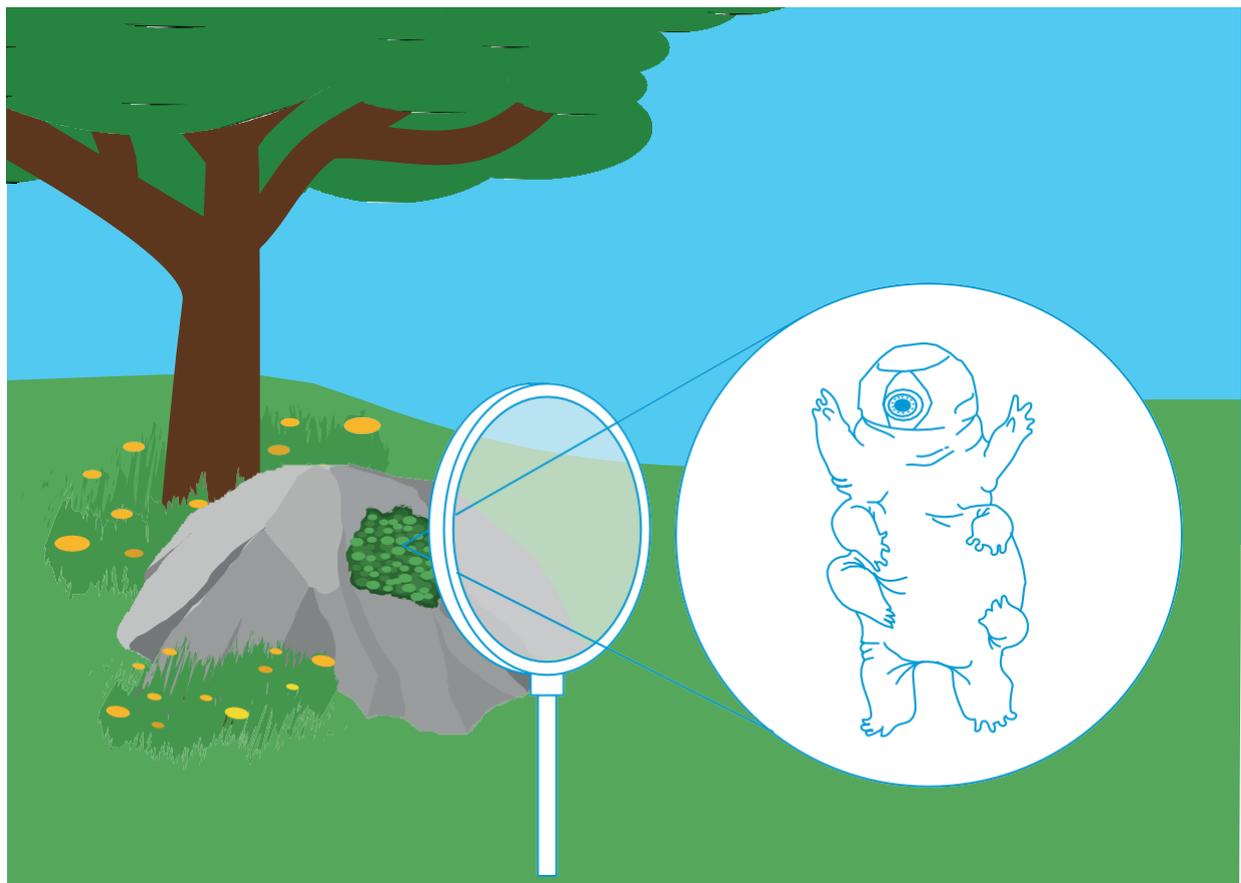
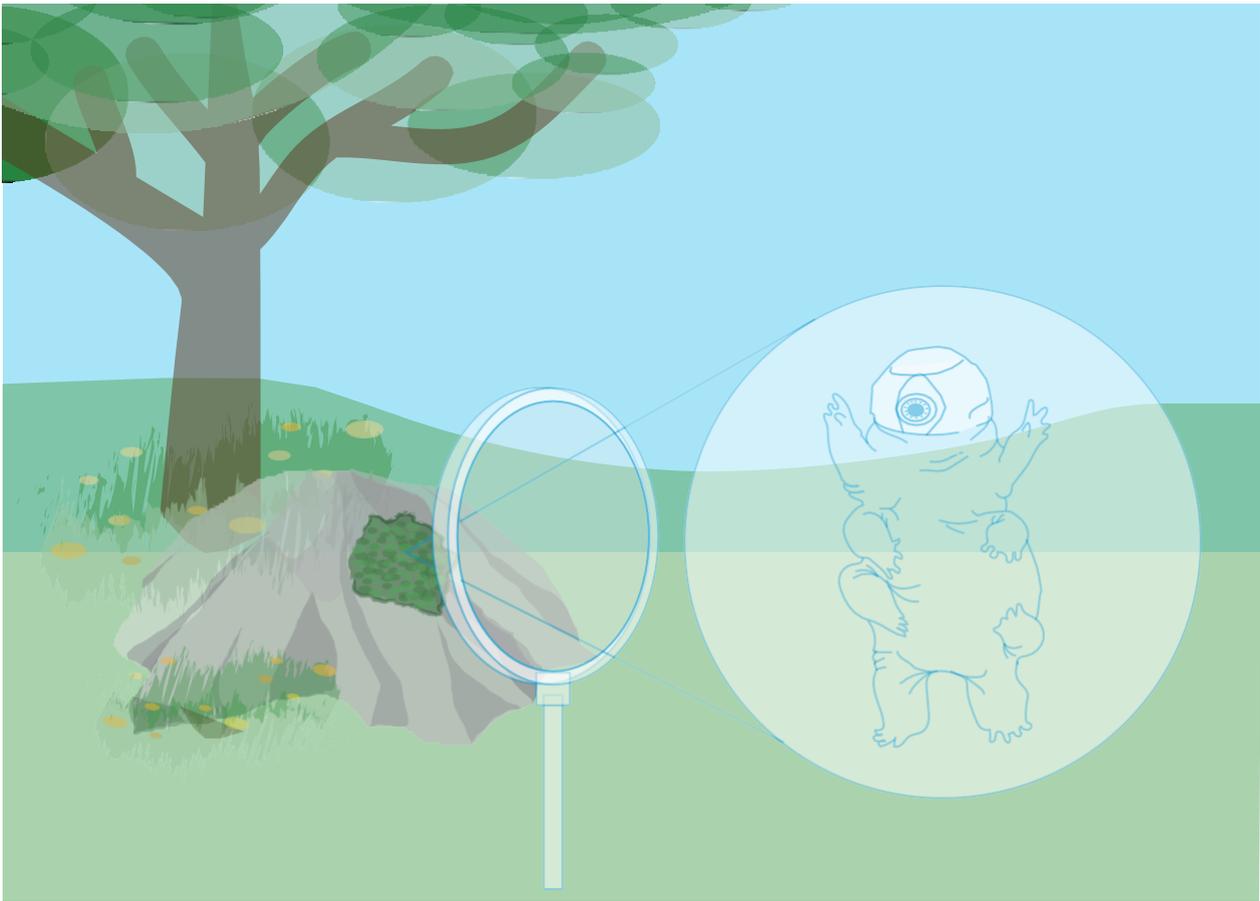


