

SEP M  
TOP  
ventes

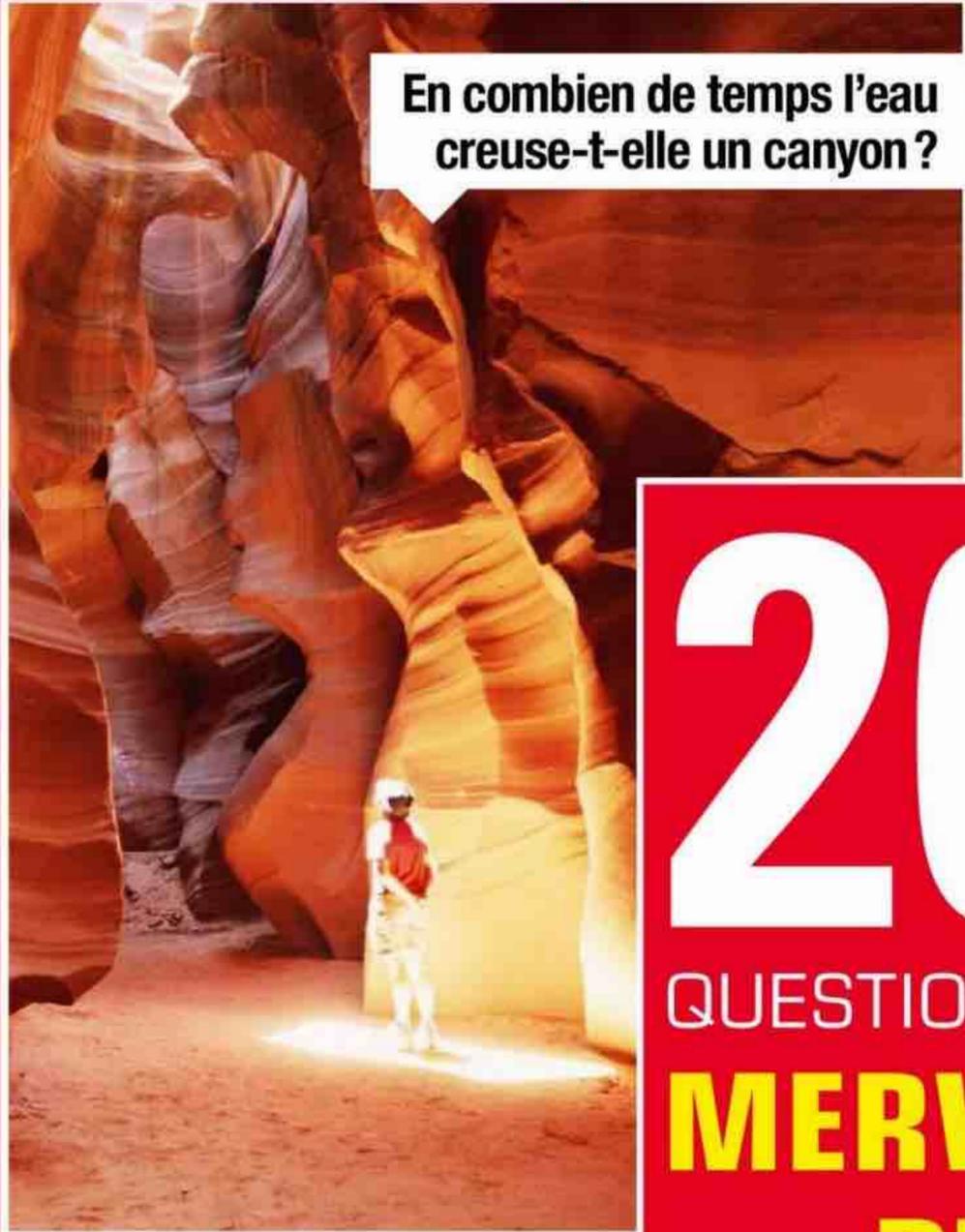
**Q&R**  
M'INTÉRESSE

# Questions & Réponses

N°46  
5,95 €

AVRIL-JUIN 2024

N°46 - AVRIL - JUIN 2024 - 200 questions sur les merveilles de la planète



En combien de temps l'eau creuse-t-elle un canyon ?



Les aurores polaires font-elles du bruit ?

**200**  
QUESTIONS SUR LES  
**MERVEILLES**  
DE LA **PLANÈTE**



- 10 INCROYABLES SONS DE LA NATURE À ÉCOUTER
- 5 QUIZ À PARTAGER EN FAMILLE



Le désert d'Atacama fleurira-t-il cette année ?



Quelles plantes poussent en spirale ?



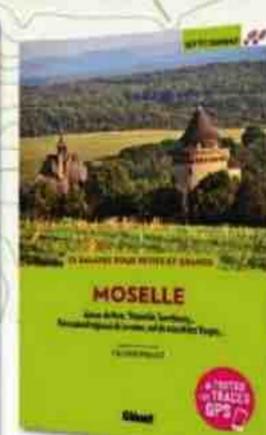
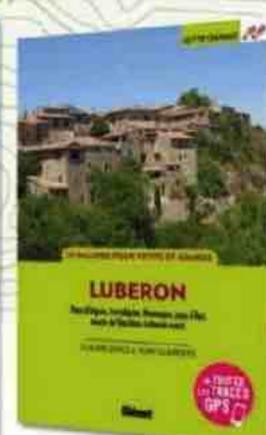
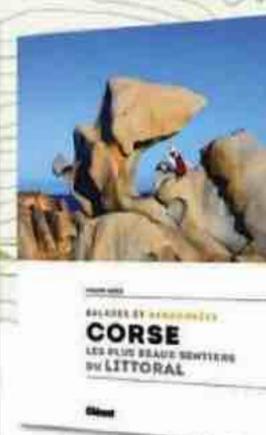
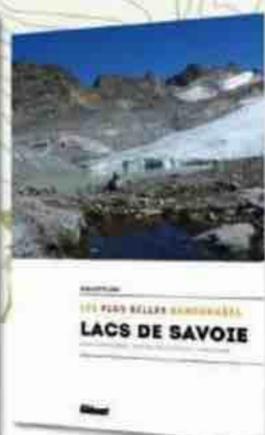
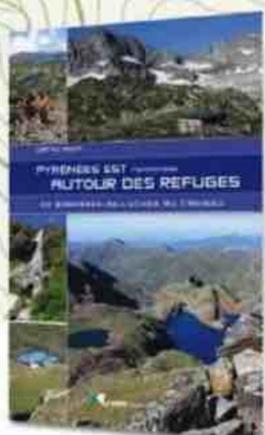
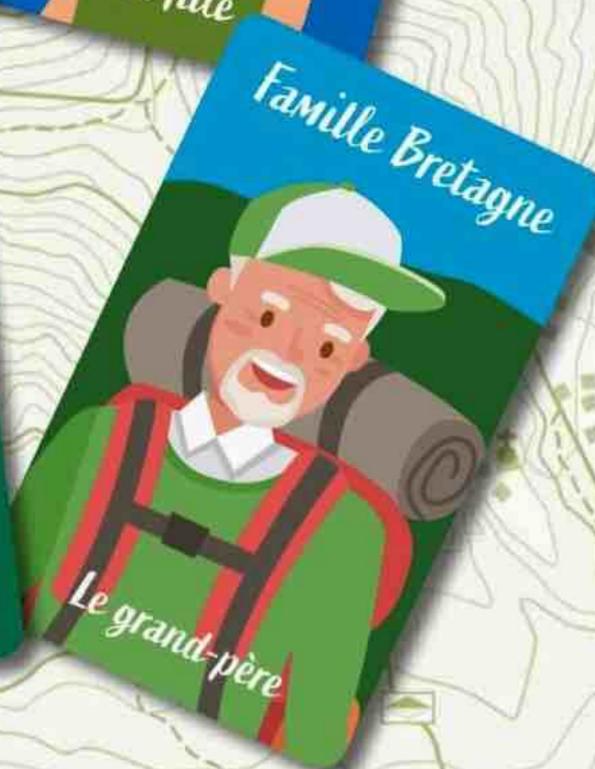
Quel trésor cache ce lac de Yellowstone ?

PM PRISMA MEDIA CPPAP  
L 12337 - 46 - F: 5,95 € - RD

ET AUSSI *le journal de la curiosité*  
10 pages d'actus sur un monde toujours plus étonnant !



# À CHAQUE FAMILLE SA RANDONNÉE!



Découvrir



DES GUIDES DE RANDO POUR TOUS LES MARCHEURS

**Glénat**  
www.glenat.com



ÉDITO

# PROFITER DU SPECTACLE

Ouvrez grand les yeux: le spectacle de la nature est au rendez-vous de ce nouveau numéro de *Ça m'intéresse Questions & Réponses*, consacré aux merveilles de la planète. L'eau, la lumière, les roches, le vivant, l'atmosphère: la Terre est un monde à part qui éblouit le regard. Ainsi, dans le désert américain, des millions d'années d'érosion ont sculpté les roches d'Antelope Canyon en sublimes vagues pétrifiées (p. 21); en Nouvelle-Zélande, de minuscules larves ont transformé le plafond des grottes de Waitomo en ciel étoilé (p. 32); en Islande, explorer le glacier Vatnajökull prend des allures de rêve bleu outremer (p. 76)... Il y a ces paysages grandioses, dont on ne se lasse pas. Mais il y a aussi le bonheur de découvrir d'étonnants phénomènes naturels, comme ces pierres qui semblent bouger toutes seules dans certains déserts arides (p. 19), ces orages qui éclatent au cœur même des volcans en éruption (p. 44) ou encore les métamorphoses des myxomycètes (p. 50), parmi les plus surprenants des organismes vivants qui se cachent dans nos forêts.

Pour autant, le spectacle ne s'arrête pas là. Maintenant, ouvrez grand vos oreilles. Car la beauté de la planète s'écoute autant qu'elle se contemple. Le chant des oiseaux à l'aube, celui du ruisseau dans la montagne ou du vent à l'orée du bois sont autant de petites merveilles, plus ou moins familières, qui méritent leur place dans la vaste collection des trésors naturels. Et que dire des métalliques vibrations de la glace sur un lac, l'hiver, du crépitement incessant du corail en mer des Caraïbes, du souffle étouffé de l'Etna?... Tous ces sons participent à l'incroyable symphonie planétaire, désormais enregistrée et étudiée par les scientifiques, et que vous allez pouvoir découvrir à travers dix pastilles sonores naturelles (p. 82), captées aux quatre coins du monde. Alors tournez la page et laissez-vous transporter: on vous offre la Terre en sons et lumières.



**Stéphanie Bellin**  
Rédactrice en chef adjointe

**GRAND ANGLE**

Jeux de lumières

p. 32

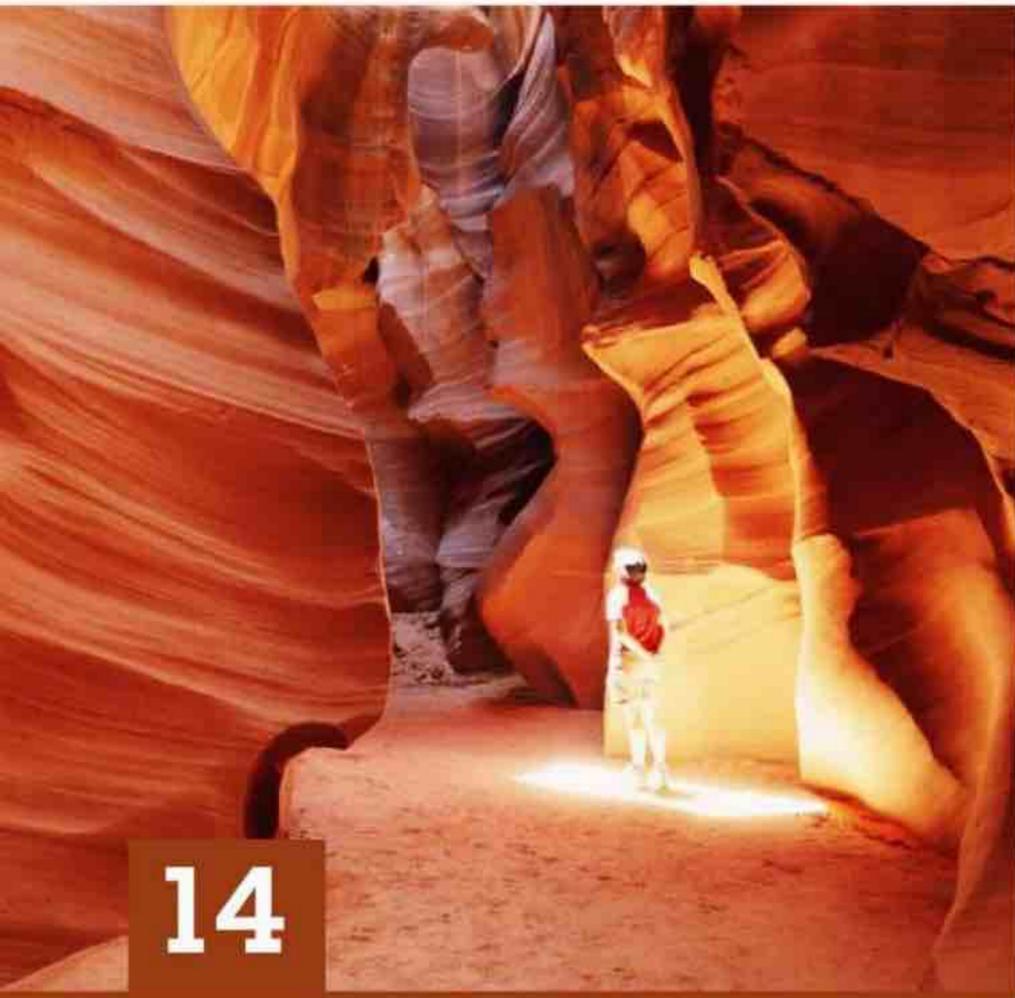
**6**

**UN MONDE À PART**

- Quelles chances avait la Terre d'être habitable? p. 6
- Combien de systèmes solaires trouve-t-on dans l'univers? p. 6
- Baignons-nous dans un vide sidéral? p. 7...

**GRAND ANGLE**

- Entrée en matières p. 8
- Haut en couleurs p. 10
- En pleines formes p. 12



**14**

**MÉMOIRES DE PAYSAGES + QUIZ P. 19**

- Combien de temps met l'eau à creuser un canyon? p. 21
- D'où est tombé ce caillou? p. 22
- Que fabrique la Loire avec ses bancs de sable? p. 23...

**28**

**TABLEAUX ÉPHÉMÈRES**

- Le désert d'Atacama fleurira-t-il en 2024? p. 28
- Quand se promener sous le Lac vert? p. 29
- Qu'est-ce qui fait craquer la banquise du lac Baïkal en Sibérie? p. 30...



Martin Harvey / Getty Images

**34**

**GRANDES EAUX + QUIZ P. 37**

- Le corail maintient-il les atolls hors de l'eau? p. 35
- Comment poussent les palétuviers noyés dans les mangroves? p. 36
- Un fleuve peut-il s'évaporer en entier? p. 40...

**44**

**CHAUD DEDANS + QUIZ P. 47**

- Comment éclatent les orages volcaniques? p. 44
- A-t-on le droit de ramasser des œufs de geysers? p. 46
- Que crache un volcan gris? p. 48...

**Les portraits**

<i>Théodore Monod</i> .....	p. 26
<i>Sylvia Earle</i> .....	p. 42
<i>Francis Hallé</i> .....	p. 64
<i>Paul-Émile Victor</i> .....	p. 78

**52**

**ATMOSPHÈRE, ATMOSPHÈRES**

- Quelle colère s'abat sur Catatumbo toute l'année? p. 52
- Dans quel sens s'enroulent les cyclones? p. 53 • Comment mesurer le bleu du ciel? p. 54 • Quelle est l'épaisseur de l'atmosphère? p. 54...



