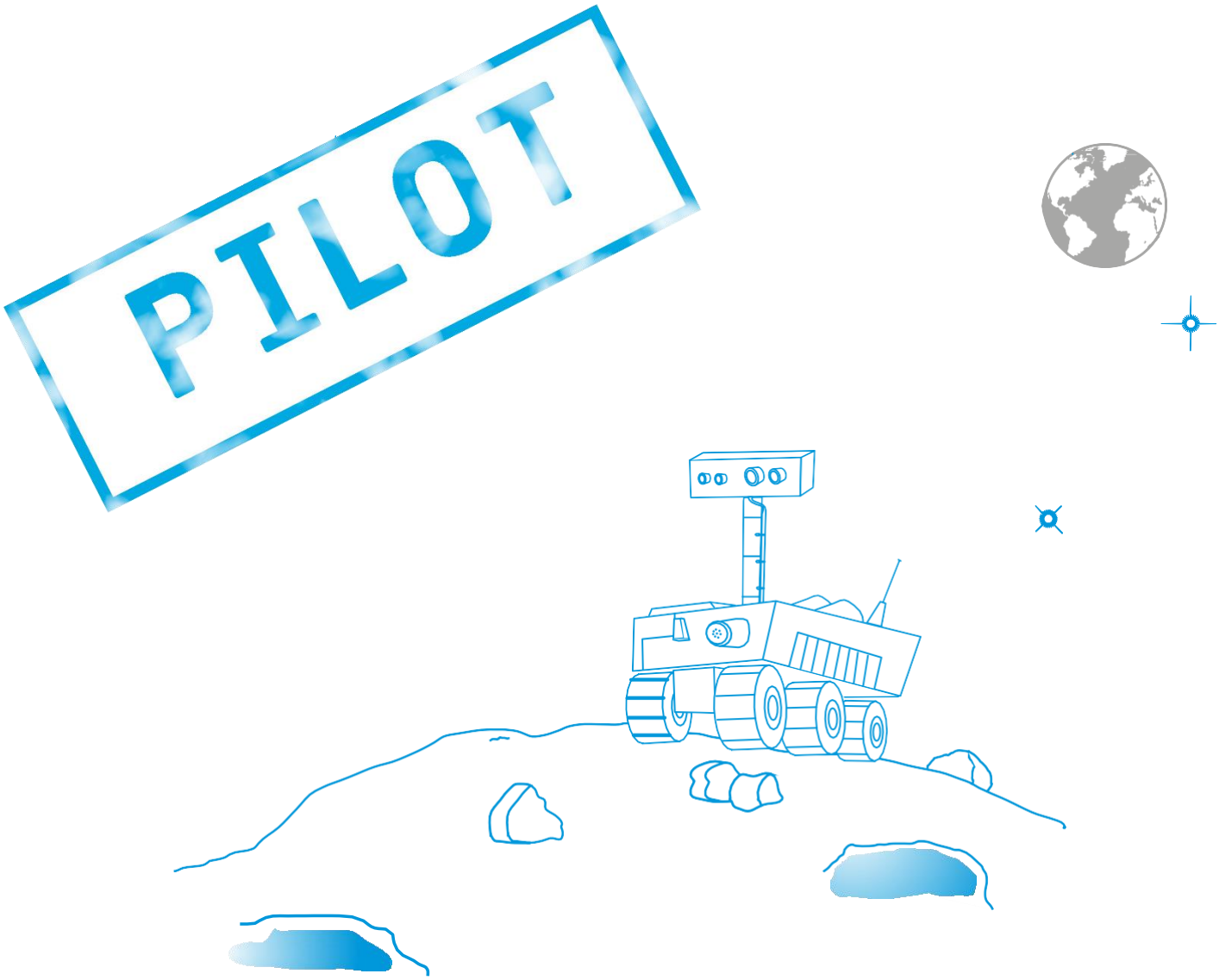
teach with space

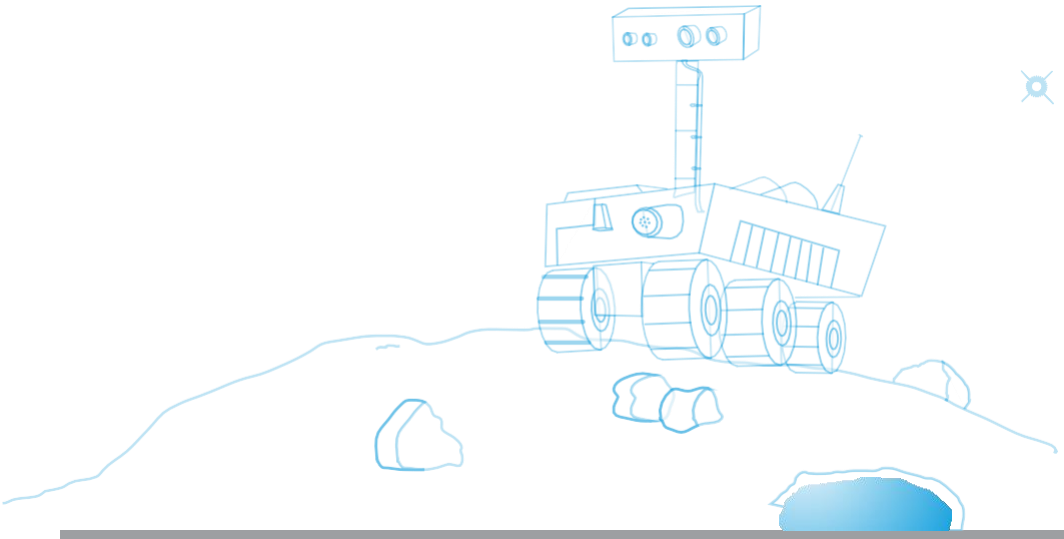
→ RECHERCHE DE LA VIE SUR MARS

Analyse d'échantillons, recherche de signes de vie



Guide pour l'enseignant et fiches de travail pour les élèves

European Space Agency



Guide de l'enseignant

En bref	page 3
Résumé des activités	page 4
Introduction	page 5
Activité 1 : Comment savoir s'il y a de la vie ?	page 6
Activité 2 : Analysez vos échantillons	page 7
Fiche de travail pour les élèves	page 10
Liens	page 14
Annexe	page 15

teach with space – recherche de la vie sur Mars | B06
www.esa.int/education

Faites part de vos réactions et de vos commentaires à l'ESA Education Office
teachers@esa.int

Une production ESA Education. Activité originale par CIEC Promoting Science, UK Space Agency, ESERO UK

Copyright 2019 © European Space Agency

→ RECHERCHE DE LA VIE SUR MARS

Analyse d'échantillons, recherche de signes de vie

En bref

Matière : biologie, chimie, sciences

Tranche d'âge : 10 – 14 ans

Difficulté : facile

Temps nécessaire pour la leçon : 45 minutes

Coûts : faibles (0-10 euros)

Lieu : laboratoire de l'école ou salle de classe

Comprend l'utilisation de : levure, sucre, Alka-Seltzer, sable, eau chaude (à env. 45 – 50°C)

Mots-clés : biologie, chimie, science, vie, Mars, analyse d'échantillons, réaction chimique

Résumé

Dans ces activités, les élèves chercheront des preuves de l'existence de la vie dans trois échantillons ressemblant au sol de Mars et discuteront les expériences du point de vue de différents scientifiques. Les élèves effectueront des expériences simples pour comparer le comportement