teach with space

→ LES OURSONS DE L'ESPACE

Expérience en laboratoire avec des tardigrades





Guide de l'enseignant

En bref	page 3
Résumé des activités	page 4
Activité 1 : Prélever les tardigrades	page 5
Activité 2 : Mettre les tardigrades en sommeil	page 6
Activité 3 : Sont-ils résistants ?	page 7
Activité 4 : Des tardigrades dans l'espace	page 9
Fiche de travail pour les élèves	page 11
Liens	page 18

teach with space – les oursons de l'espace | B10
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 en collaboration avec ESERO Pologne
Copyright 2019 © European Space Agency

→ LES OURSONS DE L'ESPACE

Expérience en laboratoire avec des tardigrades

En bref

Matière : biologie

Tranche d'âge : 12-16 ans

Type : activité pour les élèves, activités en laboratoire

Difficulté : élevée

Temps nécessaire pour la leçon : 2 heures et 20 minutes

Coûts : moyens (10-30 euros)

Lieu : laboratoire de l'école

Comprend l'utilisation de : organismes vivants, microscopes, cuiseur, congélateur, produits chimiques, équipement de laboratoire

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

Résumé

Dans cet ensemble d'activités expérimentales, les élèves examineront les capacités de survie des tardigrades, de minuscules animaux qu'on appelle également « oursons d'eau ». Ils verront comment prélever des oursons d'eau et quelles conditions extrêmes simuler en laboratoire. Après avoir prélevé des tardigrades, ils les exposeront à ces conditions extrêmes et tireront des conclusions sur les milieux dans lesquels ces organismes peuvent survivre. Cette ressource pédagogique a pour but de tester la résilience des tardigrades face à des conditions environnementales extrêmes et à faire le lien entre leurs capacités de survie et l'espace.

Avant de débiter la présente activité, nous vous recommandons de mener à terme l'activité *La vie peut-elle survivre dans un milieu extraterrestre ?* qui fait fonction d'introduction à la vie dans des milieux extrêmes.

Objectifs pédagogiques

- Apprendre ce que sont les tardigrades et à quelles conditions extrêmes ils peuvent survivre.
- Apprendre ce qu'est la cryptobiose et comment elle aide les tardigrades à survivre.
- Examiner les effets du changement d'une variable dans un système.
- Effectuer des expériences en conséquence, en veillant à manipuler correctement les appareils, à effectuer des mesures précises et à respecter les règles de sécurité et de préservation de la santé.
- Évaluer des méthodes et suggérer de possibles améliorations ainsi que des investigations complémentaires.

→ Résumé des activités

Résumé des activités					
	Titre	Description	Résultat	Exigences	Durée
1	Prélèvement des tardigrades	Recherche des tardigrades dans de la mousse ou des lichens.	Appliquer une procédure expérimentale pour prélever les tardigrades. Planifier une recherche expérimentale.	Il est recommandé de mener à terme l'activité <i>La vie pourrait-elle survivre dans un milieu extra-terrestre ?</i>	30 minutes + une nuit entière
2	Mettre les tardigrades en sommeil	Transfert des tardigrades des boîtes de Petri dans des petites boîtes et entreposage dans un lieu sec. Il devrait y avoir dessiccation de l'eau et déclenchement de l'anhydrobiose.	Effectuer des observations au moyen de microscopes. Savoir comment identifier les tardigrades et déclencher l'anhydrobiose.	Achèvement de l'Activité 1	30 minutes + une nuit entière
3	Sont-ils résistants ?	Les tardigrades étant en anhydrobiose, les élèves peuvent tester leur résistance à différentes conditions extrêmes.	Mener une expérience pour déterminer les effets de différentes conditions environnementales sur les tardigrades.	Achèvement de l'Activité 2.	1 heure
4	Des tardigrades dans l'espace	Comparer les milieux sur la Terre et sur Mars.	Comprendre que l'espace est un milieu extrêmement hostile et qu'un être vivant ne pourrait très vraisemblablement pas y survivre dans de telles conditions extrêmes.	Aucune	20 min

→ Activité 1 : Prélèvement des tardigrades

Dans cette activité, les élèves apprendront comment et où prélever des tardigrades. Ils vont accomplir ces étapes et préparer des échantillons de tardigrades pour les activités suivantes.

