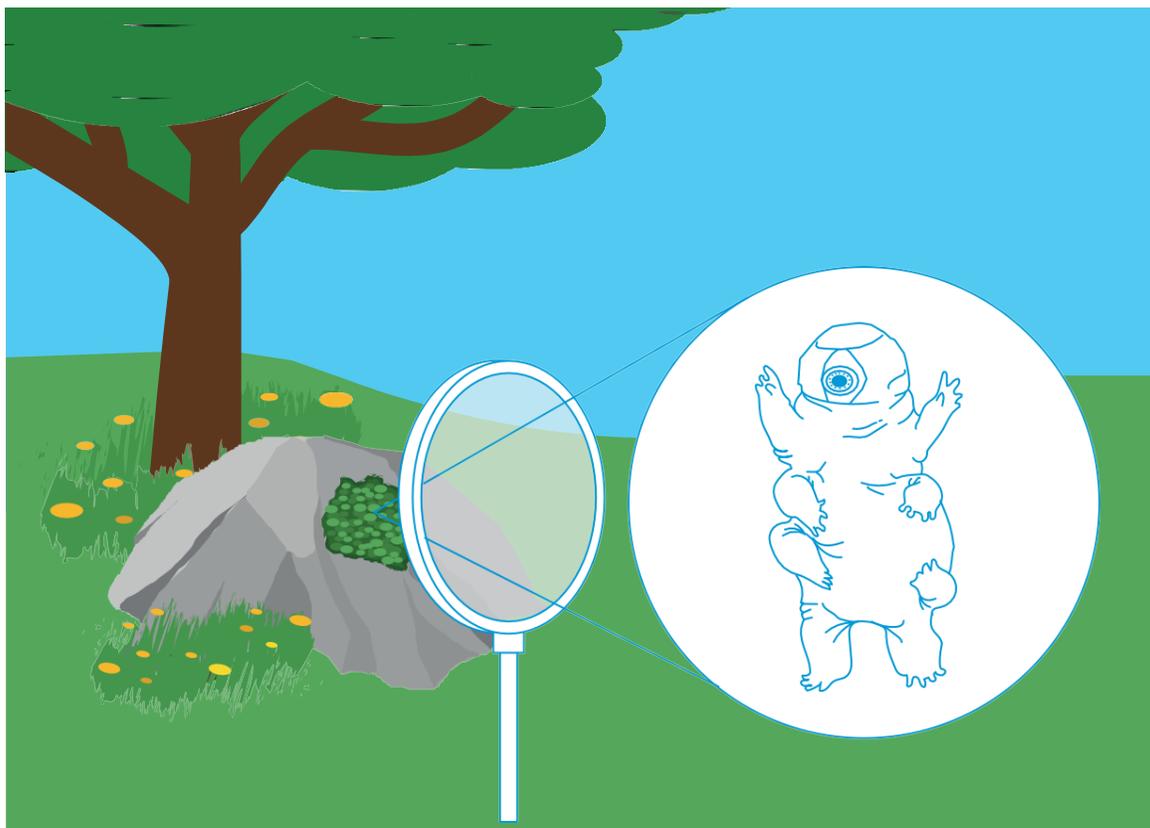
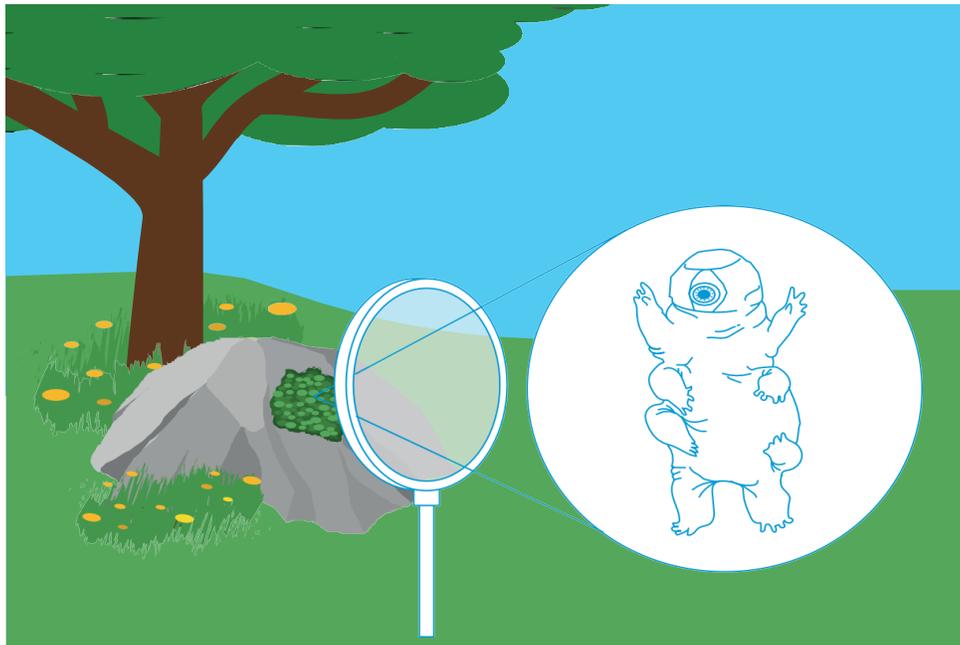