des échantillons dans des conditions spécifiques. Ils observeront que certaines réactions chimiques produisent des gaz comme le dioxyde de carbone et apprendront que des réactions chimiques peuvent être causées par des êtres vivants et des objets non vivants.

Objectifs pédagogiques

- Apprendre ce que sont les réactions chimiques.
- Apprendre quelles sont les propriétés de la vie sur la Terre.
- Comprendre que certains micro-organismes peuvent produire du dioxyde de carbone dans un processus appelé respiration anaérobie.
- Comparer quelques propriétés des planètes Terre et Mars.
- Solutionner des problèmes en travaillant comme un scientifique.
- Tirer des conclusions basées sur des observations et des mesures.

→ Résumé des activités

Résumé des activités					
	Titre	**Description**	**Résultat**	**Exigences**	**Durée**
1	Comme savoir s'il y a de la vie ?	Les élèves joueront le rôle d'un biologiste, chimiste, ingénieur ou planétologue pour discuter la meilleure manière de mener une expérience mettant en évidence la présence de micro-organismes dans un échantillon de sol.	Apprendre comment des scientifiques travaillent individuellement et en groupe pour planifier une expérience.	Aucune	15 minutes
2	Analysez vos échantillons	Réalisation d'une expérience pratique pour analyser trois échantillons de sol afin de trouver des preuves de la présence de vie en comparant les réactions chimiques qui se produisent.	Apprendre ce que sont les processus chimiques et biochimiques. Tirer des conclusions sur la présence de vie dans des échantillons en se basant sur des observations.	Achèvement de l'Activité 1	30 minutes

