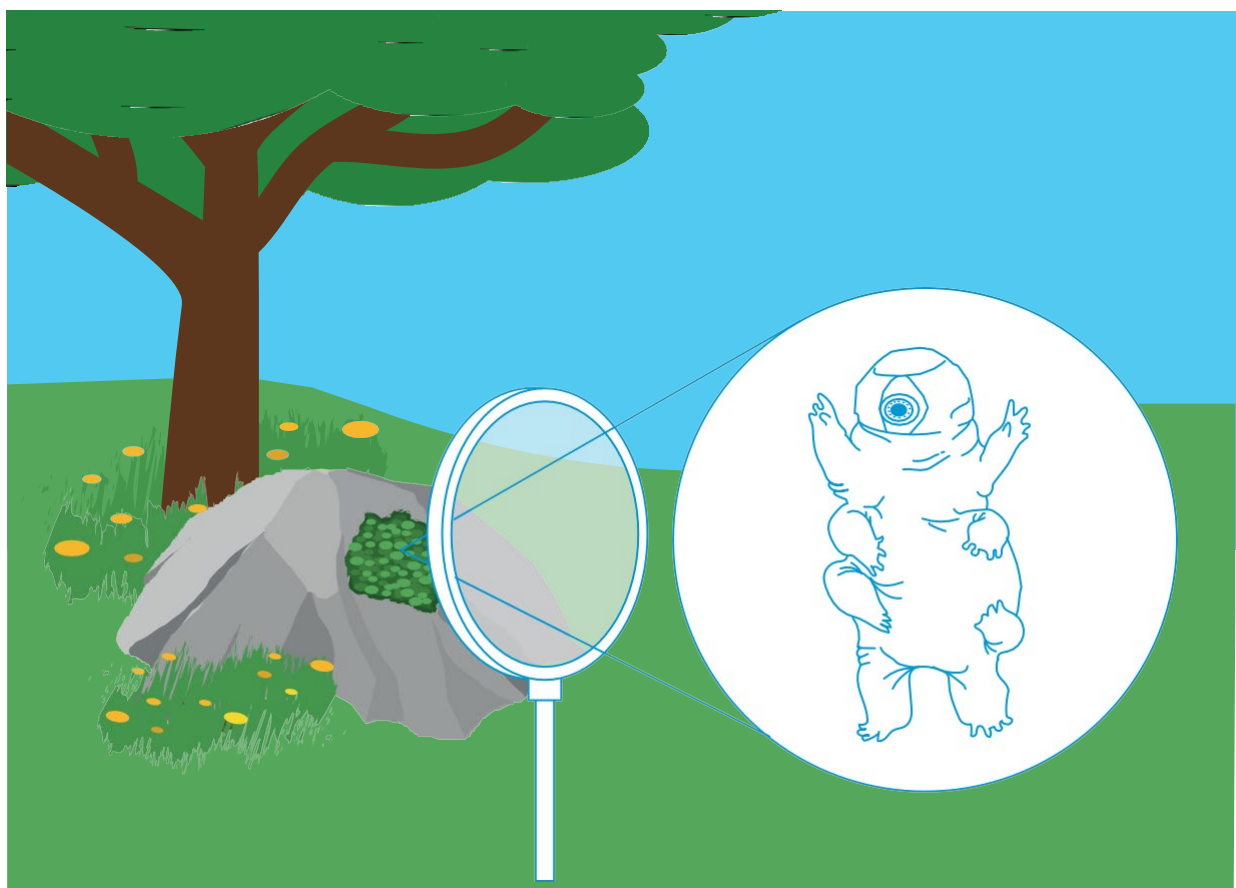


teach with space

→ LES OURSONS DE L'ESPACE

Expérience en laboratoire avec des tardigrades





Guide du professeur

Eléments clés	page 3
Résumé des activités	page 4
Activité 1 : Collecte de tardigrades	page 5
Activité 2 : Endormissement des tardigrades	page 6
Activité 3 : Peuvent-ils résister ?	page 7
Activité 4 : Les tardigrades dans l'espace	page 9
Fiche élève	page 11
Liens Utiles	page 18

teach with space – Les oursons de l'espace | B10

www.esa.int/education

www.esero.fr (FR)

Vos commentaires et retours d'expérience sont les bienvenus, contacter :

ESA Education à teachers@esa.int

ESERO France à esero.france@cnes.fr

**Une production ESA Education en collaboration avec ESERO Pologne
traduite et adaptée en français par ESERO France**

Copyright 2019 © European Space Agency

Copyright 2020 © ESERO France, CNES

→ LES OURSONS DE L'ESPACE

Expérience en laboratoire avec des tardigrades

Informations clés

Matière : biologie

Tranche d'âge : de 12 à 16 ans

Type : activité pour les élèves, activités en laboratoire

Complexité : élevée

Durée de la leçon : 2 heures et 20 minutes

Coût : moyen (entre 10 et 30 euros)

Lieu : laboratoire scolaire

Inclut l'utilisation de : organismes vivants, microscopes, cuisinière, congélateur, produits chimiques, équipements de laboratoire

Mots clés : biologie, cryptobiose, anhydrobiose, rayonnement cosmique, tardigrade, ourson d'eau

Description

Dans cet ensemble d'activités expérimentales, les élèves étudieront les capacités de survie des tardigrades, aussi connus sous le nom d'« oursons d'eau ». Ils découvriront comment collecter des oursons d'eau et quelles conditions extrêmes ils peuvent simuler en laboratoire. Ils exposeront les tardigrades collectés à ces conditions extrêmes, et à partir de là, ils détermineront les environnements dans lesquels ils peuvent survivre. L'objectif de cette ressource est de tester la résistance des tardigrades à des conditions environnementales extrêmes et de faire le lien entre cette capacité de survie et l'environnement spatial.