# Enseigner avec l'espace

## → Les oursons d'eau

Expériences de laboratoire avec des tardigrades





## Guide de l'enseignant

Quelques faits	Page 3
Résumé des activités	page 4
Activité 1: Collecter les tardigrades	page 5
Activité 2: Endormir les tardigrades	page 6
Activité 3: Que peuvent-ils endurer?	page 7
Activité 4: Les Tardigrades dans l'espace	page 10
Fiches élèves	page 13

Enseigner avec l'espace – Les ours de l'espace | B10  
[www.esa.int/education](http://www.esa.int/education)

The ESA Education Office attend vos retours et commentaires  
[teachers@esa.int](mailto:teachers@esa.int)

Traduite par ESERO Belgium  
[eserobelgium.be](http://eserobelgium.be)

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

## → Les oursons d'eau

### Quelques faits

**Sujet :** Biologie

**Tranche d'âge :** 12-16 ans

**Type :** activités de laboratoire

**Difficulté :** élevée

**Temps nécessaires:** 2 heures et 20 minutes

**Coût :** moyen (10-30 euros)

**Lieu :** laboratoire de l'école

**Mots-clés:** Biologie, Cryptobiose, Anhydrobiologie, Rayonnement cosmique, Tardigrade.

### Description

Dans cette série d'activités expérimentales, les élèves étudieront les capacités de survie des tardigrades, aussi appelés oursons d'eau. Ils étudieront comment ils peuvent capturer des oursons d'eau et quelles conditions extrêmes ils peuvent simuler en laboratoire. Ils exposeront les oursons ramassés à ces conditions extrêmes et en viendront à une conclusion sur les environnements dans lesquels ils peuvent survivre. Le but de cette ressource est de tester la résistance des tardigrades aux conditions environnementales extrêmes et de relier leur capacité de survie à l'environnement spatial.

Avant de commencer cette activité, nous vous suggérons de compléter l'activité "La vie peut-elle survivre dans un environnement alien ?" qui fournit une introduction à la vie dans des environnements extrêmes.

### Learning objectives

- Apprendre à connaître les tardigrades et les conditions extrêmes dans lesquelles ils peuvent survivre.
- Apprendre sur la cryptobiose et comment cela aide les tardigrades à survivre.
- Étudier les effets de la modification d'une variable dans un système.
- Effectuer des expériences de manière appropriée, en tenant compte de la manipulation correcte des appareils, de l'exactitude des mesures et des considérations de santé et de sécurité.

## → Résumé des activités

Résumé des activités					
	Titre	Description	Objectifs	Prérequis	Temps
1	Collecter les tardigrades	Collecte des tardigrades dans la mousse ou les lichens.	Suivez une procédure expérimentale pour collecter les tardigrades. Planifier une investigation expérimentale.	Achèvement de l'activité "La vie peut-elle survivre dans un environnement alien ?" est conseillé.	30 minutes + une nuit
2	Endormir les tardigrades	Transfert des tardigrades des boîtes de pétri vers les petits conteneurs et stockage dans un endroit sec. L'eau devrait se dessécher et l'anhydrobiose devrait être induite.	Faire des observations à l'aide de microscopes. Savoir identifier les tardigrades et induire l'anhydrobiose.	Réalisation de l'activité 1.	30 minutes +une nuit
3	Que peuvent-ils endurer ?	Avec les tardigrades en anhydrobiose, les élèves peuvent tester leur résistance à différentes conditions extrêmes.	Mener une expérience pour étudier 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 sur Terre et sur Mars.	Comprendre que l'espace est un environnement très hostile et que la vie ne survivrait probablement pas dans ces conditions extrêmes.	Aucun	20 minutes

## → **Activité 1 : Collecter les tardigrades**

Dans cette activité, les élèves apprendront comment et où ils peuvent collecter les tardigrades. Ils réaliseront ces étapes et prépareront des échantillons de tardigrades pour les activités suivantes.

### **Matériel**

- Feuille de travail imprimée pour chaque groupe
- Échantillon de mousse ou de lichen pour chaque groupe
- Eau du robinet ou eau distillée
- 1 boîte de Pétri pour chaque groupe

### **Exercice 1 – Trouver les tardigrades**

En guise d'introduction, donnez un aperçu des propriétés des tardigrades et discutez des conditions extrêmes que les organismes peuvent rencontrer et auxquelles ils peuvent survivre sur Terre et dans l'espace ou demandez aux élèves de faire une recherche indépendante.

Les tardigrades peuvent être collectées à partir d'échantillons de mousses ou de lichens. La collecte de mousse peut être faite par l'enseignant ou par les élèves en suivant les instructions des fiches élèves. Après le ramassage, la mousse doit sécher complètement avant d'être préparée pour le ramassage des tardigrades.

### **Exercice 2 - Préparer les échantillons de mousse**

Divisez la classe en paires ou en groupes de 3. Les élèves doivent choisir un coussin de mousse qui s'adapte parfaitement à la boîte de pétri dont ils disposent et élimine la plupart des particules de terre et de saleté. Ils devraient ensuite compléter la procédure dans leur fiche de travail.

### **Exercice 3 – Planifier vos expériences**

Les élèves doivent planifier comment ils vont tester les capacités de survie des tardigrades. On demande aux élèves d'énumérer trois conditions environnementales extrêmes dans lesquelles les tardigrades peuvent survivre.