→ Introduction

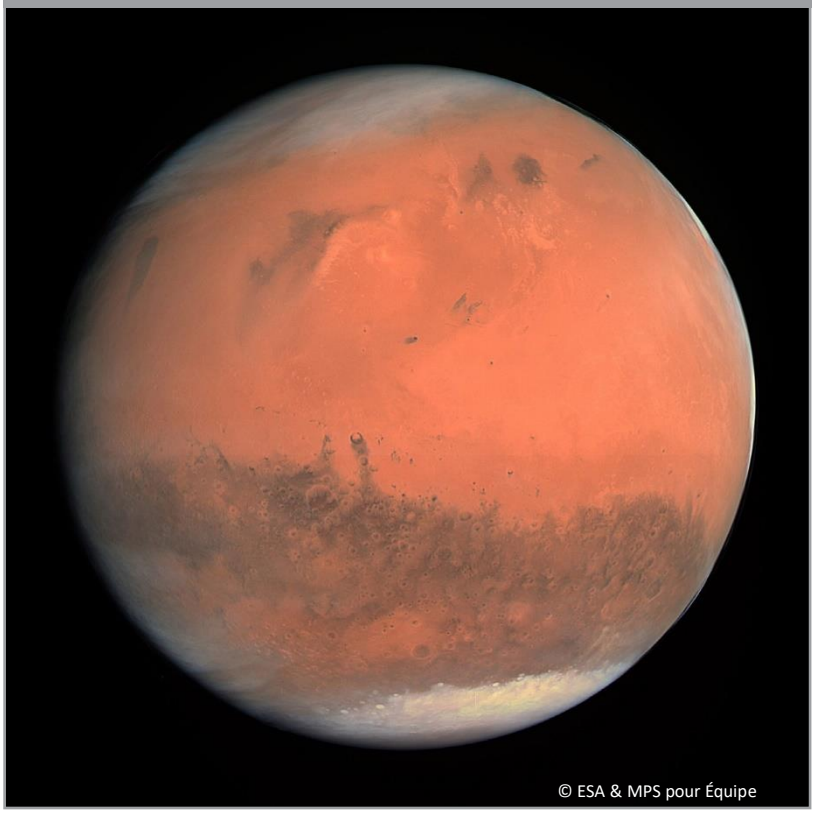
Pendant des milliers d'années, les êtres humains ont regardé le ciel nocturne en se demandant s'il y avait de la vie ailleurs dans l'Univers. Sommes-nous les seuls dans l'Univers ? D'où est venue la vie ? À ce jour, il n'a été trouvé aucune preuve de la présence passée ou présente de vie ailleurs que sur la Terre.

Détecter la présence de vie ailleurs que sur la Terre n'est pas une tâche facile. Les scientifiques recherchent la preuve de l'existence d'eau liquide, qui agit comme un solvant et qui est, sur la Terre, un ingrédient essentiel à la présence de la vie. Les autres signes de l'existence d'une vie sont les marqueurs biologiques comme certains gaz produits par les processus chimiques de la respiration ou de la fermentation.

La plupart des êtres vivants sur Terre ont besoin d'oxygène pour survivre, mais certains organismes se sont adaptés à des conditions extrêmes dans lesquelles l'oxygène est absent. La possibilité d'une vie sur Mars revêt un intérêt particulier en raison de la proximité de la Terre. Les scientifiques emploient des moyens techniques hautement sensibles pour détecter d'infimes quantités de gaz qui indiqueraient (sans la prouver) la présence de vie sur Mars. Des processus géologiques peuvent cependant libérer eux aussi des gaz et produire des résultats similaires. Les caractéristiques d'une vie présente ou passée sont très difficiles à déterminer, notamment quand les scientifiques sont limités à l'étude de très petits échantillons ou de matière fossilisée. Sans observations in-situ, il est extrêmement difficile de tirer des conclusions définitives.

Dans cette activité, les élèves travailleront en groupe pour analyser trois échantillons de sol « martien » à la recherche de preuves de la présence de vie dans ceux-ci.

Figure 1



↑ La planète Mars

→ Activité 1 : Comme savoir s'il y a de la vie ?

Dans cette activité en groupe, chaque élève jouera le rôle d'un scientifique différent (biologiste, chimiste, ingénieur ou planétologue) pour planifier ensemble une expérience. Dans chaque groupe, les élèves devraient partager leurs informations en fonction de leur « expertise » et travailler ensemble pour planifier l'expérience.

