

Enseigner avec l'espace

→ LA VIE PEUT-ELLE SURVIVRE DANS UN ENVIRONNEMENT ALIEN?

Définir les environnements adaptés à la vie





Guide de l'enseignant

Quelques faits	page 3
Introduction	page 4
Contexte général	page 6
Activité: Vie dans l'espace?	page 9
Liens utiles	Page 12
Annexes	page 13

Enseigner avec l'espace – La vie peut-elle survivre dans un environnement alien? | B09
www.esa.int/education

The ESA Education Office attend vos retours et commentaires
teachers@esa.int

Traduite par ESERO Belgium
eserobelgium.be

Une production de l'ESA Education en collaboration avec ESERO Poland
Copyright 2019 © European Space Agency

→ LA VIE PEUT-ELLE SURVIVRE DANS UN ENVIRONNEMENT ALIEN?

Définir les environnements adaptés à la vie

Fast facts

Matières concernées : Biologie
Tranche d'âge : 13-16 ans
Type : activités expérimentales
Difficulté : Moyenne
Temps nécessaires : 1 heure
Coût : faible (0 – 10 euros)
Lieu : Classe
Matériel nécessaire : ordinateur avec internet
Mots-clés : Biologie, Système Solaire, Planètes, Lunes, Extrêmophiles, Facteurs abiotiques

Description

Dans cette activité, les élèves se demanderont si les formes de vie présentent dans les environnements extrêmes de la Terre pourraient survivre ailleurs dans le système solaire. Les élèves examineront les caractéristiques de différents endroits du système solaire et utiliseront ensuite les fiches d'information de quelques exemples d'extrémophiles pour formuler des hypothèses sur ce qui, selon eux, pourrait survivre dans les différents environnements extraterrestres.

Objectifs d'apprentissage

- Apprendre ce que sont les extrémophiles.
- Pensez à la tolérance écologique.
- Considérer les facteurs abiotiques qui affectent l'adaptation et la survie des formes de vie.
- Apprendre à connaître les conditions environnementales de divers objets du système solaire.
- Comprendre que les changements des conditions environnementales ont un impact sur l'évolution des organismes vivants.

→ Introduction

Plus les scientifiques regardent la Terre, plus ils trouvent de la vie. La vie terrestre s'est adaptée à une variété extraordinaire de conditions, même celles que les humains avaient considérées comme inhospitalières. La vie peut exister dans les endroits les plus surprenants. On l'a trouvée dans des roches poreuses en Antarctique, dans des sources volcaniques et même dans des geysers d'eau chaude au fond des océans.



↑ De gauche à droite : Roches de Porus, Antarctique ; Source volcanique dans le parc national de Yellowstone, USA ; Conduit hydrothermal, Fosse des Mariannes.

Les organismes qui vivent dans ces environnements et dans d'autres environnements extrêmes sont connus sous le nom d'extrémophiles. Il s'agit de micro-organismes unicellulaires ou pluricellulaires qui tirent souvent leur énergie de diverses sources présentes dans leur environnement pour catalyser des réactions chimiques.

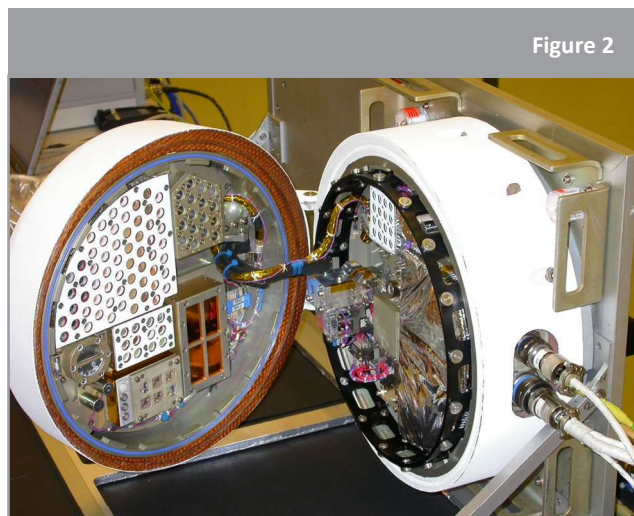
Les différentes espèces s'adaptent, par des changements évolutifs, à l'environnement dans lequel elles vivent (ou dans lequel elles sont forcées de migrer). La Terre est caractérisée par des zones climatiques distinctes, des étendues de terre et de mer et des différences d'altitude. Ces différences se traduisent par une répartition spécifique des groupes d'organismes autour de la Terre. Pour l'instant, la Terre est le seul endroit de l'Univers dont on sait qu'il est habité. Aucune preuve de vie ailleurs dans le système solaire n'a encore été trouvée. La recherche actuelle de la vie porte sur les environnements possibles dans lesquels la vie pourrait être, ou était, capable de se développer et de survivre.