Voici des exemples de réponses qu'ils peuvent trouver :

- Températures extrêmes
- Pas d'air (conditions atmosphériques différentes)
- Niveaux de radiation élevés
- Pas d'eau liquide
- Salinité élevée
- pH extrême

Discutez des expériences qu'ils s'apprêtent à faire. Réfléchissez :

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

Les élèves doivent remplir les sections titre, objectif, hypothèse et méthode du *rapport d'enquête* dans leur fiche de travail.

## → Activité 2 : Endormir les tardigrades

Dans le cadre de cette activité, les élèves transfèrent leurs tardigrades dans de petits contenants et provoquent l'anhydrobiose en les laissant se dessécher. Les élèves doivent comprendre que les tardigrades entrent dans un nouvel état métabolique, en réponse aux conditions environnementales défavorables. Il est essentiel que les tardigrades entrent dans cet état pour survivre à ces conditions environnementales extrêmes.

### Matériel (par groupe)

- Feuille de travail imprimée pour chaque groupe
- Microscope et/ou loupe
- Petit récipient transparent
- Pipettes
- Boîte de Pétri avec mousse trempée (de l'activité 1)
- Carton noir ou similaire à placer sous le récipient pour améliorer le contraste
- Torche

### Exercice 1 : induire l'anhydrobiose

Dans cet exercice, les élèves devront utiliser un petit récipient transparent, comme une boîte à monnaie ou similaire. Le récipient doit avoir des parois transparentes, comme du verre.

Il est conseillé que le professeur prépare quelques tardigrades avant la leçon au cas où certains groupes ne pourraient pas en extraire de leur mousse. Si les élèves n'ont pas pu trouver de tardigrades, vous pouvez discuter de la raison pour laquelle ils n'en ont pas trouvé ? Ont-ils ramassé le mauvais type de mousse ?

En paires, les élèves doivent suivre les instructions de la fiche de travail de l'élève pour induire l'anhydrobiose en vue de tester les capacités de survie des retardataires. Montrez des photos de tardigrades vues au microscope pour que les élèves sachent ce qu'ils cherchent. Après avoir pressé la mousse, demandez aux élèves d'observer leurs échantillons avec un microscope ou une loupe. Ils devraient dessiner leur(s) tardigrade(s) sur leur feuille de travail.

Ensuite, les élèves devront transférer le(s) tardigrade(s) dans leur(s) petit(s) contenant(s). L'eau résiduelle devrait s'évaporer lentement, par exemple 6 à 7 heures, le contenant étant presque complètement fermé. Une évaporation plus rapide tuerait les tardigrades.

Avant de passer à l'activité 3, les élèves doivent réviser leur plan expérimental.

## → Activité 3 : Que peuvent-ils endurer? Réalisation des expériences

Les élèves exposeront les échantillons séchés à différentes conditions, en simulant des environnements extrêmes.

### Matériel

- Petit(s) contenant(s) transparent(s) avec 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 de salinité à concentrations variables
- Solutions de différents niveaux de pH
- Microscopes et/ou loupe

### Santé & Sécurité

Dans le cadre de ces expériences, des produits chimiques et de l'eau à haute température seront utilisés. Veuillez-vous assurer de permettre une utilisation sûre de ces produits en vous basant sur les expériences des élèves, les directives de sécurité et les directives légales de votre école et l'équipement disponible.

Pour les produits chimiques, veuillez-vous référer aux fiches de données de sécurité.

### Exercice – Réalisation des expériences

Chaque paire doit prélever ses échantillons de l'activité 2 et observer les tardigrades à l'aide du microscope ou de la loupe. Un facteur de grossissement de 10x est suffisant. À ce grossissement, les élèves devraient être en mesure d'identifier certaines des principales caractéristiques du tardigrade. Demandez-leur de dessiner à quoi ressemble le tardigrade.

Les élèves doivent maintenant préparer leurs expériences. En plus des différentes expériences, chaque groupe devrait avoir un échantillon témoin qui sera simplement réanimé avec de l'eau du robinet à la fin.



↑ Tardigrade à l'état endormi

## Comment mener les expériences

Les élèves doivent consigner leurs observations tout au long de l'expérience. Assurez-vous que le temps d'exposition reste constant tout au long de l'expérience.

Aidez les élèves à relier les conditions expérimentales à des exemples réels, par exemple les températures extrêmes sur la Lune peuvent varier de 123 °C le jour à -233 °C la nuit.

### 1. Chaleur

Les élèves mettent une goutte d'eau chaude sur l'échantillon séché. L'eau devrait enlever les tardigrades de l'état endormi, mais en raison de la température élevée de l'eau, les tardigrades seront également soumis à un stress énorme. Lorsque l'eau a refroidi, les élèves devraient observer les échantillons et enregistrer le comportement du tardigrade. Au lieu de l'eau chaude, les élèves pourraient aussi utiliser une lampe chauffante ou un incubateur à œufs pour ce test.

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

### 2. Froid

Mettez votre échantillon au congélateur et/ou au réfrigérateur pendant plusieurs heures ou toute la nuit, si possible à des températures différentes, par exemple en utilisant des réfrigérateurs, des congélateurs ou de la glace sèche différents. Après que les échantillons aient été exposés au froid, les élèves doivent les sortir de leur état de sommeil.

**Exemple de conditions de température à tester : < -79°C (glace sèche), -18°C (congélateur), 0°C (eau gelée), 5°C (réfrigérateur)**

Cette discussion pourrait être élargie pour demander aux élèves de réfléchir et d'énumérer les 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, répondre à son environnement, s'adapter à son milieu).