Matériel

- Fiche de travail imprimée pour chaque groupe d'élèves
- Échantillon de mousse ou de lichen pour chaque groupe d'élèves
- Eau du robinet ou eau déionisée
- 1 boîte de Petri pour chaque paire

Exercice 1 – Trouver les tardigrades

En introduction, donnez un aperçu des capacités des tardigrades et discuter les conditions extrêmes que des organismes peuvent rencontrer et auxquelles ils peuvent survivre sur la Terre et dans l'espace ou demander aux élèves de faire leurs propres recherches sur ce sujet.

On peut prélever des tardigrades dans des échantillons de mousse ou de lichens. Le ramassage de la mousse sera effectué par l'enseignant professeur ou par les élèves en suivant les instructions des fiches de travail. Après le ramassage, la mousse doit être séchée complètement pour la préparer au prélèvement des tardigrades.

Exercice 2 – Préparation des échantillons de mousse

Divisez la classe en paires ou en groupes de 3 élèves. Les élèves choisissent ensuite un coussin de mousse qui entre tout juste dans leur boîte de Petri et ils en retirent la terre et les particules de saletés. Ils achèvent ensuite la procédure décrite dans leur fiche de travail.

Exercice 3 – Planifiez votre expérience

Les élèves planifient la manière dont ils vont tester les capacités de survie des tardigrades. Il sera demandé aux élèves de citer trois conditions environnementales extrêmes dans lesquelles les tardigrades peuvent survivre.

Quelques exemples de réponses possibles :

- Températures extrêmes
- Absence d'air (différentes conditions atmosphériques)
- Niveau élevé de radiations
- Absence d'eau liquide
- Forte salinité
- pH extrême

Discutez les expériences qu'ils s'appêtent à faire. À prendre en considération :

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

Les élèves remplissent les rubriques titre, but, hypothèse et méthode du *compte rendu d'investigation* de la fiche de travail.

→ Activité 2 : Mettre les tardigrades en sommeil

Dans cette activité, les élèves transfèrent leurs tardigrades dans des petites boîtes et déclenchent l'anhydrobiose en les laissant sécher. Les élèves devraient comprendre que les tardigrades entreront dans un nouvel état métabolique en réponse aux conditions environnementales adverses. Il est absolument indispensable que les tardigrades soient placés dans cet état de tonnelet pour qu'ils puissent survivre à ces conditions environnementales extrêmes.

Matériel pour chaque paire

- Fiche de travail imprimée pour chaque groupe d'élèves
- Microscope et/ou loupe
- Petite boîte transparente (boîtes pour pièces de monnaie ou similaires)
- Pipettes
- Boîte de Petri avec de la mousse mouillée (de l'Activité 1)
- Carton noir ou similaire à placer sous le mini-aquarium pour améliorer le contraste
- Lampe torche

Exercice 1 – Déclenchement de l'anhydrobiose

Dans cet exercice les élèves utiliseront une petite boîte transparente comme par ex. une boîte pour pièces de monnaie ou un contenant similaire. La boîte doit avoir des parois transparentes comme du verre.

Il est recommandé que l'enseignant prépare quelques tardigrades avant la leçon pour le cas où certains groupes seraient dans l'impossibilité d'en extraire de leur échantillon de mousse. Si les élèves ne peuvent pas trouver de tardigrade, vous pouvez discuter avec eux pour savoir pourquoi. Ont-ils prélevé la mauvaise sorte de mousse ?

Par paires, les élèves suivront les instructions de leur fiche de travail pour déclencher l'anhydrobiose et préparer les tests de capacité de survie des tardigrades. Montrez quelques images de tardigrades vus sous un microscope afin que les élèves sachent quoi chercher. Après avoir pressé la mousse, demandez aux élèves d'observer leurs échantillons au microscope ou avec une loupe. Ils devraient dessiner leur(s) tardigrade(s) sur leur fiche de travail.

Ensuite, les élèves transféreront le(s) tardigrade(s) dans la/les petite(s) boîte(s). L'eau résiduelle devrait s'évaporer lentement, c.-à-d. en 6 ou 7 heures avec la boîte presque entièrement fermée. Une évaporation plus rapide tuerait les tardigrades.

Avant de passer à l'Activité 3, les élèves devraient réviser leur plan d'expérimentation.

→ Activité 3 : Sont-ils résistants ? Réalisation des expériences

Les élèves vont exposer les échantillons séchés à différentes conditions afin de simuler des milieux extrêmes.

Matériel

- Petite(s) boîte(s) transparente(s) contenant l'échantillon de tardigrade(s) (de l'Activité 2)
- Pipettes
- Thermomètre de laboratoire
- Réfrigérateur/congélateur
- Four à micro-ondes
- Eau chaude ou source de chaleur (lampe à infrarouge ou similaire)
- Solutions salines de différentes concentrations
- Solutions de niveaux variés de pH
- Microscopes et/ou loupe

Santé et sécurité

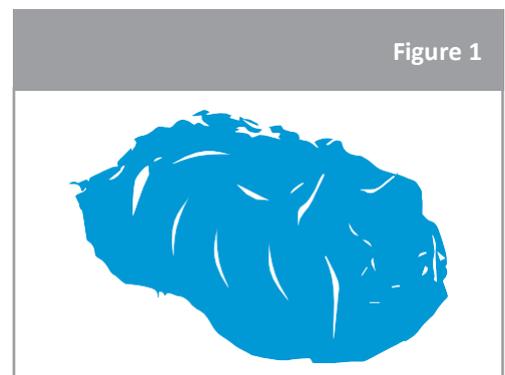
Des produits chimiques et de l'eau à haute température seront utilisés dans le cadre de ces expériences. Veuillez faire le nécessaire pour qu'ils soient utilisés en toute sécurité en vous appuyant sur l'expérience des élèves, en tenant compte des directives de sécurité et juridiques de votre école et en fonction des matériels disponibles.