L'activité présentée dans cette ressource incitera les élèves à réfléchir à ce à quoi pourrait ressembler la vie au-delà de la Terre, si elle était découverte. En utilisant les extrémophiles trouvés sur la Terre comme exemples, les élèves feront des hypothèses sur les environnements qui, ailleurs dans le système solaire, pourraient être propices à la vie. De plus, les élèves examineront les implications de la recherche et peut-être de la découverte de la vie extraterrestre.

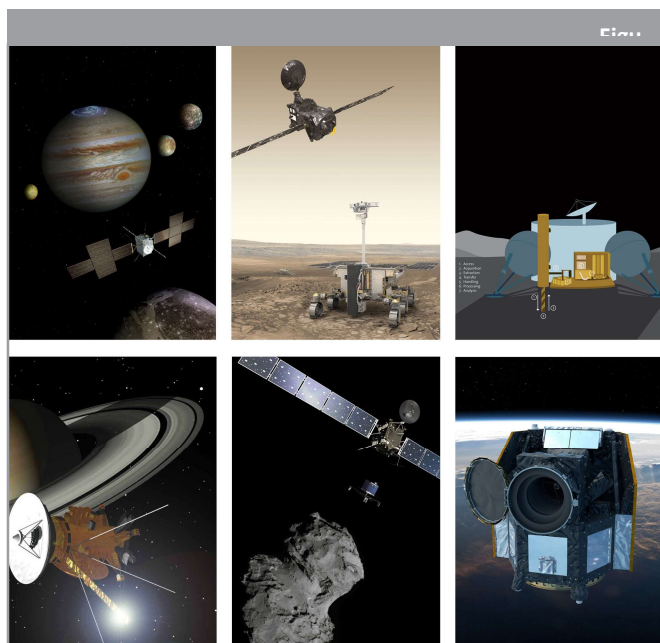
Pour mieux comprendre les limites qui régissent les organismes vivants, plusieurs expériences sont en cours. Ces recherches comprennent l'exposition des organismes aux conditions difficiles de l'espace. Par exemple, les Tardigrades (organismes également appelés ours d'eau) ont été soumis au vide et aux fluctuations extrêmes de température de l'espace dans le cadre de la mission Biopan 6 de l'ESA afin de tester leur résistance à de telles conditions. D'autres recherches étudient comment l'environnement orbital de la Station spatiale internationale affecte les organismes vivants (sans les exposer au vide).

Par exemple, la recherche sur la façon dont les racines des plantes poussent sans vecteur dominant d'accélération gravitationnelle peut aider à comprendre le comportement des plantes sur Terre.

Plusieurs missions de l'Agence spatiale européenne ont étudié et étudieront des environnements extra-terrestres qui pourraient abriter de la vie. Parmi celles-ci, mentionnons la mission Cassini-Huygens vers le système Saturne ; la mission Rosetta vers la comète 67/P ; ExoMars, une mission en deux parties comprenant un orbiteur et un rover vers la planète rouge ; JUICE qui étudiera Jupiter et trois de ses plus grosses lunes ; et les futures missions vers la Lune, comme LUNA-27, qui chercheront des indices pour comprendre les origines de la vie. De plus, les missions CHEOPS et PLATO, regarderont au-delà de notre système solaire vers des systèmes d'étoiles avec des planètes en orbite (exoplanètes).



↑ Instrument Biopan à l'extérieur de la capsule de Foton



↑ Impressions d'artistes de gauche à droite : (En haut) Mission JUICE vers Jupiter, rover ExoMars sur Mars, ensemble d'instruments PROSPECT de la mission LUNA-27 sur la Lune. (En bas) Cassini-Huygens approchant Saturne, Rosetta et Philae à la comète 67/P, CHEOPS en orbite au-dessus de la Terre.

→Contexte général

Extrêmophiles

Un extrêmophile est un organisme qui se développe dans des conditions physiques ou géochimiques extrêmes qui sont nuisibles à la plupart des formes de vie sur Terre. Les extrêmophiles comprennent les organismes qui aiment l'acide et le sel, et ceux qui peuvent exister à des températures extrêmement élevées et extrêmement basses. Certains extrêmophiles peuvent résister à des pressions élevées, plus de 350 fois la pression atmosphérique au niveau de la mer.