Matériel

- Fiches techniques en Annexe 1 pour chaque groupe.
- Fiche de travail imprimée pour chaque groupe d'élèves.

Exercice

Commencez en présentant le contexte de cette activité aux élèves. Sur la Terre, la vie prospère dans des conditions très différentes, y compris dans des environnements extrêmes. Demandez aux élèves s'ils pensent que la vie peut exister ailleurs que sur notre planète, par exemple sur une autre planète comme Mars.

Expliquez aux élèves qu'ils planifieront une expérience destinée à chercher des indicateurs de la présence de vie (dans ce cas des micro-organismes) dans différents échantillons de sol de « Mars » que l'Agence spatiale européenne leur aurait fournis. Ils devraient ensuite noter leurs observations pour en discuter. Dans cette activité de groupe, chaque élève jouera un rôle : biologiste, chimiste, ingénieur ou planétologue. Pour cette activité, répartissez les élèves en groupes de quatre, assignez-leur leur nouveau rôle et distribuez les fiches correspondant à chaque élève. Si certains groupes comprennent moins d'élèves, il est possible de combiner l'expertise correspondant à plus d'un rôle : par exemple ingénieur-chimiste.

Chaque élève étudiera les faits relevant de sa nouvelle « profession ». Après avoir lu les faits, les élèves joueront leur rôle, travailleront en équipe et discuteront la meilleure manière de mener une expérience afin de déterminer la présence de vie dans les échantillons de sol.

Selon le groupe d'âge, introduisez le concept de réactions chimiques et de leur importance pour le maintien de la vie ou laissez les élèves travailler par eux-mêmes avec la fiche technique.

Discussion

Discutez avec les élèves pour savoir quel genre d'expériences ils proposent de faire pour détecter la présence de micro-organismes dans leurs échantillons. Examinez leurs idées et le genre de résultat qu'ils prédisent pour leurs expériences.

Voici une liste d'exemples d'expériences possibles :

- Ajouter de l'eau chaude à l'échantillon pour observer si du CO_2 est produit.
- Ajouter de l'eau chaude à l'échantillon et détecter si de l'alcool est produit.
- Analyser les sédiments de l'échantillon quand ils sont dissous dans de l'eau.
- Analyse de l'échantillon sous le microscope.
- Faire une culture dans une boîte de Petri.

Les élèves devraient être guidés pour qu'ils réalisent que s'il y a de la vie, l'ajout d'eau chaude à chaque échantillon peut provoquer un dégagement de gaz (dioxyde de carbone). Toutefois, le seul dégagement de gaz n'est pas une preuve suffisante pour conclure de manière définitive à la présence de vie.

→ Activité 2 : Analysez vos échantillons

Dans cette activité, les élèves devraient effectuer l'expérience qu'ils ont décrite dans l'activité 1 ; alternativement, ils peuvent suivre les instructions ci-dessous. Chaque groupe devrait consigner l'évolution de ses échantillons dans le temps et discuter avec la classe ses conclusions basées sur ses observations.

Matériel par groupe

- Fiche de travail imprimée
- Sable de construction
- Sel gemme
- Sel de table
- Gravier fin
- Gravier
- Farine ou talc
- Levure instantanée sèche
- Sucre
- Alka-Seltzer broyé
- 3 sachets transparents refermables
- Eau chaude (env. 45-50°C)
- Horloge ou chronomètre
- Verre mesureur ou bécher
- Loupe ou microscope
- Règle graduée

Préparation

Dans l'Activité 2, les élèves devraient analyser trois échantillons de sol après ajout d'eau pour comparer les différentes réactions chimiques qui se déroulent. L'échantillon A est inerte. L'échantillon B contient de levure (un micro-organisme) et du sucre ; quand on la mélange avec de l'eau chaude, la levure se servira du sucre comme source d'énergie pour produire du dioxyde de carbone. L'échantillon C contient l'Alka-Seltzer qui réagit immédiatement avec l'eau et dégage du CO_2.

Préparez 3 échantillons de sol pour chaque groupe dans des sachets transparents refermables étiquetés A, B et C.