### 3. Salinité

Préparer des solutions de salinité différente. Les élèves doivent ajouter une goutte de la solution à leurs échantillons et observer leur comportement. L'eau de la solution devrait faire sortir les tardigrades de l'état de sommeil, mais en raison de la salinité de l'eau, les tardigrades seront soumis à un stress énorme. Une fois l'expérience terminée, les élèves devraient faire revivre les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

On croit que certaines des lunes de Jupiter et de Saturne abritent des océans d'eau salée sous la surface.

**Exemples de conditions de salinité à tester: 0,9 % – solution isotonique, ±3.5% - Océan Atlantique, ±34% - Mer Morte, ±43 % - Gaet'ale Pond : étendue d'eau la plus salée de la Terre**

### 4. Acidité

#### Santé & Sécurité

L'enseignant doit superviser cette expérience. Elle comprend la manipulation de solutions ayant un pH extrême.

Préparez des solutions avec différents niveaux de pH ; les élèves devraient ajouter une goutte à leurs échantillons et observer leur comportement. La goutte devrait induire le mécanisme de réveil, mais en raison du niveau de pH de l'eau, les tardigrades seront soumis à un stress énorme.

Après que les échantillons ont été exposés aux différents niveaux de pH, les élèves devraient raviver les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

On trouve une vaste gamme de conditions de pH dans tout notre système solaire, depuis les nuages acides de Vénus et les lacs acides d'Europe jusqu'aux roches alcalines de notre planète voisine Mars.

**pH 3 à 5 – environnement acide**

**pH 9 à 11 – environnement alcalin**

**pH 7 – échantillon de contrôle**

## 5. Radiation

Pour simuler l'impact d'un rayonnement élevé dans les échantillons, les élèves doivent placer leurs échantillons dans un four à micro-ondes. Les micro-ondes émettent des niveaux de rayonnement beaucoup plus faibles que dans l'espace, mais elles peuvent servir d'exemple pour cette expérience. Les micro-ondes chauffent également les tardigrades, pour éviter cela, un gobelet d'eau peut être placé à l'intérieur du four à micro-ondes en même temps pour absorber la chaleur. Faites attention lorsque vous retirez l'eau car elle sera chaude.

Ils devraient faire varier l'intensité du rayonnement, mais le temps d'exposition devrait être le même dans tous les cas. Nous suggérons de commencer l'expérience en exposant l'échantillon pendant 30 secondes.

Après que les échantillons ont été exposés à la radiation, les élèves devraient réanimer les tardigrades en ajoutant une goutte d'eau du robinet.

L'atmosphère terrestre nous protège de la plupart des radiations cosmiques nocives. De nombreux corps du système solaire, comme notre Lune, ne nous protègent pas contre ces dangereux rayonnements. C'est quelque chose qui est surveillé de près à bord de la Station spatiale internationale (ISS) pour assurer la santé et la sécurité des astronautes qui y vivent.

**Exemple de conditions de radiation à tester: faible ( $\pm 100\text{W}$ ), moyenne ( $\pm 400\text{W}$ ), élevée ( $\pm 800\text{W}$ ).**

Après avoir terminé leurs expériences, les élèves doivent observer leurs échantillons, noter si les tardigrades sont vivants et en mouvement ou s'ils sont encore dans leur état endormi. Certains tardigrades peuvent avoir déjà été réanimés, selon l'expérience effectuée. Les élèves devraient prendre note de leurs résultats et remplir un rapport d'enquête pour leur expérience. Un modèle de rapport se trouve dans leur fiche de travail.

## → Activité 4 : Les tardigrades dans l'espace

Les élèves feront le lien entre les expériences qu'ils ont réalisées et la recherche de la vie ailleurs dans l'Univers

### Matériel

- Fiches élèves

### Résultats

Comparé à la Terre, Mars a un environnement très extrême. Elle a une atmosphère très mince, riche en dioxyde de carbone, qui n'offre pas de protection contre les radiations. La pression atmosphérique est très basse. L'eau liquide est instable à la surface. Malgré ces conditions difficiles, il y a quelques micro-organismes terrestres qui pourraient survivre sur Mars. Les Tardigrades seraient probablement capables de survivre aux conditions environnementales de Mars pendant une courte période, mais ils ne pourraient pas prospérer dans ces conditions. Les Tardigrades ne survivent pas bien lorsqu'ils sont exposés à des niveaux élevés de rayonnement UV, de sorte qu'ils auraient besoin d'une certaine forme de protection pour survivre longtemps sur Mars.

Le rover ExoMars pourra, pour la première fois, forer jusqu'à une profondeur maximale de 2 mètres sous la surface de Mars. Si la vie a existé sur Mars dans le passé, alors qu'il y faisait peut-être plus chaud et plus humide, ce serait l'endroit idéal pour en trouver des traces car elle serait protégée de l'environnement hostile de la surface.

Les agences spatiales doivent s'assurer qu'elles ne ramènent sur Terre aucun objet nuisible provenant d'autres mondes. En même temps, elles doivent s'assurer qu'elles n'introduisent pas de contamination biologique terrestre sur d'autres planètes et lunes qui ont un potentiel de vie passée ou présente. Les missions spatiales prennent plusieurs précautions pour éviter la contamination croisée, les missions spatiales sont préparées dans des laboratoires extrêmement propres et elles ont l'obligation juridique de respecter les contraintes de protection planétaire.