Les organismes qui peuvent vivre dans l'eau bouillante sont connus sous le nom d'hyperthermophiles. Ils constituent une branche particulièrement importante des extrêmophiles, car ils semblent faire partie des espèces les plus anciennes qui vivent sur Terre. Certains scientifiques pensent que cela signifie que la vie elle-même a commencé dans des environnements à haute température, peut-être dans les geysers d'eau chaude au fond de l'océan, connus sous le nom de fumeurs noirs. Le tableau 1 donne un aperçu de quelques types d'extrêmophiles.

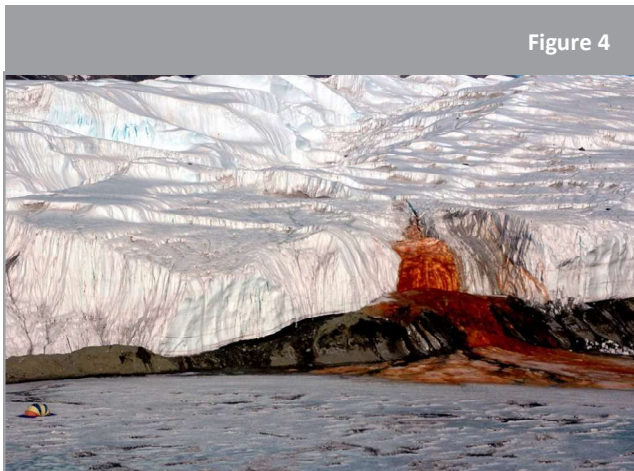
Aperçu des différents types d'extrêmophiles		Tableau 1
Extrêmophile	Caractéristique	
Acidophile	Prospère dans des environnements très acides avec un pH inférieur à 3	
Alcalophile	Se développe dans des environnements très alcalins avec un pH supérieur à 9	
Anaérobie	Besoin de peu ou pas d'oxygène pour la croissance	
Halophile	Exige des concentrations élevées de sel pour la croissance	
Hyperthermophile	Prospère à des températures supérieures à 100°C jusqu'à environ 130°C	
Hyppolithe	Vit sous les rochers dans les déserts froids	
Metalotolérant	Survit dans des environnements avec des niveaux élevés de métaux lourds dissous	
Oligotroph	Croît dans des environnements à faible teneur en nutriments	
Osmophile	Capable de pousser dans des environnements à forte concentration en sucre	
Piezophile (barophile)	Vit dans des environnements à haute pression	
Psychrophile	Prospère dans les environnements à basse température, en dessous de -15°C	
Radorésistant	Résiste à de fortes doses de radiation	
Thermophile	Prospère dans des environnements à haute température au-dessus de 40°C mais en dessous de 100°C	
Xérophile	Capable de pousser dans des conditions très sèches.	

La vie dans le système solaire

L'étude des environnements du système solaire qui peuvent avoir un potentiel de vie repose sur des données obtenues par imagerie et spectroscopie des atmosphères, ou des surfaces des objets d'intérêt (planètes, lunes, comètes, astéroïdes).

Pendant la recherche de la vie au-delà de la Terre, les scientifiques doivent suivre certaines hypothèses sur ce qui serait exactement considéré comme un succès de la découverte de la vie (ou des indices de sa signature). La première de ces hypothèses est que nous recherchons des microorganismes ou des traces de leur existence passée. Les chances de trouver des organismes primitifs sont beaucoup plus grandes que de chercher des espèces évoluées. Imaginez simplement que, bien que la Terre ait 4,5 milliards d'années, les espèces dites non primitives ne sont pas apparues avant 0,5 milliard d'années ! Auparavant, la Terre n'était habitée que par des microorganismes. L'hypothèse suivante est de rechercher (principalement) la vie aquatique. Cette condition réduit la liste des endroits possibles qui pourraient abriter la vie à ce qu'on appelle la " zone habitable " autour d'une étoile, dans laquelle l'eau peut être présente à l'état liquide (où il ne fait ni trop chaud ni trop froid pour que la vie telle que nous la connaissons puisse exister, et où la pression atmosphérique est suffisante).

Environnements analogues



↑ Des chutes de sang sont présentes dans les vallées sèches de l'Antarctique - des écoulements sous-glaciaires riches en fer.

L'analyse des environnements en termes de capacité à abriter la vie fait partie des intérêts d'un domaine appelé astrobiologie. Les scientifiques étudient des zones de corps célestes pour chercher des indices permettant de déterminer si la vie aurait pu ou non commencer ailleurs dans le système solaire.