Veuillez consulter les fiches de données de sécurité des produits chimiques.

Exercice - Réalisation des expériences

Chaque paire prend ses échantillons de l'Activité 2 et observe les tardigrades sous le microscope ou avec une loupe. Un facteur de grossissement de 10 x est suffisant. À ce grossissement, les élèves devraient être en mesure d'identifier certaines des principales caractéristiques de l'état de tonnelet des tardigrades. Demandez-leur de dessiner le tardigrade.

Les élèves devraient maintenant préparer leurs propres expériences. En plus de ses différentes expériences, chaque groupe devrait disposer d'un échantillon de contrôle qui sera simplement ranimé à l'issue avec de l'eau du robinet.



↑ Tardigrade dans l'état de tonnelet

Comment mener les expériences

Les élèves devraient noter leurs observations pendant toute la durée de leurs expériences. Assurez-vous que le temps d'exposition reste constant pour toutes les expériences.

Aidez les élèves à établir un lien entre les conditions expérimentales et des exemples réels comme les températures extrêmes sur la Lune, qui peuvent varier de 123 °C le jour et -233 °C la nuit.

1. Chaleur

Les élèves déposent une goutte d'eau chaude sur un spécimen déshydraté. L'eau devrait faire sortir les tardigrades de leur état de tonnelet, mais la forte température de l'eau devrait aussi les placer dans une situation de stress intense. Lorsque l'eau aura refroidi, les élèves observeront les échantillons et noter le comportement des tardigrades. En lieu et place de l'eau chaude, les élèves pourront employer une lampe chauffante ou un incubateur pour œufs.

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

2. Froid

Placez votre échantillon au congélateur/réfrigérateur pendant plusieurs heures ou pendant toute une nuit, si possible à des températures différentes, par exemple en utilisant différents réfrigérateurs, congélateurs ou de la glace sèche. Après les avoir exposés au froid, les élèves feront ressortir les échantillons de leur état de tonnelet.

Exemple de basses températures à tester :

- < -79 °C glace sèche
- 18 °C congélateur
- 0 °C glace d'eau
- 5 °C réfrigérateur

Cette discussion pourrait être étendue pour demander aux élèves de réfléchir et de dresser la liste des paramètres à respecter pour que quelque chose soit considéré comme étant en vie (être constitué de cellules, trouver et consommer de l'énergie, croître et se développer, se reproduire, réagir à son milieu, s'adapter à son milieu).

3. Salinité

Préparez des solutions de salinité différente. Les élèves ajoutent une goutte de solution à leurs échantillons et observent leur comportement. L'eau contenue dans la solution devrait faire sortir les tardigrades de leur état de tonnelet, mais en raison de la salinité de cette solution, les tardigrades seront placés dans un état de stress intense. Après avoir achevé l'expérience, les élèves ranimeront les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

Certaines des lunes de Jupiter et de Saturne pourraient posséder des océans d'eau salée sous leur surface.

Exemple de conditions de salinité à tester :

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

4. Acidité

Santé et sécurité

L'enseignant devra superviser cette expérience. Elle comprend le maniement de solutions de pH extrêmes.

Préparez des solutions avec différents niveaux de pH ; les élèves en ajouteront une goutte à leurs échantillons et observeront leurs comportements. La goutte devrait commencer à ranimer les tardigrades, mais le niveau de pH de l'eau devrait les soumettre à un stress intense.

Après avoir exposé les échantillons aux différents niveaux de pH, les élèves devraient ranimer les tardigrades en ajoutant de l'eau du robinet.

On rencontre une grande variété de conditions de pH dans tout le Système solaire, depuis les nuages acides de Vénus et les lacs d'acide d'Europa jusqu'aux roches alcalines de notre voisine la planète Mars.

pH 3 à 5 – milieu acide

pH 9 à 11 – milieu alcalin

pH 7 – échantillon de contrôle

5. Radiations

Pour simuler l'impact de radiations intenses sur les échantillons, les élèves placeront leurs échantillons dans un four à micro-ondes. Les fours à micro-ondes émettent des niveaux de radiations bien inférieurs à ceux que l'on rencontre dans l'espace, mais ils conviennent à titre d'exemple pour cette expérience. Les micro-ondes échaufferont également les tardigrades. Pour éviter cette situation, un bécher rempli d'eau peut être placé dans le four à micro-ondes pour absorber la chaleur. Soyez prudent quand vous retirerez l'eau car elle sera très chaude.

Les élèves devraient faire varier l'intensité du rayonnement, mais la durée d'exposition devrait être la même dans tous les cas. Nous suggérons de commencer l'expérience avec une durée d'exposition de 30 secondes pour les échantillons.

Après avoir exposé les échantillons aux rayons, les élèves devraient ranimer les tardigrades en ajoutant de l'eau du robinet.

L'atmosphère de la Terre nous protège de la plus grande partie du rayonnement cosmique nocif. De nombreux corps du Système solaire comme notre Lune ne protègent pas suffisamment contre ces rayonnements dangereux. Cette situation est suivie de très près dans la Station spatiale internationale (ISS) afin de garantir la santé et la sécurité des astronautes qui y séjournent.