Échantillon A	Échantillon B	Échantillon C
2 cuillers à soupe de sable de construction	2 cuillers à soupe de sable de construction	2 cuillers à soupe de sable de construction
2 cuillers à soupe de sel gemme	1 cuiller à soupe de gravier	1 cuiller à soupe de gravier
1 cuiller à soupe de sel de table	1 cuiller à soupe de farine ou talc	1 cuiller à soupe de farine ou talc
1 cuiller à soupe de gravier fin	1 paquet de levure instantanée sèche	2 cuillers à soupe de sel gemme
1 cuiller à soupe de gravier	2 cuillers à soupe de sucre	Alka-Seltzer broyé
1 cuiller à soupe de farine ou talc		

Exercice

Dans cette activité, les élèves devraient analyser les trois échantillons de sol pour voir s'il y a de la vie. Ils devraient commencer par esquisser étape par étape l'expérience proposée dans l'Activité 1. Il est conseillé de proposer aux élèves de récréer les périodes humides de l'histoire de Mars en ajoutant de l'eau à leurs échantillons et en comparant les différentes réactions chimiques qui se produisent.

Expérience proposée :

- Observez de près les échantillons à la loupe ou sous le microscope. Notez les quelconques différences visuelles entre les échantillons.
- Notez vos prédictions initiales.
- Ajoutez env. 30 ml d'eau chaude (45-50°C) à chaque échantillon.
- Appuyez sans attendre sur le sachet pour en extraire l'air et fermez-le.
- Mélangez le contenu en appuyant doucement sur le sachet. Assurez-vous que le sachet est hermétiquement clos afin d'éviter l'échappement du gaz.
- Consignez le gonflement progressif des échantillons dans un tableau ou un graphique (l'évolution des échantillons peut également être relevée en les filmant en vidéo ou en prenant des photos).

Les élèves devraient répondre aux questions de la fiche de travail pendant qu'ils accomplissent l'expérience et consigner l'évolution des échantillons.

Tout en suivant le cours des expériences, demandez aux élèves de discuter leurs résultats et leurs conclusions sur les signes de présence de vie dans les échantillons de sol.

Résultats

Dans cette activité, les élèves devraient analyser les trois échantillons de sol pour voir s'il y a de la vie.

- **Échantillon A :** inerte.
- **Échantillon B :** l'ajout d'eau chaude devrait déclencher une réaction biochimique. Pour éviter de tuer la levure, la température de l'eau ne devrait pas dépasser 50°C. L'échantillon B contient la levure, un micro-organisme, et du sucre. Quand on la mélange avec de l'eau, la levure se servira du sucre comme source d'énergie pour produire du dioxyde de carbone. Les élèves devraient observer au fil du temps la formation de bulles de dioxyde de carbone. Le sachet devrait commencer à gonfler après 10 minutes ; il devrait être bien gonflé après 30 minutes. Les élèves devraient tirer des conclusions en observant les échantillons pendant 15-20 minutes.
- **Échantillon C :** après avoir ajouté l'eau chaude, les élèves devraient observer une réaction immédiate. L'échantillon C contient l'Alka-Seltzer qui réagira immédiatement avec l'eau en dégageant du CO_2. Le gonflement immédiat du sachet refermable le montre.

Discussion

Il doit être répondu aux questions 6, 7 et 8 après une discussion avec la classe entière. Les élèves devraient partager leurs observations avec le reste de la classe et comparer leurs observations et leurs conclusions.

Ci-dessous quelques exemples de sujets pouvant être discutés :
- Les résultats finaux correspondent-ils aux prédictions initiales ?
- Les groupes ont-ils tous relevé des résultats similaires ?
- Y a-t-il eu de quelconques résultats inattendus ? Ont-ils détecté des anomalies ? Par exemple une contamination ou une erreur humaine.
- Peuvent-ils expliquer ce qui s'est passé ?

Discutez avec les élèves les différences entre les réactions chimiques qu'ils ont observées. Les effets observés avec l'échantillon C sont caractéristiques d'une réaction chimique ; elle se déroule rapidement quand les réactifs entrent en contact, mais elle ne dure pas longtemps. Le dégagement de gaz de l'échantillon B a mis plus longtemps à se produire, mais il a été plus persistant, une caractéristique primordiale d'une réaction biochimique et donc de la vie.

Expliquez aux élèves que les scientifiques sont très prudents quand ils tirent des conclusions à partir de tests comme ceux-ci car ces différences sont très difficiles à distinguer dans des échantillons réels.

Les élèves peuvent être encouragés à citer les caractéristiques essentielles qu'un organisme devrait présenter pour qu'on puisse considérer qu'il est en vie. Sur la Terre, nous considérons que les organismes vivants doivent avoir les propriétés suivantes :
- ils sont composés de cellules qui peuvent présenter différents niveaux d'organisation : unicellulaires ou multicellulaires ;
- ils dépendent de leur propre métabolisme qui accomplit des réactions chimiques interdépendantes afin de maintenir l'homéostasie ;
- ils réagissent aux conditions de leur milieu ;
- ils sont capables de croître, de se reproduire et d'évoluer.

