

museum



15.10.08 - 30.08.09

Dossier didactique

E.R.: C. PISANI - rue Vautier 29 - 1000 Bruxelles



Les survivants de

X-TREME

© service éducatif

Muséum des Sciences naturelles
rue Vautier 29 - 1000 Bruxelles
www.sciencesnaturelles.be

Table des matières

Pour une agréable visite

- 1. Nous vous proposons... 3
- 2. Encadrement éducatif 3
- 3. Informations pratiques et tarifs 3

Aperçu général de l'exposition

- Introduction : vivre dans des conditions extrêmes 5**
 - 1. Qu'appelle-t-on conditions extrêmes ? 5
 - 2. Le déficit en ressources essentielles 5
 - 3. L'excès d'un paramètre vital 6
 - 4. Adaptations aux conditions extrêmes 6
 - 5. Les avantages de vivre dans un milieu extrême 6
- Plan de la salle 8**
- Espèces présentées dans l'exposition 9**

Contenu de l'exposition

- Jeu d'introduction 10**
- Zone 1. Survivre dans le grand froid 11**
 - 1. Le grand froid 11
 - 2. Mécanismes de défense contre le froid 11
- Zone 2. Vivre dans la chaleur extrême 14**
 - 1. Mécanismes de défense contre la surchauffe 15
- Zone3. Vivre avec peu d'oxygène 17**
 - 1. L'oxygène, clé de l'accès à l'énergie 17
 - 2. Vivre dans une atmosphère raréfiée 18
 - 3. Vivre sans oxygène 18
- Zone 4. Survivre dans la sécheresse extrême 19**
 - 1. L'eau, source de vie 19
 - 2. Survivre dans un environnement avec peu ou pas d'eau 20
- Zone 5. Vivre dans l'obscurité permanente 21**
 - 1. Ne rien voir dans le noir 21
 - 2. Emettre de la lumière dans les ténèbres 23
 - 3. L'énergie chimique à la place de l'énergie solaire 24

Pour en savoir plus

- 1. Sites Web 25**
- 2. Références bibliographiques 26**



Pour une agréable visite...

1. Nous vous proposons...

Notre nouvelle exposition « Les survivants de l'X-TREME » a pour ambition de vous emmener dans les milieux les plus inhospitaliers de la planète. Là où l'homme ne peut se permettre que de brefs séjours, et grâce à une débauche de technologie, certaines plantes et certains animaux ont développé un véritable art de la survie. Ce sont des super-spécialistes qui ont colonisé les zones les plus torrides, les plus froides, qui s'épanouissent dans les milieux les plus secs ou les plus acides, dans ceux dépourvus de lumière ou d'oxygène. A vous d'observer sous la loupe les comportements étonnants ou les adaptations physiologiques remarquables qui leur permettent de telles performances. L'exposition propose également d'expérimenter par vous-même ce que signifie de vivre dans un environnement naturel extrême : toucher le mur de glace, mettre la main dans le tunnel à blizzard, s'orienter dans le noir à la manière d'une chauve-souris, essayer d'étancher la soif d'un chameau ou de grimper en haut de l'Everest... Survivrez-vous à votre visite ?

« Les survivants de l'X-TREME » est principalement destinée à un public jeune de 8 à 15 ans attiré par l'interactivité : voir, sentir, toucher, manipuler et découvrir par soi-même. Elle satisfera également les visiteurs jeunes et moins jeunes dans le cadre d'une visite familiale.

« Les survivants de l'X-TREME » est une réalisation du Muséum en partenariat avec l'Experimentarium de Copenhague et le musée Naturalis de Leiden. Les textes de l'exposition sont trilingues : français, néerlandais, anglais.

2. Encadrement éducatif

Il n'y a pas de visites guidées dans l'exposition même. Nous vous proposons cependant un parcours commenté dans nos salles permanentes présentant des espèces animales et leurs adaptations aux conditions de vie extrêmes. Idéalement en préparation ou complément à la visite libre de l'exposition.

Visite guidée « Adaptations »

Public cible : à partir de P3

Durée : 75 min.

Maximum : 15 personnes / guide

Documents

Le présent dossier didactique ainsi que des questionnaires d'aide à la visite libre sont téléchargeables sur www.sciencesnaturelles.be/educa

3. Informations pratiques et tarifs

Accès

Muséum : rue Vautier 29, B-1000 Bruxelles

Emplacement autocars : Chée de Wavre 260, B-1050 Bruxelles

Train : Gare de Bruxelles-Luxembourg

Métro : Ligne 1, arrêt Maelbeek – Ligne 2 arrêt Trône

Bus : 34 et 80 arrêt Muséum – 38 et 95 arrêt Parnasse

Horaires d'ouverture

Du mardi au vendredi : 9h30 à 16h45

Vacances de Toussaint, Noël, Carnaval et Pâques : 10h00 à 18h00

Samedi et dimanche : 10h00 à 18h00

Jours de fermeture : tous les lundis, le 1^{er} janvier, le 1^{er} mai, le 25 décembre



Tarifs

Entrée à partir de 15 personnes	Jeunes (2-25 ans)	Adultes
<i>Les survivants de l' X-TREME</i>	€ 5	€ 8

Un accompagnant gratuit par groupe de 15 personnes
Entrée gratuite pour les enseignants sur présentation d'un justificatif professionnel

Visite guidée	Jeunes (5-25 ans)	Adultes (en semaine)	Adultes (WE et jours fériés)
15 personnes par guide	€ 35	€ 62	€ 75

Réservations

Obligatoire pour les groupes et uniquement par téléphone au 02 627 42 34

B-excursions

Les groupes peuvent se procurer un ticket d'entrée combiné n° 512 (trajet + entrée X-TREME) dans toutes les gares belges. Attention! Pour utiliser cette formule, il est impératif de réserver préalablement les places au service des réservations au 02 627 42 34, et ensuite de s'adresser à la SNCB pour l'achat des tickets au 065 58 23 62 ou groupes.national@b-rail.be



Aperçu général de l'expo



Introduction: vivre dans des conditions extrêmes

Des forêts vierges aux océans en passant par les déserts et la haute montagne, la vie est présente partout sur la Terre. Mais aussi riche et variée soit-elle, ses possibilités ne sont pas illimitées. Certaines conditions de base sont indispensables à la vie.

1. Qu'appelle-t-on « conditions extrêmes » ?

Toutes les formes de vie sont cohérentes avec leur environnement. Et ceci est particulièrement évident lorsqu'on considère les conditions de vie les plus extrêmes. Aux frontières des possibilités biologiques, on trouve toutes sortes de spécialisations, du comportement extraordinaire aux adaptations physiologiques les plus ingénieuses.



Beaucoup de régions de la terre connaissent des conditions extrêmes

Nous ne pouvons juger de ce que sont des conditions extrêmes qu'au travers de notre propre expérience de vie. En général, ce que nous ressentons comme extrême n'est pas idéal non plus pour les autres organismes. Si dans de telles situations les humains ont besoin de protection et d'outils pour survivre, d'autres organismes possèdent des adaptations 'naturelles' qui leur permettent de résister.

Des circonstances de vie extrêmes surgissent quand il y a un manque ou un surplus dans les ressources vitales de base : eau, température, lumière, oxygène.

On parle réellement « d'extrême » quand les fonctions vitales sont menacées. Les fonctions vitales sont les mécanismes assurant la croissance, la reproduction, l'activité et le métabolisme.

2. Le déficit en ressources essentielles

Là où de nombreuses espèces prospèrent, il est évident que les conditions sont bonnes mais les endroits où la biodiversité est faible témoignent d'un environnement moins propice à la survie. La cause en est le plus souvent un - ou plusieurs - déficit(s) en une ressource essentielle.

L'eau

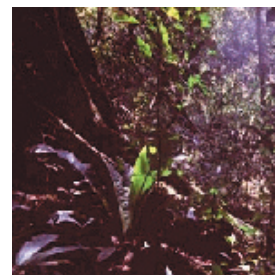
Notre Terre est une planète bleue, riche en eau. L'eau et la vie sont indéfectiblement liées et où la première manque, la vie est impossible. A ce point de vue, notre planète est donc un endroit des plus accueillant... mais l'eau n'est pas également disponible partout ! Et quand l'eau manque, la sécheresse s'installe.

La température

La température a un effet sur la disponibilité de l'eau mais est aussi un facteur très important dans le déroulement harmonieux des processus vitaux. Peu de formes de vie sont capables de se développer dans des conditions de température très élevées ou très basses.

La lumière

Sans la lumière du soleil, plus d'apport en énergie. La lumière est transformée par la photosynthèse en énergie utilisable -en sucres- par le monde vivant. Ce sont les plantes vertes qui effectuent cette transformation. La vie ne serait pas possible sans un apport d'énergie suffisant.



Milieus de vie favorables



Oxygène

La plupart des organismes ont besoin d'oxygène pour libérer l'énergie contenue dans leur nourriture. Quand l'air se raréfie, en haute montagne par exemple, les organismes souffrent d'un déficit en oxygène. En manque d'oxygène, pas de (bonne) combustion possible et la survie est menacée.

3. L'excès d'un paramètre vital

A côté d'un déficit, un excès peut également être nuisible aux processus vitaux. Là où règnent une température ou une pression trop élevées, où le rayonnement UV est trop fort, où il y a trop de sel ou d'acide, la plupart des formes de vie s'éteignent.



Milieus de vie défavorables

4. Adaptations aux conditions extrêmes

Peu d'espèces sont capables de survivre dans des conditions réellement extrêmes. Les organismes qui vivent aux frontières des possibilités biologiques ont développé des propriétés particulières qui leur permettent de résister.