Exemples de conditions de radiations à tester : faibles (~100W), moyennes (~400W), fortes (~800W).

À l'issue de l'expérience, les élèves observent leurs échantillons, notent si les tardigrades sont en vie et s'ils bougent ou s'ils sont encore dans leur état de tonnelet. Certains tardigrades peuvent déjà avoir été ranimés suivant l'expérience qui a été effectuée. Les élèves notent les résultats et remplissent un compte rendu d'investigation. Un modèle de compte rendu se trouve dans les fiches de travail pour les élèves.

→ Activité 4 : Des tardigrades dans l'espace

Les élèves établissent un lien entre les expériences qu'ils viennent de faire et la recherche de la vie dans l'Univers.

Matériel pour chaque paire

- Fiche de travail pour les élèves

Résultats

Comparé à la Terre, l'environnement sur Mars est très extrême. Mars possède une atmosphère très fine et riche en dioxyde de carbone qui n'offre aucune protection contre les radiations. La pression atmosphérique est extrêmement basse. L'eau liquide est instable à la surface. En dépit de ces rudes conditions, certains micro-organismes terriens pourraient survivre sur Mars. Les tardigrades pourraient très vraisemblablement survivre pendant une brève durée dans les conditions environnementales qui règnent sur Mars, mais ces conditions ne leur permettraient pas de se développer. Les tardigrades ne survivent pas très bien quand ils sont exposés à de très hauts niveaux de radiations UV et il leur faudrait donc une forme ou une autre de protection pour qu'ils puissent survivre longtemps sur Mars.

Le rover ExoMars sera le premier à pouvoir forer un trou jusqu'à une profondeur maximale de 2 m sous la surface de Mars. Si la vie a existé dans le passé sur Mars, quand la planète était plus chaude et plus humide, cet endroit serait idéal pour en trouver des preuves car il aurait été protégé de l'environnement sévère qui règne en surface.

Les agences spatiales doivent s'assurer qu'elles ne ramènent sur Terre rien de dangereux en provenance d'autres mondes. Elles doivent également se garder de produire une quelconque contamination biologique venant de la Terre sur les autres planètes et lunes abritant ou pouvant potentiellement héberger la vie. Les missions spatiales prennent diverses précautions pour éviter une contamination croisée. Les missions sont préparées dans des laboratoires où règne une propreté absolue et les agences sont légalement tenues de se conformer aux contraintes de protection planétaire.

Discussion

Discutez la nécessité d'utiliser un échantillon de contrôle et l'idée d'un test objectif. À partir de là, vous devriez élargir la discussion pour y inclure l'importance de changer une seule variable à la fois afin d'isoler l'effet de cette seule variable. Discutez pourquoi cette expérience est importante et intéressante. Quel enseignement pouvons-nous en retirer ? Guidez les élèves vers la possibilité d'une survie dans des conditions extrêmes, particulièrement dans l'espace. Précisez aux élèves qu'aucune vie n'a jamais été trouvée ailleurs que sur la Terre et que cette expérience ne fait que leur donner une idée des conditions que les tardigrades peuvent endurer.

Si l'expérience s'est bien passée et si les élèves ont pu ranimer leurs tardigrades, vous pourrez discuter les conséquences de ces découvertes. Quelles conditions pensons-nous être normalement nécessaires à la vie ? Pensons-nous encore que ces conditions sont nécessaires ? Vous pouvez également discuter d'autres conditions auxquelles vous pensez que les tardigrades survivront et de quelle manière vous pourriez étendre/améliorer cette expérience.

Si les élèves ne parviennent pas à ranimer les tardigrades, discutez à quoi cela peut être dû. Discutez les limites possibles à la tolérance des tardigrades aux conditions extrêmes. Ils possèdent certes une endurance incroyable mais ne peuvent pas survivre à tout. Que signifie la découverte de tardigrades pour la recherche de la vie ailleurs dans le Système solaire ?

Vous pouvez aussi discuter s'il existe d'autres formes de vie aussi résistantes que les tardigrades. Des graines de laitue et des lichens ont également survécu dans l'espace pendant une mission de l'ASE, qu'est-ce qui pourrait également survivre dans l'espace ?

Si les élèves ont pu mener à terme l'activité « La vie pourrait-elle survivre dans un milieu extraterrestre ? » avant cette activité, demandez-leur si leur opinion sur l'endroit où la vie pourrait survivre dans le Système solaire a changé. Ils peuvent revoir les fiches de caractéristiques du Système solaire, présenter une décision mieux fondée et faire le lien avec la méthode scientifique.

→ Conclusion

Les élèves devraient avoir compris ce que sont les tardigrades et à quelles conditions ils peuvent survivre. Ils devraient savoir où trouver des tardigrades, comment les prélever et comment examiner leurs capacités de survie d'une manière sûre et scientifique. Les élèves devraient réaliser que les tardigrades peuvent survivre dans des conditions environnementales dures mais qu'ils ne peuvent pas vivre ou s'y développer.

De plus, les élèves devraient réaliser qu'il est important de tout saisir des conditions dans lesquelles la vie peut survivre afin de comprendre la vie et ses origines sur notre propre planète et pour aider la recherche de la vie dans d'autres mondes.