Avant de commencer cette activité, nous vous recommandons d'effectuer l'activité *La vie pourrait-elle survivre dans des environnements extraterrestres?* qui propose une introduction sur la vie dans les environnements extrêmes.

Objectifs d'apprentissage

- En savoir plus sur les tardigrades et les conditions extrêmes dans lesquelles ils peuvent survivre.
- Découvrir la cryptobiose et la façon dont ce processus aide les tardigrades à survivre.
- Étudier les effets qu'entraîne le changement d'une variable dans un système.
- Réaliser correctement des expériences en tenant compte des instructions de manipulation des appareils, de la précision des mesures, et des considérations en matière de santé et de sécurité.
- Évaluer les méthodes employées, suggérer des améliorations possibles et des recherches à approfondir.

Résumé des activités

Résumé des activités					
	Titre	Description	Résultat	Exigences	Durée
1	Collecte des tardigrades	Collecter des tardigrades dans de la mousse ou des lichens.	Suivre la procédure expérimentale pour collecter les tardigrades. Élaborer un plan d'expériences.	Réalisation préalable de l'activité <i>La vie pourrait-elle survivre dans des environnements extraterrestres ?</i> recommandée.	30 minutes + une nuit
2	Hibernation des tardigrades	Transférer les tardigrades des boîtes de pétri dans de petits récipients et les stocker dans un endroit sec. Une dessiccation doit se produire, entraînant une anhydrobiose.	Observer au microscope. Savoir comment identifier les tardigrades et lancer une anhydrobiose.	Réalisation de l'activité 1.	30 minutes + une nuit
3	Peuvent-ils résister ?	Les élèves testent la résistance des tardigrades à différentes conditions extrêmes pendant qu'ils sont en anhydrobiose.	Réaliser une expérience afin de déterminer l'effet de différentes conditions environnementales sur les tardigrades.	Réalisation de l'activité 2.	1 heure
4	Les tardigrades dans l'espace	Comparer l'environnement de la Terre à celui de Mars.	Comprendre que l'espace est un environnement particulièrement hostile et qu'il est peu probable que la vie puisse prospérer dans de telles conditions.	aucune	20 min

Activité 1 : Collecte des tardigrades

Dans cette activité, les élèves vont apprendre comment et où collecter des tardigrades. Ils exécuteront les étapes ci-dessous et prépareront les échantillons de tardigrades en vue des activités suivantes.

Équipement

- Fiche élève imprimée pour chaque groupe
- Échantillon de mousse ou de lichen pour chaque groupe
- Eau du robinet ou eau déminéralisée
- 1 boîte de pétri par binôme

Exercice 1 : trouver les tardigrades

En guise d'introduction, donnez un aperçu des propriétés des tardigrades et abordez les conditions extrêmes dans lesquelles les organismes peuvent survivre sur Terre et dans l'espace ou demandez aux élèves de rechercher la réponse à cette question de façon autonome.

Des tardigrades peuvent être collectés dans des échantillons de mousse ou de lichen. Le prélèvement de mousse peut être effectué par l'enseignant ou par les élèves conformément aux instructions fournies dans les fiches élève. Une fois prélevée, la mousse doit sécher complètement avant d'être préparée pour la collecte des tardigrades.

Exercice 2 : préparer les échantillons de mousse

Divisez la classe en binômes ou en groupes de 3. Les élèves doivent choisir un morceau de mousse correspondant aux dimensions de la boîte de pétri dont ils disposent et enlever le maximum de particules de terre/poussière. Ils doivent ensuite appliquer la procédure indiquée dans leur fiche élève.

Exercice 3 : élaborer un plan d'expériences

Les élèves doivent déterminer comment ils vont tester les capacités de survie des tardigrades. Ils sont invités à établir une liste de trois conditions environnementales extrêmes dans lesquelles les tardigrades peuvent survivre.

Exemples de réponses qu'ils peuvent suggérer :

- Températures extrêmes
- Pas d'air (différentes conditions atmosphériques)
- Hauts niveaux de rayonnement
- Pas d'eau liquide
- Forte concentration en sel
- pH extrême

Discutez des expériences qu'ils s'appêtent à réaliser. Posez les questions suivantes :

- Quels types d'expériences pouvez-vous faire ?
- Comment ces expériences peuvent-elles être conçues ?

Les élèves doivent indiquer le titre, le but, l'hypothèse et la méthode employée pour l'expérience dans le *Rapport d'enquête* de leur fiche élève.

Activité 2 : Hibernation des tardigrades

Dans cette activité, les élèves vont transférer les tardigrades dans de petits récipients et lancer une anhydrobiose en les laissant se dessécher. Les élèves doivent comprendre que les tardigrades vont changer de métabolisme en réponse aux conditions environnementales défavorables. Les tardigrades doivent passer en état de cryptobiose pour pouvoir survivre dans de telles conditions.