Tarzan9280 - iStockPhoto.com

**56**

**PIONNIERS DU VIVANT + QUIZ P. 61**

- Ces « cailloux » sont-ils les plus vieilles traces de vie sur Terre? p. 58 • Les boues forment-elles le terreau du vivant? p. 59 • Les forêts font-elles pleuvoir? p. 60
- Le sable des déserts nourrit-il le plancton des océans? p. 63...

**66**

**PRÉCIEUX CAILLOUX**

- Pourquoi cette fluorite est-elle un vrai trésor? p. 66 • Sur quoi a poussé le buisson d'or? p. 67 • Quelles formes prennent les cristaux? p. 67 • Qui a inventé les gogottes? p. 68 • Pourquoi le lapis-lazuli est-il si bleu? p. 68...

**ZOOM SUR...**

<i>les fossiles</i> .....	p. 24
<i>les nuages</i> .....	p. 55
<i>le diamant</i> .....	p. 69
<i>les aurores polaires</i> .....	p. 80

**Oups!...** Une seule lettre vous manque, et la phrase est erronée! Dans notre précédent numéro, p. 27, il fallait lire 6 384 km (et non 6 384 m!) pour l'altitude du Chimborazo par rapport au centre de la Terre, et 6 382 km pour celle de l'Everest. Merci à l'œil vigilant de notre lecteur, Jean-Luc Chapoton! De même, dans notre sommaire, il manquait le u de PoUlidor.



MB Photography / Getty Images

**72**

**PALAIS DES GLACES + QUIZ P. 75**

- À quelle vitesse s'écoulent les glaciers? p. 73
- Qu'est-ce qui fait rouler la neige? p. 74 • Quelle est la vraie couleur de la glace? p. 76 • Une avalanche peut-elle remonter la pente? p. 77...

**82**

**REGARDS CROISÉS**

À l'écoute de la planète avec deux acousticiens



ET AUSSI

**le journal de la curiosité**

<i>l'actu insolite</i>	p. 86
<i>l'actu plein les yeux</i>	p. 90
<i>à voir, lire &amp; écouter</i>	p. 94

maystra-iStockPhoto.com

# UN MONDE *à part*

## QUELLES CHANCES AVAIT LA TERRE D'ÊTRE **HABITABLE** ?

Infimes ! Condition première : pour que se développe la vie telle qu'on la connaît sur Terre, il fallait de l'eau à l'état liquide. Cela supposait que notre planète ne se situe ni trop loin, ni trop près du Soleil, afin que l'eau ne gèle pas, ni ne s'évapore. Autres conditions favorables à la vie : la présence d'une atmosphère et d'un sol rocheux. Chance supplémentaire : notre globe a été relativement épargné par les collisions d'astéroïdes. Sur les 200 milliards d'étoiles de notre galaxie, la Nasa estime que seules 300 millions auraient peut-être en orbite autour d'elles une planète qui pourrait abriter la vie.

**VOUS ÊTES ICI !**



Mercurure



Vénus



## COMBIEN DE **SYSTÈMES SOLAIRES** TROUVE-T-ON DANS L'UNIVERS ?

Il n'existe qu'un seul système solaire, le nôtre, avec ses 8 planètes dont la Terre... mais on dénombre une multitude de systèmes planétaires, autour d'autres étoiles ! À date (février 2024, Observatoire de Paris), les scientifiques ont identifié 4 152 systèmes planétaires et 5 633 exoplanètes, nom donné à ces planètes en dehors de notre système (la première, trouvée en 1995, a été baptisée « 51 Pegasi b »). Mais la tâche reste immense pour les répertorier : les chercheurs estiment qu'il existerait plusieurs milliers de milliards de milliards d'étoiles dans l'Univers, la plupart accompagnées d'un cortège de planètes !

**Masse :  $5,972 \times 10^{24}$  kg**  
(5,972 millions de milliards de milliards de kilos)  
**Diamètre : 12 756,274 kilomètres**  
**Température moyenne de surface : 15 °C**  
**Âge : 4,567 milliards d'années**  
**Vitesse orbitale : 107 208 km/h**  
**Période de révolution : 365,256 jours**

Notre Terre n'est qu'une planète parmi des millions d'autres au sein de l'Univers. La vie qui s'y est développée en fait néanmoins un monde unique.

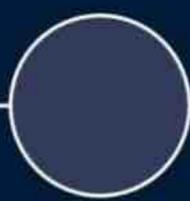
### BAIGNONS-NOUS DANS UN **VIDE SIDÉRAL** ?

Pas totalement. L'espace entre les étoiles de notre galaxie contient un mélange extrêmement dilué de gaz (99%), principalement de l'hydrogène, et de poussières microscopiques (1%). Leur concentration varie d'une unique particule à un million d'atomes par  $\text{cm}^3$  dans les nébuleuses, ces nuages de gaz les plus denses où se forment les nouvelles étoiles. Cela reste bien inférieur aux meilleurs vides réalisés en laboratoire, et dérisoire au vu des 50 milliards de milliards d'atomes par  $\text{cm}^3$  de l'air que nous respirons ! Cependant, cet espace interstellaire est si vaste que sa masse est loin d'être anecdotique : elle représente 10 à 15% de la masse visible de la Voie lactée.

### NOTRE PLANÈTE EST-ELLE NÉE DE LA **DERNIÈRE PLUIE** ?

Sans doute, si l'on parle de pluies de météorites ! Les chercheurs, qui travaillent toujours à reconstituer le complexe processus de formation de la Terre, il y a 4,5 milliards d'années, ont une première piste : notre planète aurait pris forme en 30 millions d'années environ, par accréation de corps semblables à des météorites puis de corps plus gros. Autre possibilité : la Terre se serait formée par agrégation de simples poussières en seulement 5 millions d'années. Dans les deux cas, des pluies de météorites ont ensuite bombardé le sol terrestre et joué un rôle déterminant en apportant plus de la moitié des futures molécules d'eau de notre planète.

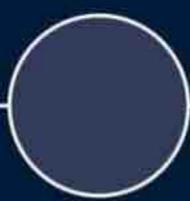
SiberianArt - iStockPhoto.com



Mars



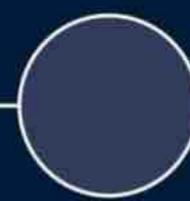
Jupiter



Saturne



Uranus



Neptune

SYSTÈME SOLAIRE

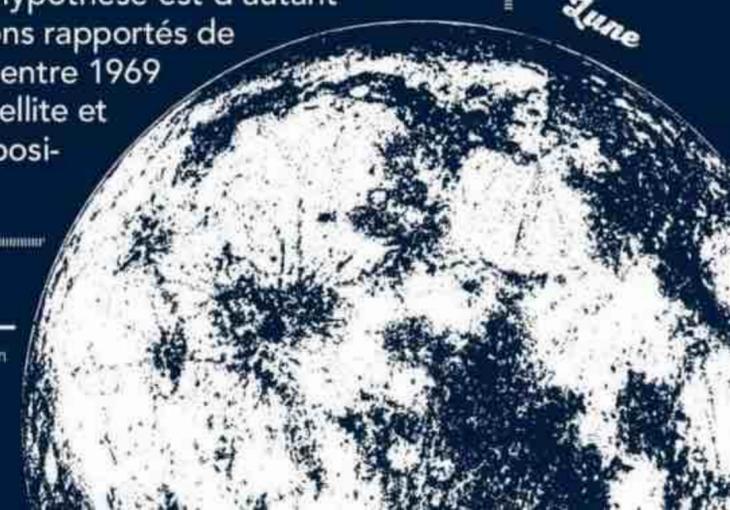
### LA TERRE TOURNE-T-ELLE **ROND** ?

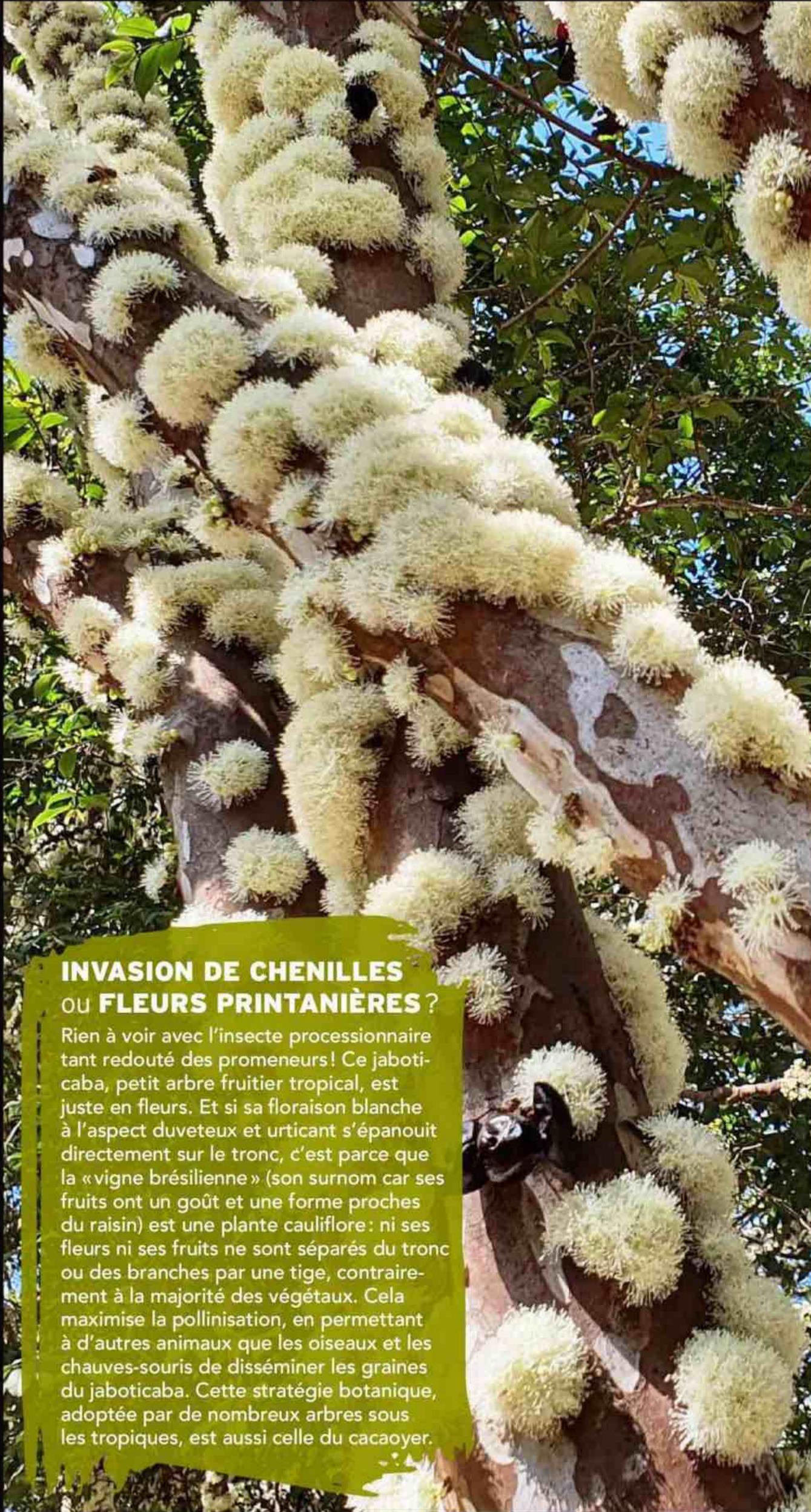
Pas vraiment. D'abord, elle tourne autour du Soleil en suivant une ellipse, et non un cercle. Sa rotation sur elle-même n'est pas parfaite non plus. Elle est animée d'oscillations périodiques (à l'échelle des secondes, des jours...), notamment parce que la répartition des masses à la surface de la Terre n'est pas homogène et varie avec les saisons. Et sa rotation est aussi déformée (comme celle d'une toupie en fin de course) par des variations cycliques, sur le long terme, de l'inclinaison de l'axe terrestre (passant de 22 à 25 degrés tous les 41000 ans, par exemple).

### LA LUNE A-T-ELLE DES **RACINES** SUR TERRE ?

Très certainement. Notre satellite serait composé de fragments de la Terre arrachés lors d'une collision, il y a 4,5 milliards d'années, entre notre toute jeune planète et un autre corps (de la taille de Mars). L'agglomération en orbite des débris ayant formé la Lune se serait ensuite opérée par fusion des roches, très rapidement, en quelques milliers d'années seulement. L'hypothèse est d'autant plus probable que les échantillons rapportés de la Lune par les missions Apollo entre 1969 et 1972 montrent que notre satellite et la Terre ont des roches de compositions très proches.

Lune





### INVASION DE CHENILLES OU FLEURS PRINTANIÈRES ?

Rien à voir avec l'insecte processionnaire tant redouté des promeneurs ! Ce jaboticaba, petit arbre fruitier tropical, est juste en fleurs. Et si sa floraison blanche à l'aspect duveteux et urticant s'épanouit directement sur le tronc, c'est parce que la « vigne brésilienne » (son surnom car ses fruits ont un goût et une forme proches du raisin) est une plante cauliflore : ni ses fleurs ni ses fruits ne sont séparés du tronc ou des branches par une tige, contrairement à la majorité des végétaux. Cela maximise la pollinisation, en permettant à d'autres animaux que les oiseaux et les chauves-souris de disséminer les graines du jaboticaba. Cette stratégie botanique, adoptée par de nombreux arbres sous les tropiques, est aussi celle du cacaoyer.

joemoraes - iStockPhoto.com



### MER DE NUAGES OU MICROBES POLAIRES ?

Il faut prendre de la hauteur pour décoder cette image floconneuse : voici un type particulier de stratocumulus se formant au-dessus des océans, avant d'être soufflés par les vents vers les côtes. Il a fallu attendre les observations d'un satellite de la NASA, en 1962, pour détecter ces champs de nuages dits « actinoformes », à cause de leur structure en roue de vélo (*actis* signifie « rayon » en grec ancien). Ils s'étendent sur des centaines de kilomètres dans la couverture nuageuse : si les météorologistes n'expliquent pas encore leur dimension XXL, ils observent leur formation en toute saison, accompagnée d'un temps brumeux.



## FEU DE FORÊT OU LAVE BRÛLANTE ?

Cette « croûte » n'est pas une écorce calcinée, mais de la lave en train de refroidir : son aspect comme sa couleur, noire ou grise, dépendent de sa composition chimique et de sa viscosité. Plus il y a de silice dedans, plus la lave est visqueuse et s'écoule lentement. Or une lave visqueuse est chargée en gaz, ce qui peut provoquer des explosions très dévastatrices. Ce qui est, hélas, bien plus dangereux que cette lave hawaïenne, fluide et pauvre en silice, qui se fige tranquillement après avoir dévalé les pentes du volcan Kilauea : lorsqu'elle est encore liquide, sa température atteint en général 700 °C à 1 200 °C. Son incandescence augmente alors avec l'intensité de sa chaleur, du rouge profond au jaune orangé.

Justinreznick - iStockPhoto.com

# ENTRÉE en MATIÈRES

Animal ? Végétal ? Minéral ?... Le jeu des textures est parfois trompeur, rappelant que toutes les matières sur Terre sont le fruit des mêmes ingrédients : 94 éléments chimiques naturels.