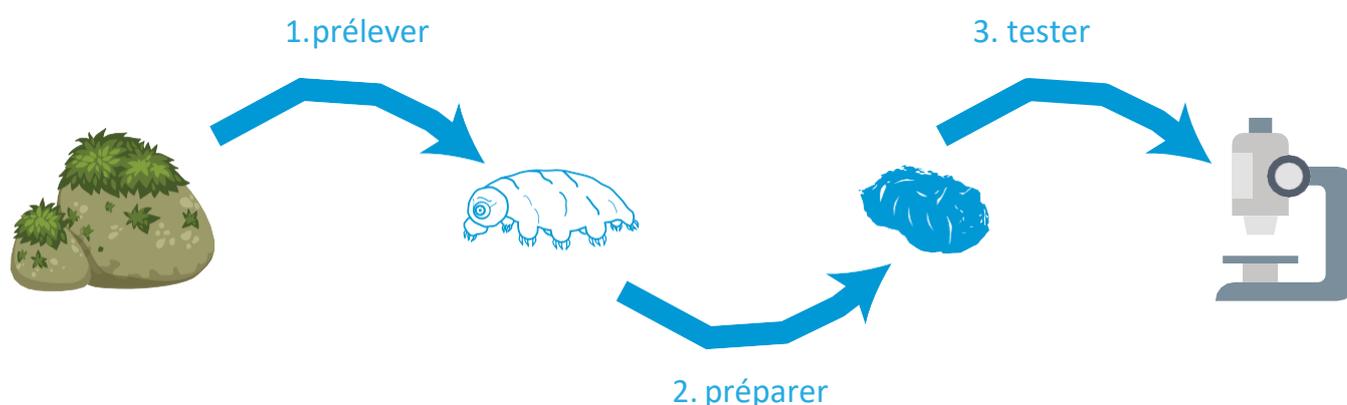
→ LES OURSONS DE L'ESPACE

Expériences en laboratoire avec des tardigrades

→ Introduction

La découverte d'organismes capables de résister à des conditions extrêmes sur la Terre, semblables à celles qui pourraient être rencontrées dans l'espace, a rendu davantage plausible la recherche de la vie en-dehors de notre planète. L'astrobiologie cherche à identifier l'origine de la vie sur la Terre et à comprendre si la vie pourrait exister ailleurs dans l'Univers.

Dans cette activité, vous testerez la résistance des tardigrades à des conditions extrêmes afin de chercher si la vie terrestre pourrait survivre aux rudes conditions régnant dans l'espace.



Les tardigrades, ou « oursons d'eau » sont proches des arthropodes (insectes et crustacés) qu'on trouve souvent dans des mousses et des lichens humides, là où l'eau est abondante. Ce sont de minuscules animaux à huit pattes ne mesurant pas plus de 1,5 mm de longueur, ce qui les rend pratiquement invisibles à l'œil nu. Certaines espèces de tardigrades sont renommées pour leurs capacités de survie uniques en leur genre. On en a vu survivre à températures aussi élevées que 150 °C ou aussi basses que -272 °C, à des niveaux élevés de radiations, à des pH extrêmes, à la dessiccation, au vide de l'espace et à des niveaux élevés d'oxygène.

Lorsqu'ils sont extrêmement déshydratés (conditions sèches), les tardigrades entrent dans un état d'anhydrobiose. Dans cet état, connu comme l'état de tonnelet, leur activité métabolique est minimale. Les tardigrades peuvent survivre dans cet état pendant des années, voire même des dizaines d'années, quand ils sont exposés à des conditions extrêmes. Ils peuvent être ranimés hors de cet état en entrant à nouveau en contact avec de l'eau et continueront normalement leur vie.

→ Activité 1 : Prélèvement des tardigrades

Dans cette activité, vous prélèverez des tardigrades dans de la mousse ou des lichens de votre région et préparerez votre plan d'expériences.

Exercice 1 – Trouver les tardigrades

On trouve des tardigrades dans des échantillons de mousse ou de lichens. Pour les prélever, trouvez des coussins de mousse séchés par le soleil sur des pierres blanches, des murs en pierres naturelles ou des tuiles en terre cuite. De nombreux tardigrades préfèrent les pierres calcitiques car ils ont besoin de calcite pour leurs dents en forme d'aiguilles. Les mousses provenant de la forêt s'y prêtent moins car de nombreux tardigrades préfèrent des mousses qui séchent complètement de temps à autre. Évitez les mousses odorantes ou humides en permanence. Les oursons d'eau apprécient les mousses exemptes de bactéries et de champignons.



Figure A1

↑ La mousse poussant sur des pierres est idéale pour la recherche d'oursons d'eau.

1. On trouve souvent des tardigrades dans des mousses et des lichens mouillés. Où pourriez-vous trouver des tardigrades dans votre région ?

2. Ramassez un échantillon de mousse (ou de lichens) dans lequel vous supposez des tardigrades. Rangez les mousses de manière à ce qu'elles puissent sécher complètement. Vous pourriez par ex. les exposer à la lumière solaire directe ou les conserver dans des sacs en papier à un endroit sec.

Exercice 2 – Préparation des échantillons de mousse

Dans votre groupe, essayez d'extraire des tardigrades de l'échantillon de mousse (ou de lichens). Suivez les instructions ci-dessous :

- I. Placez le coussin de mousse à l'envers dans la boîte de Petri que vous remplirez avec de l'eau du robinet ou de l'eau déionisée. 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. jusqu'à ce qu'elle n'absorbe plus d'eau) et assurez-vous qu'il reste toujours quelques millimètres d'eau dans la boîte de Petri. Ajoutez un peu d'eau si nécessaire.
- III. Étiquetez la boîte de Petri avec vos noms et rangez-les pour la nuit.



Figure A2

↑ Échantillons de lichens dans la boîte de Petri.