Deux stratégies sont possibles :

Stratégie n°1 : esquiver le problème

Se mettre à l'abri est une tactique efficace pour éviter les circonstances extrêmes, surtout si elles ne sont que passagères ou si elles suivent un rythme saisonnier. Le plus souvent, ce comportement s'accompagne d'un ralentissement des activités afin d'économiser de l'énergie. On parle d'hibernation ou de stade de latence, comme pour les graines, spores ou kystes.

Stratégie n°2 : s'adapter

Certains organismes sont totalement adaptés à vivre constamment dans des conditions extrêmes. Ils sont capables de prospérer dans l'obscurité des profondeurs marines, dans la chaleur et la sécheresse du désert, en haute montagne ou sur les banquises polaires. Carrément spectaculaires sont ceux qui montrent un développement et un métabolisme optimal dans des circonstances qui seraient tout bonnement mortelles pour la plupart des autres formes de vie. C'est le cas, par exemple, des bactéries vivant dans les mares sulfureuses ou les geisiers brûlants.

5. Les avantages de vivre dans un milieu extrême

Il n'y a pas que des désavantages à vivre aux frontières de l'extrême. Comme peu d'espèces parviennent à s'y maintenir, les ressources alimentaires et l'espace vital ne doivent plus être partagés qu'entre un nombre réduit d'organismes. Il est également moins probable d'y rencontrer un prédateur, un parasite ou une maladie.





Aperçu des modules (voir plan p. 8)

1. Jeu d'introduction

A la recherche des extrêmes : cherchez sur la terre les lieux aux conditions les plus extrêmes.

Froid

- C1 Ces morceaux de film vous donneront des frissons dans le dos.
- C2 Mur de glace. Laisse ton empreinte de main sur la glace.
- C3 Le vent est un voleur. Le vent n'est pas aussi froid qu'on le pense.
- C4 Fiez-vous aux apparences ! Sentez-vous une différence entre l'air et l'eau de même température.
- C5 Survivre dans l'eau froide. Vous vous êtes échoués. Combien de temps survivrez-vous ?
- C6 Vive la graisse ! Mesurez votre taux de graisse et comparez le avec celui du phoque !
- C7 Êtes-vous un chaud lapin ? Une caméra infra-rouge mesure la température des surfaces. Elle colore le corps selon la température.
- C8 Au chaud dans son manteau. Observez au microscope et comparez votre peau avec les pelages d'un ours polaire, d'un bœuf et d'un renne (pelage d'été et pelage d'hiver).
- C9 Un long hiver sans gel. Le spermophile peut faire chuter la température de son corps à -3 °C sans geler.
- C10 La grenouille se les gèle. Ouvrez le frigo et la grenouille des bois revient à la vie.
- C11 Vivent les gros ! Regardez comme l'ours polaire tire un avantage de son énorme taille.
- C12 Expéditions polaires. Pour survivre en des lieux de froids extrêmes l'homme a besoin d'équipements.
- C13 Antigel bio. Cherchez ce qui permet à la légine antarctique de nager dans une eau à -2 °C.
- C14 Résister au froid. Créez un super animal capable de survivre dans un milieu très froid.

Chaleur

- H1 Ces morceaux de film vous feront transpirer.
- H2 Gare à la cuisson ! Associez à chaque animal la température maximale qu'il peut supporter.
- H4 Garder la tête froide. Ressentez l'effet de l'air conditionné d'un bec d'autruche.
- H6 Attention : chaud ! Ne brûlez pas vos pieds sur le sable chaud. Comment les animaux du désert y font-ils face ?
- H7 La fièvre dans le sang. L'oryx est capable de développer une fièvre volontairement. Quelle en est la raison ?
- H8 Résister à la chaleur. Créez un super animal capable de survivre dans un milieu très chaud.

Manque d'oxygène

- L1 Ces morceaux de film vous donneront envie d'air.
- L3 Escalader la montagne. Prenez une photo de vous et de vos amis et envoyez-la pour montrer que vous êtes un alpiniste.
- L4 L'oxygène, c'est (souvent) la vie. Expirez et déterminez la quantité d'oxygène que vous avez rejetée. Mesurez aussi votre capacité vitale.
- L5 Airbus et Boeing concurrencés par une oie. Qu'est-ce qui fait que l'oie à tête barrée est une spécialiste de haut vol.
- L6 Le yack a du coffre. Comparez votre capacité pulmonaire avec celle d'un habitant des hautes montagnes.
- L7 Remplacer l'oxygène qui manque. Les alpinistes et les pilotes de chasse ont besoin d'assistance respiratoire.

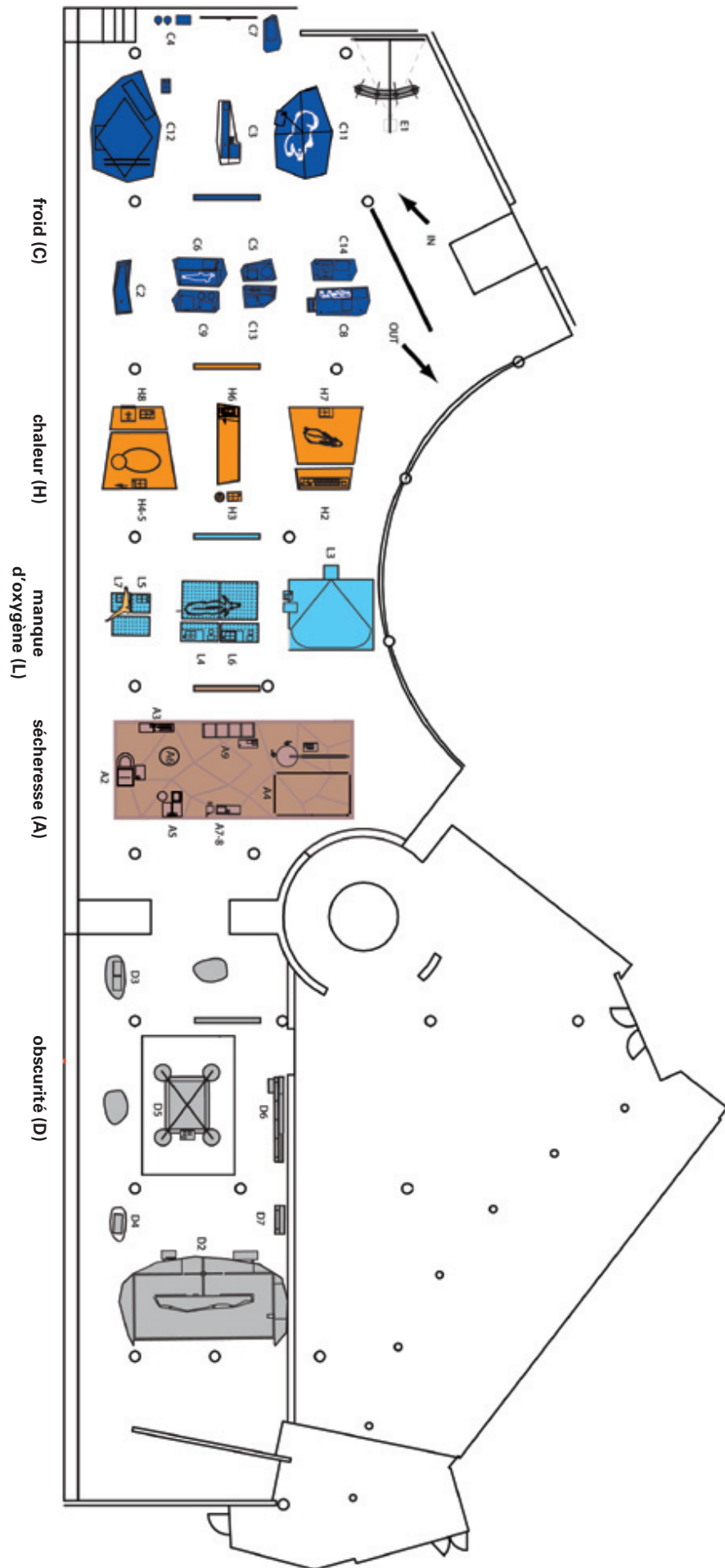
Sécheresse

- A1 Ces morceaux de film vous donneront soif.
- A2 Que d'eau, que d'eau... Quelle est la proportion d'eau dans votre corps ?
- A3 L'eau est essentielle. Associez à chaque organisme la perte d'eau qu'il peut tolérer.
- A4 Gros buveur. Essayez de rivaliser avec la vitesse d'absorption du chameau.
- A5 Éternelle sélaginelle. Accélère la vitesse du film et observe la résurrection de la plante.
- A6 Cactus-accordéon. Ce seguro est assoiffé. Observez la façon dont il se gonfle après une pluie.
- A7 Le bar du brouillard. Essayez de collecter de l'eau à partir du brouillard. Pouvez-vous rivaliser avec le stenocara.
- A9 Economiser l'eau. Observez la façon dont les gerbilles survivent dans le désert sans boire.

Obscurité

- D1 Ce morceau de film vous révélera les secrets des ténèbres.
- D2 Sous-sol. Entrez dans le souterrain. Déterminerez-vous les animaux présents au toucher ?
- D3 Aveugle, expert en analyse de mouvement.
- D4 Tâter à tâtons. Déterminez la raison pour laquelle les pattes de ce carabe des grottes sont si longues.
- D5 Voir avec les oreilles. Mettez-vous dans la peau d'une chauve-souris et traquez votre proie dans le noir.
- D6 Chasseurs de l'ombre. Identifiez les animaux des grandes profondeurs à leur type de luminescence.
- D7 Jeûne sans faim. Le film explique comment l'annélide vestimentifère survit dans les milieux obscurs.