NASA Earth Observatory

## TERRE ARIDE OU PEAU DE RHINOCÉROS ?

Rien à voir avec la peau dure d'un rhinocéros, même si elle en a l'allure : cette mosaïque en polygones est caractéristique des déserts de sel. En 2023, pour la première fois, des physiciens ont apporté une explication à cette étonnante géométrie. Elle résulterait d'une compétition permanente entre, d'une part, l'écoulement de l'eau chargée en sel vers les zones du sous-sol situées à l'aplomb des arêtes des polygones ; et, d'autre part, l'évaporation transportant les minéraux vers la surface, faisant ainsi croître la croûte salée.

Abstract Aerial Art / Getty Images

## QUEL EST LE SECRET DE CETTE STALACTITE ROSE ?

Le manganèse. C'est la présence de ce minéral qui donne cette couleur si spéciale à cette tranche de stalactite prélevée dans la mine Ortiz, en Argentine. Les motifs présents dans la concrétion révèlent, eux, la façon dont elle s'est formée. Chaque cercle blanc correspond aux conduits le long desquels de l'eau chargée en sels minéraux a ruisselé. En contact avec l'air, ces minéraux cristallisent principalement en carbonate de calcium mais aussi, dans cet exemple particulier, en rhodochrosite, un cristal rose-rouge contenant du manganèse. Les cristaux épaississent alors progressivement les conduits, qui finissent par fusionner les uns avec les autres et donnent une unique stalactite. Les plus rapides grandissent de quelques centimètres par an.

MINHN - Bernard Foye

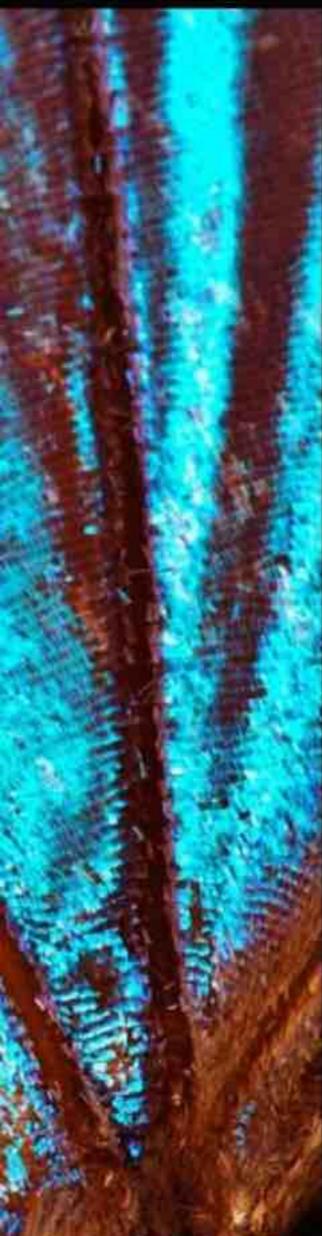
# HAUT en COULEURS

Un bleu né d'écailles transparentes, une écorce multicolore et une pierre rose bonbon : toutes les couleurs sont dans la nature, même les plus inattendues !

## D'OÙ VIENT LE BLEU MÉTALLIQUE DE CE PAPILLON ?

La couleur vibrante de ce morpho bleu, un papillon d'Amérique centrale et du Sud, est due aux microscopiques écailles recouvrant son aile. Elle n'est pas colorée par un pigment, qui absorberait toutes les couleurs sauf le bleu, quelle que soit la façon de le regarder. Non : son bleu et ses reflets irisés varient selon l'angle d'observation. À tel point qu'à contre-jour, la couleur bleue du morpho... disparaît ! En réalité, ses écailles, alignées comme des tuiles sur un toit, sont transparentes mais interagissent physiquement avec la lumière, dont elles modifient les propriétés. Un phénomène comparable aux irisations à la surface d'une bulle de savon mais, dans le cas du morpho, la taille et la disposition des écailles contrôlent l'effet obtenu, tel un filtre bleu métallique.

Jodi Jacobson - iStockPhoto.com



### **QUI A PEINT CET EUCALYPTUS ARC-EN-CIEL ?**

Personne ! L'écorce de cet arbre originaire d'Asie du Sud-Est est naturellement multicolore. Au lieu d'épaissir année après année, cette espèce renouvelle son écorce en perdant sans cesse des lambeaux de cellulose. Un peu comme si elle muait. L'écorce la plus jeune est vert clair ; avec le temps et l'exposition à l'air, elle s'oxyde et prend successivement les teintes vert foncé, bleu, violet, orange et marron. Là, le fragment tombe, initiant un autre cycle avec l'apparition d'une nouvelle écorce vert pâle. Le tronc de l'eucalyptus se pare d'un camaïeu de verts ou d'une mosaïque de couleurs, au hasard des morceaux qui se détachent l'un après l'autre.

## QUI A SCULPTÉ LA CÉLÈBRE CHAUSSÉE DES GÉANTS ?

Les lois de la physique. Cette ancienne coulée de lave, sur la côte d'Irlande du Nord, est connue pour ses 40000 colonnes hexagonales. Elles se sont formées lorsque de la lave s'est refroidie et solidifiée ici, il y a 60 millions d'années. Cette baisse de température s'est accompagnée d'une contraction du basalte, créant des fissures régulières à la surface de la lave, puis en profondeur, en dessinant des colonnes. Lorsque ces contraintes sont réparties de façon homogène, des figures hexagonales apparaissent alors naturellement (comme les alvéoles d'une ruche), telles qu'en témoignent ces orgues basaltiques d'une régularité exceptionnelle.

# En PLEINES FORMES

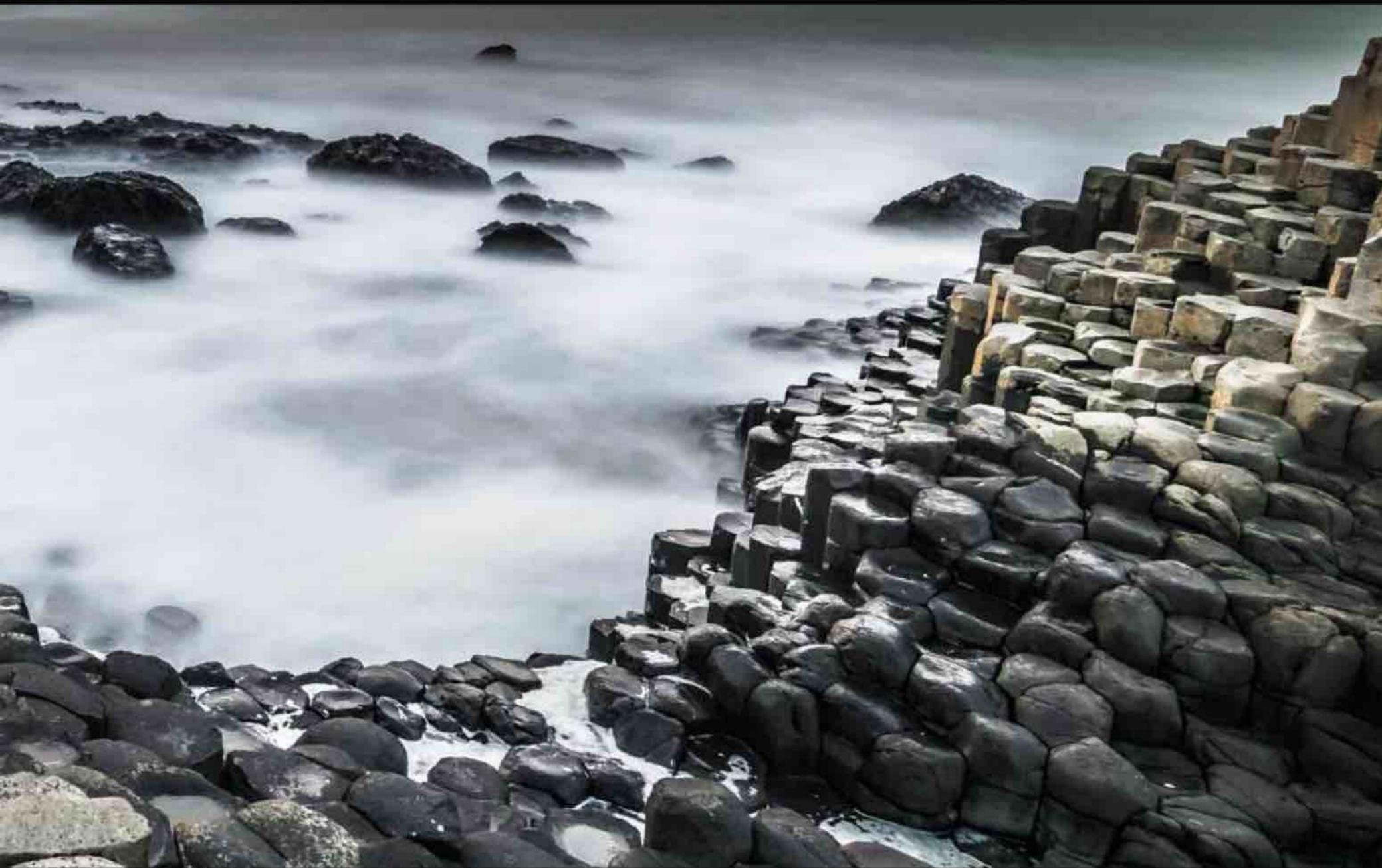
Le monde peut aussi se regarder à travers le prisme des mathématiques : qui n'a jamais rêvé devant la géométrie du givre ou les ondulations des nuées d'oiseaux ?

## POURQUOI CET ALOÈS POUSSE-T-IL EN SPIRALES ?

Cette répartition permettrait à la plante, comme cet *Aloe polyphylla*, d'optimiser la position des feuilles et leur exposition à la lumière. Les scientifiques ont constaté que les « plantes en spirales » (fleur de tournesol, pomme de pin...) suivent une règle mathématique : le nombre de spirales, en sens horaire et antihoraire, obéit à une célèbre suite de nombres, dite de Fibonacci (1; 1; 2; 3; 5; 8; 13; 21...), où chaque nombre est la somme des deux précédents.

## QUI CONDUIT LE BALLET DES ÉTOURNEAUX ?

Il n'y a pas de chef d'orchestre aux formes changeantes, fluides et poétiques des nuées d'oiseaux. Chaque volatile est influencé par les individus dans son champ visuel. Ce ballet synchronisé s'articule ensuite autour de trois règles : s'éloigner des voisins trop proches, s'approcher des voisins lointains et s'aligner sur les voisins intermédiaires. Phénomène présent chez certaines espèces grégaires tel l'étourneau, ces « murmurations » (comme disent les Anglais) permettent aux oiseaux d'esquiver et de se protéger des prédateurs, tout en maintenant la cohésion du groupe.



Giuseppe Milo - Flickr.com



Henk Bogaard - iStockPhoto.com



CaryllN - iStockPhoto.com

## LE GIVRE A-T-IL UNE ÂME D'ARTISTE ?

En hiver, nos vitres se couvrent parfois d'une couche de givre. Lors de pluies verglaçantes, en dessous de 0°C, si l'eau qui trace son chemin sur nos vitres croise des poussières, celles-ci amorcent la formation de cristaux de glace. Les motifs qui se forment sont non seulement magnifiques, mais aussi d'une infinie précision : il s'agit de fractales, des figures que l'on observe dans de nombreux éléments naturels et qui reproduisent un même motif répété à différentes échelles, comme les fleurettes du chou romanesco ou les ramifications des fougères.

# MÉMOIRES DE PAYSAGES

Au premier regard, on profite de la beauté des lieux. Puis l'œil attentif lit dans les vallées, les montagnes, les déserts... l'histoire géologique de notre planète, grandeur nature.





## COMMENT SE SCULPTENT LES **RELIEFS** ?

À l'échelle des milliers et millions d'années, différents processus permettent de comprendre que la Terre soit toute bosselée. D'abord sa croûte, océanique et continentale, est morcelée en grandes plaques mouvantes: lorsque certaines de ces plaques tectoniques entrent en collision, des montagnes comme les Alpes se soulèvent. À ce jeu-là, la cordillère des Andes possède d'ailleurs le dénivelé le plus important du monde, soit 15 000 m depuis les fonds marins jusqu'à son sommet! Le relief naît aussi des mouvements du magma: cette roche en fusion, qui remonte des profondeurs vers la surface terrestre, est à l'origine de la formation de chaînes volcaniques telles que celle des Puys, dans le Massif central. L'érosion, ensuite, sculpte toutes les roches comme cette falaise de Trolltunga, en Norvège: elle s'est découpée il y a 10 000 ans, lorsqu'un glacier, en se détachant de la montagne, a emporté la roche sous-jacente. L'eau, comme le vent, exercent autant une action mécanique (des arêtes s'estompent ou s'effilent...) que chimique sur le paysage (l'eau dissout, par exemple, le calcaire en formant de vastes canyons). Sans oublier la touche du vivant dans ce tableau sans cesse changeant: troupeaux de bouquetins râpant la montagne ou corail s'élevant sur le plancher marin.

# MÉMOIRES DE PAYSAGES



Tamara Caldwell - iStockPhoto.com

LAC HURON, CANADA

## QUEL SOUVENIR GARDE LE BOUCLIER CANADIEN ?

Celui de la formation des plus vieilles roches connues sur Terre, et de leurs précieux minéraux. Le Bouclier canadien est le nom de la structure géologique qui recouvre quasiment toute la moitié Est du Canada. Ses roches les plus anciennes remontent à 4 milliards d'années... quasi l'âge de notre planète (4,5 milliards d'années), soit une éternité comparée à la chaîne voisine des Rocheuses, formée il y a 60 à 80 millions d'années ! Dans le passé, le Bouclier canadien a probablement été une imposante chaîne de montagnes. Sa base, enfouie dans les profondeurs pendant des centaines de millions d'années, a été soumise à d'intenses conditions de pression et de température, idéales à la création de minéraux comme l'or ou les diamants. Au fil du temps, la montagne s'est érodée jusqu'à devenir une plaine : à la fin de la dernière période glaciaire, il y a 10 000 ans, les glaciers ont fondu, drainant les sédiments et sculptant de nombreux sillons dans la roche. C'est ce qui a forgé son paysage actuel, où se mêlent affleurements rocheux, lacs et rivières.



DIVE IS

SILFRA CANYON, ISLANDE

## Pourquoi les océans sont-ils des puits de jeunesse ?

Contrairement aux continents, les fonds marins se renouvellent en permanence : la croûte océanique la plus ancienne ne dépasse pas 200 millions d'années ! Cette éternelle jeunesse est due à l'activité des dorsales océaniques, des failles découvertes par hasard, à partir de 1850, lors de l'installation de câbles sous-marins. Participant à la tectonique des plaques (lire page de droite), ces dorsales balafrent les océans sur 70 000 km de long : il y remonte sans cesse des roches magmatiques très chaudes qui créent, par endroits, jusqu'à 15 cm de plancher océanique par an.