Même sur la Terre, cette définition peut être imprécise pour ce qui concerne certains organismes comme les virus.

Discutez avec les élèves s'ils s'attendraient à ce que ces caractéristiques soient les mêmes chez des organismes vivants dans un monde extraterrestre. Si les caractéristiques de la vie peuvent être différentes ailleurs, comment les astrobiologistes peuvent-ils identifier les signaux de vie quand ils en cherchent ?

Comme extension de cette activité, les élèves pourraient être encouragés à effectuer des investigations supplémentaires afin de découvrir comment des conditions différentes peuvent affecter la croissance de micro-organismes. Ils pourraient souhaiter examiner les effets de la lumière, de la température ou de différents nutriments sur la croissance de la levure.

→ RECHERCHE DE LA VIE SUR MARS

Analyse d'échantillons, recherche de signes de vie

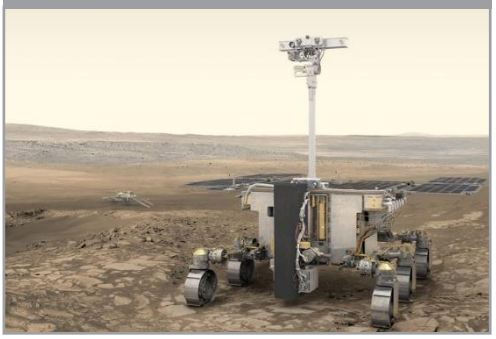
→ Activité 1 : Comme savoir s'il y a de la vie ?

Imaginez que vous rejoignez une équipe d'experts à qui l'Agence spatiale européenne a confié trois échantillons de sol de Mars.

Examinez les échantillons avec votre équipe scientifique. Chaque équipe devrait être composée d'un biologiste, d'un planétologue, d'un chimiste et d'un ingénieur. Chaque membre de l'équipe aura accès aux fiches d'information sur leur rôle scientifique.

1. Lisez les fiches relatives à votre « expertise ».
2. Discutez les idées d'expérience que vous pouvez accomplir pour déterminer la présence de vie dans un quelconque échantillon.
3. Rédigez une brève description de la manière dont votre équipe testerait les différents échantillons pour trouver de la vie :

Figure A1

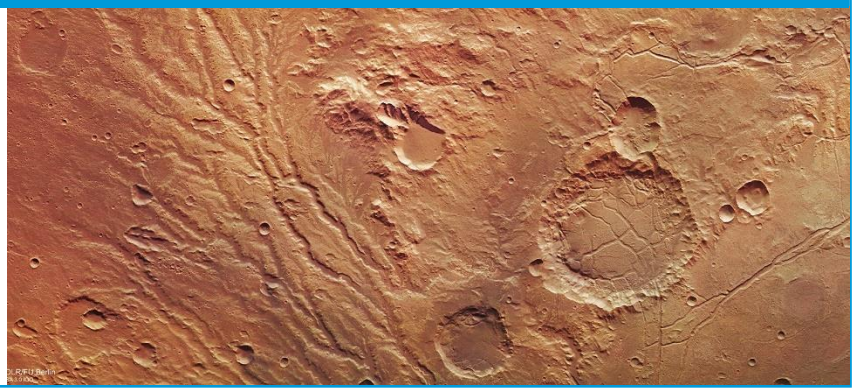


↑ Le rover ExoMars.

→ Activité 2 : Analysez vos échantillons

Le saviez-vous ?

Les grandes vallées sèches dont on pense qu'elles ont été formées par de grandes inondations sont la preuve la plus manifeste d'une érosion due à de l'eau sur Mars. De nombreuses vallées de ce genre ont leur origine dans les terrains chaotiques de la région Margaritifer Sinus, au sud du bassin de Chryse, et s'étendent sur des centaines de kilomètres vers le nord.



Les scientifiques pensent qu'il y a eu pendant quelque temps des épisodes humides sur Mars il y a très longtemps. On trouve en de nombreux endroits des signes d'érosion par des **glaciers**, le **vent** et l'**écoulement de l'eau**, ainsi que certaines traces dénotant la présence de grands lacs ou océans, de systèmes de petites rivières et de grandes inondations dans les premiers temps de la planète.