### Discussion

Discutez de la nécessité d'utiliser un échantillon témoin et de l'idée d'un test objectif. À partir de là, vous devriez élargir la discussion pour inclure l'importance de ne changer qu'une variable à la fois pour isoler l'effet de cette seule variable. Discutez des raisons pour lesquelles il s'agit d'une expérience importante et intéressante. Que pouvons-nous apprendre de cette expérience ? Guidez les élèves sur la possibilité que la vie survive dans des conditions extrêmes, surtout dans l'espace. Expliquez clairement aux élèves qu'aucune vie n'a été trouvée ailleurs que sur Terre et que cette expérience ne donne que quelques idées des conditions que les tardigrades sont capables d'endurer.

Si l'expérience a bien fonctionné et que les élèves ont pu faire revivre leurs tardigrades, vous pouvez discuter des conséquences de ces résultats. Quelles sont les conditions dont nous croyons normalement que la vie a besoin ? Pensons-nous toujours qu'elle a besoin de ces conditions ? Vous pouvez également discuter d'autres conditions dans lesquelles vous pensez que les tardigrades pourraient survivre et comment vous pourriez prolonger/améliorer cette expérience.

Si les élèves n'ont pas pu faire revivre leurs tardigrades, discutez des raisons pour lesquelles cela pourrait être le cas. Discutez des limites possibles de la tolérance des tardigrades aux conditions extrêmes. Ils ont une endurance incroyable mais ne peuvent pas tout survivre. Que signifie la découverte des tardigrades pour la recherche de la vie ailleurs dans le système solaire ?

Vous pouvez aussi discuter de la possibilité qu'il y ait d'autres formes de vie aussi résistantes que les tardigrades. Les graines de laitue et le lichen ont également survécu à l'exposition à l'espace lors de missions de l'ESA, qu'est-ce qui pourrait survivre dans l'espace ?

Si les élèves ont terminé l'activité "La vie peut-elle survivre dans des environnements aliens ?" Avant cette activité, demandez aux élèves si leur opinion sur les endroits où la vie pourrait survivre dans le système solaire a changé. Ils peuvent réviser les fiches d'information sur le système solaire et présenter une décision plus éclairée et la relier à la méthode scientifique.

## → Conclusion

Les élèves devraient comprendre ce que sont les tardigrades et les conditions dans lesquelles ils peuvent survivre. Ils devraient savoir où trouver des tardigrades, comment les ramasser et comment étudier leurs capacités de survie d'une manière sûre et scientifiquement appropriée. Les élèves devraient se rendre compte que les tardigrades survivent dans ces environnements difficiles, mais qu'ils n'y fonctionnent pas et n'y prospèrent pas.

De plus, les élèves devraient réaliser qu'il est important d'avoir une compréhension complète des conditions dans lesquelles la vie peut survivre pour aider à comprendre la vie et ses origines sur notre propre planète ainsi que pour aider à la recherche de la vie sur d'autres mondes.

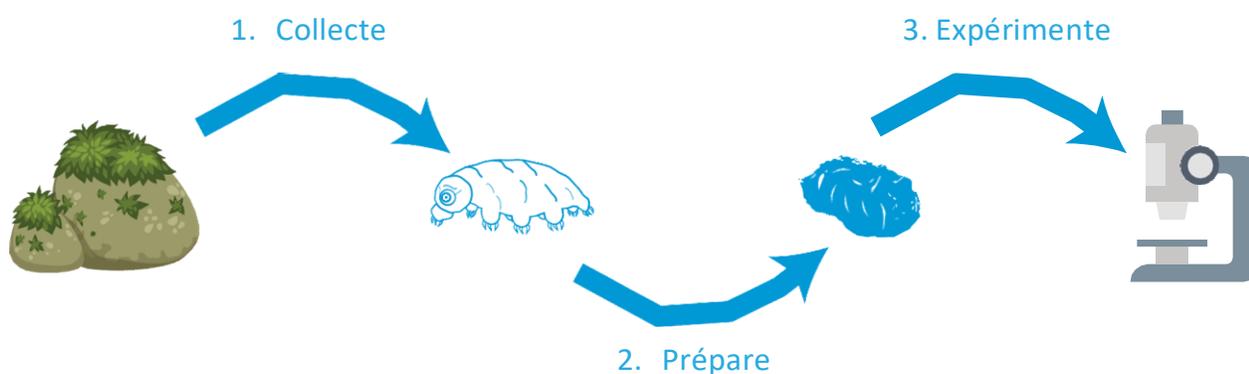
## → Les oursons d'eau

### Expériences de laboratoire avec des tardigrades

#### → Introduction

La découverte d'organismes capables de supporter des conditions extrêmes sur Terre, semblables à celles que l'on trouverait dans l'espace, a rendu plus plausible la recherche de la vie en dehors de notre planète. L'astrobiologie cherche à identifier l'origine de la vie sur 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 d'étudier si la vie terrestre pourrait survivre aux conditions difficiles de l'espace.