 **Plan**





Espèces présentées dans l'exposition

1. Froid

Spécimens

Phoque veau-marin / *Phoca vitulina*
Ecureuil terrestre arctique / *Spermophilus parryii*
Grenouille des bois / *Rana sylvatica*
Ours polaire / *Ursus maritimus*
Légine antarctique / *Dissostichus mawsoni*

À voir également

Photos avec caméra thermosensible
Chat, gecko, perroquet, scorpion, mouton et tortue terrestre (après bain de soleil!)

Pelages et fourrures ours polaire, vache, phoque, cerf (pelage d'hiver et d'été), mouton, chèvre, lapin

Peau alligator

2. Chaleur

Spécimens

Autruche d'Afrique / *Struthio camelus*
Oryx d'Arabie / *Oryx leucoryx*

À voir également

Extraits de films :
Pintade de Numidie / *Numida meleagris*
Gophère d'Agassiz / *Gopherus agassizii*
Ver de Pompéi / *Alvinella pompejana*
Fourmi bicolore / *Cataglyphis bicolor*
Bactérie thermophile (terme générique) / *Thermus aquaticus*
Archéobactérie (terme générique) / *Archaea 121*
Vipère de Péringué ou vipère des sables / *Bitis peringueyi*
Lézard des sables / *Meroles anchietae*
Ténébrion du désert / *Onymacris plana*

3. Manque d'oxygène

Spécimens

Oie à tête barrée / *Anser indicus*
Yack / *Bos grunniens*

4. Sécheresse

Spécimens

Chameau de Bactriane / *Camelus bactrianus*
Sélaginelle / *Selaginella lepidophylla*
Saguaro / *Carnegiea gigantea* (modèle)
Stenocara / *Stenocara* sp.
Gerbille de Mongolie ou Mérione de Mongolie / *Meriones unguiculatus* (in terrarium)

5. Obscurité

Spécimens

Carabe des grottes / *Apahaenops cerberus*
Poisson aveugle ou tétra aveugle / *Astyanax fasciatus mexicanus*
Pipistrelle commune / *Pipistrellus pipistrellus*

À voir également

Extraits de films :
Pêcheur à deux massettes ou poisson lanterne / *Ceratias holboelli*
Poisson hachette / *Sternoptyx obscura*
Calmar de luciole / *Watasenia scintillans*
Copépode / *Pleuromamma xiphias*
Annélide / *Riftia pachyptila*



Jeu d'introduction

Contenu de l'expo

A la recherche des extrêmes : cherchez sur la terre les lieux aux conditions les plus extrêmes.

1. L'endroit le plus froid de la planète

Vostok - Antarctique

-89,2 °C

Oimekon - Sibérie
 Northice - Groenland
 Snag -Yukon - Canada
 Ust-Shchugor - Russie
 Ifrane - Maroc

-67,8 °C
 -66,1 °C
 -63 °C
 -55 °C
 -23,9 °C

L'endroit le plus froid de la planète

Endroit le plus froid de l'hémisphère Nord
 Endroit le plus froid de la région du Pôle Nord
 Endroit le plus froid d'Amérique du Nord
 Endroit le plus froid d'Europe
 Endroit le plus froid d'Afrique

2. L'endroit le plus chaud de la planète

Al Aziziyah - Libye - Afrique

58 °C

Death Valley - Californie - Etats-Unis
 Tirat Tsvi - Israël
 Cloncurry - Queensland - Australie
 Seville - Espagne
 Rivadavia - Argentine

56,7 °C
 53,9 °C
 53,1 °C
 50 °C
 48,9 °C

L'endroit le plus chaud de la terre

Endroit le plus chaud d'Amérique du Nord
 Endroit le plus chaud d'Asie
 Endroit le plus chaud d'Océanie
 Endroit le plus chaud d'Europe
 Endroit le plus chaud de l'Amérique du Sud

3. Où l'air est-il le plus rare ?

Mont Everest - Népal - Tibet

8850 m

K2 - Pakistan - Chine
 Kilimanjaro - Tanzanie
 Mount McKinley - Alaska
 Aconcagua - Argentine
 Elbroes - Russie
 Mont Blanc - France

8611 m
 5895 m
 6194 m
 6960 m
 5642 m
 4808,45 m

C'est ici que l'oxygène est le plus rare

Deuxième sommet du monde
 Point culminant d'Afrique
 Point culminant d'Amérique du Nord
 Point culminant d'Amérique du Sud
 Point culminant d'Europe
 Plus haut sommet de l'Europe de l'Ouest et des Alpes

4. Où fait-il le plus sec ?

Désert d'Atacama - Chili

< 0,1 mm

Wadi Halfa - Soudan
 Batagues - Mexique
 Aden - Yémen
 Mulka - Sud de l'Australie

< 2,5 mm
 30,5 mm
 25,4 mm
 101,6 mm

L'endroit le plus sec sur terre

Le plus sec en Afrique
 Le plus sec en Amérique de Nord
 Le plus sec en Asie
 Le plus sec en Océanie

5. Où se trouve l'endroit le plus profond de l'océan ?

Fosse des Mariannes - Océan Pacifique

-10 900 m

Fosse des Tonga - Océan Pacifique
 Fosse de Porto-Rico - Océan Atlantique
 Fosse de Diamantine - Océan Indien
 Fosse des Sandwich du sud - Océan Atlantique sud
 Mer du nord

-10 880 m
 -8648 m
 -8047 m
 -8428 m
 -700 m

C'est la fosse océanique la plus profonde

Deuxième endroit le plus profond de l'océan Pacifique
 Endroit le plus profond de l'océan Atlantique
 Endroit le plus profond de l'océan Indien
 Endroit le plus profond de l'océan Atlantique sud
 La profondeur moyenne est de 95 m

6. Quelle est la plus grande grotte de la terre ?

Grotte du mammoth - Kentucky - USA

550 km de long

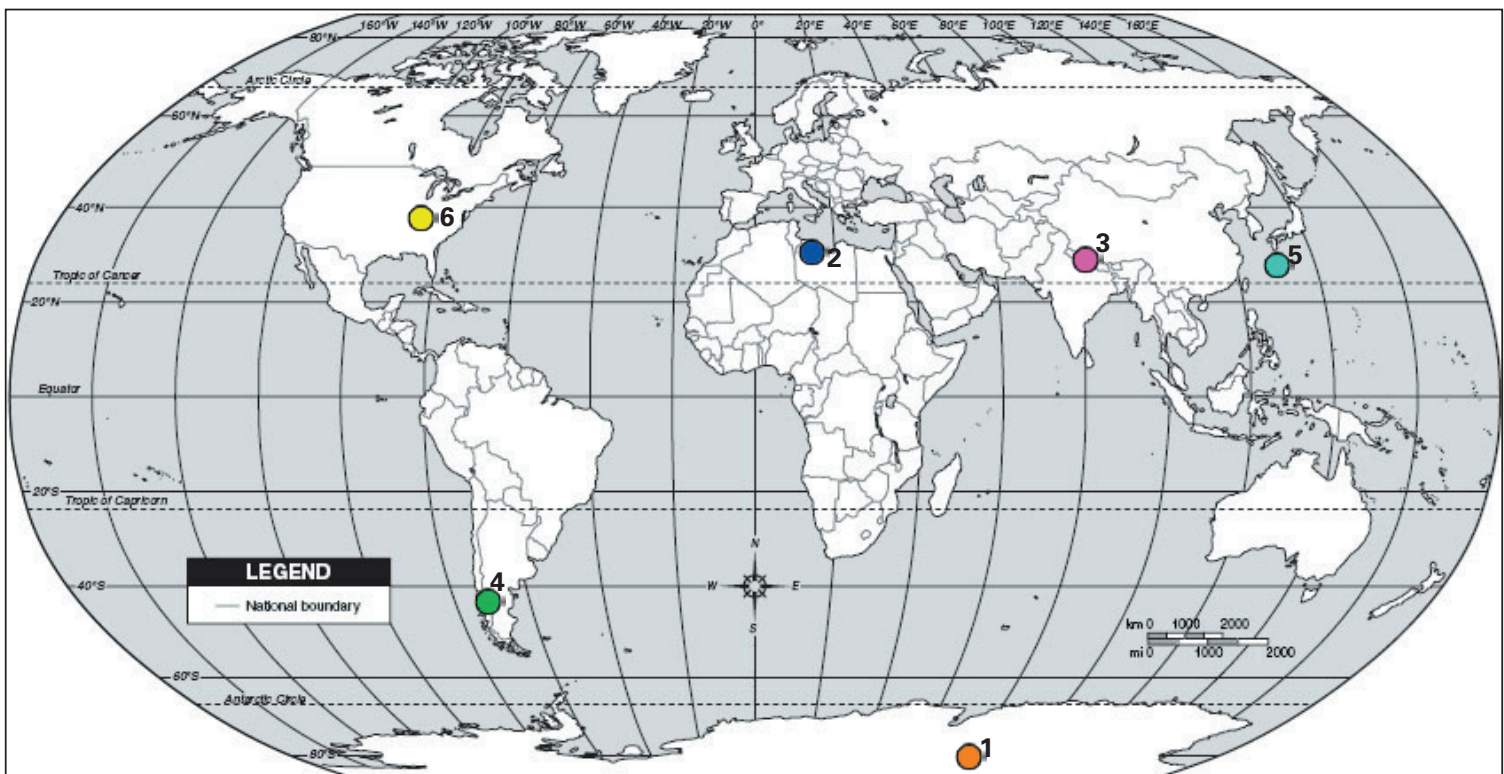
Optimisticskaja - Ukraine
 Shuanghedongqun - Guizhou - Chine
 Bullita Cave System - Territoire du nord - Australie
 Toca da Boa Vista - Brésil

180 km de long
 54 km de long
 105 km de long
 97,3 km de long

La plus grande grotte au monde

Deuxième plus grande grotte au monde
 Plus grande grotte d'Asie
 Plus grande grotte d'Océanie
 Plus grande grotte d'Amérique du Sud





Zone 1. Survivre dans le grand froid

La règle générale est que la vie doit se protéger du grand froid. Une température trop basse peut mener à l'hypothermie de l'organisme ou même le faire geler ! Le gel représente un grand danger pour tous les organismes.