Nous savons que l'eau liquide est un ingrédient indispensable à la vie sur la Terre. L'eau est importante car elle joue un rôle de solvant, c.-à-d. qu'elle peut dissoudre et transporter des nutriments sur la surface de la planète.

Exercice

Essayez de simuler la présence d'épisodes humides sur Mars quand vous analysez vos échantillons martiens.

1. En fonction du matériel disponible, esquissez pas à pas l'expérience que votre groupe a planifiée.

2. Notez vos prédictions initiales.

3. Accomplissez votre expérience. Consignez l'évolution des échantillons (vous pouvez par exemple utiliser un tableau ou un graphique).

4. Que pouvez-vous conclure de vos observations ?

5. Pouvez-vous identifier avec certitude les échantillons qui contenaient des organismes vivants ?

6. Comparez vos résultats avec ceux des autres groupes. Avez-vous obtenu les mêmes résultats ? Expliquez les différences.

7. Discutez avec les autres groupes les caractéristiques essentielles qu'un organisme devrait présenter pour qu'on considère qu'il est vivant.

8. Pensez-vous qu'un organisme vivant d'une autre planète devrait présenter ces mêmes propriétés ? Si les caractéristiques pour la vie peuvent être différentes ailleurs, comment les astrobiologistes peuvent-ils identifier les signaux de vie quand ils en recherchent ?

→ Liens

Ressources de l'ASE

La vie pourrait-elle survivre dans des environnements extrêmes ?
esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09

Ressources de l'ASE pour l'éducation scolaire
esa.int/Education/Classroom_resources

Oursons de l'espace
esa.int/Education/Teachers_Corner/Space_Bears_Lab-experience_with_Tardigrades_Teach_with_space_B10

Missions de l'ASE

Mission ExoMars
http://exploration.esa.int/mars/48088-mission-overview

Exploration de Mars par des robots :
exploration.esa.int/mars

De la vie sur Mars ?
http://exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars

Informations additionnelles

Informations sur les planètes
https://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet

Y a-t-il de la vie ici ?
https://www.stem.org.uk/resources/collection/3998/biology-activities

Il y a quelqu'un ?
https://www.stem.org.uk/elibrary/resource/30199

Recherche de signes de vie sur Mars
exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars

Dix choses que vous ne saviez pas sur Mars
esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars

ESA Euronews : Mars sur la Terre
esa.int/spaceinvideos/Videos/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth

Chimiste	**Biologiste**
Chimiste	**Planétologue**
Chimiste	**Planétologue**

Fiche technique - biologie

La levure est un micro-organisme unicellulaire, classifié parmi les champignons. Dans le processus chimique de la fermentation, la levure se sert du sucre ($C_6H_{12}O_6$) comme source d'énergie et le décompose en deux produits : de l'alcool (C_2H_5OH) et un gaz appelé dioxyde de carbone (CO_2).

$$\mathbf{C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ C_2H_5OH + 2\ CO_2}$$

Ce processus est employé habituellement pour produire du pain ainsi que des boissons alcoolisées et gazeuses.

Fiche technique - chimie

La formation de rouille nécessite de l'oxygène et de l'eau. La rouille est un oxyde de fer qui résulte d'une réaction chimique d'oxydo-réduction entre le fer et l'oxygène en présence d'eau :

$$\mathbf{4\ Fe\ (s) + 6\ H_2O\ (l) + 3\ O_2(g) \rightarrow 4\ Fe(OH)_3\ (s)}$$

L'hydroxyde de fer, ($Fe(OH)_3$) se déshydrate alors pour produire du $Fe_2O_3.nH_2O$ (s), connu plus couramment sous le nom de rouille.
La surface de Mars comprend un fort pourcentage de rouille à qui elle doit sa couleur rouge bien connue.

Fiche technique - Mars

L'atmosphère de Mars est composée presque entièrement de dioxyde de carbone (CO_2) 95,32 %, d'azote (N_2) 2,7 %, d'argon (Ar) 1,6 %, d'oxygène (O_2) 0,13 % et de monoxyde de carbone (CO) 0,08 %.

Malgré le fait que le CO_2 n'entre que pour 0,04 % seulement dans la composition de l'atmosphère terrestre, il y a plus de CO_2 dans l'atmosphère de la Terre que dans celle de Mars.

Fiche technique - chimie

Qu'est-ce qu'une réaction chimique ?

Dans une réaction chimique, une ou plusieurs substances entrent en contact pour en produire une nouvelle. Quand une réaction chimique se déroule, elle peut produire : un changement de couleur, du gaz, un précipité et/ou un changement de température.