Cela peut être fait en étudiant les environnements dits analogiques. Il s'agit essentiellement d'environnements qui présentent un ensemble de conditions similaires à la zone extra-terrestre d'intérêt.

Les vallées sèches de l'Antarctique (figure 4) sont considérées comme l'environnement le plus " martien " sur Terre et contiennent une gamme de caractéristiques que l'on retrouve sur Mars dans le passé et aujourd'hui. Elles peuvent donc servir d'approximation de l'environnement extra-glaciaire de Mars.

A Un autre analogue pour l'environnement martien, mais totalement différent de l'Antarctique, est le fleuve Rio Tinto en Espagne (figure 4). Il s'agit d'un système de rivière rouge sang très acide, bordé de bancs de roches riches en fer. On pense que cet environnement ressemble à ce qu'aurait pu être un ancien chenal de rivière sur Mars lorsqu'il y avait une atmosphère. On pense donc qu'il imite les conditions nécessaires à la précipitation de minéraux spécifiques (c'est-à-dire la jarosite) qui ont été détectés sur Mars et qui ont besoin d'un système acide et riche en fer pour se former.



[↑ "Red River" - Rio Tinto in Spain.](#)

→ Activité : Vie dans l'Espace

Dans cette activité, les élèves étudieront d'abord les facteurs abiotiques à étudier lors de la recherche de la vie extra-terrestre, puis ils examineront les caractéristiques des différents environnements du système solaire. Les élèves seront ensuite présentés aux extrêmophiles et formuleront des hypothèses sur les organismes du système solaire qui pourraient survivre dans les différents corps qu'ils ont étudiés.

Matériel

- Fiches d'information disponibles dans les annexes 1 et 2, un jeu pour chaque groupe.

Exercice

Présentez aux élèves l'idée que différentes formes de vie peuvent s'adapter et survivre dans une gamme de conditions environnementales différentes et qu'il existe un certain nombre de facteurs non vivants (abiotiques) qui ont une incidence sur cette adaptation.

Alors, qu'en est-il de la vie extraterrestre ? Aucune preuve de vie extraterrestre n'a encore été trouvée, mais les scientifiques cherchent. La question est de savoir ce qu'ils cherchent et où ils devraient chercher.

Discutez avec les élèves des facteurs abiotiques les plus intéressants à découvrir sur les lunes du système solaire ou sur d'autres planètes, s'ils les étudiaient du point de vue de la recherche de la vie.

Les élèves pourraient donner des suggestions telles que l'oxygène, l'eau, la température, le rayonnement, l'atmosphère. En travaillant en paires (ou en petits groupes), demandez aux élèves de regarder l'ensemble des fiches sur le système solaire (annexe 1) et de discuter de ce qu'ils savent des lieux représentés sur les images.

Les élèves devraient ensuite examiner les conditions environnementales de chaque endroit. Les paramètres spécifiés sont donnés au tableau 2.

Caractéristiques des objets du système solaire à étudier par les élèves **Tableau 2**

Object	Température de surface (°C)	Pression atmosphérique (Pa)	Gaz atmosphériques	Exposition aux radiations	Champ magnétique	Accélération de la gravité (ms ⁻²)
Mercur	-180 to +430	10 ⁻⁷	Atmosphère atténuée comprenant : hydrogène, hélium, oxygène, vapeur d'eau	Elevée	Oui	3.7
Venus	470	9.3 x 10 ⁶	Dioxyde de carbone, azote	Faible	Non	8.87
Terre	-88 to +58	101.3 x 10 ³	Azote, oxygène	Faible	Oui	9.81
Lune	-233 to +123	10 ⁻⁷	Atmosphère modérée comprenant : hélium, argon, sodium, hydrogène	Elevée	Non	1.6
Extérieur de la station spatiale internationale	-157 to +120	0	-	Elevée	-	Microgravity
Mars	-153 to +20	600	dioxyde de carbone, azote, argon	Elevée	Non	3.71
Titan	-179	146.7 x 10 ³	azote, méthane	Faible	Non	1.35
Enceladus	-201	-	-	Elevée	Non	0.113

Certains de ces environnements du système solaire semblent être très hostiles par rapport à la plupart des environnements qui accueillent la vie sur Terre. Demandez aux élèves s'ils connaissent des environnements ou des endroits sur Terre qui ont des environnements semblables. Les suggestions pourraient inclure : les déserts, l'Arctique et l'Antarctique, les sources chaudes et acides, les volcans, les profondeurs de l'océan.