Équipement pour chaque binôme

- Fiche élève imprimée pour chaque groupe
- Microscope et/ou loupe
- Petit récipient transparent (boîte ou récipient similaire)
- Pipettes
- Boîte de pétri avec mousse fraîche (venant de l'activité 1)
- Carton noir ou support similaire à placer sous le micro-aquarium afin d'améliorer le contraste
- Lampe de poche

Exercice 1 : lancer l'anhydrobiose

Dans cet exercice, les élèves vont utiliser un petit récipient transparent, par exemple une boîte. Le récipient doit avoir des parois claires, similaires au verre.

Il est conseillé à l'enseignant de préparer quelques tardigrades avant la leçon, au cas où certains groupes n'arriveraient pas à en extraire de leur échantillon de mousse. Si les élèves sont incapables de trouver des tardigrades, vous pouvez discuter des raisons pour lesquelles ils n'ont pas réussi à en repérer. Ont-ils recueilli un type de mousse inapproprié ?

Par binômes, les élèves doivent suivre les instructions indiquées sur leur fiche pour lancer l'anhydrobiose en vue de réaliser ensuite des tests sur les capacités de survie des tardigrades. Montrez quelques photos de tardigrades vus au travers du microscope afin que les élèves sachent quoi chercher. Après que les élèves ont pressé la mousse, demandez-leur d'observer leurs échantillons à l'aide d'un microscope ou d'une loupe. Ils doivent dessiner le(s) tardigrade(s) sur leur fiche élève.

Ensuite, les élèves devront transférer le ou les tardigrades dans un petit récipient. L'eau résiduelle doit s'évaporer lentement, en environ 6 ou 7 heures, dans un récipient totalement fermé. Une évaporation plus rapide tuerait les tardigrades.

Avant de passer à l'activité 3, les élèves doivent relire leur plan d'expériences.

Activité 3 : Peuvent-ils résister ? Réaliser les expériences

Les élèves vont exposer leurs échantillons séchés à différentes conditions pour simuler des environnements extrêmes.

Équipement

- Petit récipient transparent où se trouvent les tardigrades (venant de l'activité 2)
- Pipettes
- Thermomètre de laboratoire
- Réfrigérateur/congélateur
- Four à microondes
- Eau chaude ou source de chaleur (lampe infrarouge ou équipement similaire)
- Solutions salines à différentes concentrations
- Solutions à différents niveaux de pH
- Microscopes et/ou loupe

Santé et sécurité

Dans le cadre de ces expériences, vous allez utiliser des produits chimiques et de l'eau à haute température. Veuillez vous assurer qu'ils seront utilisés en toute sécurité en fonction des expériences des élèves, des consignes de sécurité et des directives de votre école, ainsi que des équipements disponibles.

En ce qui concerne les produits chimiques, consultez les fiches de sécurité.

Exercice : réaliser les expériences

Chaque binôme doit se servir des échantillons de l'activité 2 et observer les tardigrades à l'aide d'un microscope ou d'une loupe. Un facteur de grossissement de 10 est suffisant. Avec ce grossissement, les élèves devraient être en mesure d'identifier certaines caractéristiques de l'état de cryptobiose des tardigrades. Demandez-leur de dessiner un tardigrade.

Les élèves doivent à présent préparer leurs expériences. Dans le cadre de leurs expériences, chaque groupe doit disposer d'un échantillon témoin qui sera tout simplement « ressuscité » avec de l'eau du robinet à la fin.



↑ Tardigrade en état de cryptobiose

Procédure pour réaliser les expériences

Les élèves doivent consigner leurs observations tout au long de l'expérience. Veillez à ce que la durée d'exposition soit la même à chaque expérience.

Aidez les élèves à faire le lien entre les conditions de l'expérience et des conditions réelles, par exemple avec la Lune, qui a des températures extrêmes pouvant varier de 123 °C le jour à -233 °C la nuit.

1. Chaleur

Les élèves doivent mettre une goutte d'eau chaude sur l'échantillon séché. L'eau devrait amener les tardigrades à sortir de leur état de cryptobiose, mais étant donné que l'eau a une température élevée, les tardigrades seront en situation de stress extrême. Lorsque l'eau a refroidi, les élèves doivent observer les échantillons et consigner le comportement des tardigrades. Plutôt que d'utiliser de l'eau chaude, ils peuvent aussi se servir d'une lampe chauffante ou d'une couveuse pour ce test.

Exemples de conditions de température à tester : 40 °C, 60 °C, 80 °C, 90 °C.

2. Froid

Placez votre échantillon dans le congélateur et/ou le réfrigérateur pendant plusieurs heures ou pendant toute la nuit, si possible à des températures différentes, par exemple en utilisant plusieurs réfrigérateurs et congélateurs, ou en utilisant de la glace carbonique. Après que les échantillons ont été exposés au froid, les élèves doivent faire sortir les tardigrades de leur état de cryptobiose.

Exemples de conditions de froid à tester :

- < -79 °C (glace carbonique)
- 18 °C (congélateur)
- 0 °C (glace d'eau)
- 5 °C (réfrigérateur)

Cette discussion pourrait se prolonger en demandant aux élèves de réfléchir à ce qui fait qu'un organisme est considéré comme « vivant » et à établir une liste de ces paramètres (il est constitué de cellules, il obtient et utilise de l'énergie, il grandit et se développe, il se reproduit, il réagit à son environnement, il s'adapte à son environnement).