Fiche technique - Terre

Les principaux composants de l'atmosphère terrestre sont l'azote (N_2) 78,08 %, l'oxygène (O_2) 20,95 %, l'argon (Ar) 0,09 %, et le dioxyde de carbone (CO_2) 0,04 %. La vapeur d'eau entre typiquement pour 1 % dans la composition de l'atmosphère. Ce mélange est extrêmement différent des compositions des atmosphères de Mars et de Vénus.

La forte concentration d'oxygène dans l'atmosphère terrestre est principalement due à la photosynthèse : un processus qui convertit le dioxyde de carbone et la lumière solaire en sucres que les plantes et d'autres organismes peuvent utiliser comme source d'énergie.

Fiche technique - chimie

Les réactions chimiques entre objets non vivants peuvent produire des gaz comme le dioxyde de carbone (CO_2).

Quand on mélange par exemple de la levure chimique (bicarbonate de soude – $NaHCO_3$) avec du vinaigre (acide acétique, $HC_2H_3O_2$), la réaction produit de l'acétate de sodium ($NaC_2H_3O_2$), de l'eau (H_2O) et du dioxyde de carbone (CO_2)

$$\mathbf{NaHCO_3 + HC_2H_3O_2 \rightarrow NaC_2H_3O_2 + H_2O + CO_2}$$

Biologiste	**Planétologue**
Ingénieur	**Biologiste**
Ingénieur	**Planétologue**

Fiche technique - Mars

En raison surtout de la taille plus réduite de Mars et de son plus grand éloignement par rapport au Soleil, les conditions environnementales qui y règnent sont très différentes de celles rencontrées sur la Terre.
Température moyenne : –63 °C

Vitesse du vent : jusqu'à 30 m/s pendant les tempêtes de poussière

Pression en surface : jusqu'à 9 mb (1 % de la pression à la surface de la Terre)

Attraction à la surface : 3,71 m/s^2 (2,6 fois moins que l'attraction à la surface de la Terre)

Fiche technique - biologie

La plupart des êtres vivants ont besoin d'oxygène, mais pas tous les micro-organismes. Les micro-organismes peuvent vivre dans des lieux de la Terre où règnent des conditions extrêmement différentes. Ces types d'organismes sont appelés des extrémophiles.

De tels types d'organismes peuvent-ils avoir vécu sur Mars ?

Fiche technique - biologie

La vie comme on la connaît sur la Terre peut être retracée jusqu'à un organisme unique appelé le dernier ancêtre commun universel (DACU). Les gènes du DACU ont été identifiés par comparaison du génome d'organismes vivant aujourd'hui et par la recherche de la présence de gènes communs parmi eux. Cela ne signifie pas que le DACU ait été le premier organisme vivant sur la Terre. On estime que le DACU a vécu sur la Terre il y a 3,5 à 3,8 milliards d'années.

Fiche technique - exploration

Depuis la fin des années 1960, plusieurs missions spatiales sont parties explorer Mars. L'exploration de sa surface a été rendue possible par les robots alors que l'étude de son atmosphère et de son paysage est assurée surtout par des sondes en orbite autour de la planète.

En 1976, Viking 1 et 2 ont été les premiers atterrisseurs sur Mars à avoir effectué des expériences pour la recherche de biomarqueurs sur la surface martienne. Leurs résultats ainsi que ceux de missions consécutives ont été peu concluants.

Fiche technique - Mars

Dans ses premiers temps, Mars ressemblait beaucoup à la Terre. La plupart du dioxyde de carbone a été utilisée pour former des roches carbonatées, mais comme elle ne peut pas le recycler pour qu'il retourne dans l'atmosphère, il y fait plus froid que sur la Terre si elle était à la même distance du Soleil. Sa température moyenne est d'environ –60 °C, mais ses températures en surface diffèrent largement et s'étendent de -133 °C au pôle hivernal jusqu'à presque 27 °C sur la face éclairée en été.

Fiche technique - exploration

Le programme de la mission ExoMars 2020 de l'ASE prévoit l'emport d'un atterrisseur sur la surface de Mars. Cet atterrisseur sera la première mission à combiner les capacités de déplacement sur la surface et de forage profond sous la surface caillouteuse de Mars. Avec sa foreuse, il prélèvera à une profondeur de 2 m des échantillons qui seront ensuite analysés. Les échantillons de sous-sol sont davantage susceptibles de comporter des biomarqueurs car la fine atmosphère martienne n'offre qu'une faible protection contre les radiations et la photochimie en surface.