1. Le grand froid

Le registre des températures rencontrées sur terre s'étend sur 147 °C. Il va d'un minimum de -89,2 °C mesuré à Vostok (Antarctique) à un maximum de 58 °C enregistré à Al Aziziyah (Lybie).

Pour les organismes vivants, les grandes variations de températures représentent des conditions extrêmes, surtout si elles se produisent en un court laps de temps. L'homme est adapté à une température ambiante de 10 à 30 °C même s'il est vrai que des gens vivent également dans des endroits où la température peut descendre jusqu'à -40 °C ! Sous le point de congélation (0 °C), la plupart des organismes courent un risque vital.

Quand il fait trop froid, le bon déroulement de toutes sortes de processus internes est menacé. Par exemple, les enzymes responsables des réactions métaboliques ne fonctionnent plus convenablement.

Un organisme est composé en grande partie d'eau. L'eau est matériau de construction, moyen de transport pour l'oxygène, aliment et déchet, milieu de solution où se déroulent les réactions chimiques. Pour remplir tous ces rôles, elle doit être sous forme liquide et non solidifiée par le gel. Si elle n'est plus disponible car immobilisée sous forme de glace, la survie de l'organisme est en danger. De plus, les cellules seront abîmées quand leur contenu gèle : l'eau se dilate en gelant, ce qui provoque l'éclatement de la paroi cellulaire.

2. Mécanismes de défense contre le froid

Les organismes ont développé divers mécanismes de défense contre le refroidissement. Ils sont capables de produire un supplément de chaleur ou bien de limiter leur déperdition de chaleur. Ils entrent en hibernation et évitent ainsi de subir la situation extrême ou bien ils affrontent le froid grâce à des adaptations particulières.

Bouger est une manière efficace de produire de la chaleur : les cellules musculaires en activité produisent un supplément de chaleur interne. Trembler ou claquer des dents aide aussi à quelque peu hausser la température corporelle.

La constriction des vaisseaux sanguins périphériques est une manière de contrer la perte de chaleur, donc d'éviter que la température interne ne baisse exagérément : l'irrigation de la peau est plus faible et cette voie de déperdition de chaleur en est d'autant réduite. L'isolation par les poils, les plumes ou une couche graisseuse est également un moyen très efficace de limiter la perte de chaleur.

Un corps de grande taille présente également un avantage pour lutter contre le froid. En effet, la surface de la peau est, relativement à leur volume, plus petite chez les grands animaux.

Isolation

Le vent est un voleur (C3)

Le vent n'est pas aussi froid qu'on le pense.

Si le vent paraît froid, la température de l'air n'est pourtant pas en question. Le nœud du problème c'est la pellicule d'air tiède, isolant, qui enveloppe votre corps. Le vent emporte l'air tiède – et votre chaleur par la même occasion ! Plus le vent est fort, plus il vous vole votre chaleur. Abritez-vous du vent et vous reconstituez la couche d'air tiède isolante : ça va tout de suite bien mieux.

Fiez-vous aux apparences ! (C4)

Sentez-vous une différence entre l'air et l'eau de même température. L'eau paraît d'habitude plus froide que l'air, même quand l'une et l'autre sont à la même température. Car l'eau conduit remarquablement la chaleur, bien mieux que l'air. Si vous plongez votre main dans l'eau, par exemple, elle abandonne sa chaleur quatre fois plus vite que dans l'air. Donc vous sentez une nette impression de froid. Et c'est juste : vous perdez très vite vos précieuses calories !

Vivent les gros ! (C6)

Mesurez votre taux de graisse et comparez-le avec celui du phoque ! Pour un animal dont le corps est à 37-38 °C, vivre dans l'eau froide semble dangereux. Il risque d'y perdre toute sa chaleur, ce serait sa mort. Mais le phoque a de l'isolation : 5 cm de lard sous la peau ! La graisse du lard est une barrière qui empêche la chaleur interne d'atteindre la peau. Comme la peau reste ainsi quasiment à la température de l'eau, elle n'a pas de chaleur à lui abandonner.



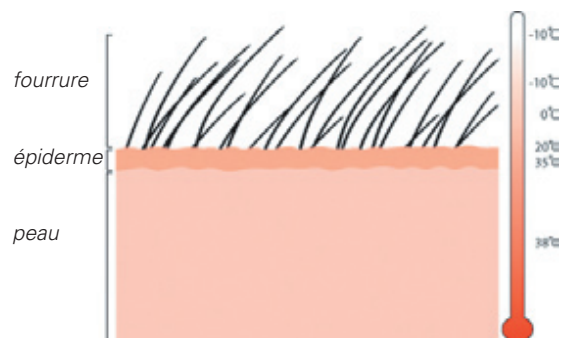
Le phoque commun, Phoca vitulina, ne perd quasiment pas de chaleur corporelle dans l'eau de mer froide.

Etes-vous un chaud lapin ? (C7)

Une caméra infra-rouge mesure la température des surfaces. Elle colore le corps selon la température. Votre peau apparaît chaude ? C'est parce qu'elle perd de la chaleur, que le sang lui apporte. Dans les zones froides de l'image il n'y a pas de déperdition. Soit parce que la peau est couverte, soit parce que les vaisseaux sanguins – contractés – ne lui apportent pas de chaleur. Voilà pourquoi nous nous habillons. Les autres mammifères et les oiseaux sont isolés : pelage, plumage, graisse sous la peau.

Au chaud dans son manteau (C8)

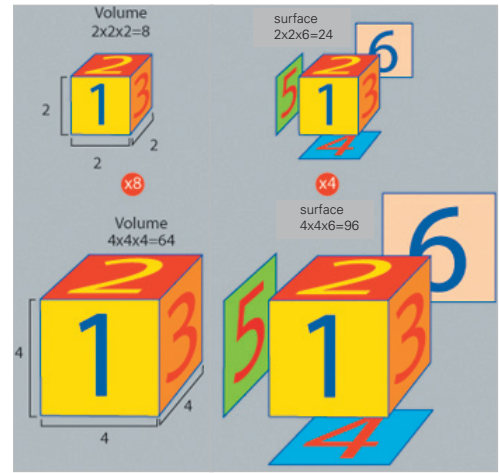
Pour les animaux homéothermes (ceux qui maîtrisent leur température corporelle), une manière classique de conserver la chaleur, c'est d'être isolés par une fourrure ou un plumage épais. En fait, c'est l'air immobilisé entre les plumes ou les poils qui est isolant : il conduit très mal la chaleur. Notons que cette isolation fonctionne dans les deux sens : elle protège aussi l'animal d'un excès de chaleur ambiante.



Chez l'homme, les poils ne servent plus que de manière réduite à l'isolation : nos vêtements remplissent bien mieux ce rôle. Notre « pelage » réagit cependant encore au froid en se dressant pour limiter la circulation d'air au contact de la peau : c'est la « chair de poule ».

Vivent les gros

Plus un corps est grand, plus son volume est grand par rapport à sa surface où a précisément lieu l'essentiel de la déperdition de chaleur. Comme un grand animal a une surface de contact avec l'extérieure relativement plus petite, il est donc intéressant d'être aussi grand que possible dans les milieux très froids.



Imaginez un cube qui devienne deux fois plus grand. Son volume sera multiplié par huit, mais sa surface seulement par quatre.

Exemple de l'ours polaire (C11)

De tous les ours, l'ours blanc est le plus gros, le plus massif. C'est une question de chaleur. La chaleur est un sous-produit du fonctionnement des cellules : gros corps, beaucoup de cellules, grosse production. Par rapport à cela la superficie corporelle de l'ours blanc est relativement restreinte. Il rayonne donc peu de chaleur en regard de ce qu'il produit. Enfin sa grosse fourrure et sa graisse l'isolent somptueusement.



La morphologie massive de l'ours polaire (*Ursus maritimus*) lui permet de conserver efficacement sa chaleur corporelle.

Hibernation

Divers animaux sont capables de traverser le froid de l'hiver en se maintenant en hibernation. Métabolisme bas, rythme cardiaque et respiration ralentis permettent d'économiser de l'énergie. La température interne de pratiquement tous les animaux qui hibernent descend jusqu'à 8 °C. Certains animaux vont cependant encore plus loin et supportent des conditions de froid encore plus extrêmes. L'écureuil terrestre arctique et la grenouille des bois nord-américaine sont deux exemples de champions de la résistance au froid.

Un long hiver sans gel (C9)

Le spermophile ou écureuil terrestre arctique (*Spermophilus parryi*) peut faire chuter la température de son corps à -3 °C sans geler. Sept mois d'hibernation sauvent la vie au spermophile. Au fond de son terrier, il échappe à l'hiver arctique, au froid, au manque de nourriture. Même si sa température chute à -3 °C, son sang ne gèle pas. C'est le fragile état de surfusion, unique chez les mammifères. La moindre particule qui jouerait le rôle de germe de nucléation déclencherait le gel en masse instantané. Mais il n'y en a pas et tout va bien.

La grenouille se les gèle (C10)

La grenouille des bois (*Rana sylvatica*) est à la même température que son milieu. S'il gèle, elle gèle ! C'est le lot des animaux qui ne maîtrisent pas leur température corporelle. Pourtant la grenouille, transformée en glaçon, ne meurt pas. L'astuce, c'est le liquide cellulaire bourré de glucose : un véritable antigel. Car si dans les cellules l'eau gela, les cristaux de glace déchireraient les membranes cellulaires : c'est la mort assurée.