## Comment sont classées les roches ?

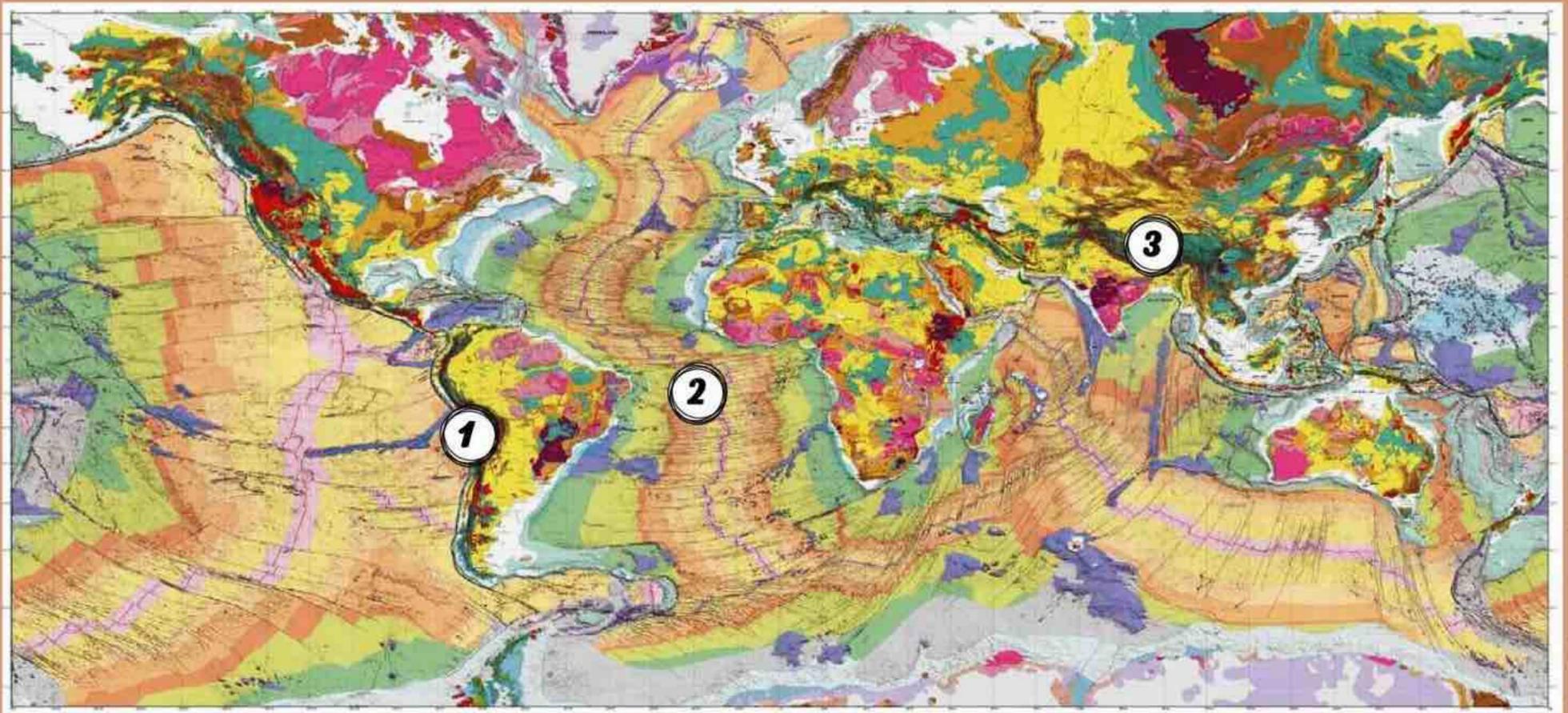
En trois grands types :

- Les **roches magmatiques** sont issues de la solidification du magma, que l'on trouve généralement entre 10 et 200 km de profondeur et qui remonte à la surface.
- Les **roches sédimentaires** se forment à la surface de la Terre, grâce à l'altération d'une roche originelle dont les débris et infimes poussières, emportées par l'eau, le vent... s'accumulent puis se transforment à nouveau en roche, sous l'effet de processus physiques ou chimiques.
- Les **roches métamorphiques**, quant à elles, résultent de la transformation d'une roche originelle par l'augmentation de la pression et/ou de la température.

# COMMENT LIRE LA CARTE GÉOLOGIQUE DU MONDE ?

Comme une photo de la «peau» de la Terre!  
Les premières cartes géologiques en couleurs, au début du XIX<sup>e</sup> siècle, concernaient le Bassin parisien. À l'époque, leurs teintes furent choisies pour montrer l'âge et la nature des formations rocheuses superficielles, en essayant de se rapprocher de la couleur réelle de la roche. Cette carte du monde, publiée en 2014 et centrée sur l'océan Atlantique et l'Afrique, a conservé les mêmes principes. On peut y distinguer des bandes contenant un dégradé pastel vert, orangé-jaune : ce sont les roches sédimentaires particulière-

ment jeunes des océans (lire page de gauche). Elles datent de 5 à 200 millions d'années. Au centre de ces dégradés, une ligne rose et rouge signale des roches magmatiques de moins de 5 millions d'années s'écoulant des dorsales océaniques. Au niveau des continents, les formations géologiques sont beaucoup plus variées : les roches superficielles les plus jeunes figurent en jaune, comme les chaînes de montagnes en Amérique du Sud, Afrique ou Russie, tandis que les plus âgées sont repérées en fuchsia, notamment le Bouclier canadien (lire page de gauche).

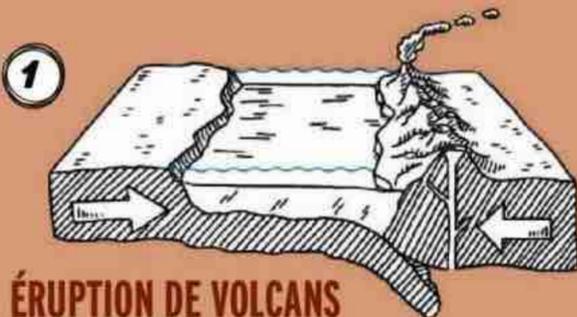


Carte Géologique du Monde au 1/35M, Bouysse et al., 2020. Réédition de la carte de 2014 ; © CCGM-CGMW 2020, Paris, France ; DOI:10.14682/2020GEOWORLD

## La surface de la Terre est-elle une coquille d'œuf craquelée ?

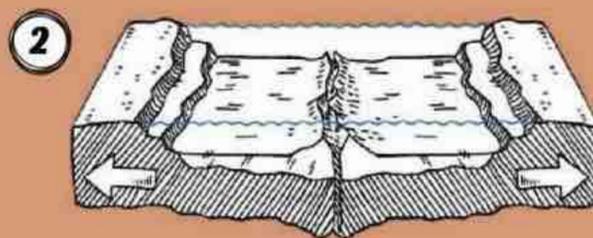
Oui ! C'est une bonne image pour se représenter le modèle scientifique de la tectonique des plaques, adopté à la fin des années 1960. Il décrit la dynamique globale de la surface terrestre à partir de grandes plaques lithosphériques rigides et mobiles.

Leurs mouvements expliquent l'évolution géologique de notre planète depuis des millions d'années : des océans s'ouvrent, des montagnes se soulèvent, des séismes se produisent... selon la façon dont les plaques se rencontrent.



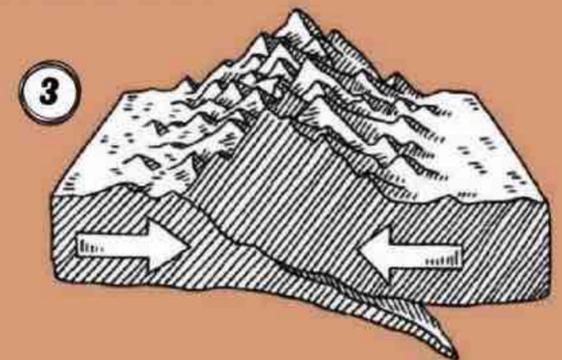
### ÉRUPTION DE VOLCANS

Quand une plaque continentale et une plaque océanique se rencontrent, cette dernière, plus dense, plonge dans les profondeurs du manteau terrestre. C'est la subduction. Du magma liquide peut être créé et remonter à la surface, en générant des chaînes de volcans.



### FORMATION D'UNE DORSALE

Lorsque deux plaques océaniques se séparent, elles engendrent ou maintiennent ouverte une faille, appelée dorsale océanique. Celle-ci est alors comblée par des remontées de roches magmatiques donnant naissance à de la croûte océanique toute neuve.



### SOULÈVEMENT DE MONTAGNES

Lorsque deux plaques continentales entrent en collision frontale, la pression exercée l'une contre l'autre entraîne la formation de montagnes et la fusion des deux plaques entre elles.

Frank Ramspott - iStockPhoto.com



## EN QUOI LE MARBRE RESSEMBLE-T-IL À L'ARDOISE ?

Visuellement, on ne les confond pas... mais marbre et ardoise ont en commun d'être des roches métamorphiques (lire p. 16) ! Le marbre provient de la transformation d'une roche calcaire. La « cathédrale de marbre » (en photo), une grotte située en Patagonie au Chili, en donne un bon exemple. Avant même la formation de ces excavations, leurs couches sédimentaires de calcaire ont subi des pressions dues aux mouvements de la tectonique des plaques. On peut d'ailleurs observer les lignes de plissage de la roche. Sous la pression et la chaleur, le calcaire s'est recristallisé, c'est-à-dire que ses minéraux se sont réarrangés en grains imbriqués formant du marbre, à la texture et à l'apparence caractéristiques. Quant à l'ardoise, elle se forme aussi par métamorphisation, non de calcaire, mais d'argile.

CATHÉDRALE DE MARBRE, CHILI

Javier Vieras - Flickr.com

## (ÉON)

C'est le nom donné aux quatre grandes époques de l'histoire de la Terre, qui se sont succédé depuis sa formation, il y a plus de 4,5 milliards d'années : l'Hadéen d'abord (durant 600 millions d'années), puis l'Archéen (1,5 milliard d'années), le Protérozoïque (2 milliards d'années) et le Phanérozoïque, l'éon actuel, qui a débuté il y a 541 millions d'années. On le subdivise en ères plus précises : ainsi, depuis 11000 ans, nous sommes dans celle de l'Holocène.

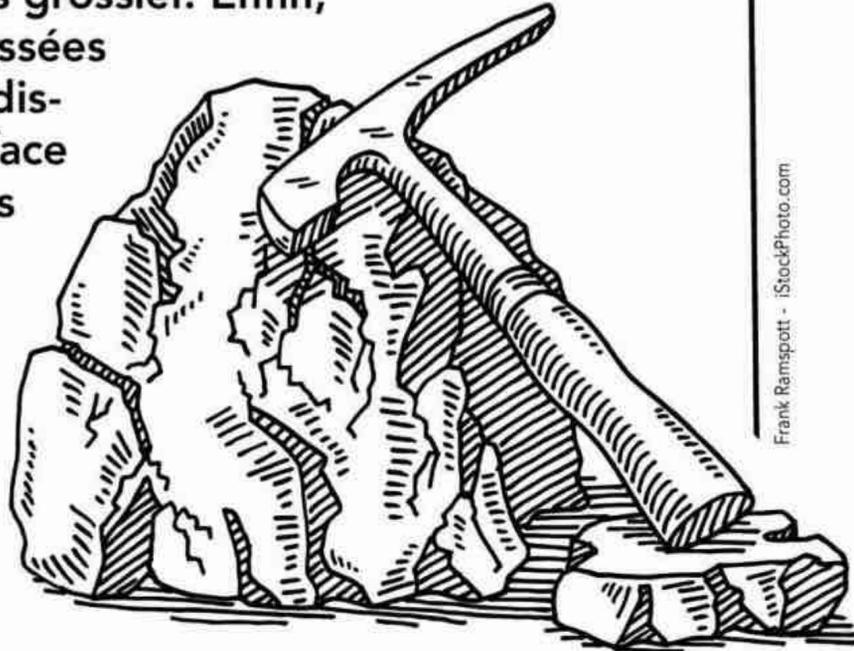
## Qui étaient Vaalbara, Kenorland et Rodinia ?

Trois exemples de supercontinents disparus. Leurs noms et leurs ères géologiques font encore débat : Vaalbara aurait existé il y a 3,6 à 2,8 milliards d'années, Kenorland entre 2,7 et 2,1 milliards d'années et Rodinia de 1,1 milliard d'années à 750 millions d'années (on en trouve des traces géologiques). Le plus récent et le plus connu, la Pangée, rassemblait la majorité des terres émergées il y a 300 millions d'années. Or, on a découvert que la tectonique des plaques (lire page 17), responsable des mouvements des continents à la surface du globe, suit un cycle récurrent de 400 à 500 millions d'années : un supercontinent se disloque sous l'effet des remontées de magma, des océans se forment, des plaques continentales se séparent... puis se retrouvent au fil du temps à nouveau assemblées de l'autre côté du globe. Et maintenant ? Nos continents sont en train de se rapprocher du pôle Nord et ils devraient, dans une centaine de millions d'années, former « Amasia ».

# 10 à la suite!

## Les cailloux collent-ils à la langue?

Certains, oui! C'est le cas des os fossilisés, poreux à la salive par nature. Nombre de géologues ont ainsi l'habitude, sur le terrain, de tester certains cailloux avec leur langue, afin de différencier rapidement les os fossiles des autres roches ou du bois pétrifié. Autre technique des scientifiques: croquer les pierres friables! Cette astuce aide à évaluer la taille de leurs grains et donc à distinguer, par exemple, l'argile, très fin, du limon, plus grossier. Enfin, une fois les pierres cassées au marteau (étape indispensable, car leur surface oxydée ne permet pas l'analyse), les humidifier de salive permet de mieux révéler les contrastes des minéraux nécessaires à leur identification.



Frank Ramsrott - iStockPhoto.com

## La clé du mystère

### Comment avancent les pierres mouvantes du désert?

Le mystère aura tenu jusqu'en 2013, dans la Vallée de la Mort aux États-Unis. Depuis longtemps, on y observait des rocs comme celui-ci, pesant jusqu'à 320 kg, avancer tout seuls dans la bien nommée plaine de Racetrack Playa, en laissant derrière eux des sillons de boue. Il y a 11 ans, la chance permet à deux scientifiques (et cousins!), James et Richard Norris, d'observer en direct le phénomène et d'en découvrir le mécanisme. En décembre, cette année-là, une tempête inonde la plaine et sa surface se couvre d'une fine couche de glace. Puis, sous l'effet du soleil, la glace se brise en plaques, lesquelles supportent alors les pierres comme le feraient des bouées. Et avant que cette glace flottante n'ait fondu, 10 minutes plus tard, plaques et pierres sont poussées par une brise soufflant de 10 à 15 km/h: une soixantaine de rochers ont avancé de plusieurs mètres!



Lychariot / Wikimedia Commons

**1** Avec 103 m d'altitude, la dune du Pilat, située dans les Landes, est la plus haute d'Europe. Mais quelle longueur fait-elle?

- A. 500 m
- B. 1 km
- C. 3 km

**2** Quelle est la particularité du cratère de météorite de Vredefort, en Afrique du Sud?

- A. C'est le plus gros visible sur Terre
- B. Il a causé l'extinction des dinosaures
- C. C'est le plus vieux connu

**3** Trouvées surtout dans le désert de Libye, les fulgurites sont des tubes de verre naturels formés...

- A. lors de l'impact d'une météorite
- B. lorsque le désert était un océan
- C. lorsque la foudre est tombée sur le sable

**4** Le Jurassique, une des trois ères géologiques durant laquelle vivaient les dinosaures, tient son nom...

- A. du latin *juras* signifiant « reptiles »
- B. du paléontologue néerlandais Jurraz
- C. de roches du massif du Jura

**5** La vitesse à laquelle bougent les continents est comparable à la vitesse de pousse...

- A. des ongles (de 0,12 cm à 0,25 cm/mois)
- B. des cheveux (1 cm/mois)
- C. du gazon au printemps (de 5 à 10 cm/mois)



**6** Quand la rivière Colorado a-t-elle commencé à creuser le Grand Canyon aux États-Unis ?

- A. Il y a 10 000 ans
- B. Il y a 6 millions d'années
- C. Il y a 2 milliards d'années

**7** Qu'est-ce que la painite ?

- A. Une formation géologique d'Australie
- B. La pierre précieuse la plus rare
- C. Un cristal de glace noire

**8** Il y a 300 000 ans, le paysage en Bretagne était celui...

- A. d'un océan de 8 000 m de profondeur
- B. d'une haute chaîne de montagnes
- C. d'un plateau désertique sous la glace

**9** Quel âge ont les plages de nos côtes ?

- A. 15 millions d'années
- B. 300 000 ans
- C. 3 000 ans

**10** Certaines roches de notre planète peuvent être « vivantes ». Vrai ou faux ?

- A. Vrai, car elles abritent des micro-organismes qui s'en nourrissent
- B. Faux. Par définition, le minéral n'est pas adapté à la vie

Réponses :

1C, 2A, 3C, 4C, 5A, 6B, 7B, 8B : la chaîne hercynienne, 9C, 10A : ces organismes sont appelés des endolithes.