Certaines formes de vie sur Terre ont été trouvées vivant dans des environnements extrêmes sur notre planète qui étaient auparavant considérés comme inhabitables. Ces formes de vie se sont adaptées pour tolérer ces conditions difficiles. Mais de quel type d'organismes s'agit-il ?

Introduisez les extrémophiles. Donnez à chaque paire (ou petit groupe) un ensemble de fiches sur les extrémophiles (annexe 2). Les élèves doivent dresser la liste des extrémophiles qui, selon eux, pourraient survivre dans chacun des environnements du système solaire décrits sur les fiches d'information sur le système solaire. Les élèves pourraient aussi faire des recherches sur d'autres types d'extrémophiles pour compléter leur hypothèse.

Discutez avec les élèves de leurs idées sur la façon dont la vie pourrait survivre dans chaque endroit du système solaire. Les élèves devraient justifier leurs choix en se basant sur les informations qui leur ont été fournies ou sur les recherches qu'ils ont effectuées.

Discussion

Il doit être clair pour les élèves qu'aucune preuve de vie extraterrestre (y compris les extrêmophiles) n'a encore été découverte. Mais la découverte de la vie dans des environnements extrêmes sur Terre et la compréhension des conditions dans lesquelles ils peuvent survivre peuvent aider à la recherche de la vie ailleurs dans le système solaire et au-delà. Les scientifiques peuvent également étudier les environnements sur Terre qui présentent certaines similitudes avec les environnements d'autres endroits du système solaire, comme Mars.

Bien que la vie au-delà de la Terre n'ait pas encore été découverte, que pensent les élèves de ce que nous devrions faire si la vie est trouvée ? Selon eux, qu'est-ce qui a le plus de chances d'être découvert - une vie intelligente ou simplement de minuscules micro-organismes ? Et où (quelles planètes ou lunes), pensent-ils que les scientifiques devraient se concentrer sur la recherche de la vie ?

Bien que les extrêmophiles tirent leur énergie d'un large éventail de processus chimiques, ils dépendent tous de l'eau et contiennent de l'ADN. Peut-être que les formes de vie extraterrestres exotiques utilisent un autre liquide que l'eau, ou une autre molécule porteuse d'information que l'ADN. Seules les missions spatiales peuvent le découvrir.

Discutez avec les élèves des conséquences de l'envoi d'engins spatiaux par des humains pour atterrir dans ces environnements. Chaque mission vers d'autres planètes, par exemple vers Mars, est soumise à des règles très strictes en matière de contamination - discutez des raisons.

D'autres questions à discuter avec les élèves pourraient être :

- L'eau liquide est-elle nécessaire au développement de la vie ?
- Pensez-vous qu'il existe une vie extraterrestre qui n'utilise pas l'ADN comme molécule porteuse d'informations ?
- Si une vie extraterrestre est trouvée, cela ferait-il une différence ?

Cette discussion pourrait être élargie pour demander aux élèves de réfléchir et de dresser la liste des paramètres qui sont réunis pour qu'une chose soit considérée comme vivante (faite de cellules, obtenir et utiliser de l'énergie, croître et se développer, se reproduire, réagir à son environnement, s'adapter à son milieu).

→ Liens utiles

Ressources de l'ESA

ESA classroom resources esa.int/Education/Classroom_resources

Projets spatiaux de l'ESA

The International Space Station

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/International_Space_Station

Cassini-Huygens esa.int/Our_Activities/Space_Science/Cassini-Huygens

Rosetta esa.int/Our_Activities/Space_Science/Rosetta

ExoMars sci.esa.int/mars

CHEOPS sci.esa.int/cheops

PLATO sci.esa.int/plato

JUICE sci.esa.int/juice

PROSPECT instrument package on LUNA-27 exploration.esa.int/MOON/59102-about-prospect

Informations supplémentaires

Recherche sur l'exobiologie à bord de la Station spatiale internationale (y compris une vidéo)

www.esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Exobiology

Exobiologie et missions spatiales (vidéo)

esa.int/spaceinvideos/VIDEOS/2013/01/Exobiology_and_Space_Missions

Protection Planétaire

exploration.esa.int/MARS/57581-planetary-protection

Analogues des planètes

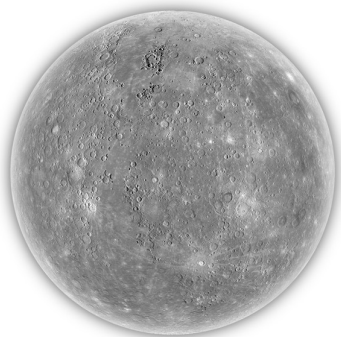
esamultimedia.esa.int/docs/gsp/The_Catalogue_of_Planetary_Analogues.pdf