La grenouille des bois nord-américaine est à l'épreuve du gel.

Antigel

Antigel bio (C13)

La légine antarctique – *Dissostichus mawsoni*, un cabillaud local – musarde insolemment dans des eaux à -2 °C. Comme pour tous les poissons, son corps est à la même température. Horreur : c'est plus froid que le point de congélation du sang ! Solution : des protéines spéciales qui se fixent aux micro-cristaux de glace dès qu'ils se forment. Les cristaux sont empêchés de grandir, le sang reste liquide. Bingo !

Résister au froid (C14)

Les animaux qui maîtrisent leur température corporelle la maintiennent d'habitude élevée et constante. En milieu très froid, ces homéothermes risquent de perdre trop de chaleur. Le bon truc pour eux, c'est d'être gros et massifs. Gros car ils produisent beaucoup plus de chaleur ; massifs car ils ont en comparaison moins de surface corporelle pour la dilapider.

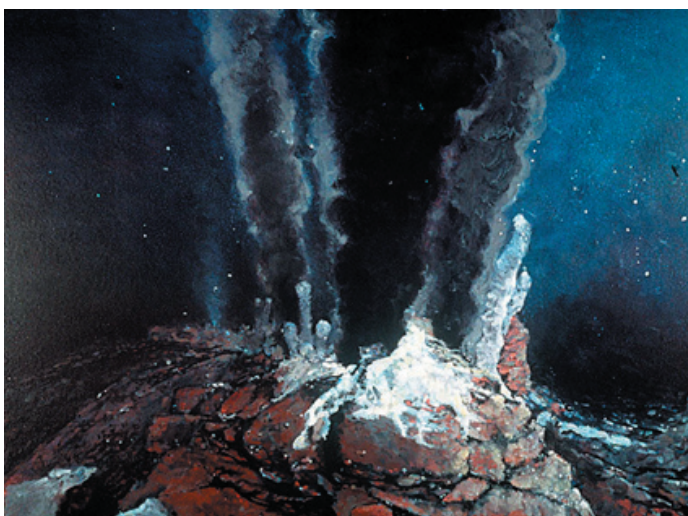


Zone 2. Vivre dans la chaleur extrême

Les températures élevées sont dangereuses pour la survie de la plupart des plantes et des animaux. La chaleur perturbe le fonctionnement des protéines, principalement des enzymes qui pilotent tous les processus vitaux. Cela peut aller jusqu'à la dénaturation des protéines et la mort de l'organisme. La résistance à de hautes températures varie d'une espèce à l'autre.

La température maximale relevée sur la terre ferme est de 58 °C, à Al Aziziyah, en Libye. Dans les océans, les températures records se rencontrent autour des geysers de grande profondeur : la chaleur libérée par la terre fait monter le thermomètre jusqu'à 400 °C !

Les grandes variations de température constituent des conditions extrêmes pour les organismes, surtout si elles se produisent un court laps de temps. Pour l'homme, une température ambiante entre 10 et 30 °C constitue un environnement normal. Au-delà de 40 °C, la plupart des organismes sont en danger.



Chaleur extrême : les geysers des grandes profondeurs marines

Une température corporelle de 37 °C est normale, 40 °C est une fièvre sévère et 42 °C une fièvre très dangereuse.

Gare à la cuisson ! (H2)

En bon mammifère, l'homme est incapable de supporter longtemps une température ambiante dépassant 42 °C. Les mammifères, homéothermes, récupèrent la chaleur dégagée par le fonctionnement du corps et maintiennent ainsi leur température corporelle vers 37 °C. Dans le froid, parfait. Par contre, en milieu chaud, il y a risque de surchauffe.

Les oiseaux, comme les mammifères, sont des homéothermes. Ils récupèrent la chaleur dégagée par le fonctionnement du corps et maintiennent leur température corporelle vers 40 °C (trois degrés de plus que les mammifères). Ils résistent à une température ambiante de 44 °C. Mais pas plus : ils n'ont pas le moyen de se débarrasser de leur trop-plein de chaleur !



1. Mécanismes de défense contre la surchauffe

Adaptations structurelles

Chaleur torride (H2)

Surprenant animal, ce ver de Pompéi (*Alvinella pompejana*). Il vit au fond des océans, dans ces oasis luxuriantes qui entourent les sources d'eau ultra-chaude (bouches hydrothermales). L'eau noire y jaillit à 400 °C et se mélange avec l'eau de mer plus froide. Le ver de Pompéi vit dans cette zone, à 50 °C. Il est recouvert de structures filamenteuses, bactériennes. On pense qu'elles le protègent de projections d'eau trop chaude.

Les bactéries ont beau ne pas se voir à l'œil nu, certaines d'entre elles sont phénoménales. Dans les sources chaudes vit *Thermus aquaticus*, qui se trouve très à l'aise à 90 °C. D'où le qualificatif de thermophile (aimant la chaleur). A ces températures, les protéines devraient refuser tout service. Mais les siennes sont exceptionnelles et elles résistent. L'homme en utilise aujourd'hui certaines comme enzymes en biotechnologie.

Ce n'est qu'en 2003 qu'on a identifié l'organisme le plus résistant à la chaleur, connu à ce jour. C'est un micro-organisme qui appartient à un groupe ancestral proche des bactéries, les Archeae. En attendant qu'on lui donne un nom scientifique, il est appelé « Archea 121 », allusion à la température de 121 °C où il peut vivre. C'est en effet un habitant des oasis hydrothermales du fond des océans, qui jouxtent des sources à 400 °C.



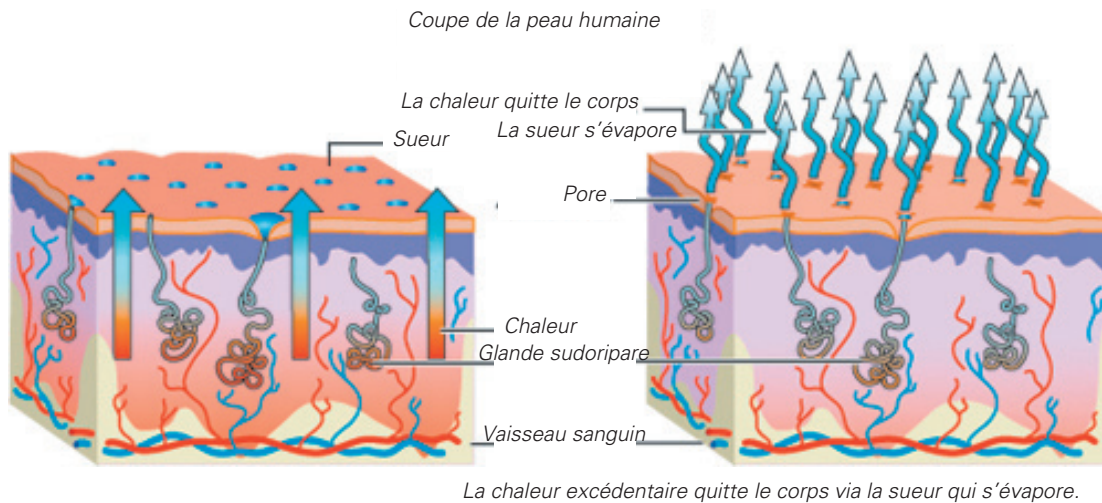
Bactéries des geisiers (médailon)

Evaporation

Quand la transpiration augmente en réponse à la chaleur, le risque de déshydratation apparaît. L'eau est d'une importance vitale pour tous les organismes sur terre. L'eau est matériau de construction, moyen de transport pour l'oxygène, aliment et déchet, milieu de solution où se déroulent les réactions chimiques. La surchauffe est un danger mais la perte d'eau due à la transpiration en fait apparaître un autre, celui de la déshydratation.

Transpirer contre la surchauffe (H3)

Transpirer, c'est notre défense contre la surchauffe. Car évaporer l'eau de la sueur ça consomme beaucoup de chaleur. Et d'où vient cette chaleur ? Du corps, amenée à la peau par un afflux de sang. C'est aussi ce qui rend la peau rouge quand nous avons trop chaud. Dans les cas graves, nous triplons notre transpiration : jusqu'à 1,5 litre à l'heure. Perte d'eau qu'il faudra compenser en buvant. Ce qui fera du même coup récupérer les sels perdus en transpirant.



Garder la tête froide (H4)

Halèter pour se rafraîchir, voilà le truc de l'autruche (*Struthio camelus*) quand il fait trop chaud. Elle respire très vite, à petites goulées. La circulation de l'air dans sa bouche accélère l'évaporation d'eau. Et évaporer, ça rafraîchit. Le halètement, dix fois plus rapide que la respiration normale, est essentiel pour des animaux qui, comme les oiseaux ou même nos chiens, n'ont pas la possibilité de transpirer.



L'autruche élimine la chaleur excédentaire en accélérant sa respiration.

● Adaptation comportementale

Attention : chaud ! (H6)

La vipère des sables (*Bitis peringueyi*) a un truc qui lui évite de rôtir sur le sable brûlant. Pendant qu'elle ondule, il n'y a que deux petites zones de son corps qui touchent le sol. Et qui changent tout le temps.

La danse du lézard des sables (*Meroles anchietae*) n'est pas le signe d'un naturel enjoué, c'est un moyen de ne pas se brûler la plante des pattes ! Car à deux cm au-dessus du sol, il fait déjà 20°C moins chaud. En soulevant les pattes deux à deux, en croix, il les laisse donc refroidir quelques instants. Et si vraiment la chaleur devient intolérable, le lézard plonge dans le sable et nage vigoureusement vers des couches inférieures, plus fraîches.