3. Salinité

Préparez des solutions de différentes salinités. Les élèves doivent ajouter une goutte de solution à leurs échantillons et observer le comportement des tardigrades. L'eau de la solution devrait amener les tardigrades à sortir de leur état de cryptobiose, mais étant donné que l'eau a une salinité élevée, les tardigrades seront en situation de stress extrême. Une fois l'expérience terminée, les élèves doivent « ressusciter » les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

On pense que certains satellites de Jupiter et de Saturne possèdent des océans d'eau salé souterrains.

Exemples de conditions de salinité à tester :

- Salinité à 0,9 % – solution isotonique
- Salinité à ~3,5 % – océan Atlantique
- Salinité à ~34 % – Mer Morte
- Salinité à ~43 % – Gaet'ale, lac le plus salé sur Terre

4. Acidité

Santé et sécurité

L'enseignant doit superviser cette expérience, car elle implique la manipulation de solutions au pH extrême.

Préparez des solutions à des niveaux de pH différents. Les élèves doivent ajouter une goutte de solution à leurs échantillons et observer le comportement des tardigrades. La goutte devrait amener les tardigrades à « ressusciter », mais étant donné le niveau de pH de l'eau, les tardigrades seront en situation de stress extrême.

Après que les échantillons ont été exposés à différents niveaux de pH, les élèves doivent « ressusciter » les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

Dans le système solaire, on peut trouver des conditions de pH très différentes, depuis les nuages acides de Vénus et les lacs acides d'Europa jusqu'aux roches alcalines de notre voisine, la planète Mars.

- pH 3 à 5 – environnement acide,**
- pH 9 à 11 – environnement alcalin,**
- pH 7 – échantillon témoin**

5. Rayonnement

Pour simuler les effets d'un rayonnement élevé, les élèves doivent placer leurs échantillons dans un four à microondes. Les microondes émettent des niveaux de rayonnement bien moins élevés que dans l'espace, mais ceux-ci conviendront pour l'expérience. Les microondes chaufferont également les tardigrades. Pour éviter cela, un gobelet d'eau peut être placé en même temps à l'intérieur du four à microondes pour absorber la chaleur. Faites attention lorsque vous enlèverez le gobelet, car l'eau sera chaude.

Les élèves doivent varier l'intensité du rayonnement, mais la durée d'exposition doit rester la même dans tous les cas. Nous recommandons de démarrer l'expérience par une durée d'exposition de 30 secondes.

Après que les échantillons ont été exposés au rayonnement, les élèves doivent « ressusciter » les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

L'atmosphère de la Terre nous protège de la plupart des rayonnements cosmiques dangereux. Bon nombre de corps du système solaire, comme notre Lune, ne fournissent pas de protection contre ces rayonnements dangereux. C'est un aspect qui est étroitement surveillé par la Station spatiale internationale (SSI) afin de garantir la santé et la sécurité des astronautes qui y vivent.

Exemple de conditions de rayonnement à tester : faible (~100 W), moyen (~400 W), élevé (~800 W).

Après avoir terminé les expériences, les élèves doivent observer leurs échantillons et déterminer si les tardigrades sont vivants et bougent, ou s'ils sont toujours en état de cryptobiose. Certains tardigrades ont déjà pu être ressuscités, selon l'expérience réalisée. Les élèves doivent noter leurs résultats et remplir un rapport d'enquête sur leur expérience. Un modèle de rapport est proposé dans les fiches élève.

Activité 4 : Les tardigrades dans l'espace

Les élèves vont faire le lien entre les expériences qu'ils ont réalisées et la recherche de vie extraterrestre.

Équipement pour chaque binôme

- Fiche élève

Résultats

Par rapport à la Terre, la planète Mars a un environnement très extrême. Elle dispose d'une atmosphère ténue, riche en dioxyde de carbone, qui ne protège pas du rayonnement. La pression atmosphérique est très faible. L'eau liquide est instable à la surface. Malgré ces conditions rudes, certains micro-organismes terrestres pourraient survivre sur Mars. Les tardigrades survivraient probablement aux conditions environnementales de Mars pendant une courte durée, mais ils ne pourraient pas se développer. La capacité de survie des tardigrades n'est pas bonne lorsqu'ils sont exposés à de hauts niveaux de rayons UV. Il leur faudrait une certaine forme de protection pour survivre davantage sur Mars.

Le rover ExoMars pourra, pour la première fois, creuser jusqu'à 2 mètres de profondeur maximum sous la surface de Mars. Si de la vie a précédemment existé sur Mars, à une période où la planète était peut-être plus tempérée et plus humide, c'est à cet endroit que nous aurons des chances de trouver d'éventuelles traces de cette existence, car elle serait protégée des conditions environnementales hostiles de la surface.

Les agences spatiales doivent faire attention à ne ramener sur Terre aucun élément nuisible provenant d'autres mondes. À l'inverse, elles doivent s'assurer de ne pas introduire de contamination biologique terrestre sur d'autres planètes et satellites sur lesquels la vie aurait pu ou pourrait être présente. Les missions spatiales prennent différentes précautions pour éviter la contamination croisée. Elles sont préparées dans des laboratoires stériles et elles doivent respecter des règles de protection planétaire.