Exercice 3 – Planifiez votre expérience

1. Citez 3 conditions environnementales extrêmes dans lesquelles des tardigrades peuvent survivre.

2. Planifiez une expérience pour tester la résistance des tardigrades à l'une des conditions environnementales que vous avez citée en réponse à la question 1. Renseignez les rubriques titre, but, hypothèse et méthode du modèle de compte rendu.

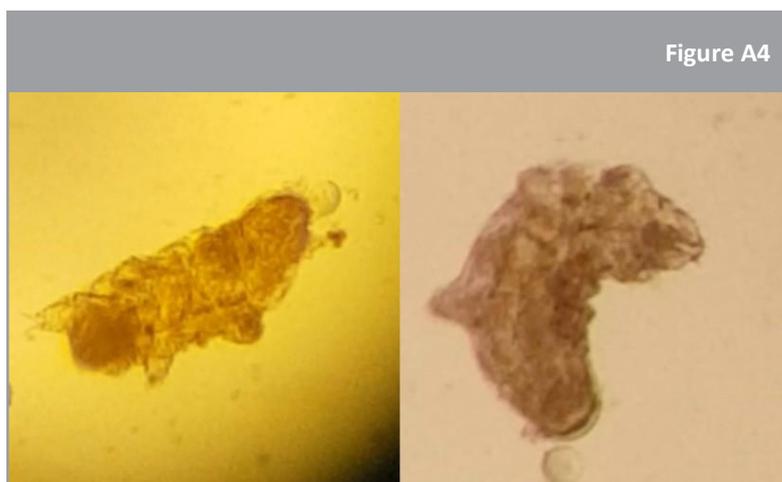
Le saviez-vous ?

En 2007, 3.000 tardigrades ont été envoyés dans l'espace dans le cadre de l'expérience « Tardigrades dans l'espace » (TARDIS) de l'ASE. Exposés au vide spatial pendant 12 jours, ils ont survécu à une déshydratation extrême et à des niveaux élevés de radiations cosmiques.



→ Activité 2 : Mettre les tardigrades en sommeil

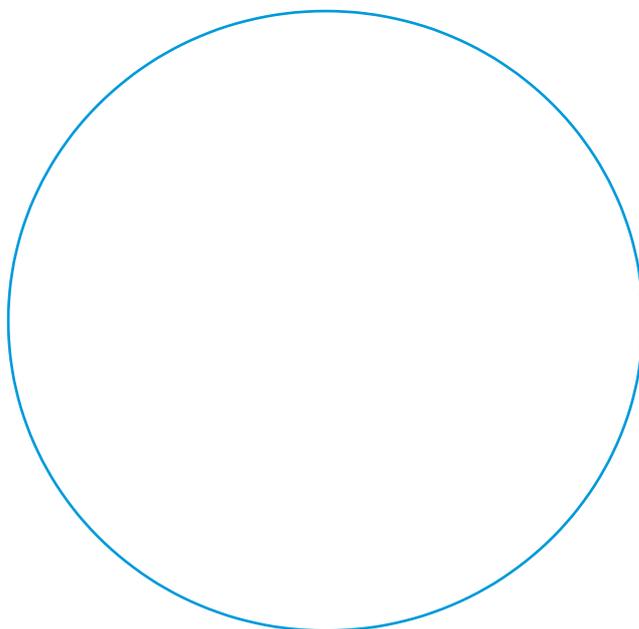
Avant de procéder à votre expérience, vous devrez placer les tardigrades dans leur état de tonnelet. Dans cette activité, vous transférerez vos tardigrades dans de petites boîtes et déclencherez l'anhydrobiose en les laissant se dessécher.



↑ Tardigrades vus sous un microscope.

Exercice – Déclenchement de l'anhydrobiose

- I. Retirez le coussin de mousse de la boîte de Petri. Essorez précautionneusement la mousse et agitez-la au-dessus de la boîte de Petri pour retirer l'excédent d'eau ; faites tomber les tardigrades qui s'accrocheraient encore à la mousse.
- II. Utilisez votre microscope à un grossissement de x 20 ou une loupe de minéralogiste d'un grossissement de x 10 pour rechercher les tardigrades. Éclairez-la boîte par le côté avec la lampe et placez la boîte de Petri sur le carton noir pour augmenter le contraste.
- III. Dans l'espace ci-dessous, dessinez le tardigrade tel que vous le voyez dans votre microscope.



- IV. Utilisez une pipette pour extraire le tardigrade de la boîte de Petri et pour le transférer dans une petite boîte transparente. Répétez l'opération au moins 4 fois.
- V. Avec le microscope, vérifiez que le tardigrade a été transféré avec succès.
- VI. Rangez les petites boîtes pour la nuit dans un emplacement chaud et sec pour que la dessiccation soit lente.
- VII. Finalisez votre plan sur la manière dont vous examinerez les capacités de survie de votre/vos tardigrade(s) et faites-le approuver par votre professeur.

→ Activité 3 : Sont-ils résistants ?

Dans cette activité, vous exposerez vos échantillons de tardigrades à des conditions environnementales extrêmes comme vous le proposez dans votre plan d'expérience.