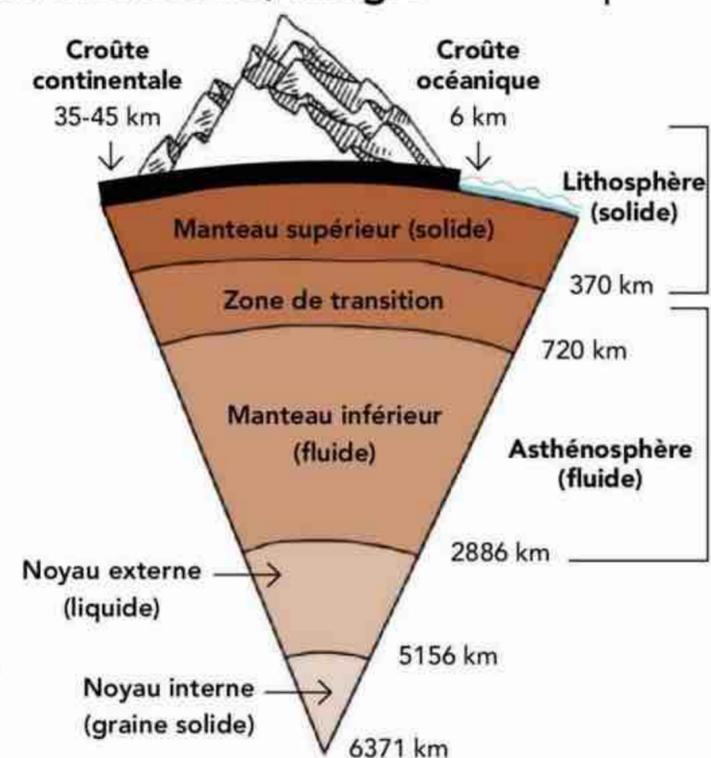
TSINGY DE BEMARAHA, MADAGASCAR



Michael Lutz - iStockPhoto.com

### Que trouverait Jules Verne au centre de la Terre ?

Un noyau solide (ou graine) de fer et de nickel : sa présence à 5 156 km de profondeur fut mise en évidence par la sismologue Inge Lehmann, en 1936. La pression qui règne au cœur de la Terre (3,3 millions de fois celle en surface) le maintient dans un état solide, malgré une température atteignant 5 500 °C. Il est entouré d'un noyau externe liquide, puis du manteau (roches magmatiques semi-solides) et enfin de la croûte terrestre. Pour la première fois, en août 2023, des géologues ont réussi à atteindre le manteau terrestre en forant sous l'océan, au niveau des dorsales où le manteau tend à remonter.

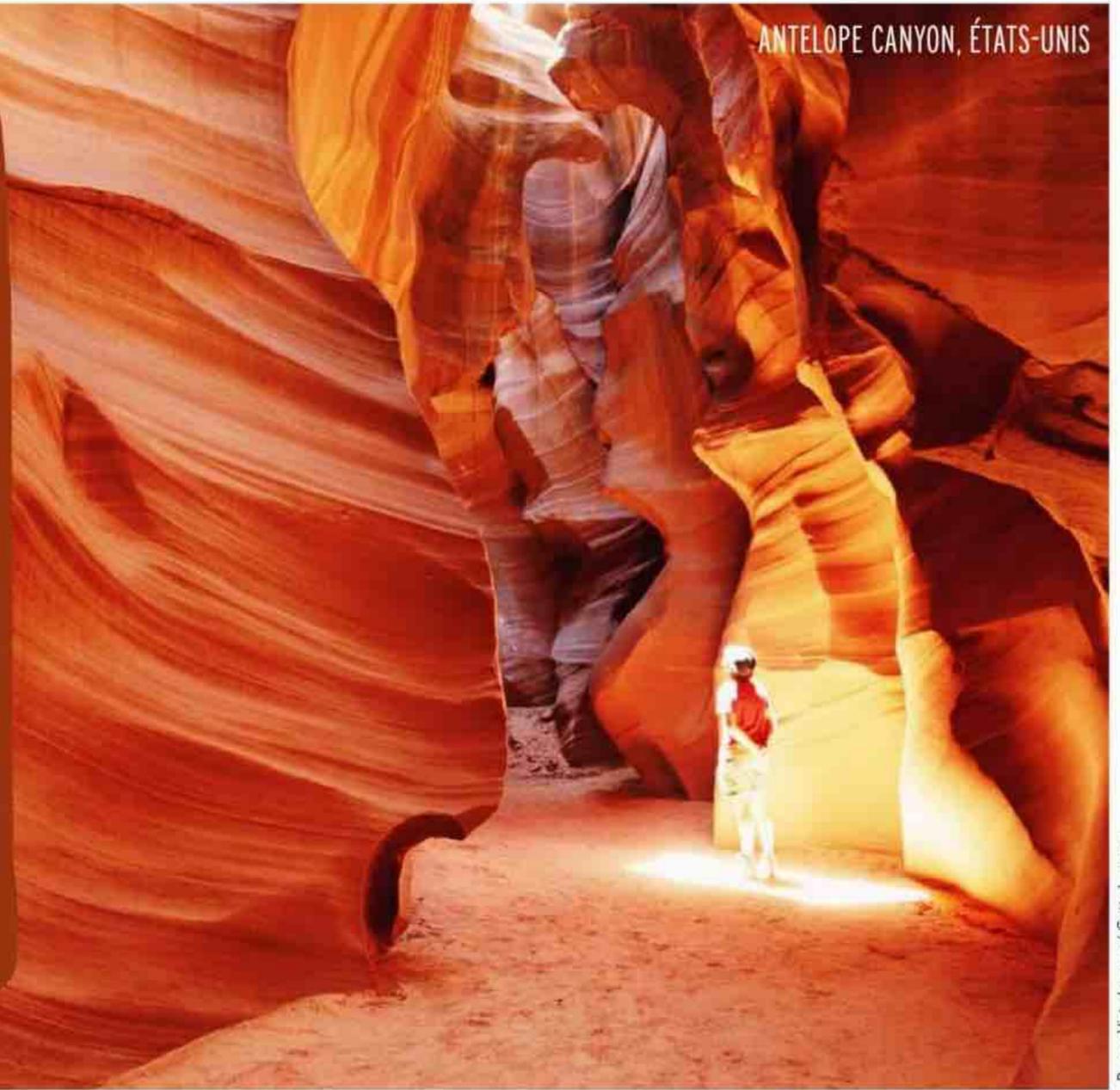


Cécile Jouan / Frank Ramspott - iStockPhoto.com

## COMBIEN DE TEMPS MET L'EAU À CREUSER UN CANYON ?

Des milliers ou des millions d'années selon le type de paysage sur lequel s'exercera son inévitable travail d'érosion. Durant ce lent modelé, les reliefs peuvent être sculptés de bien des manières. En témoignent, à gauche, les nombreuses arêtes des Tsingy de l'île de Madagascar : ici, la roche calcaire a été découpée depuis 160 millions d'années par les pluies acides (chargées en gaz carbonique), créant les failles et les éperons de cette formation karstique. Tandis qu'à droite, les grès roses d'Antelope Canyon auraient au moins 200 millions d'années : ce sont les crues torrentielles périodiques qui ont creusé et limé, avec l'aide du vent, les douces ondulations composant ce paysage désertique américain.

ANTELOPE CANYON, ÉTATS-UNIS



Buena Vista Images / Getty Images

## COMBIEN DE CRATÈRES DE MÉTÉORITES RESTE-T-IL À DÉCOUVRIR ?

Quelque 350 cratères seraient encore à trouver, dont moins d'une dizaine de plus de 6 km de diamètre, selon les calculs des scientifiques. À date, 190 cratères sont connus sur Terre : un nombre ridicule comparé aux plus de 300 000 déjà répertoriés sur Mars ! Or, il n'y a aucune raison que la Terre ait été moins bombardée que sa voisine. Mais le sol terrestre est bien plus actif que celui de Mars : sur notre planète, les cratères de météorites disparaissent, usés par l'érosion et recouverts de sédiments et de végétation. Rares sont les vestiges qui perdurent au-delà de 100 millions d'années ou s'imposent dans le paysage, comme le célèbre Meteor Crater, en Arizona, âgé de seulement 50 000 ans. Il est toutefois possible d'aider les géologues à découvrir des cratères qui seraient encore inconnus. Le site de science participative [vigie-cratere.org](http://vigie-cratere.org) propose de chercher des indices de cratères sur des photos satellites, ou d'aller soi-même sur le terrain prendre des photos d'un lieu digne d'intérêt repéré par les internautes.

METEOR CRATER, ÉTATS-UNIS



Nikolas\_jkd - iStockPhoto.com



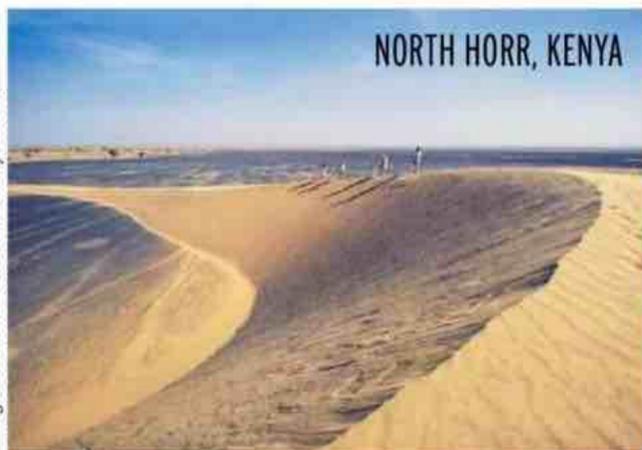
## D'OÙ EST TOMBÉ CE CAILLOU ?

Étrangement, ce roc granitique posé dans la vallée de Glencoe, en Écosse, n'a aucune parenté avec les roches alentour. Il s'agit d'un bloc erratique, selon le terme des géologues pour désigner ce genre « d'intrus » dans les paysages. Il en existe partout dans le monde. Dès la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, en Suisse, des géologues se sont intéressés de près à ce type de formations, remarquant que ces blocs étaient exactement de même nature que les roches des sommets alpins, situées à une centaine de kilomètres. Il a toutefois fallu attendre le début du XIX<sup>e</sup> pour mettre en évidence l'existence de cycles d'avancée et de retrait des glaciers : on a alors compris que ceux-ci avaient charrié les blocs depuis la montagne jusqu'à la vallée... les y déposant avant de fondre.

zakochana - iStockPhoto.com

---

**Que trouve-t-on au sommet de l'Himalaya ?** Des fossiles marins ! Rien d'anormal puisque l'Himalaya s'est formé suite à la fermeture d'un océan. En effet, il y a 80 millions d'années, l'Inde se situait à 6 000 km du continent eurasiatique et en était séparée par l'océan Thétys. Mais, son plancher océanique plongeant sous le continent eurasiatique par effet de subduction (lire page 17), Thétys s'est finalement refermé jusqu'à ce que l'Inde entre en collision avec l'Eurasie. Les deux croûtes continentales ont alors subi d'intenses déformations et se sont soulevées, emportant à leur suite quelques restes de l'ancienne croûte océanique de Thétys, ainsi que des sédiments qui la recouvraient et contenaient des fossiles marins.



NORTH HORR, KENYA

## La forme des dunes donne-t-elle la direction du vent ?

Oui, elle peut aider à la deviner. Cependant, la sculpture des dunes par le vent est un mécanisme très complexe, dont la direction du vent n'est pas le seul paramètre. Sa vitesse, sa régularité, sa charge en grains de sable, leur taille, la nature du terrain... influencent aussi la forme de la dune. Par exemple, ces barkhanes au Kenya : ces croissants dunaires, dont la pente douce fait face au vent, se forment sous une direction de vent constante. Quand il y en a plusieurs, elles ont tendance à fusionner pour former de grands massifs. Les dunes linéaires aux flancs abrupts se créent, elles, en présence de deux vents dominants de directions différentes. Quant aux dunes pyramidales ou étoilées, elles sont le résultat de vents multidirectionnels.

## COMMENT S'OUVRENT LES GROTTES SOUS TERRE ?

Par infiltration d'eau. Comme ici dans la grotte de Choranche, en Isère : l'eau de pluie ou des cours d'eau s'infiltré dans la roche sédimentaire. Elle s'y introduit en suivant des failles créées sous l'action de contraintes tectoniques passées. Une fois dans la roche, le dioxyde de carbone présent dans l'eau dissout les calcaires et creuse, au fil de milliers d'années de ruissellement, des cavités. Lorsque l'eau chargée de calcaire ne s'écoule plus qu'au goutte à goutte et que les grottes sont partiellement remplies d'air, le calcaire cristallise à nouveau : il peut alors pendre en stalactites depuis le plafond ou s'élever en stalagmites au sol.



CHORANCHE, FRANCE

## QUE FABRIQUE LA LOIRE AVEC SES BANCS DE SABLE ?

De futures montagnes... peut-être. Particulièrement visibles lorsque le niveau d'eau est bas, les bancs de sable de la Loire se déplacent avec le courant. Le fleuve transporte ainsi chaque année des millions de tonnes de sable, d'argiles et d'éléments provenant de l'altération des roches du Massif central vers l'océan Atlantique. Là, le débit ralentit et tous ces sédiments se déposent au fond, couche par couche. Avec le temps et la pression des dépôts accumulés, ils se transforment en roche solide : la roche sédimentaire. Celle-ci peut alors redevenir montagne à l'exemple des Alpes, lors d'une collision de plaques tectoniques.



LA LOIRE, FRANCE

## Pourquoi la Scandinavie ne cesse-t-elle de monter ?

Parce qu'elle a perdu du poids ! Lors de la dernière glaciation, il y a 20 000 ans, la Scandinavie était couverte d'immenses glaciers de plusieurs kilomètres de hauteur. Sous leur poids, la lithosphère – la croûte terrestre et la partie supérieure du manteau – s'est enfoncée jusqu'à 100 m par endroits dans l'épaisseur déformable, élastique du manteau. Or, il y a 15 000 ans, la Terre se réchauffe de nouveau, les glaciers fondent et la Scandinavie remonte... à l'image d'un bouchon de pêche délesté de ses plombs ! Cette ascension se poursuit de nos jours, jusqu'à 1 cm par an.

# ZOOM SUR... *les fossiles*

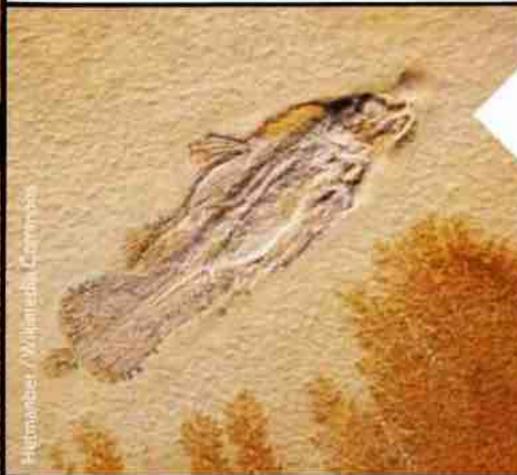
## Combien de temps faut-il pour fabriquer un fossile ?