Discussion

Évoquez la nécessité d'avoir un échantillon témoin, ainsi que la définition d'un test objectif. À partir de là, étendez la discussion à l'importance de ne changer qu'une seule variable à la fois pour déterminer l'effet propre à cette variable. Demandez pourquoi il s'agit d'une expérience importante et intéressante ? Que peut-elle nous apprendre ? Amenez les élèves à envisager la possibilité d'une vie survivant dans des conditions extrêmes, en particulier dans l'espace. Indiquez clairement aux élèves que, à l'heure actuelle, aucune vie n'a été trouvée autre part que sur Terre, et que cette expérience vise uniquement à montrer les conditions auxquelles les tardigrades sont capables de résister.

Si l'expérience se passe bien et que les élèves sont capables de ressusciter leurs tardigrades, vous pouvez discuter des conséquences de ces découvertes. Quelles sont les conditions que nous pensons être nécessaires à la vie en temps normal ? Pensons-nous toujours que ces conditions sont nécessaires ? Vous pouvez également évoquer d'autres conditions dans lesquelles vous pensez que les tardigrades pourraient survivre, ainsi que la façon dont vous pourriez étendre/améliorer cette expérience.

Si les élèves n'ont pas pu ressusciter leurs tardigrades, réfléchissez aux raisons qui peuvent expliquer cette situation. Discutez des limites possibles de la tolérance des tardigrades aux conditions extrêmes. Ils ont une incroyable résistance, mais ne peuvent pas survivre à tout. Qu'est-ce que la découverte des tardigrades implique pour la recherche de vie autre part que dans le système solaire ?

Vous pouvez également réfléchir à l'existence éventuelle d'autres formes de vie aussi résistantes que les tardigrades. Des graines de salade et des lichens ont également survécu à leur exposition dans l'espace lors des missions de l'ESA. Y a-t-il d'autres éléments qui pourraient survivre aussi dans l'espace ?

Si les élèves ont réalisé l'activité « La vie pourrait-elle survivre dans des environnements extraterrestres ? » avant cette activité, demandez-leur si leur opinion a changé en ce qui concerne les environnements dans lesquels la vie pourrait survivre dans le système solaire. Ils peuvent relire les fiches d'information sur le système solaire et donner un avis plus étayé, qu'ils pourront mettre en lien avec la méthode scientifique.

Conclusion

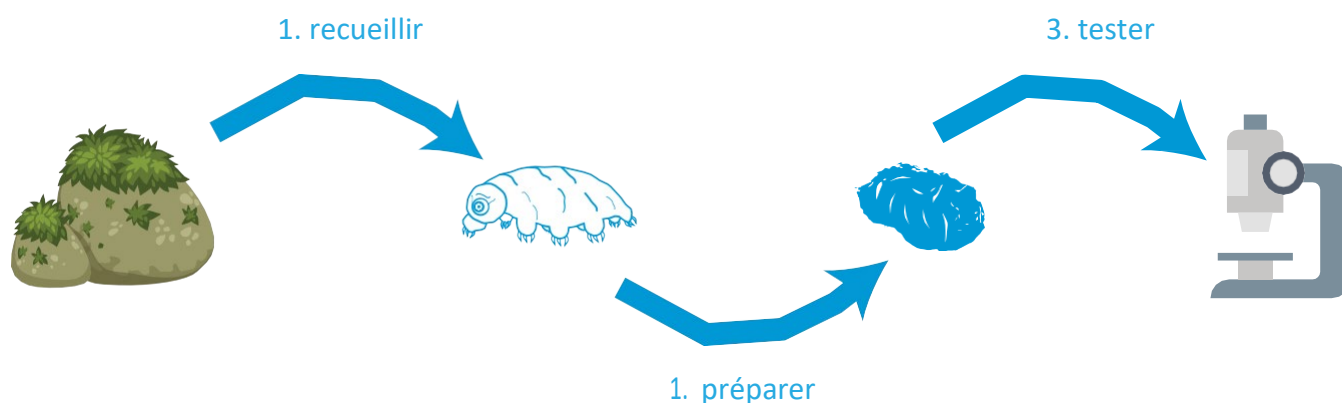
Les élèves doivent comprendre ce que sont les tardigrades et dans quelles conditions ils peuvent survivre. Ils doivent savoir où les trouver, comment les recueillir et comment tester leurs capacités de survie de manière sécurisée et scientifique. Les élèves doivent constater que les tardigrades survivent dans ces environnements rudes, mais qu'ils n'ont pas un fonctionnement normal et qu'ils ne peuvent pas s'y développer.

Par ailleurs, les élèves doivent se rendre compte à quel point il est important de comprendre les conditions dans lesquelles la vie peut survivre afin de bien appréhender la vie et ses origines sur notre propre planète et favoriser la recherche de vie dans d'autres mondes.

Introduction

La découverte d'organismes capables de résister à des conditions extrêmes sur Terre, similaires à celles que l'on pourrait trouver dans l'espace, a rendu la recherche de vie extraterrestre plus plausible. L'exobiologie cherche à identifier l'origine de la vie sur Terre et à comprendre si la vie pourrait exister autre part dans l'Univers.

Dans cette activité, vous allez tester la résistance des tardigrades à des conditions extrêmes et déterminer si la vie terrestre peut survivre aux conditions rudes de l'espace.