Pour le ténébrion du désert (*Onymacris plana*), c'est Paris-Dakar toute l'année. Il fonce à toute allure, plus vite que tout autre insecte (ce qui, vu sa taille, fait 4 km/h). Dans sa précipitation, le bout de ses pattes touche à peine le sable chaud. Et reste donc plus frais.

La fièvre dans le sang (H7)

Sous l'écrasante chaleur du désert d'Arabie, l'oryx (*Oryx leucoryx*) fait de la résistance. Il se met en fièvre volontaire à 42 °C : 4 ou 5 degrés au-delà de la normale. Il retarde ainsi le moment où il devra évaporer de l'eau - si rare dans le désert - pour se refroidir. Tactique complémentaire : il se creuse un lit sous un arbre. Couché là, son organisme évacue son trop-plein de chaleur vers le sable plus frais. Il continuera à se rafraîchir pendant la nuit.



L'oryx d'Arabie

Résister à la chaleur (H8)

Créez un super animal capable de survivre dans un milieu très chaud.

Les animaux qui maîtrisent leur température corporelle la maintiennent d'habitude élevée et constante. En milieu très chaud, ces homéothermes risquent alors la surchauffe.

Le bon truc pour eux, c'est d'être sveltes, avec de longs membres et de grandes oreilles. Étant sveltes, ils produisent moins de chaleur. Les longues pattes et grandes oreilles disposent d'une grande surface qui peut rayonner le trop plein de chaleur.



Zone 3. Vivre avec peu d'oxygène

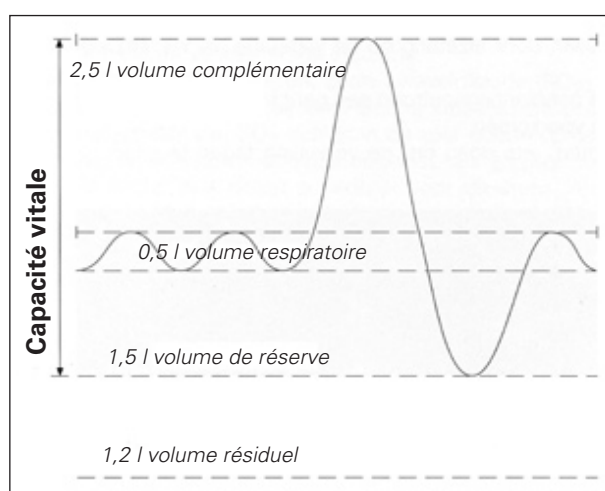
La plupart des organismes ont besoin d'oxygène pour libérer l'énergie contenue dans leur alimentation. La source première d'énergie est l'énergie solaire, transformée en sucres par les plantes vertes. Ensuite se déroule toute la chaîne de ceux qui mangent et ceux qui sont mangés : les sucres des plantes sont utilisés par les herbivores qui sont à leur tour mangés par les carnivores...

1. L'oxygène, clé de l'accès à l'énergie

L'air atmosphérique qui nous entoure et que nous respirons est composé de 21% d'oxygène. Au niveau de la mer (où le baromètre indique une pression de 1 atmosphère), la pression partielle d'oxygène est donc de 1/5 d'atmosphère. Au sommet de l'Everest, le point le plus haut du globe (8850 m), il reste à peine 1/3 de cette pression car, plus haut on se trouve, plus l'air se raréfie.

L'oxygène c'est (souvent) la vie (L4)

Pour beaucoup d'organismes, l'oxygène c'est la condition sine qua non de la vie. Car l'oxygène est utilisé dans la micro-machinerie chimique, au sein même de leurs cellules. Il permet la libération de l'énergie stockée dans les aliments. Donc, sans cette énergie, pas de vie. Les organismes terrestres tirent profit des 21% d'oxygène de l'air.



2. Vivre dans une atmosphère raréfiée

L'implantation humaine la plus haute se trouve à 5340m d'altitude, dans les Andes, sur le mont Aucanquilcha. Plus haut, l'air est trop pauvre en oxygène pour permettre la respiration.

Les personnes qui vivent en permanence à grande altitude se sont adaptées à la faible teneur en oxygène de l'atmosphère. Ils possèdent des poumons de plus grande capacité et un plus grand nombre de globules rouges pour transporter l'oxygène dans l'organisme. Les globules rouges transportent l'oxygène des poumons vers tous les organes du corps. Comme l'air est raréfié, les hommes ont besoin d'un apport supplémentaire d'oxygène.

Les animaux qui vivent en haute montagne ou qui doivent l'affronter d'une manière ou d'une autre, possèdent leurs propres adaptations pour résister au manque d'oxygène. Il s'agit d'un type spécial de globules rouges ou de poumons particulièrement volumineux.

Ci-dessous, deux exemples :

Airbus et Boeing concurrencés par une oie (L5)

9000m d'altitude : l'oie à tête barrée (*Anser indicus*) survole l'Himalaya. La pression atmosphérique est basse, un tiers de ce qu'elle est au niveau de la mer. L'oie tient le coup grâce à ses globules rouges : leur hémoglobine attache l'oxygène bien mieux que celle des autres animaux. Si bien que quand ceux-ci déclarent forfait, l'oie à tête barrée continue : son sang apporte imperturbablement l'oxygène à ses organes.

Le yack a du coffre (L6)

Chez les bovins, le yack (*Bos gruniens*) est le roi de la montagne. Ses poumons sont volumineux et développent, de surcroît, une surface d'absorption d'oxygène inégalée. Et comme sa très grosse trachée-artère facilite l'accès aux poumons, le yack exploite royalement l'air raréfié des hautes altitudes. Détail significatif : sa vaste cage thoracique est soutenue par une paire de côtes de plus que chez les autres bovins.



Les poumons d'un yack sont à peu près deux fois plus grands que ceux d'une vache.

Remplacer l'oxygène qui manque (L7)

Les alpinistes et les pilotes de chasse ont besoin d'assistance respiratoire. Alpiniste en très haute montagne ? Facilitez-vous la vie : respirez de l'oxygène pur. Car en altitude l'air se fait rare. Donc l'oxygène aussi. Sur l'Everest (8850m) ne règne plus que le tiers de la pression atmosphérique du niveau de la mer. Sans oxygène, vous vous épuisez à respirer vite et votre cœur bat à tout rompre. Ceci dit, à la longue, l'organisme s'adapte par un supplément de globules rouges, transporteurs d'oxygène.

3. Vivre sans oxygène

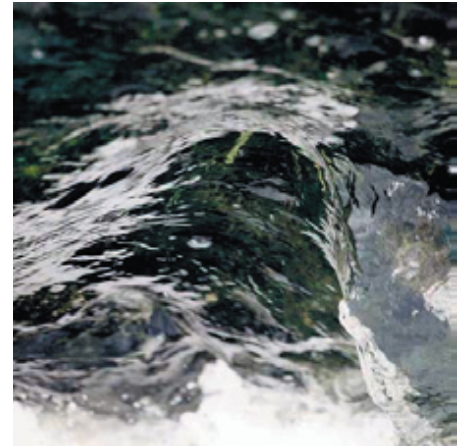
Certains organismes vivent sans oxygène du tout. C'est le cas de certaines bactéries pour qui l'oxygène est même un poison. On les appelle anaérobies (vivant sans air).

Les milieux réellement sans oxygène se rencontrent dans la vase et dans les eaux profondes et immobiles. Si une irruption d'oxygène se produit dans ces milieux, certains microorganismes, pour qui l'oxygène n'est pas toxique, le consomment rapidement.



Zone 4. Survivre dans la sécheresse extrême

L'eau est d'une importance vitale pour tous les organismes sur terre. L'eau est matériau de construction, moyen de transport pour l'oxygène, aliment et déchet, milieu de solution où se déroulent les réactions chimiques. Survivre dans des déserts recevant moins de 250mm de précipitation par an avec de longues périodes de sécheresse ininterrompues relève sans aucun doute de l'extrême. Les plus grosses précipitations jamais mesurées sont de 13,3m par an, à Lloro, en Colombie. La moyenne la plus basse, moins d'un dixième de mm, est rencontrée au Chili, dans le désert d'Atacama.



L'eau est d'une importance vitale pour tous les organismes.

1. L'eau, source de vie (A3)

D'autres organismes sont moins sensibles à la déshydratation grâce à diverses adaptations. Certaines mousses, certaines larves de moustique, les mollusques de la zone de marée ou même les vers de terre et certaines grenouilles peuvent perdre de grandes quantités de leur liquide corporel puis reconstituer leur stock sans encourir de dommage (voir tableau ci-dessous).

Organisme	Perte maximale
<i>Petits oiseaux</i>	<i>Jusqu'à 8%</i>
<i>Majorité des mammifères (homme inclus)</i>	<i>Jusqu'à 12%</i>
<i>Rat brun</i>	<i>Jusqu'à 15%</i>
<i>Chameau</i>	<i>Jusqu'à 30%</i>
<i>Grenouille européenne</i>	<i>Jusqu'à 35%</i>
<i>Coléoptères des zones tempérées</i>	<i>Jusqu'à 45%</i>
<i>Crapaud du désert</i>	<i>Jusqu'à 48%</i>
<i>Majorité des plantes</i>	<i>Jusqu'à 50%</i>
<i>Natice</i>	<i>Jusqu'à 60%</i>
<i>Chiton</i>	<i>Jusqu'à 75%</i>
<i>Ténébrion (scarabée) du désert</i>	<i>Jusqu'à 75%</i>
<i>Ver de terre</i>	<i>Jusqu'à 75%</i>
<i>Mousse</i>	<i>Jusqu'à 90%</i>
<i>Fausse rose de Jéricho</i>	<i>Jusqu'à 97%</i>
<i>Larve de chironome</i>	<i>Jusqu'à 97%</i>

Tolérance à la perte d'eau (voir A3)

Que d'eau, que d'eau (A2)

L'eau est essentielle. Elle constitue 60% du poids de notre corps et toute déshydratation est dangereuse : une perte d'eau de 12% du poids corporel est fatale. Donc, buvez, buvez (de l'eau !) : entre 1,5 et 2 litres par jour.