Les tardigrades, ou " oursons d'eau ", sont des parents proches des arthropodes (insectes et crustacés) que l'on trouve souvent dans les mousses et lichens humides où il y a beaucoup d'eau. Ce sont de très petits animaux à huit pattes ne mesurant pas plus de 1,5 mm de long, ce qui les rend pratiquement impossibles à voir à l'œil nu. Certaines espèces de tardigrades sont réputées pour leurs capacités de survie uniques. On a constaté qu'ils peuvent survivre à des températures allant jusqu'à 150 °C et aussi basses que -272 °C, à des niveaux élevés de radiation, à des niveaux de pH extrêmes, à la dessiccation, au vide de l'espace et à des niveaux élevés d'oxygène.

Lorsqu'ils sont gravement déshydratés (conditions sèches), les tardigrades entrent dans un état d'anhydrobiose. Dans cet état, l'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. Elles peuvent être rétablies de cet état en entrant à nouveau en contact avec l'eau et continueront leur vie normalement.

## → Activité 1 : Collecter les tardigrades

Dans cette activité, tu recueilleras des tardigrades de mousse ou de lichens dans ta région et tu prépareras ton plan d'expérience.

### Exercice 1 – trouver les tardigrades

T Les tardigrades se trouvent dans les échantillons de mousses ou de lichens. Pour les récolter, il faut trouver des coussins de mousse séchée au soleil dans des roches blanches, sur des murs en pierre naturelle ou sur des tuiles en terre cuite. Beaucoup de tardigrades préfèrent les pierres calcitiques car elles ont besoin d'un peu de calcite pour construire leurs dents. Les mousses des forêts sont moins appropriées car la plupart des tardigrades préfèrent les mousses qui deviennent complètement sèches après quelques jours. Évitez les mousses malodorantes et humides en permanence. Les oursons d'eau aiment les mousses qui sont exemptes de bactéries et de champignons.



Figure A1

↑ La mousse qui pousse sur les pierres est idéale pour trouver des oursons d'eau.

1. Les tardigrades se trouvent souvent sur des mousses et des lichens humides. Où, dans votre région, pourriez-vous trouver des tardigrades ?

---



---



---

2. Recueillez un échantillon de mousse (ou de lichens) qui, selon vous, pourrait avoir des tardigrades. Conservez les mousses collectées de manière à ce qu'elles puissent sécher complètement, par exemple en les exposant à la lumière directe du soleil ou en les conservant dans des sacs en papier dans un endroit sec.

## Exercice 2 – Préparation des échantillons de mousse

Dans votre groupe, vous devez essayer de collecter des tardigrades à partir de votre échantillon de mousse (ou de lichens). Suivez les instructions ci-dessous :

- I. Placez le coussin de mousse à l'envers dans la boîte de Pétri et remplissez d'eau du robinet ou d'eau désionisée. La mousse devrait commencer à absorber l'eau.
- II. Continuez à ajouter de l'eau jusqu'à ce que la mousse soit saturée (c'est-à-dire qu'elle n'absorbe plus d'eau) et assurez-vous qu'il reste encore quelques millimètres d'eau dans la boîte de pétri. Ajoutez de l'eau si nécessaire.
- III. Étiqueter la boîte de pétri avec vos noms et laisser reposer toute la nuit.



↑ Échantillon de lichens dans la boîte de pétri.

## Exercice 3 – Planification de vos expériences

1. Énumérez 3 conditions environnementales extrêmes dans lesquelles les tardigrades peuvent survivre.

---



---



---

2. Planifiez une expérience pour tester la résilience du tardigrade à l'une des conditions environnementales que vous avez énumérées à la question 1. Remplissez les sections titre, objectif, hypothèse et méthode du modèle de rapport.

---



---



---



---



---



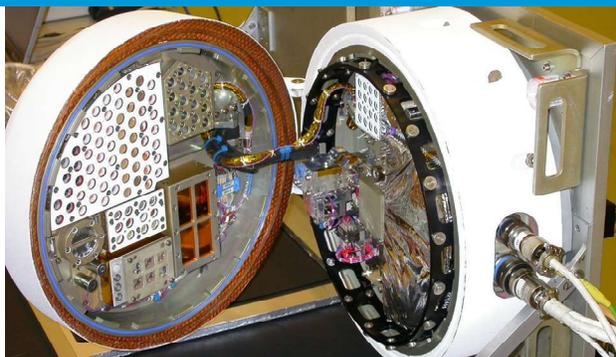
---



---

## Le saviez-vous ?!

En 2007, dans le cadre de l'expérience Tardigrades in Space (TARDIS) de l'ESA, 3000 tardigrades ont été emportés dans l'espace. Ils ont été exposés au vide spatial pendant 12 jours où ils ont subi une déshydratation extrême en même temps que des niveaux élevés de rayonnement cosmique et ont survécu !



## → Activité 2 : Endormir les tardigrades

Avant de procéder à votre expérience, vous devrez déclencher l'état de sommeil des tardigrades. Dans cette activité, vous transférez vos tardigrades dans de petits récipients et vous induirez l'anhydrobiose en les laissant se dessécher.