Les tardigrades, ou « oursons d'eau », sont très proches des arthropodes (insectes et crustacés). On les trouve généralement dans les mousses humides et les lichens, là où il y a beaucoup d'eau. Ce sont des animaux à huit pattes extrêmement petits, ne mesurant pas plus de 1,5 mm, ce qui les rend presque impossibles à voir à l'œil nu. Certaines espèces de tardigrades sont connues pour leurs capacités de survie hors normes. Ils peuvent survivre à des températures extrêmes, de 150 °C à -272 °C, à des niveaux de rayonnement élevés, à des pH extrêmes, à la dessiccation, au vide de l'espace et à de hauts niveaux d'oxygène.

Lorsqu'ils sont gravement déshydratés (extrême sécheresse), les tardigrades entrent dans un état d'anhydrobiose. Dans cet état, également appelé « cryptobiose », leur activité métabolique est minimale. Les tardigrades peuvent survivre dans cet état pendant des années, voire des décennies, tout en étant exposés à des conditions extrêmes. Ils peuvent « ressusciter » au contact de l'eau, et reprendre une vie normale.

Activité 1 : Collecte des tardigrades

Dans cette activité, vous allez collecter des tardigrades dans de la mousse ou des lichens près de chez vous et préparer un plan d'expériences.

Exercice 1 : trouver les tardigrades

Des tardigrades peuvent être présents dans des échantillons de mousse ou de lichen. Pour les collecter, récupérez des morceaux de mousse séchés au soleil sur des roches blanches, sur des murs en pierres naturelles ou sur des tuiles de toit en terre cuite. La plupart des tardigrades privilégient les roches calcaïques car ils ont besoin de calcite pour construire leurs dents aiguisées. Les mousses se trouvant dans les forêts sont moins appropriées car beaucoup de tardigrades préfèrent les mousses qui séchent complètement de façon régulière. Évitez les mousses odorantes et qui restent humides. Les oursons d'eau préfèrent les mousses sur lesquelles ne se trouvent aucune bactérie, ni aucun champignon.



Figure A1

↑ Les mousses qui poussent sur des roches sont idéales pour trouver des oursons d'eau.

1. On trouve généralement les tardigrades sur des mousses humides et des lichens. Où pourriez-vous trouver des tardigrades près de chez vous ?
-
-

2. Recueillez un échantillon de mousse (ou de lichen) sur lequel vous pensez pouvoir trouver des tardigrades. Stockez les mousses collectées de sorte qu'elles puissent sécher complètement. Vous pouvez, par exemple, les exposer à la lumière directe du soleil ou les conserver dans des sacs de papier dans un endroit sec.

Exercice 2 : préparer les échantillons de mousse

Avec votre groupe, essayez de collecter des tardigrades à partir de votre échantillon de mousse (ou de lichen). Pour cela, suivez les instructions ci-dessous :

- I. Placez le morceau de mousse à l'envers dans la boîte de pétri, et ajoutez de l'eau du robinet ou de l'eau déminéralisée. La mousse devrait commencer à absorber l'eau.
- II. Continuez à ajouter de l'eau jusqu'à ce que la mousse soit saturée (c.-à-d. qu'elle n'absorbe plus d'eau), et assurez-vous qu'il reste toujours quelques millimètres d'eau dans la boîte de pétri. Si besoin, rajoutez de l'eau.
- III. Placez une étiquette avec vos noms sur la boîte de pétri, et laissez-la telle quelle toute la nuit.

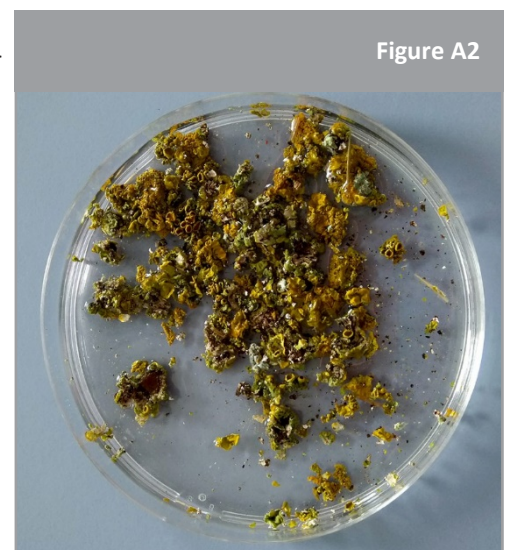


Figure A2

↑ Échantillon de lichen dans une boîte de pétri.

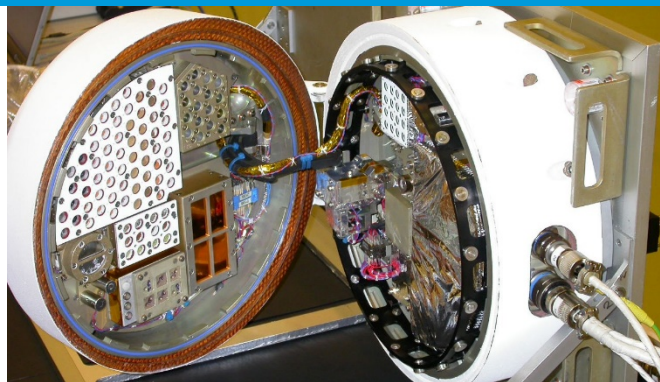
Exercice 3 : élaborer un plan d'expériences

1. Répertoriez trois conditions environnementales extrêmes dans lesquelles les tardigrades peuvent survivre.

2. Élaborez un plan d'expériences pour tester la résistance des tardigrades à l'une des conditions environnementales que vous avez répertoriées à la question 1. Indiquez le titre, le but, l'hypothèse et la méthode employée pour l'expérience dans le modèle de rapport.