La vie dans des conditions extrêmes sci.esa.int/home/30550-life-in-extreme-conditions

Comprendre les origines de la vie lunarexploration.esa.int/#/library?A=284

→ Annexe 1 : Fiches d'informations sur le système solaire

Mercure



Température de surface : -180°C à 430°C
Pression atmosphérique : 10^{-7} Pa
Composition de l'atmosphère : Atmosphère atténuée incluant : hydrogène, hélium, oxygène, vapeur d'eau
Radiations : Elevées
Un champ magnétique ? : Oui
Accélération de la gravité : $3,7 \text{ ms}^{-2}$
Informations supplémentaires : Malgré les températures élevées que la planète supporte pendant la journée, il peut faire assez froid dans les cratères de ses pôles pour qu'il y ait de la glace d'eau.

Mars



Température de surface : -153°C à 20°C
Pression atmosphérique : 600 Pa
Composition de l'atmosphère : Dioxyde de carbone, azote, argon
Radiations : Elevées
Un champ magnétique ? : Non
Accélération de la gravité : $3,7 \text{ ms}^{-2}$
Informations supplémentaires : Il y a de la glace d'eau aux pôles et dans la région polaire sud, un bassin d'eau liquide a été détecté sous des couches de glace et de poussière.

Venus



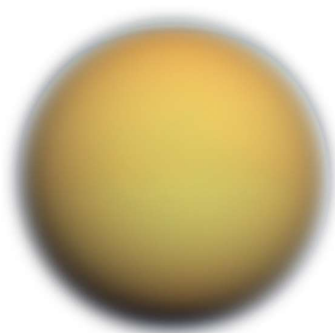
Température de surface : 470°C
Pression atmosphérique : 9,3 MPa
Composition de l'atmosphère : Dioxyde de carbone, azote
Radiations : Faibles
Un champ magnétique ? : Non
Accélération de la gravité : $8,87 \text{ ms}^{-2}$
Informations supplémentaires : A une atmosphère toxique et lourde presque entièrement composée de dioxyde de carbone. Une épaisse couche de nuages entoure la planète, dont la partie supérieure se compose principalement de minuscules gouttelettes d'acide sulfurique. À la surface, la pression atmosphérique de Vénus est plus de 90 fois supérieure à celle de la Terre.

Lune



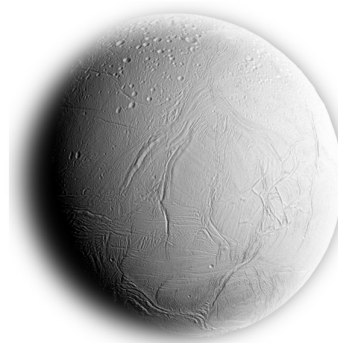
Température de surface : -233°C à 123°C
Pression atmosphérique : 10^{-7} Pa
Composition de l'atmosphère : Atmosphère atténuée comprenant : hélium, argon, sodium, hydrogène
Radiations : Elevées
Un champ magnétique ? : Non
Accélération de la gravité : $1,6 \text{ ms}^{-2}$
Informations supplémentaires : L'eau liquide ne peut pas exister sur la Lune. Mais on pense que la glace d'eau pourrait se trouver dans des cratères ombragés en permanence aux pôles de la Lune, et pourrait être emprisonnée sous sa surface.

Titan



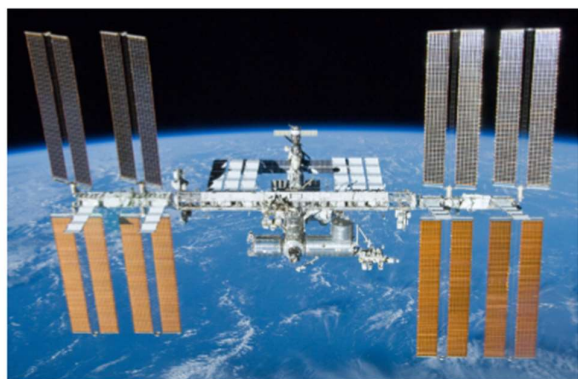
Température de surface : -179°C
Pression atmosphérique : 146,7 Pa
Composition de l'atmosphère : Azote, méthane
Radiations : Faibles
Un champ magnétique ? : Non
Accélération de la gravité : 1,35 ms⁻²
Informations supplémentaires : A des nuages, de la pluie, des rivières, des lacs et des mers d'hydrocarbures liquides, comme le méthane et l'éthane. Sous une épaisse croûte de glace d'eau, on pense qu'il y a un océan d'eau liquide.