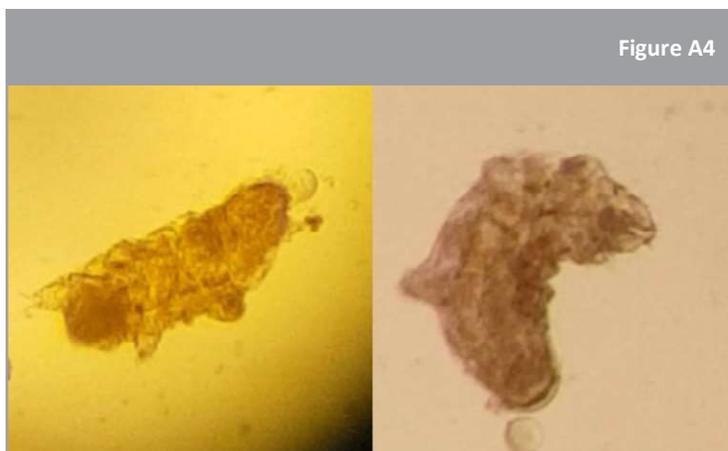
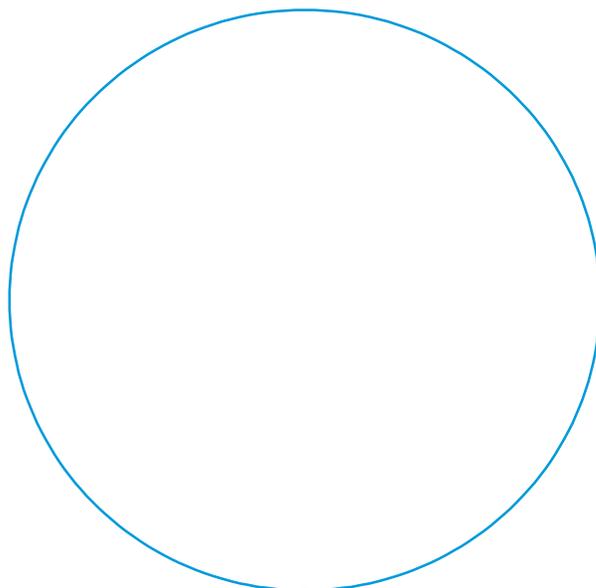


Figure A4

↑ Tardigrades vus au microscope

## Exercice : Induire l'anhydrobiose

- I. Retirez le coussin de mousse de la boîte de pétri. Pressez et secouez doucement la mousse sur votre boîte de pétri pour enlever l'excès d'eau et secouez les tardigrades encore accrochés à la mousse.
- II. Utilisez votre microscope à un grossissement de 20 fois, ou la loupe du minéralogiste à un grossissement de 10 fois, pour rechercher les tardigrades. Eclairez par le côté et placez la boîte de pétri sur un carton noir pour augmenter le contraste.
- III. Utilisez l'espace ci-dessous pour dessiner ce à quoi ressemblent les tardigrades à travers votre microscope.



- IV. Utiliser une pipette pour extraire un tardigrade de la boîte de pétri et le transférer dans un petit récipient transparent. Répéter l'opération au moins 4 fois.
- V. Utilisez votre microscope pour vérifier que le transfert du tardigrade a été effectué avec succès.
- VI. Entrez vos petits contenants dans un endroit chaud et sec pendant la nuit pour qu'ils se dessèchent lentement.
- VII. Finalisez votre plan sur la façon dont vous allez étudier les capacités de survie de votre ou vos tardigrades et faites-le approuver par votre professeur.

## → Activité 3 : Que peuvent-ils endurer?

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

### Santé & Sécurité

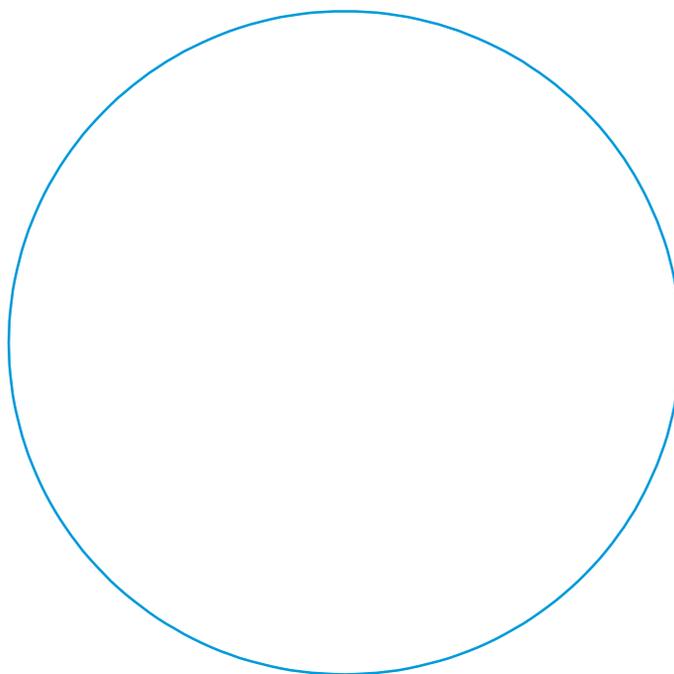
Dans le cadre de ces expériences, des produits chimiques et de l'eau à haute température seront utilisés. Suivez toutes les consignes de sécurité de votre école.

Pour les produits chimiques, veuillez vous référer aux fiches de données de sécurité.

### Exercice - Performing the experiments

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

- I. Utilisez votre microscope pour observer vos échantillons en vous assurant que les tardigrades sont à l'état d'accord.
- II. Utilisez l'espace pour dessiner ce à quoi ressemble le tardigrade (dans son état tun) à travers votre microscope.



- III. Préparez l'équipement et/ou les solutions chimiques dont vous aurez besoin pour simuler le ou les environnements extrêmes que vous aurez choisis (exemples : chaleur, froid, acide, alcalin, rayonnement, salinité, vide).