Santé et sécurité

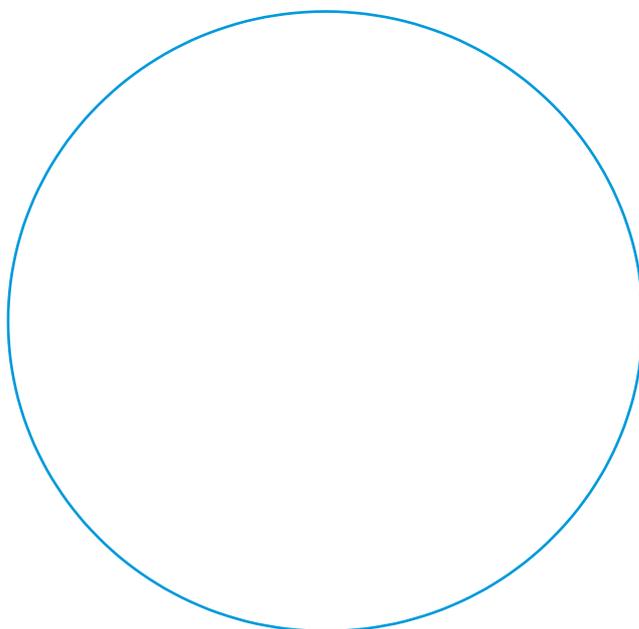
Des produits chimiques et de l'eau à haute température seront utilisés dans le cadre de ces expériences. Suivez toutes les directives de sécurité de votre école.

Veuillez consulter les fiches de données de sécurité des produits chimiques.

Exercice - Réalisation des expériences

Avant de démarrer cet exercice, vous devrez décider quelle(s) condition(s) environnementale(s) vous souhaitez simuler et planifier la manière dont vous créez ces conditions dans votre laboratoire.

- I. Observez vos échantillons sous votre microscope afin de vous assurer que les tardigrades sont dans leur état de tonnelet.
- II. Utilisez la place sur la droite pour dessiner le tardigrade (dans son état de tonnelet) tel que vous le voyez dans votre microscope.
- III. Préparez le matériel et/ou les solutions chimiques dont vous aurez besoin pour simuler l'environnement extrême (exemples : chaleur, froid, milieu acide, milieu alcalin, radiation, salinité, vide).
- IV. Examinez différents cas extrêmes d'une condition unique c.-à-d. si votre test concerne la chaleur, essayez d'exposer chaque tardigrade à une température différente, par ex. 40 °C, 60 °C, 80 °C. Vous pourrez ainsi trouver les limites possibles aux capacités de survie des tardigrades.
- V. Exposez les tardigrades pendant une durée de temps définie (assurez-vous qu'elle soit constante pour tous les tests).
- VI. Notez toutes vos observations pendant cette procédure.
- VII. Sous le microscope, vérifiez si votre tardigrade est en vie et bouge ou s'il est encore dans l'état de tonnelet. S'il est en vie et s'il n'est pas en difficultés, vous pouvez passer à l'étape X. Si le tardigrade est encore dans son état de tonnelet, dans un environnement extrême et en difficultés, passez à l'étape VIII.
- VIII. Ouvrez la boîte et avec une pipette déposez **précautionneusement** une goutte d'eau sur chacun de vos échantillons.
- IX. Fermez la boîte en veillant à garder la goutte d'eau au centre.
- X. Utilisez le microscope pour observer ce qui se passe. Essayez d'utiliser une lampe à lumière froide si possible car à ce stade, l'exposition à une chaleur excessive pourrait gâcher vos résultats.
- XI. Notez vos résultats et remplissez le compte rendu d'investigation en laboratoire pour cette expérience.



À la fin de votre expérience, déposez les tardigrades à nouveau dans un échantillon de mousse humide et replacez-les dans leur environnement naturel.

→ **Compte rendu d'investigation**

Titre : _____

But : _____

Hypothèse :

Méthode :

Résultats :

Échantillon	Condition(s) environnementale(s)		Tardigrades en vie		Observations*
	État initial	Final	État initial	Final	
Contrôle					

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

Discussion :

Conclusion :

→ **Activité 4 : Des tardigrades dans l'espace****Le saviez-vous ?**

En 2020, l'ASE lancera en collaboration avec l'agence spatiale russe (Roscosmos) le rover ExoMars baptisé « Rosalind Franklin ». Le but principal du programme ExoMars est de savoir si la vie a autrefois existé sur Mars en atterrissant sur un site où l'on pense pouvoir trouver du matériau organique bien préservé, datant notamment des premiers temps de la planète. Le rover emporte une foreuse pour collecter des échantillons jusqu'à une profondeur de 2 mètres sous la surface et pour les analyser avec les instruments de nouvelle génération de son laboratoire embarqué.



1. Mars possède une atmosphère très ténue composée essentiellement de CO_2 . On est sûr qu'il y avait autrefois un océan d'eau sur Mars et que celui-ci a disparu au fil de l'évolution de la planète. Actuellement, rien ne prouve que de l'eau liquide s'écoule sur sa surface. Les températures varient entre $-153\text{ }^\circ\text{C}$ et $20\text{ }^\circ\text{C}$.

- a. À votre avis, les tardigrades pourraient-ils survivre sur Mars ? Pourquoi ?

- b. La surface de Mars est très sèche depuis de nombreux milliers d'années. Le niveau de radiations sur Mars est bien plus élevé que sur la Terre. Est-ce que cela pose un problème pour la possible survie de tardigrades sur Mars ? Pourquoi ?

- c. Quel genre de précaution doit-on prendre pour éviter la contamination croisée des échantillons ?

- d. Pensez-vous que le rover ExoMars pourra apporter une réponse à la question de savoir si la vie a autrefois existé sur Mars ?

→ 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

Missions de l'ASE

Tardigrades dans l'espace (TARDIS) sur la mission orbitale Foton-M3 de l'ASE :

esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space

Exploration de Mars par des robots :

exploration.esa.int/mars

Protection planétaire : éviter que des microbes ne voyagent dans l'espace

esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space

Informations additionnelles

Recherche de signes de vie sur Mars

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

Ten things you did not know about 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

Ted-Ed : Les tardigrades

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

La vie dans des milieux extrêmes

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