Enceladus



Température de surface : -201°C
Pression atmosphérique : -
Composition de l'atmosphère : -
Radiations : Elevées
Un champ magnétique ? : Non
Accélération de la gravité : 0,113 ms⁻²
Informations supplémentaires : On pense qu'il y a des cheminées hydrothermales qui déversent de l'eau riche en minéraux dans un océan qui se trouve sous sa surface glacée.

Station Spatiale internationale



Température de surface : -157°C à 120°C
Pression atmosphérique : -
Composition de l'atmosphère : -
Radiations : Elevées
Un champ magnétique ? : -
Accélération de la gravité : Microgravité
Informations supplémentaires : L'Agence spatiale européenne a mené un certain nombre d'expériences sur la station spatiale internationale et d'autres missions pour voir si les organismes peuvent survivre en étant exposés aux conditions difficiles de l'espace.

Terre

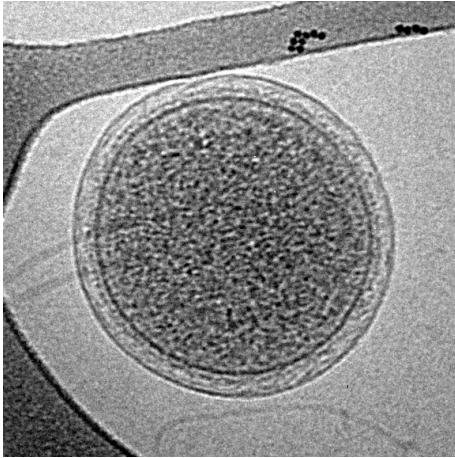


Température de surface : -88°C à 58°C
Pression atmosphérique : 101,3 kPa
Gaz atmosphériques : Azote, oxygène
Radiations : Faibles
Le champ magnétique : Oui
Accélération de la gravité : 9,81 ms⁻²
Informations supplémentaires : La seule planète du système solaire connue pour abriter la vie et avoir de l'eau liquide à la surface. La plus grande partie de la Terre est couverte d'eau.

→ Annexe 2: Fiches d'information sur les extrémophiles

Archaeal Richmond Mine acidophilic nanoorganism (ARMAN)

Type d'extrémophile : acidophile



- Se développe en milieu acide entre pH 2 et pH 6.
- A été trouvé dans des zones dont la température varie de 10 à 50°C.
- Se trouve sur Terre dans les drains miniers acides formés par l'altération de minéraux riches en sulfures, par exemple, la mine de Richmond aux États-Unis et Rio Tinto en Espagne.

Xanthoria elegans

Type d'extrémophile : psychophile



- On le trouve dans de nombreux endroits sur Terre, mais il préfère les environnements froids, comme les forêts boréales des régions de l'Antarctique.
- A volé à l'extérieur de la Station spatiale internationale pour une expérience et s'est avéré durable pour le vide spatial, les fortes doses de rayonnement, les changements de température extrêmes et la basse pression.
- Peut atteindre 5 cm de large.

Artemia franciscana

Type d'extrémophile : psychophile



- Un crustacé primitif aussi connu sous le nom de crevette saumâtre.
- Tolère des niveaux élevés et faibles de sel.
- Ses œufs (appelés kystes) peuvent survivre pendant 2 ans dans des conditions sèches et sans oxygène.
- On le trouve dans les lacs d'eau salée intérieurs comme le Grand Lac Salé aux États-Unis.
- Les kystes ont été transportés par avion dans le cadre de la mission Biopan 2 de l'ESA et on a constaté qu'ils étaient capables de supporter l'environnement de basse pression d'un vide et des températures basses de congélation.
- Ils peuvent atteindre jusqu'à 11 mm de longueur.