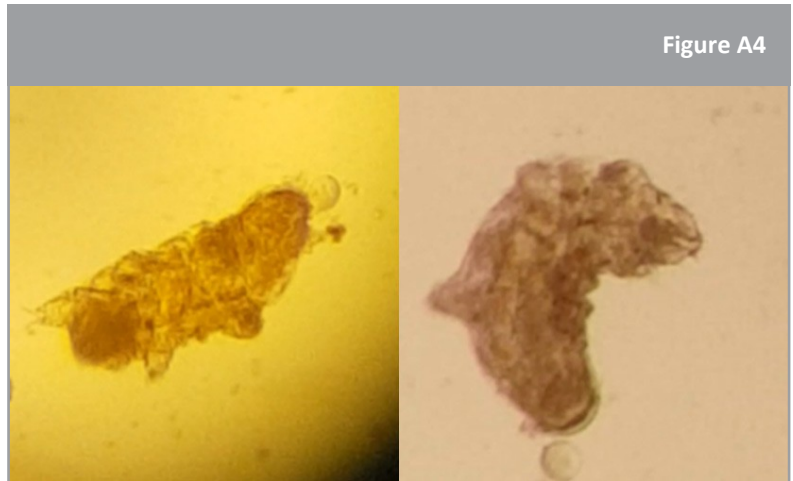
Le saviez-vous ?

En 2007, dans le cadre de l'expérience Tardigrades in Space (TARDIS) de l'ESA, quelque 3 000 tardigrades ont été envoyés dans l'espace. Ils ont été exposés au vide de l'espace pendant 12 jours, pendant lesquels ils ont été soumis à une déshydratation extrême, ainsi qu'à de hauts niveaux de rayonnements cosmiques. Et ils ont survécu !



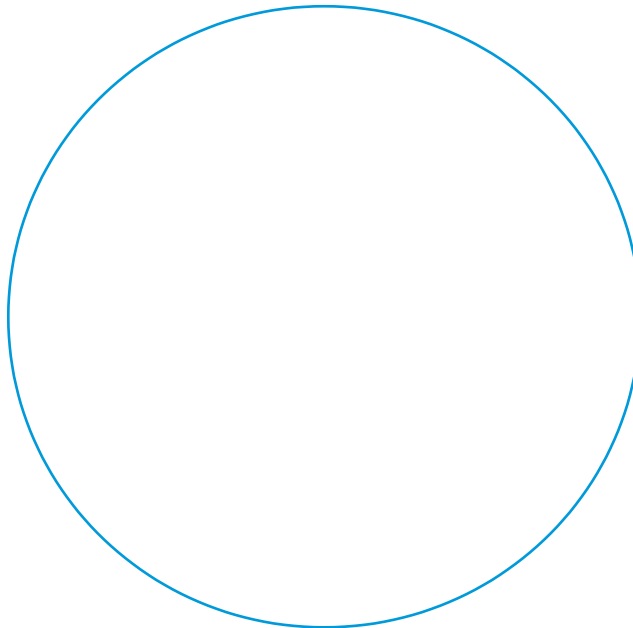
Activité 2 : Hibernation des tardigrades

Avant de réaliser l'expérience, vous devez faire passer les tardigrades à l'état de cryptobiose. Dans cette activité, vous allez transférer les tardigrades dans de petits récipients et lancer une anhydrobiose en les laissant se dessécher.



Exercice : lancer l'anhydrobiose

- I. Retirez la mousse de la boîte de pétri. Pressez doucement la mousse et secouez-la au-dessus de votre boîte de pétri pour l'égoutter et enlever les tardigrades toujours accrochés à la mousse.
- II. Utilisez votre microscope à un grossissement de 20x, ou une loupe de minéralogiste ayant un grossissement de 10x, pour observer les tardigrades. Allumez une source de lumière sur le côté et placez la boîte de pétri sur un carton noir pour améliorer le contraste.
- III. Utilisez l'espace ci-dessous pour dessiner un tardigrade d'après ce que vous voyez dans le microscope.



- IV. Servez-vous d'une pipette pour extraire un tardigrade de la boîte de pétri et transférez-le dans un petit récipient transparent. Répétez cette opération au moins 4 fois.
- V. À l'aide du microscope, vérifiez que le tardigrade a bien été transféré.
- VI. Stockez vos petits récipients dans un endroit tiède et sec pendant toute la nuit pour que la dessiccation se fasse lentement.
- VII. Finalisez votre plan en déterminant la façon dont vous allez procéder pour tester les capacités de survie de vos tardigrades, et faites-le approuver par votre enseignant.

Activité 3 : Peuvent-ils résister ?

Dans cette activité, vous allez exposer vos échantillons de tardigrades à des conditions environnementales extrêmes, conformément à votre plan d'expériences.

Santé et sécurité

Dans le cadre de ces expériences, vous allez utiliser des produits chimiques et de l'eau à haute température. Respectez les instructions de sécurité de votre école.