En général, des millions d'années. Pour former un fossile, il faut que des restes organiques soient préservés de toute décomposition (enfouis sous des sédiments, par exemple). Avec le temps, des minéraux pénètrent ces restes et remplacent la matière organique : ils deviennent des fossiles. Les parties rigides d'un animal ou végétal sont celles qui se conservent le mieux, comme cette carapace de trilobite, un animal marin vivant il y a plus de 250 millions d'années.



H. Raab / Wikimedia Commons

**Pourquoi l'archéoptéryx est-il si célèbre ?** Découvert en Allemagne en 1861 et âgé de 150 millions d'années, l'archéoptéryx présente des caractéristiques intermédiaires entre les dinosaures et les oiseaux. De la taille d'un corbeau, il possède une longue queue, de petites dents et des ailes. De plus, il présente un os clavulaire fusionné, spécifique aux oiseaux comme aux dinosaures. Longtemps vu comme une espèce transitoire entre ces deux groupes, sa place dans l'évolution est à nouveau questionnée depuis la découverte d'autres espèces fossiles similaires.



Helmuth von Helldorff / Wikimedia Commons

**Quel fossile n'en est plus un depuis 1938 ?** Le coelacanth. Connue jusqu'alors sous forme fossile, cette espèce de poisson était supposée éteinte depuis 70 millions d'années lorsqu'un spécimen vivant a été pêché en Afrique du Sud en 1938.

**D'où viennent les dendrites ?** Ces dessins sont des formations minérales, et non des fossiles de fougères ! On peut les identifier à leur symétrie détaillée et à leur texture, lisse et cristalline, en raison des oxydes de fer ou de manganèse qui les composent.



Wikimedia Commons

**Comment suivre le passé à la trace ?** Grâce aux ichnites, c'est-à-dire des empreintes de pas fossilisées (figées dans un sol meuble puis recouvertes de sédiments), comme celles-ci, des traces de dinosaures (du Jurassique), visibles en Arizona, aux États-Unis.



US Geological Survey



**À quoi le bois pétrifié doit-il ses couleurs ?** Aux minéraux qui l'ont pénétré lors de sa fossilisation : le carbone noir, le fer rouge orangé, l'améthyste violette et la citrine jaune colorent ainsi ces troncs des *Araucarioxylon arizonicum*, les conifères de la forêt pétrifiée d'Arizona.

### Que renferme l'ambre ?

L'ambre est une résine, produite par des arbres ou des plantes, qui s'est fossilisée avec le temps et contient le plus souvent de tout petits restes de plantes (feuille, pollen, brindille...) ou d'invertébrés. Ce ne sont logiquement que de minuscules spécimens qui peuvent s'être fait piéger dans une coulée rapide de gouttes de résine. À de rares exceptions près : quelques lézards ont été retrouvés dans l'ambre ainsi que cette exceptionnelle fleur aujourd'hui disparue et vieille de 34 à 38 millions d'années, une *Symplocos kowalewskii* de presque 3 cm de large !



Carola Radtke



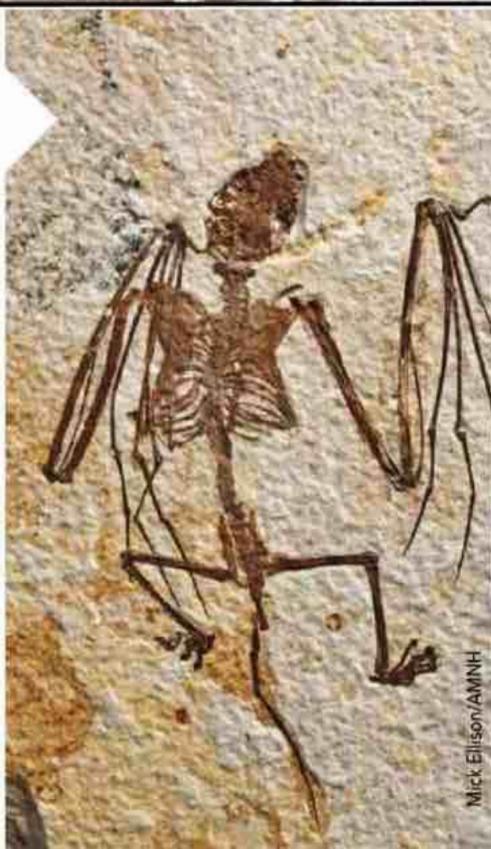
Bernard Proux, Muséum de l'Ardèche

### Quels trésors renferment les lagerstätten ?

Les fossiles les mieux conservés ! Ces sites remarquables – une cinquantaine sur la planète – ont bénéficié d'un enfouissement rapide de restes organiques, de la présence de sédiments très fins et d'une absence d'oxygène : certains fossiles des lagerstätten ont donc conservé une trace de leurs parties molles, comme ce poulpe de 164 millions d'années découvert en Ardèche. Ils offrent ainsi des infos précieuses sur l'anatomie et le mode de vie des organismes anciens et sur l'évolution de structures complexes telles que les plumes de dinosaures.

### Tous les fossiles sont-ils des dinosaures ?

Non ! Les dinosaures ont vécu sur Terre il y a environ 66 à 252 millions d'années. Sur cette même époque, des fossiles d'autres animaux (poissons, insectes, mammifères...) et de plantes ont aussi été mis au jour. En outre, de nombreux fossiles témoignent d'époques différentes, plus anciennes (comme le Cambrien, il y a 500 millions d'années) ou plus récentes, à l'instar de ce reste de chauve-souris âgé de 52 millions d'années.



Mick Ellison/AMNH

### Quel désert abrite le plus de baleines ?

Wadi Al-Hitan, en Égypte. Cette vallée aride, autrefois une mer, recèle 1 500 squelettes fossilisés, notamment d'espèces disparues de baleines ayant vécu il y a 33,9 millions d'années, telles que le *Basilosaurus*, un carnivore atteignant 15 m de long et le *Dorudon*, une de ses proies, trois fois plus petite. Certains fossiles les plus anciens montrent même la présence de vestiges de membres inférieurs : ces baleines ont donc évolué depuis la terre ferme pour devenir des mammifères marins.



Mohammed ali Moussa / Wikimedia Commons

# **Théodore Monod,** le vieil homme et le désert

**Pour ce savant voyageur, à la fois géologue, botaniste et zoologiste, le Sahara fut plus qu'un lieu d'études. S'il l'explora en naturaliste, il y puisa aussi une inspiration spirituelle et humaniste.**

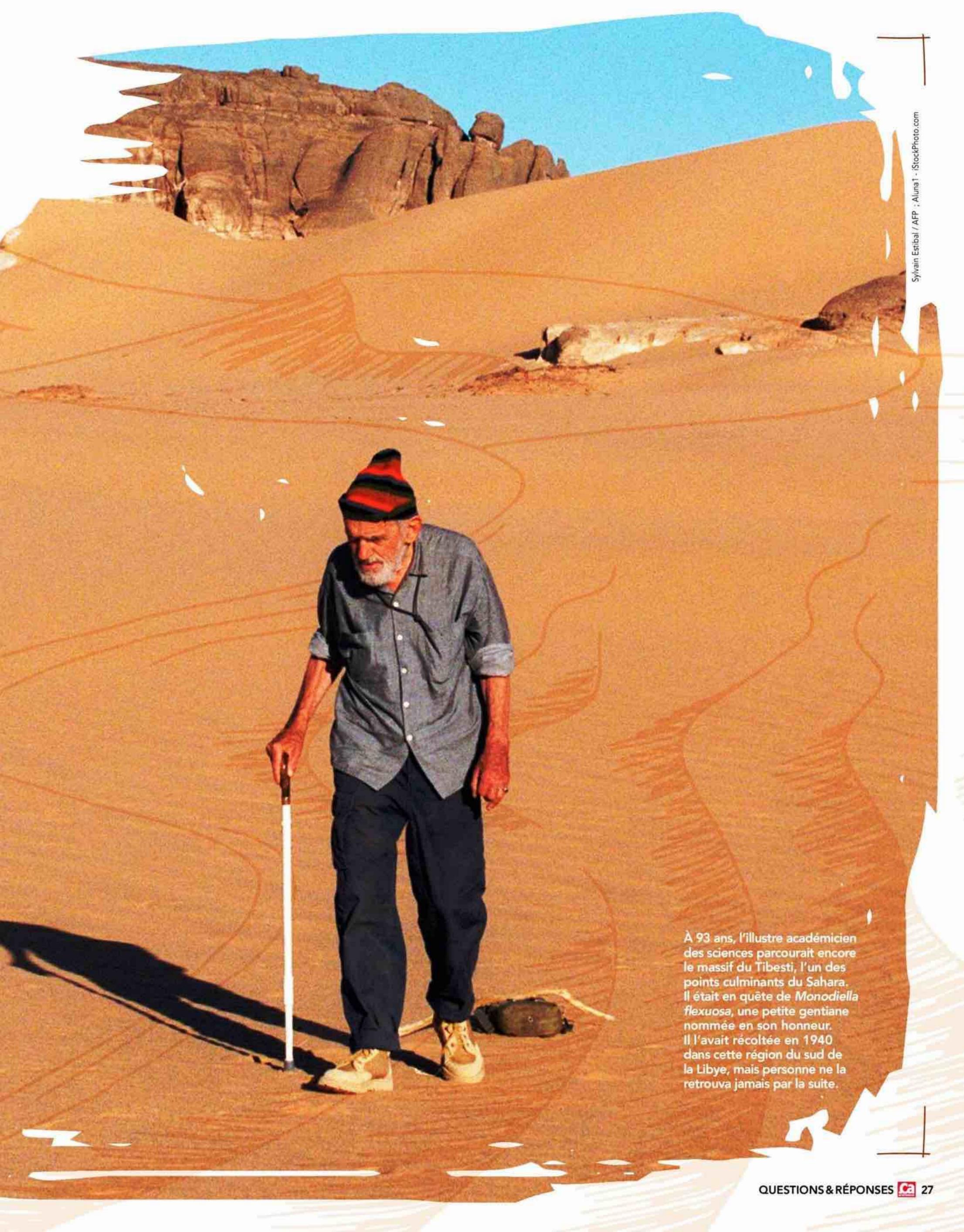
**J**usqu'au bout de sa vie, à plus de 90 ans, ascétique et infatigable, Théodore Monod arpenta le Sahara. À pied, s'aidant d'une canne s'il le fallait, il démontrait à ses amis nomades combien il méritait son surnom de Majnoun, le « fou » du désert.

Rien ne prédestinait pourtant le petit Théodore, né à Rouen en 1902, à cette passion pour les dunes. Il a 5 ans quand sa famille s'installe à Paris. Les visites du dimanche au Jardin des plantes et dans les galeries du Muséum d'histoire naturelle seront le berceau de sa vocation hors norme. Héritier d'une dynastie de pasteurs protestants, Théodore Monod choisira d'être naturaliste. Au sens universel du siècle des Lumières : scientifique et explorateur, il part découvrir le monde et consacre sa vie à en dresser l'inventaire. En 1922, à l'âge de 20 ans, il entre comme assistant stagiaire au laboratoire des pêches du Muséum, qui l'envoie en mission d'étude de biologie marine sur les côtes mauritaniennes. C'est sa rencontre fondatrice avec l'Afrique, le continent de sa vie. Presque par hasard, avant de regagner Paris à la fin de son année d'études, il fait l'expérience de sa première méharée, mot d'origine arabe désignant une traversée du désert à dos de dromadaire. Frappé par la majesté et la rudesse du paysage, il développe

En 1923, il entre au Sahara comme on entre en religion. Toute sa vie et sa carrière scientifique vont s'enraciner dans ce désert, encore méconnu à l'époque.

un appétit sans limite pour les zones arides. Il sillonne le Sahara au cours de plus de 124 expéditions et en devient le plus éminent spécialiste. Son œuvre scientifique immense couvre plusieurs disciplines : de la géologie de la zone algérienne de l'Adrar Ahnet à la paléobiologie, avec l'étude de fossiles de stromatolithes, en passant par la paléontologie et le relevé de gravures rupestres dans le Sahara libyen... sans oublier ses travaux en zoologie et en botanique sur ces zones inexplorées du continent africain. Son nom apparaît ainsi sous la forme *monodi* (littéralement de Monod), voire *theodori* (de Théodore) dans le nom latin de plus d'une dizaine d'espèces de poissons, une trentaine de végétaux, presque autant d'insectes et une cinquantaine de crustacés, souvent identifiés par ses collègues du Muséum dans les échantillons ramenés de ses différentes expéditions.

L'amour du désert aurait pu le rendre solitaire, le pousser à fuir ses congénères. Au contraire. Résistant, pacifiste, soutien du peuple Touareg, militant farouchement antinucléaire, écologiste avant l'heure et végétarien en lutte contre la corrida et la chasse, Théodore Monod fut jusqu'à la fin de sa vie un humaniste des plus engagés, qui continuait de marcher... sur le pavé pour manifester.



À 93 ans, l'illustre académicien des sciences parcourait encore le massif du Tibesti, l'un des points culminants du Sahara. Il était en quête de *Monodiella flexuosa*, une petite gentiane nommée en son honneur. Il l'avait récoltée en 1940 dans cette région du sud de la Libye, mais personne ne la retrouva jamais par la suite.



# Tableaux

Lesia Pырiz - iStockPhoto.com

## DÉSERT D'ATACAMA

CHILI



abriendomundo - iStockPhoto.com

Abhijit Choudhury / 500px / Getty Images

## PARC DE YOSEMITE



**Le désert d'Atacama fleurira-t-il en 2024 ?** Il est encore trop tôt pour le savoir. Tout se joue au mois de mai. S'il pleut ne serait-ce que quelques jours, événement rarissime dans cette région hyper-aride des Andes à la frontière du Chili et du Pérou, on observe alors, entre septembre et novembre (au printemps dans l'hémisphère sud), un phénomène de « superbloom » ou floraison simultanée. Des fleurs sauvages, dont les graines sont restées dormantes dans le sol desséché, germent sous l'effet de l'humidité et fleurissent toutes au même moment, couvrant le désert le plus sec du monde de multiples couleurs. Ce phénomène botanique est rare, compte tenu de la conjonction de conditions cycliques (les graines doivent rester au moins une année en dormance) et météorologiques (pluie, absence de gelées nocturnes et de vents violents) nécessaires. Les derniers superblooms ont été observés en 2015, 2017 et 2022, attirant des foules venues admirer l'éphémère spectacle. Car cette toile impressionniste grandeur nature ne dure que quelques semaines.

## Qui met le feu à l'eau du Yosemite ?

C'est la lumière du soleil qui enflamme la chute d'eau Horsetail, dans le parc de Yosemite, en Californie ! Le phénomène ne s'observe qu'autour de la mi-février, lorsque les rayons du couchant éclairent précisément le haut de la cascade. Et à la faveur de conditions météo précises : un manteau neigeux suffisant, des températures douces pour que l'eau ne soit pas gelée et un ciel dégagé. À la tombée du jour se produit cette illusion d'optique magnifique : en quelques minutes, la cascade semble devenir coulée de lave, pour le plaisir des randonneurs aux premières loges.

asmakar - iStockPhoto.com

# éphémères /

ÉTATS-UNIS



LAC GRÜNER SEE

AUTRICHE



Marc Henauer/SOLENT NEWS/SIPA



**Quand se promener sous le Lac vert ?** Ce lac émeraude du massif du Hochschwab, dans les Alpes autrichiennes, ne se forme que quelques semaines par an, entre mai et juin, lorsque la fonte des neiges est la plus intense. Habituellement parcourus à pied, les sentiers de randonnée de ce parc naturel, ainsi que ses ponts, ses arbres, ses bancs... se retrouvent alors sous l'eau, jusqu'à ce que ce lac temporaire se vide naturellement. Cette balade sous-marine insolite a longtemps fait le bonheur des plongeurs, avant que les activités nautiques, et notamment la plongée, soient interdites en 2016 afin de préserver la pureté de cette eau riche en minéraux calcaires. Ces derniers réfléchissent davantage le rayonnement bleu de la lumière du soleil, donnant aux eaux de ce lac saisonnier leur magnifique couleur verte.