Polypedilum vanderplanki

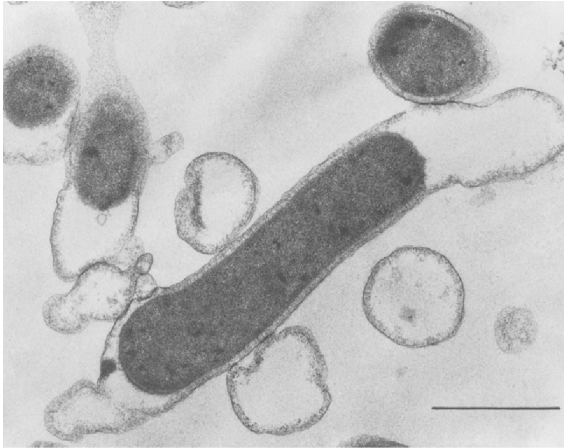
Type d'extrémophile : xérophile



- Les larves de cet insecte peuvent tolérer d'être déshydratées jusqu'à environ 3 % du poids corporel de l'eau (les humains en ont 33 %). On le trouve dans de petites mares rocheuses dans les régions arides d'Afrique.
- Les larves ont été exposées à l'environnement spatial au cours d'une expérience à bord de la Station spatiale internationale. Elles se sont avérées capables de résister à des températures extrême, à de fortes doses de rayonnement et au vide de l'espace.
- Les larves peuvent mesurer jusqu'à 7 mm de long.

Thermotoga maritima

Type d'extrémophile : hyperthermophile



- Bactéries anaérobies qui se développent dans une eau dont la température varie entre 50 et 90 °C.
- Préfère un pH neutre.
- Peut généralement se développer là où les niveaux de sel sont faibles.
- Peut vivre et se développer sans oxygène.
- Se trouve dans les sources d'eau chaude et les événements hydrothermaux.

Xenophyophore

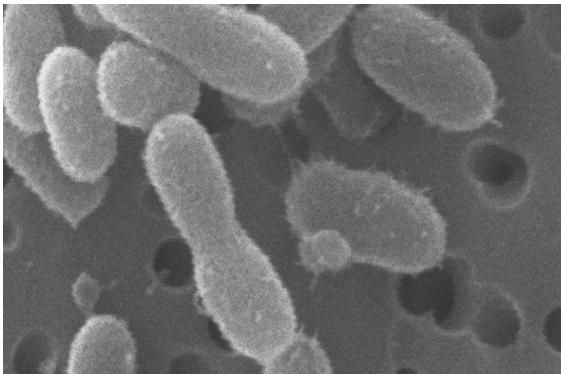
Type d'extrémophile : piézophile



- Le plus grand organisme unicellulaire sur Terre.
- Organisme unicellulaire multinucléaire (ayant plus d'un noyau).
- Peut survivre dans des environnements de pression extrême (1000 fois la pression atmosphérique).
- Se trouve sur le fond des océans partout dans le monde.

Chryseobacterium greenlandensis

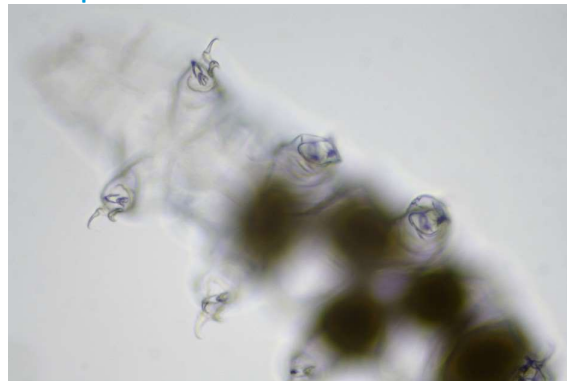
Type d'extrémophile : psychophile



- Des bactéries ultra petites.
- Se développe à des températures entre 1°C et 37°C mais peut survivre à des températures bien en dessous du point de congélation.
- Résiste aux basses températures, à la haute pression et à l'oxygène réduit.
- Trouvée dans une carotte de glace de 120 000 ans prélevée à environ 3 km sous la surface d'un glacier du Groenland.

Tardigrade

Type d'extrémophile : non considéré comme un extrémophile



- Des animaux minuscules communément appelés ours d'eau.
- Capable de survivre dans des conditions extrêmes, mais pas de s'y adapter.
- Peut survivre dans un certain nombre d'environnements extrêmes : températures très basses jusqu'à -200°C ; températures très élevées jusqu'à 150°C ; doses élevées de radiation ; pressions très élevées ; et longues périodes de conditions très sèches.
- Peut vivre à peu près n'importe où sur la Terre, mais préfère les environnements humides comme la mousse.
- Ont volé dans le cadre de la mission Biopan 6 de l'ESA et ont pu survivre aux conditions difficiles de l'espace : changements de température extrêmes, fortes radiations et basse pression d'un vide.