- IV. Vous devez étudier les différentes extrémités d'une même condition, c'est-à-dire que si vous étudiez la chaleur, essayez d'exposer chaque tardigrade à une température différente, par exemple 40 °C, 60 °C, 80 °C. Cela vous aidera à trouver les limites possibles des capacités de survie du tardigrade.
- V. Exposez les tardigrades pendant une durée déterminée (assurez-vous que cette durée est constante pour tous les tests).
- VI. Notez toutes les observations faites au cours de ce processus.
- VII. Utilisez votre microscope pour voir si votre tardigrade est vivant et en mouvement ou encore à l'état de sommeil. S'il est vivant et non en détresse, vous pouvez passer à l'étape X. Si le retardataire est toujours dans son état de sommeil ou dans un environnement extrême et en détresse, passez à l'étape VIII.
- VIII. Ouvrez le contenant et, à l'aide d'une pipette, déposez doucement une goutte d'eau sur chacun de vos échantillons.
- IX. Fermez le récipient en prenant soin de garder la goutte d'eau au centre.
- X. Utilisez votre microscope pour observer ce qui se passe. Essayez d'utiliser une lampe froide dans la mesure du possible, car une exposition à une chaleur excessive à ce stade pourrait ruiner vos résultats.
- XI. Enregistrez vos résultats et remplissez votre rapport de laboratoire.

À la fin de votre expérience, remplacez les tardigrades dans un échantillon de mousse humide et remettez-les dans leur milieu naturel.

→ Rapport de laboratoire

Titre : \_\_\_\_\_

Objectif : \_\_\_\_\_

Hypothèses : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Méthode :**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Résultats:**

Echantillon	Conditions environnementales		Tardigrades vivant		Observations*
	Initial	Final	Initial	Final	
Contrôle					

\* 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 ". L'objectif premier du programme ExoMars est de répondre à la question de savoir si la vie a jamais existé sur Mars en se posant sur un site présentant un fort potentiel de découverte de matériaux organiques bien préservés, en particulier depuis les tout débuts de l'histoire de la planète. Il emportera une foreuse pour prélever des échantillons jusqu'à une profondeur de 2 mètres et les analyser avec des instruments de nouvelle génération dans un laboratoire embarqué.



1. Mars a une atmosphère peu dense composée principalement de  $\text{CO}_2$ . Il est prouvé que dans le passé, il y avait un océan d'eau sur Mars, qui a disparu avec l'évolution de la planète. Actuellement, il n'y a aucune preuve que de l'eau liquide coule à la surface. Les températures varient entre  $-153\text{ }^\circ\text{C}$  et  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .

a) Pensez-vous que les tardigrades pourraient survivre sur Mars ? Pourquoi ?

---

---

---

b) Les conditions à la surface de Mars sont très sèches sur plusieurs dizaines de milliers d'années. Mars est aussi exposée à des niveaux de radiation beaucoup plus élevés que sur Terre. Est-ce que cela pose un problème pour la possibilité que des tardigrades y survivent ? Pourquoi ?

---

---

---

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

---

---

---

d) Pensez-vous que le rover ExoMars sera en mesure de répondre à la question de savoir si la vie a déjà existé sur Mars ?

## → Liens utiles

### Ressources de l'ESA

Could life survive in extreme environments?

[esa.int/Education/Teachers\\_Corner/Could\\_life\\_survive\\_in\\_alien\\_environments\\_-\\_Defining\\_environments\\_suitable\\_for\\_life\\_Teach\\_with\\_space\\_B09](https://esa.int/Education/Teachers_Corner/Could_life_survive_in_alien_environments_-_Defining_environments_suitable_for_life_Teach_with_space_B09)

ESA classroom resources

[esa.int/Education/Classroom\\_resources](https://esa.int/Education/Classroom_resources)

### Missions de l'ESA

Tardigrades in space (TARDIS) on ESA's orbital Foton-M3 mission :

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_Spaceflight/Research/Tiny\\_animals\\_survive\\_exposure\\_to\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Human_Spaceflight/Research/Tiny_animals_survive_exposure_to_space)

Robotic Exploration of Mars:

[exploration.esa.int/mars](https://exploration.esa.int/mars)

Planetary protection: preventing microbes hitchhiking to space

[esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Planetary\\_protection\\_preventing\\_microbes\\_hitchhiking\\_to\\_space](https://esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Planetary_protection_preventing_microbes_hitchhiking_to_space)

### Autres informations

Searching for signs of life on Mars

[exploration.esa.int/MARS/43608-LIFE-on-mars](https://exploration.esa.int/MARS/43608-LIFE-on-mars)

Ten things you did not know about Mars

[esa.int/Our\\_Activities/Human\\_and\\_Robotic\\_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten\\_things\\_about\\_Mars](https://esa.int/Our_Activities/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/ExoMars/Highlights/Ten_things_about_Mars)

ESA Euronews: Mars on Earth

[esa.int/spaceinvideos/VIDEOS/2018/02/ESA\\_Euronews\\_Mars\\_on\\_Earth](https://esa.int/spaceinvideos/VIDEOS/2018/02/ESA_Euronews_Mars_on_Earth)

Ted-Ed: Meet the tardigrade

<https://www.youtube.com/watch?v=IXND0D3KMSs>

Life in extreme environments

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