2. Survivre dans un environnement avec peu ou pas d'eau

Il y a deux stratégies utiles pour survivre en zone où l'eau est rare ou absente : se mettre en dormance ou fonctionner en économisant le liquide au maximum.

● **Stratégie 1 : entrer en dormance**

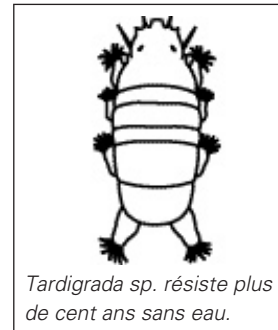
Quand le manque d'eau est une situation temporaire, certains organismes entrent en dormance pour traverser la période de manque. Leurs fonctions vitales se mettent au ralenti et souvent des altérations externes peuvent être observées. Nous donnons quelques exemples, dont seul le premier est présenté dans l'exposition.

Éternelle sélaginelle ou fausse Rose de Jéricho (A5)

Sécheresse ? La sélaginelle (*Selaginella lepidophylla*) n'en a cure : elle laisse faire. Elle se dessèche tranquillement, se recroqueville, elle paraît morte. Mais pas du tout ! Roulée en boule, pendant des années, elle évite de perdre le peu d'humidité qu'il lui reste. A la moindre pluie, hop : elle se regonfle. En une journée, elle retrouve sa superbe. Ce cycle de déshydratation - réhydratation peut se répéter sans limite.

Tardigrade ou ourson d'eau

En cas de dessiccation, les tardigrades se roulent en boule offrant ainsi une surface réduite au contact de l'environnement. La perte de liquide par transpiration est ainsi stoppée. Si la sécheresse se prolonge, le contenu cellulaire des tardigrades s'épaissit progressivement grâce à la présence de sucres particuliers jusqu'à se transformer en une substance vitreuse. Ceci permet aux cellules de garder leur forme et les organites du cytoplasme, immobilisés, sont protégés d'éventuels dégâts. Les oursons d'eau peuvent ainsi résister 100 ans sans eau et revenir à la vie en quelques heures s'ils sont réhydratés.



Le dipneuste africain

Quand commence la saison sèche et que le niveau de l'eau baisse, le dipneuste africain (*Protopterus annectens*) creuse un trou dans le fond de la rivière. Il peut rester en dormance pendant huit mois de sécheresse en se protégeant dans un cocon de mucus qui empêche la dessiccation. Si le lit de la rivière est à sec, le dipneuste respire via une cheminée qui relie son cocon à l'air libre. En effet, outre des branchies, le dipneuste possède aussi des poumons.

● **Stratégie 2 : utiliser l'eau efficacement en cas de pénurie**

Avec peu d'eau à disposition dans leur milieu de vie, les organismes ne peuvent survivre qu'en la stockant (chameau, cactus saguaro) ou en utilisant avec la plus grande parcimonie la moindre goutte que leur corps est capable de récolter. Ce sont surtout les animaux du désert (gerbie de Mongolie, scarabée de Namibie...) qui se sont rendus maîtres en la matière.

Gros buveur (A4)

Deux semaines sans boire, ça va. Mais n'exagérez pas : après ça, le chameau doit se réhydrater. Et là, il est champion. Il peut boire 200 litres d'une traite, en trois minutes. Le tiers de son poids. L'eau passe alors très vite dans son tube digestif et, de là, dans le sang. D'où elle gagne les tissus, qui se réhydratent. Attention aux idées reçues : l'eau ne va pas dans les bosses, ce sont de banales réserves de graisse.



Un chameau résiste deux semaines sans eau

Cactus-accordéon : le cactus saguaro (*Carnegiea gigantea*) (A6)

Un cactus, c'est une grosse tige verte dont les feuilles se résument à des épines. Dans le désert, des feuilles normales évaporerait trop d'eau. Les épines brisent aussi le vent, ce qui réduit encore l'évaporation. Lors des rares pluies, les racines absorbent l'eau qui s'emmagasine dans la tige. Celle du saguaro gonfle alors comme un accordéon. Elle recèle 90% d'eau. Un spécimen de 3m en contient 500l.



Les plis du tronc du saguaro changent de forme pour permettre le stockage de liquide.

Le bar du brouillard (A7)

Pas très hospitalier, le désert côtier du Namib... Pourtant, chaque matin, les brises humides de l'océan se condensent en brouillard quand elles rencontrent l'air désertique, glacé par la nuit. Plusieurs insectes en profitent. Ils font le poirier, face au vent. Les gouttelettes de brouillard commencent à se rassembler sur leurs élytres. Quand les gouttes sont assez grosses, elles roulent vers la bouche. Santé !

Economisez l'eau (A9)

La vie d'une gerbille de Mongolie (*Meriones unguiculatus*) est un défi : se procurer de l'eau dans le désert, puis ne pas la galvauder. Certes, il y a un peu d'eau dans sa nourriture (plantes et insectes). Et l'oxydation des matières grasses des graines en fabrique même. Quant à économiser l'eau, les reins de la gerbille s'y entendent : ils produisent une urine ultra-concentrée, en toute petite quantité. Conclusion : la gerbille ne boit presque jamais.



Gerbille



Zone 5. Vivre dans l'obscurité permanente

La lumière du soleil est transformée en énergie utilisable par le monde vivant par la photosynthèse. Les plantes vertes jouent là un rôle capital. L'obscurité constante constitue donc une situation extrême car la vie des plantes vertes, base de toutes les chaînes alimentaires terrestres, est impossible dans le noir.

1. Ne rien voir dans le noir

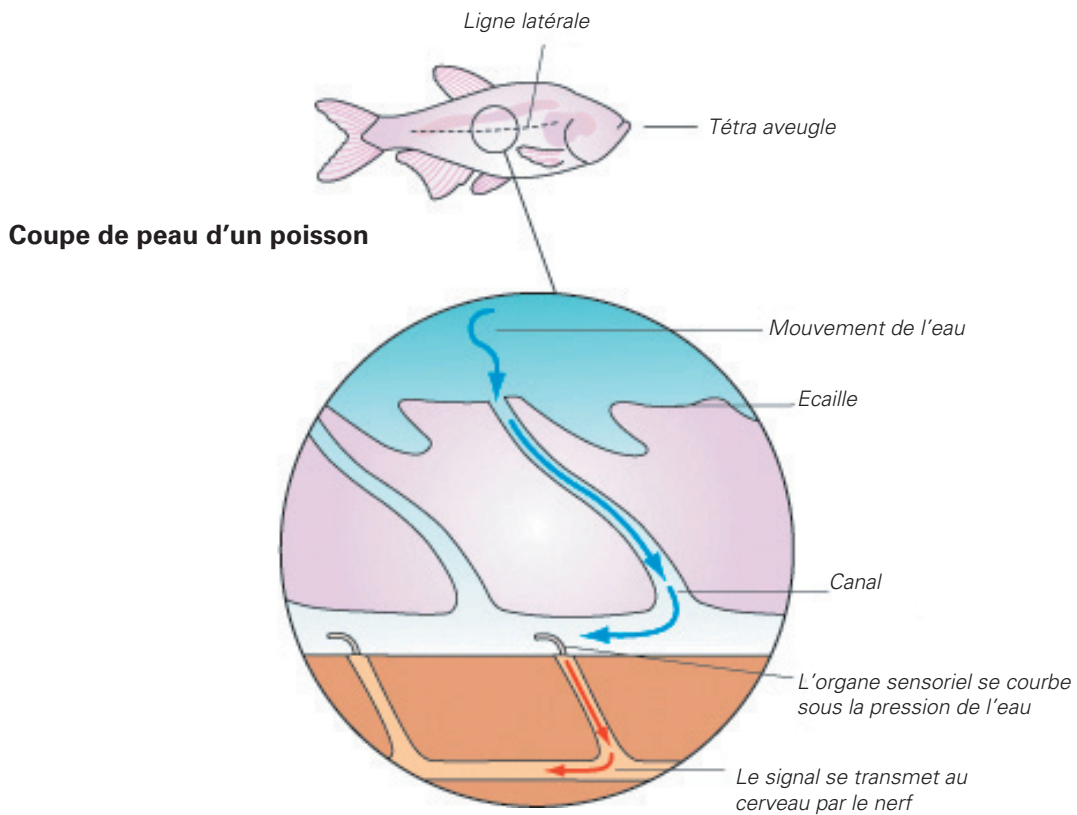
La lumière du soleil influence fortement le comportement des plantes et des animaux par le biais de l'alternance jour / nuit et du rythme des saisons. Dans les grottes, il fait tout le temps noir, ainsi que dans les profondeurs des mers. A peine 2% du volume total des océans reçoit suffisamment de lumière pour permettre la photosynthèse.

Les animaux ne voient pas dans le noir complet. Des sens comme l'odorat, l'ouïe ou le goût joueront, dans ce cas, un rôle plus important que la vision. Tant que ces alternatives sensorielles permettront de trouver sa nourriture, de se rencontrer pour se reproduire, de soigner ses jeunes et de fuir ses ennemis, un animal survivra dans l'obscurité.