## LAC BAÏKAL

RUSSIE



Sergey Pesterev - Unsplash

### Qu'est-ce qui fait craquer la banquise

**du lac Baïkal en Sibérie ?** Le vent ! Lorsqu'il souffle fort sur ce gigantesque lac russe de 31 500 km<sup>2</sup>, les vagues peuvent atteindre 6 m de haut... Il n'en faut pas tant en novembre, au début de la saison froide, lorsque le gel saisit les eaux du Baïkal, pour fracturer sa première et fine banquise. La houle peut alors créer des enchevêtrements de plaques de glace, s'échouant sur les rives dans un surprenant bruit de verre pilé. Mais lorsque le froid s'intensifie en janvier, le Baïkal se fige totalement pour l'hiver sous plus d'un mètre de banquise lisse, supportant le passage de véhicules.

### Où va la mer à marée basse ?

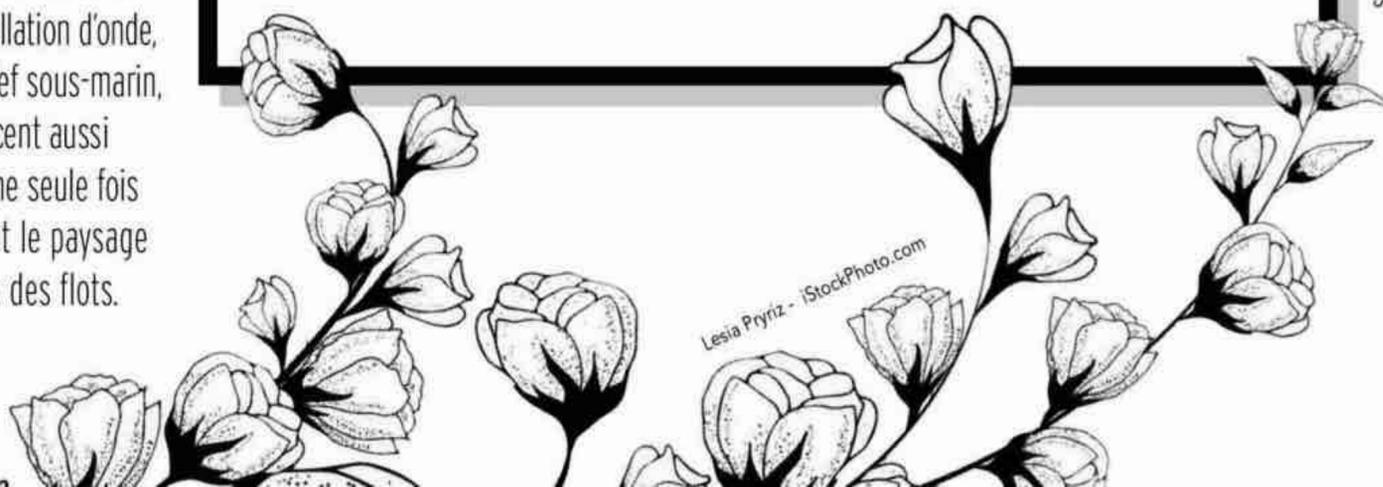
Non, la Manche ne quitte pas la baie de Somme pour monter sur les côtes anglaises... Les marées ne sont pas un glissement horizontal d'eau ; les marées hautes sont dues à une élévation localisée, comme un bourrelet d'eau, qui se soulève sous l'effet principal de l'attraction de la Lune sur les océans. Ce phénomène, comparable à une oscillation d'onde, est complexe, car d'autres paramètres tels que le relief sous-marin, la rotation de la Terre, la position du Soleil... influencent aussi le rythme (deux fois par jour dans la Somme, mais une seule fois en Alaska !) et la hauteur des marées, qui façonnent le paysage changeant de l'estran, cette zone soumise au reflux des flots.

## BAIE DE SOMME

FRANCE



Stéphane Boulland / Hemis.fr



Lesia Pryriz - iStockPhoto.com

## FORÊTS DU QUÉBEC

CANADA



Onfokus - iStockPhoto.com

### De quelle couleur sont les feuilles à l'automne ?

Doré pour le bouleau, jaune pour le saule, rouge-orangé pour l'érable, emblème du Canada... Tandis que la plupart des résineux conservent leurs vertes épines, protégées des rigueurs de l'hiver par une pellicule de cire, les feuillus ralentissent leur métabolisme face à la chute des températures et de la lumière. Ils détruisent progressivement la chlorophylle, pigment vert qui permet la photosynthèse dans les feuilles. D'autres pigments sous-jacents apparaissent alors : l'orangé des carotènes, le jaune des xanthophylles. L'arbre stocke en plus, pour mieux affronter le froid, des tanins comme les anthocyanes (rouge) et les flavonoïdes (jaune). Ce camaïeu dure quelques semaines, et le Québec aide les promeneurs à le localiser en publiant chaque année, de septembre à novembre, une carte des couleurs sur son territoire. Il précède la mort de la feuille, devenue inutile, et dont la teinte brune trahit des tanins oxydés.



### Neige-t-il chaque hiver au Sahara ?

Non. Voir les dunes d'un des déserts les plus chauds de la planète saupoudrées de blanc reste exceptionnel. Ces dix dernières années, à cinq reprises, dont la plus récente en janvier 2022, la concomitance de températures basses au cours de la nuit et d'un air humide ont vu la neige tomber sur le Sahara. Ces chutes concernent généralement davantage la périphérie de ce désert, notamment la région montagneuse de l'Atlas algérien, plus humide que le centre aride du Sahara. Le phénomène semble s'amplifier sous l'effet du changement climatique : les archives de la presse locale ne témoignaient jusqu'à présent de neige qu'en 1979. Mais il est difficile pour les spécialistes de l'affirmer avec certitude. Dans cette immensité inhabitée, les observations directes ne sont pas exhaustives et les archives satellitaires, parcellaires, ne remontent pas au-delà des années 1970.

## DUNES DU SAHARA

ALGÉRIE



Geoff Robinson Photography/REX/Shutterstock/SIPA

## POURQUOI LES GROTTES DE WAITOMO BRILLENTE-ELLES ?

Les parois de ces grottes néo-zélandaises abritent des larves d'*Arachnocampa luminosa*, une petite mouche dont l'extrémité du corps, bioluminescente, brille d'une lueur bleutée. Ce sont elles qui créent cette voûte étoilée souterraine et féerique. Depuis une sorte de hamac confectionné en soie, ces larves déroulent des dizaines de filaments enrobés de mucus collant, dans lesquels se reflète la lumière. But de l'opération : attirer et capturer des insectes volants. Au bout de 6 à 12 mois de ce régime protéique, les larves se transforment en mouches... dépourvues de bouche. Leur seul objectif est alors de se reproduire à leur tour. Ici encore leur extrémité lumineuse est utile : en brillant, elle permet aux mâles de retrouver les femelles, parfois avant même qu'elles ne sortent de leur puppe.

# JEUX de LUMIÈRES

Dans l'Antiquité, Aristote s'émerveillait déjà des lumières naturellement émises par certains animaux tels que les lucioles. Cette bioluminescence animale et végétale constitue toujours un spectacle féerique, dont on perce désormais de mieux en mieux les mécanismes.

## POURRAIT-ON UN JOUR S'ÉCLAIRER AUX CHAMPIGNONS ?

Lorsqu'il fut l'un des premiers à décrire ce magnifique *Omphalotus nidiformis*, en 1841, le savant écossais James Drummond s'émerveillait de pouvoir lire les lettres autour de ce champignon australien posé sur son journal... Certes, c'est l'un des plus brillants des champignons luminescents, parmi plus de 100 espèces connues à ce jour, mais pas au point d'en faire des lampes ! L'oxyluciférine, la molécule à l'origine de la bioluminescence (chez ce champignon, les lucioles, etc.), est toutefois déjà synthétisée en laboratoire et sert notamment en imagerie médicale.



Robbie Goodall / Getty Images

## POURQUOI LES NUITS D'ÉTÉ SONT-ELLES AUSSI LUMINEUSES AU JAPON ?

À cause des *hotaru*, les lucioles en japonais. Présentes par milliers dans les parcs et les forêts du pays, où assister au spectacle de ces insectes est une tradition ancestrale, elles brillent de fin mai à fin juin afin d'attirer un partenaire. Parmi la quarantaine d'espèces présentes sur l'archipel, rares sont celles qui émettent une lumière jaune continue. La plupart produisent des flashes : chez les espèces dites « synchrones », lorsque les femelles sont suffisamment nombreuses, les mâles s'éteignent soudainement puis se rallument tous en même temps.



Jerry Zhang / Unsplash.com

Marcel Strelow - iStockPhoto.com



# GRANDES EAUX

Notre planète bleue doit son surnom, sa singularité et la diversité de son vivant autant que celle de ses paysages à l'eau, si précieuse, qui recouvre quasiment les trois quarts de sa surface.

## LE CORAIL MAINTIENT-IL LES **ATOLLS** HORS DE L'EAU ?

C'était la théorie de Darwin, publiée en 1842, et longtemps acceptée. Un atoll correspondait aux restes d'un anneau de corail ayant poussé autour d'un cône volcanique. Une fois le volcan englouti par le phénomène de subduction océanique (lorsqu'une plaque tectonique glisse sous sa voisine), l'anneau demeurait en surface. Seulement voilà : les atolls coralliens ne sont pas tous associés au volcanisme et les importantes variations du niveau des océans, au fil des temps géologiques, empêchaient l'hypothèse d'être complètement satisfaisante. Depuis 2020, et après avoir sondé les sous-sols de plusieurs atolls, les scientifiques proposent une nouvelle explication à la structure géologique de ceux-ci. Les coraux constructeurs de récifs s'installent de préférence dans les zones où le plancher océanique est peu profond, pour que les algues qui les habitent puissent capter l'énergie lumineuse et contribuer à leur calcification. Lors des glaciations, le niveau des océans baisse : soumises aux intempéries, les plateformes de corail s'érodent par le centre. Puis, lorsque températures et niveau océanique remontent, le centre de l'atoll se comble de sédiments, et la croissance du corail se poursuit sur l'extérieur de l'anneau immergé.

## COMMENT POUSSENT LES PALÉTUVIERS NOYÉS DANS LES MANGROVES ?

Leurs racines sont ancrées dans une boue de sédiments plus ou moins immergée par les marées d'eau salée. Impossible de capter de l'oxygène dans cette configuration... Pour cette raison, une grande partie du système racinaire du palétuvier est apparent et au-dessus de la vase, donnant à la mangrove cet aspect de forêt sur pilotis. Ses racines à l'air libre sont couvertes de lenticelles, qui captent l'oxygène nécessaire à la photosynthèse. Les palétuviers développent en plus des pneumatophores, des racines spécialisées qui poussent vers le haut, comme des pailles, pour leur permettre de respirer. Ces arbres sont également halophytes, c'est-à-dire adaptés à la forte salinité de leur milieu : les palétuviers rouges ont des racines quasi imperméables au sel ; quant aux blancs, ils en excrètent les cristaux à la base de leurs feuilles pour s'en débarrasser. Concernant les graines, plutôt que de tomber et se noyer, elles germent sur l'arbre et développent de jeunes plantules, qui se détachent lorsqu'elles sont aptes à s'ancrer dans la vase.



RAJA AMPAT, INDONÉSIE

### (BATHYMÉTRIE)

Cette science de la mesure des profondeurs et du relief des océans établit la topographie du sol marin. Son équivalent terrestre est l'altimétrie, qui permet de mesurer des altitudes. Des sondes acoustiques et des lasers embarqués sur des bateaux ou dans des sous-marins ont permis de déterminer que la majeure partie des abysses sont des plaines, situées entre 3000 et 6500 m de profondeur (l'altitude terrestre moyenne est de 800 m!). Le relief océanique est très accidenté par des dorsales (l'équivalent des montagnes) et des fosses.

#### *La surface des océans est-elle globalement plane ?*

**Pas vraiment !** La Terre n'est pas une sphère parfaite, mais un géoïde. Concrètement, c'est une forme plus proche de la patate, légèrement aplatie aux pôles et bosselée sur les continents. Compte tenu des reliefs terrestres et sous-marins, la gravité n'est pas uniforme en tout point du « globe », provoquant des creux et des bosses, y compris à la surface des océans. Le plus important trou de gravité se situe à la pointe de la péninsule indienne : le niveau de la surface de l'océan y est 106 m plus bas que la moyenne du reste de la planète !



Mellok - iStockPhoto.com



Giordano Cipriani / Getty Images

## D'où viennent les geysers ?

Leur nom est dû à la plus célèbre projection d'eau chaude à haute pression d'Islande, dans le champ géothermique de Geysir, ainsi baptisé en référence au verbe islandais *gjósa*, signifiant « jaillir ». Le phénomène s'explique par l'augmentation en température et en pression d'une poche d'eau souterraine (le réservoir), jusqu'à former une bulle de vapeur s'engouffrant dans le conduit reliant la poche à la surface et projetant toute l'eau vers l'extérieur. L'origine de la chaleur peut être liée à un gradient géothermique naturel. Mais en Islande, comme dans le parc naturel de Yellowstone aux États-Unis, qui concentre les deux tiers des geysers du monde, elle résulte d'une activité volcanique souterraine. Leur mécanisme diffère des « geyser d'eau froide », abusivement nommés ainsi, qui sont des sources intermittentes jaillissant à quelques dizaines de mètres de haut, sous la pression du dioxyde de carbone qu'elles renferment.



Izzet Keribar / Getty Images

# 10 à la suite!

**1** La Terre est une planète bleue : quelle proportion de sa surface les océans couvrent-ils ?

- A. 66 %
- B. 71 %
- C. 75 %

**2** Au moment de la formation de la Terre, il y avait :

- A. Moins d'eau qu'aujourd'hui
- B. Plus d'eau qu'aujourd'hui
- C. À peu près autant

**3** Quel est le lac le plus salé de notre planète ?

- A. Le lac Gaet'ale, sur une source chaude d'Éthiopie
- B. La mer Morte, au Proche-Orient
- C. Le lac Hillier, l'un des lacs roses d'Australie

**4** Au cours de son cycle, on estime que l'eau passe 8 jours dans l'atmosphère, 17 ans dans les lacs... mais combien de temps dans les océans ?

- A. 2,5 ans
- B. 250 ans
- C. 2500 ans

**5** Après les glaciers, les nappes phréatiques et les lacs, quel est le plus grand réservoir d'eau douce ?

- A. Les rivières
- B. L'atmosphère
- C. Les êtres vivants



6 Lors du dernier maximum glaciaire, il y a 20 000 ans, le niveau des océans était...

- A. Plus bas de 130 m
- B. Plus haut de 480 m
- C. Plus bas de 700 m

7 La plus haute cascade du monde est sous-marine : elle coule sur 3,5 km dans le détroit du Danemark. Son débit est...

- A. 3 fois celui des chutes du Niagara
- B. 100 fois celui des chutes du Niagara
- C. 1 500 fois celui des chutes du Niagara

8 La température de surface des océans s'établit en moyenne autour de 20 °C aujourd'hui. Mais l'eau profonde occupe la plus grande place dans les océans : près de 80 % de l'eau de mer est à 2 °C. Vrai ou faux ?

- A. Vrai
- B. Faux

9 Le Pantanal, en Amérique du Sud, est une zone humide grande comme un quart de la France. D'octobre à avril, cet immense marais se retrouve à 80 % sous l'eau et...