En ce qui concerne les produits chimiques, consultez les fiches de sécurité.

Exercice : réaliser les expériences

Avant de commencer cet exercice, vous devez avoir décidé quelle(s) condition(s) environnementale(s) vous souhaitez simuler et avoir préparé un plan pour recréer ces conditions dans votre laboratoire.

- I. Utilisez votre microscope pour observer vos échantillons et vérifier que les tardigrades sont en état de cryptobiose.
- II. Utilisez l'espace à droite pour dessiner un tardigrade (en état de cryptobiose) d'après ce que vous voyez dans le microscope.
- III. Préparez les équipements et/ou les produits chimiques dont vous aurez besoin pour simuler le ou les environnements extrêmes que vous souhaitez recréer (par exemple : chaleur, froid, milieu alcalin, rayonnement, salinité, vide).
- IV. Vous devez tester différents seuils d'une même condition, c.-à-d. que si vous utilisez la chaleur par exemple, exposez chaque tardigrade à une température différente (40 °C, 60 °C, 80 °C). Cela vous permettra de déterminer les éventuelles limites des capacités de survie des tardigrades.
- V. Exposez les tardigrades pendant une durée définie (faites en sorte que cette durée soit la même pour tous les tests).
- VI. Consignez vos observations éventuelles pendant ce processus.
- VII. À l'aide de votre microscope, regardez si votre tardigrade est vivant et s'il bouge, ou s'il est toujours en état de cryptobiose. S'il est toujours vivant et qu'il n'est pas en état de détresse, vous pouvez passer à l'étape X. Si le tardigrade est toujours en état de cryptobiose, ou qu'il se trouve dans un environnement extrême ou qu'il est en détresse, continuez avec l'étape VIII.
- VIII. Ouvrez le récipient et, à l'aide d'une pipette, placez **précautionneusement** une goutte d'eau sur chacun de vos échantillons.
- IX. Fermez le récipient en faisant attention à garder la goutte d'eau au centre.
- X. À l'aide de votre microscope, observez ce qui se passe. Si possible, utilisez une lampe à lumière froide pour éviter une chaleur excessive qui, à ce stade, pourrait gâcher vos résultats.
- XI. Consignez vos résultats et remplissez votre rapport de laboratoire pour cette expérience.

Enfin, remettez les tardigrades dans un échantillon de mousse humide et ramenez-les dans leur environnement naturel.

Rapport d'enquête

Titre : _____

But : _____

Hypothèse : _____

Méthode :

Résultats :

Échantillon	Condition(s) environnementale(s)		Tardigrades vivants		Observations*
	Initiale	Définitive	Initiale	Définitive	
Témoin					

*Conditions environnementales à tester : température, salinité, pH, rayonnement ou pression

Discussion :

Conclusion :

Activité 4 : Les tardigrades dans l'espace

Le saviez-vous ?

En 2020, l'ESA, en collaboration avec l'Agence spatiale russe (Roscosmos), lancera le rover ExoMars « Rosalind Franklin ». Le but principal du programme ExoMars est de déterminer si la vie a déjà existé sur Mars, en atterrissant sur un site où il y a de fortes chances que l'on puisse trouver des matières organiques bien préservées, datant plus particulièrement du tout début de l'histoire de la planète. Le rover emportera une foreuse pour recueillir des échantillons à une profondeur maximale de 2 mètres, et les analysera à l'aide d'instruments nouvelle génération dans un laboratoire embarqué.



1. Mars a une atmosphère ténue principalement composée de CO_2 . Il existe des preuves qu'un océan d'eau se trouvait sur Mars par le passé, et qu'il a disparu avec l'évolution de la planète. Actuellement, il n'y a aucune preuve que de l'eau liquide circule à la surface. Les températures peuvent varier de -153 °C à 20 °C .
 - a. Pensez-vous que les tardigrades pourraient survivre sur Mars ? Pourquoi ?

- b. La surface de Mars présente des conditions d'extrême sécheresse depuis plusieurs dizaines de milliers d'années. Mars est également exposée à des niveaux de rayonnement bien plus élevés que la Terre. Cela présente-t-il un problème quant à la possibilité de survie des tardigrades dans cet environnement ? Pourquoi ?

- c. Quel type de précautions faut-il prendre pour éviter la contamination croisée des échantillons ?

- d. Pensez-vous que le rover ExoMars pourra permettre de répondre à la question concernant l'existence éventuelle de vie sur Mars ?

→ Liens Utiles

Ressources de l'ESA

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 pédagogiques de l'ESA

esa.int/Education/Classroom_resources

Missions de l'ESA

L'expérience Tardigrades in space (TARDIS) dans la mission Foton-M3 en orbite de l'ESA :

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space

Exploration robotique de Mars :

exploration.esa.int/mars

Protection des planètes : empêcher la propagation de microbes dans l'espace lors de missions

esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space

Informations supplémentaires

À la recherche de signes de vie sur Mars

exploration.esa.int/mars/43608-life-on-mars

Dix choses que vous ignoriez sur Mars

esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars

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

Ted-Ed : À la rencontre du tardigrade

<https://www.youtube.com/watch?v=lxndOd3kmSs>

La vie dans des environnements extrêmes

<https://www.nature.com/articles/35059215>