Ci-dessous, quelques exemples :

Aveugle, expert en analyse de mouvement (D3)

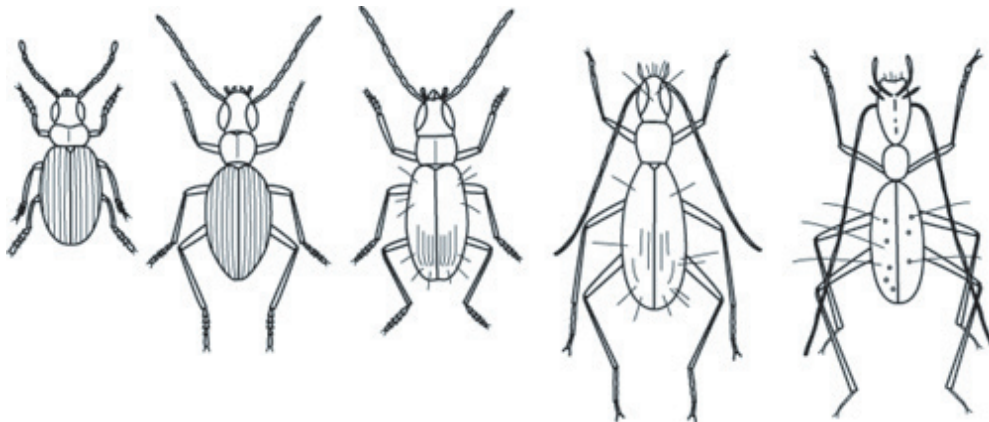
Le tétra aveugle (*Astyanax fasciatus mexicanus*), poisson cavernicole, n'a pas d'yeux. Mais il s'oriente au goût, comme un chien renifle les odeurs. En plus, n'importe quel mouvement dans l'eau crée des variations de pression. Le tétra les détecte par une rangée de microscopiques capteurs reliés au cerveau. Cette ligne latérale est un classique des poissons mais elle est magnifiquement sensible chez celui-ci. Il « voit » avec ses flancs !



Coupe de peau d'un poisson

Tâter à tâtons (D4)

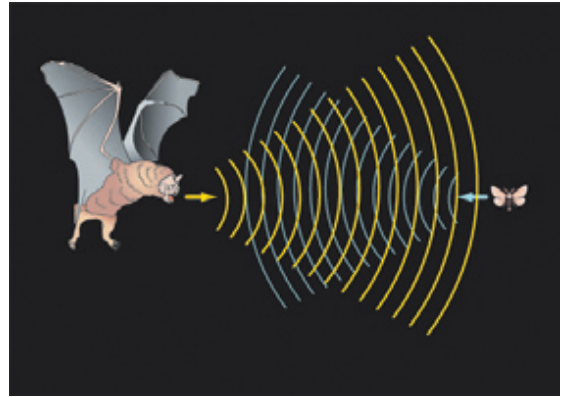
Dans l'obscurité permanente les yeux ne sont d'aucune aide. Les insectes des grottes ont recours à d'autres sens, le toucher et l'odorat. La surprise, c'est que ces sens ont leurs organes logés dans les pattes et les antennes. Pas étonnant que les unes comme les autres soient spécialement longues ; les organes de l'odorat et du toucher sont ainsi hyperdéveloppés. Pratique pour s'orienter et... trouver son repas !



Série de carabes montrant diverses adaptations au milieu. A gauche, en surface. A droite, sous terre.

Voir avec les oreilles (D5)

Attraper un insecte en pleine nuit ? Pour le pipistrelle (*Pipistrellus pipistrellus*), c'est l'enfance de l'art. Elle émet des séries de petits cris super aigus que nous n'entendons pas, des ultrasons. Elle écoute leur écho, que son cerveau analyse. Elle se crée ainsi une carte mentale de son environnement ; elle l'utilise pour naviguer et chasser. Rien ne lui échappe : grosseur des obstacles, position, éloignement, vitesse...



Une chauve-souris trouve son chemin dans le noir grâce à l'écho des sons qu'elle produit elle-même.

2. Emettre de la lumière dans les ténèbres

Chasseurs de l'ombre (D6)

Dans les profondeurs obscures, 90% des animaux peuvent émettre de la lumière. Ils en font mille et un usages : repérer des proies, déconcerter des prédateurs, attirer l'âme sœur... Cette lueur est souvent bleutée : sous l'eau c'est ce qui porte le plus loin. La lumière naît d'une réaction chimique. L'action de l'oxygène et d'une enzyme convertit en lumière presque toute l'énergie du produit de départ : aucun échauffement !

Dans les abysses, impossible d'être vu. À moins d'éclairer soi-même, comme le poisson lanterne (*Ceratias holboelli*). Au-dessus de sa grande bouche béante pend un filament. Il se termine par une « lanterne » oscillante, peuplée de bactéries lumineuses. Usage : attirer des proies. Ou le minuscule mâle... Cet avorton, quand il trouve une femelle, s'y accroche pour le restant de ses jours.

Aux profondeurs où vit le poisson hachette (*Sternoptyx obscura*), on n'y voit plus clair. Un danger subsiste pourtant. La silhouette du poisson, vue par un prédateur situé plus bas, se découpe sur la lueur bleue de la surface. Fort opportunément, le poisson hachette est mince, presque sans épaisseur. Et son ventre s'orne de points lumineux (photophores) dont le bleu se fond à celui de la surface. Sa silhouette en devient indécélable.

Le calmar scintillant (*Watasenia scintillans*) a deux systèmes d'éclairage. L'un est discret : quelques points lumineux au bout des tentacules. Il l'utilise de nuit, en surface. Fonction : intriguer des poissons, les attirer... pour les croquer. Mais à grande profondeur le calmar endosse un habit de lumière. Tout son corps étincelle de mille feux. Les photophores scintillent sans trêve, créant des motifs toujours renouvelés. Fonction ? Heu... on ne sait pas. Peut-être communiquer ?

Le petit crustacé copépode (*Pleuromamma xiphias*) possède un moyen d'échapper à ses prédateurs. Il expulse un produit lumineux et s'écarte immédiatement. Le vorace est leurré. Il tente d'attraper le feu d'artifices marin... et il en est pour ses frais. Ici, la bioluminescence est un moyen de sauvegarde.

3. L'énergie chimique à la place de l'énergie solaire

Les vestimentifères (*Riftia pachyptila*) de grande profondeur vivent à proximité des « fumeurs noirs ». Ces derniers sont des structures en forme de cheminées rencontrées au fond de l'océan, le long des failles mid-océaniques. Les « fumeurs noirs » sont l'équivalent abyssal des geisers de surface. Cependant, étant donné l'énorme pression qui règne à cette profondeur, il ne s'y forme pas un jet de vapeur mais un écoulement d'eau très chaude (400 °C) riche en minéraux et en particulier en soufre. Dans cet environnement extrême, on voit s'épanouir une faune de vers tubicoles, de bivalves (semblables à des moules), de gastéropodes, de crustacés et de bactéries.

Jeûne sans fin (D7)

Riftia est un ver vestimentifère gigantesque qui vit près des sources ultra chaudes au fond des océans. Il ne mange jamais : il vit de sa coexistence avec des bactéries qui peuplent son estomac. Les bactéries obtiennent de l'énergie en combinant l'oxygène de la mer avec des sulfures trouvés dans l'eau chaude. Cette énergie sert à produire des sucres nutritifs, qui alimentent aussi bien les bactéries que le riftia. Son secret est partagé par tous les organismes de l'obscurité permanente : utiliser l'énergie chimique à la place de l'énergie solaire.



Un épanchement sous-marin de « fumeur noir »

Pour en savoir plus !



Sites web

www.linternaute.com/science/biologie/dossiers/06/0601-vie-extreme/12.shtml

www.journaldunet.com/science/biologie/dossiers/06/0601-vie-extreme/1.shtml

www.astrosurf.com/luxorion/bioastro-adaptation3.htm

www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=2587

www.bou-saada.net/animaux.htm

http://fr.wikipedia.org/wiki/Faune_abyssale

http://fr.encyclopedia.msn.com/encyclopedia_741533454/faune_abyssale.html

www.pragmasoft.be/carnets/bio/animcav/

www.cwepss.org/floreFaune.htm

www.jeanlouisetienne.fr/banquise/niv2/22/22.htm

ww.institut-polaire.fr/ipev/les_regions_polaires

Notre partenaire : Naturalis website: Leven in extreme omstandigheden

www.natuurinformatie.nl/nm.dossiers/natuurdatabase.nl/i004547.html



Bibliographie

Français

Jeunesse

Animaux de la banquise ; Christian Havard et Catherine Fichaux ; Milan 2003

Animaux du désert ; Christian Havard et Catherine Fichaux ; Milan 2004

Le monde des pôles ; Richard Beugné ; Milan 2006

J'explore la grotte de tout près ; Sabine Krawczyk ; Gallimard Jeunesse 2006

J'explore le désert de tout près ; Donald Grant ; Gallimard Jeunesse 2003

J'explore les abysses de tout près ; Ute Fuhr, Raoul Sautai ; Gallimard Jeunesse 2005

Les animaux du désert ; Sylvie Baussier, Xavier Frehring ; Nathan 2005

Les animaux du froid ; Valérie Videau ; Nathan 2003

Tout public

Dans la nuit des abysses ; au fond des océans ; Daniel Reyss, Gallimard 2005

Dans l'immensité des pôles ; Rémy Marion ; Editions Fleurus 2007

Fascinants déserts ; Catherine Levesque ; Editions Fleurus 2004

La vie excentrique ; Michael Gross ; Editions Belin 2003

La vie dans les milieux extrêmes ; Dossier Pour La Science ; Octobre 1994

La vie dans les milieux extrêmes ; M.-J. Dubourg-Savage et B.Taylor ; Nathan 2005

Le continent invisible ; Georges Marbach, Luc Henri Fage ; Glénat 2006

Les milieux extrêmes ; Véronique Sarano ; Editions Fleurus 2004

Survivre ; Alessandro Minelli, Maria Pia Mannucci ; Milan 2008

Un monde fragile ; Mireille De La Lez, Fredrik Granath ; La Martinière 2007