- A. la température de toute la zone augmente
- B. les eaux noircissent, perdent en oxygène
- C. le niveau d'eau monte de plus de 10 m

10 L'Amazone est le plus puissant fleuve du monde. Il décharge chaque seconde dans l'océan Atlantique l'équivalent de 27 piscines olympiques. Vrai ou faux ?

- A. Vrai
- B. Faux

Réponses :

1B, 2C, 3A, 4C, 5B, 6A, 7C (3,5 mil-  
lions de m<sup>3</sup>/s), 8A vrai (au-delà de  
2 000 m de profondeur), 9B, 10B faux  
(83 piscines olympiques de 2 m de  
profondeur, ce qui fait 209 000 m<sup>3</sup>/s  
en moyenne).

PÉNINSULE DU YUCATÁN, MEXIQUE



Hongjie Han / Getty Images

*Dans quelles forêts se cachent poissons et loutres ?*

**Des forêts de varech géant (ou kelp) !**  
Cette algue laminaire, très répandue sur la côte ouest du continent américain, forme des « frondaisons » sous-marines s'enfonçant jusqu'à 50 m de profondeur. En surface, dans sa canopée, vivent les loutres ; les jeunes poissons s'abritent dans la partie médiane et touffue de ses « lianes », tandis que les crabes et mollusques colonisent le bas de cette forêt de varech, rempart naturel contre l'érosion des côtes et vivier de centaines d'espèces animales.



o-che - iStockPhoto.com



## QUE RENFERMENT LES CÉNOTES ?

Un biotope très particulier, lié à l'origine géologique de ces larges puits considérés comme sacrés par les Mayas. Ces gouffres ont été lentement creusés par l'infiltration des eaux de pluie dans la roche calcaire... jusqu'à l'effondrement de leur plafond. Un cenote est littéralement un « regard » dans la nappe phréatique. La péninsule du Yucatán, dans le golfe du Mexique, en compterait près de 10 000 ! L'eau douce riche en sédiments minéraux et l'ensoleillement y favorisent une riche biodiversité végétale, attractive pour la faune. Certains cenotes communiquent avec l'océan tout proche par des galeries souterraines et peuvent contenir une couche d'eau salée plus dense en profondeur, l'eau douce restant en surface. La ligne de démarcation entre eaux douce et salée s'appelle l'halocline : elle fait le bonheur des plongeurs et de la biodiversité bactérienne.

## Où coulent les rivières sous-marines ?

Littéralement sous l'océan ! Ces courants chargés de sédiments sont plus denses que l'eau de mer environnante, ce qui les entraîne à plonger au fond, formant de véritables chenaux sur le plancher océanique. On observe ces rivières sous-marines à l'embouchure des grands fleuves comme l'Amazone, le Mississippi ou le Nil, mais également au large de Terre-Neuve, où s'écoulent les eaux de fonte des glaciers nord-américains ou encore sur l'ensemble du pourtour des côtes de l'Australie.

## CE LAC EST-IL MARTIEN ?

Presque ! Ce paysage bolivien situé à 4 300 m d'altitude est le modèle le plus proche de l'atmosphère qui régnait sur Mars lorsque l'eau était présente à la surface de la planète Rouge. La forte teneur en cuivre, soufre, plomb, arsenic... de ses sédiments explique la couleur de cette « Laguna verde », et pourquoi ce lac salé ne gèle pas, malgré une température de l'eau pouvant chuter à  $-56^{\circ}\text{C}$  ! Ce milieu hostile, soumis à des radiations UV intenses et une faible pression atmosphérique d'altitude, abrite malgré tout de la vie. On trouve dans ses eaux turquoise des espèces extrémophiles de diatomées, c'est-à-dire de microalgues dotées d'un squelette en verre naturel (silice). Ce plancton si particulier, ainsi que les fossiles calcaires bordant les rives du lac, sont très étudiés en exobiologie, la science s'intéressant aux possibilités de vie ailleurs que sur Terre.



LAGUNA VERDE, BOLIVIE

abriendomundo - iStockPhoto.com

OKAVANGO, BOTSWANA



Martin Harvey / Getty Images

## UN FLEUVE PEUT-IL S'ÉVAPORER EN ENTIER?

L'Okavango est connu comme « le fleuve qui n'atteint jamais la mer ». Son delta, au Botswana, est une immense zone humide au cœur du désert. Car 98 % de l'eau douce qui arrive ici par le fort débit de l'un des plus longs fleuves du continent africain s'évapore, ou est utilisée par les végétaux poussant dans cette oasis de 18 000 km<sup>2</sup>. Il s'agit du deuxième plus grand delta intérieur de la planète, après le fleuve Niger au Mali, qui possède, lui aussi, une zone où il se subdivise en de nombreux bras, canaux, lacs et marécages, avant de poursuivre son cours vers l'océan Atlantique. Comme dans l'Okavango, la biodiversité y est riche et l'homme tire son parti des successions de submersions et évaporations pour les cultures, notamment de céréales telles que le riz. Mais ce type d'écosystème est un équilibre fragile et menacé autant par les variations du climat que par les activités humaines polluantes.

---

**Quel âge a la plus vieille eau sur Terre?** 2,6 milliards d'années. C'est l'âge de l'eau liquide la plus ancienne découverte en 2013 par des géologues à plus de 2,4 km sous la surface du globe, au fin fond de la mine de Timmins au Canada. Gorgée de bactéries, de sel et de métaux ferreux entre autres, cette eau s'oxyde à l'air en prenant une teinte orangée et une texture visqueuse. Mais si l'on s'intéresse aux molécules d'eau elles-mêmes, la plupart sont encore plus anciennes. Près de la moitié de l'eau sur Terre proviendrait de la glace présente dans le milieu interstellaire avant même que le Soleil ne se forme, il y a 4,6 milliards d'années!

---

## Quel trésor se cache au fond de ce lac ?

Une extraordinaire diversité microbienne ! Différentes espèces de bactéries donnent à cette source chaude de Grand Prismatic Spring, dans le parc de Yellowstone aux États-Unis, son incroyable palette de couleurs. Le bleu, seul, signe l'absence de micro-organismes au centre de la source, où l'eau atteint plus de 85 °C. Mais le vert et le jaune, eux, sont dus à la présence d'une cyanobactérie nommée *Synechococcus*. Plus elle est exposée au soleil, plus celle-ci surexprime ses pigments orange et rouges, les caroténoïdes, au détriment du vert naturel de sa chlorophylle. En s'éloignant encore du cœur, l'eau passe sous les 65 °C : ce sont alors d'autres bactéries, les chloroflexes, qui donnent sa teinte orange à la source. Et comme les bactéries sont sensibles à la luminosité, la température, voire la présence de certains minéraux, cette vibrante palette de couleurs varie en toute occasion !



Ingus Kruklinis - iStockPhoto.com

## À QUELLE VITESSE REULENT LES CASCADES ?

Celles d'Iguazú, situées à la frontière entre le Brésil et l'Argentine, se sont déplacées d'environ 1,4 à 2,1 cm par an au cours des 2 derniers millions d'années, selon les estimations d'hydrogéologues brésiliens. En effet, les chutes d'eau ont un pouvoir d'érosion très important. Plus une cascade a un débit élevé (celui d'Iguazu est de l'ordre de 1,5 million de litres d'eau déversés par seconde), plus le phénomène de cavitation est intense. En arrivant au pied de la chute, des bulles d'air sont piégées et forment sous la surface de l'eau un nuage de bulles, qui agit littéralement comme un marteau-piqueur en continu sur le fond rocheux du bassin de déversement de la cascade, le creusant en profondeur. Sous l'effet de l'érosion dite régressive, pour retrouver sa pente d'équilibre, le cours d'eau prélève en amont les sédiments nécessaires pour combler le déficit en aval. Dans le cas d'une cascade, les sédiments érodés sur le haut de la chute accentuent le recul du mur d'eau, mais ne suffisent pas à combler la fosse en contrebas.

# Sylvia Earle, la reine des mers

**Océanographe et plongeuse, cette Américaine s'est imposée dans un monde masculin et continue, à 88 ans, à lutter pour la préservation des océans.**

« **C**inq filles pour un seul sèche-cheveux ». C'est ainsi que titra la presse en 1970 lorsque Sylvia Earle, docteur en biologie marine, prit la tête, à 35 ans, de la mission Tektite II. Financé par la Marine américaine et la NASA, ce projet historique à gros budget poursuivait un double objectif : observer à la fois la biodiversité marine et le comportement d'un groupe humain confiné. Mais à l'époque, ce qui intrigue, c'est qu'un équipage 100 % féminin puisse s'immerger deux semaines durant dans une base sous-marine. Lorsqu'elles remontent à la surface, Sylvia Earle et ses coéquipières sont assaillies de sollicitations médiatiques, invitées au Congrès et reçues par la Première Dame, Pat Nixon, à la Maison Blanche. La scientifique américaine saisit chaque opportunité de montrer que les femmes océanographes ont les mêmes compétences que

leurs collègues masculins, et plaide pour une recherche véritablement sous-marine, au plus près de la biodiversité à observer. En 1979, au large d'Hawaii, elle bat le record de profondeur pour une plongée en scaphandre autonome et en solitaire : plus de 2 heures à 380 m de profondeur ! Avec son troisième mari, l'ingénieur Graham Hawkes, elle développe des véhicules sous-marins qui permettent aux scientifiques d'accéder aux grands fonds, jusqu'alors inexplorés.

En mars 1989, lorsque le navire pétrolier *Exxon Valdez* provoque une immense marée noire en Alaska, Sylvia Earle est chargée par l'Institut océanographique américain d'une mission de prospection sur le site. L'ampleur de la catastrophe sur la faune et la flore sous-marine

est un choc fondateur pour la chercheuse, qui prend la mesure des ravages des activités humaines. En 1990, elle devient la première femme nommée directrice scientifique de l'Institut océanographique américain, mais doit rapidement

affronter une deuxième catastrophe écologique : la guerre du Golfe et les 800 000 tonnes de pétrole brut déversées dans le golfe Persique par l'armée irakienne pour retarder les troupes

Son mantra est une phrase du Commandant Cousteau : « La meilleure façon d'observer un poisson, c'est de devenir poisson soi-même. »





Les médias américains l'ont surnommée « Her Deepness », sa Majesté des profondeurs, où elle a passé près de 7 000 heures en plongée. En 2015, lorsque Lego commercialise une figurine à son effigie pour rendre hommage à « l'une des femmes vivantes les plus inspirantes », elle est bien sûr accompagnée d'un sous-marin miniature.

David Doubilet ; Anzhela Sushina - iStockPhoto.com

américaines. Ses observations sur place sont effrayantes et dès lors, Sylvia Earle n'a de cesse d'alerter l'opinion publique américaine. L'année suivante, en 1992, elle quitte son poste pour se consacrer

entièrement à la protection des océans. Elle donne des conférences sur toute la planète, publie des dizaines de livres et crée, en 2009, la fondation *Mission Blue*. En 2014, un documentaire sur Netflix retrace

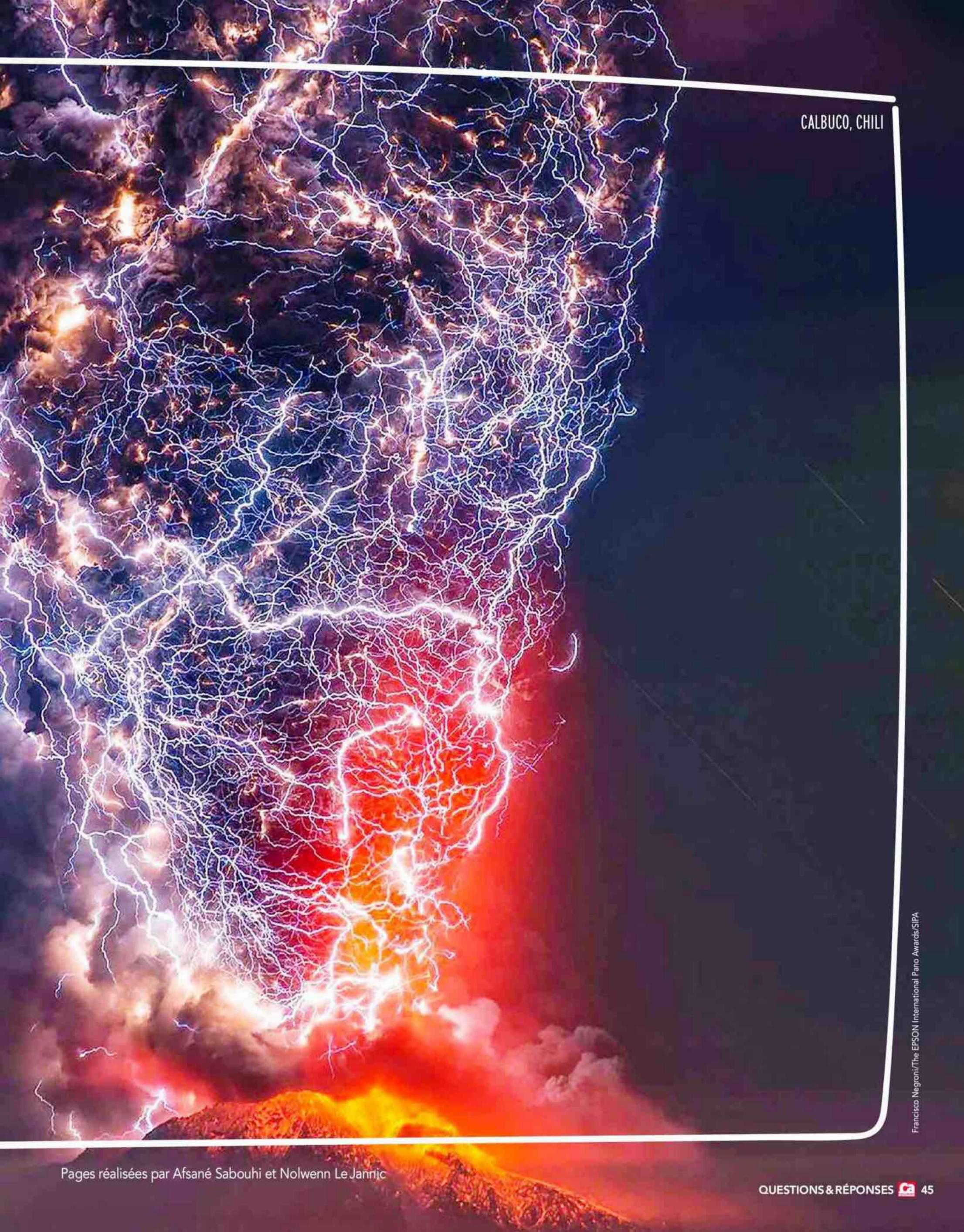
son projet de création d'un réseau mondial d'aires marines protégées. Désormais retraitée, Sylvia Earle n'en poursuit pas moins le combat de sa vie : faire connaître les océans et leur vulnérabilité.

# CHAUD DEDANS!

En profondeur, la Terre est soumise à des températures et des pressions extrêmes. L'activité géologique intense qui s'y déroule nous parvient en surface le plus souvent de façon spectaculaire et éruptive.

## **C**OMMENT ÉCLATENT LES **ORAGES VOLCANIQUES** ?

Les volcanologues n'ont encore que des pistes d'explication pour ce phénomène à la fois rare, impressionnant et délicat à étudier, compte tenu de sa dangerosité. Ces décharges électriques survenant dans le panache de certains volcans explosifs, comme ici le Calbuco au Chili, ne seraient pas liées à un phénomène d'électricité statique dans les cendres, mais à la forte présence d'un gaz, le radon, dans les fumées émises par le cratère. D'après des observations menées en 2017 sur le Stromboli en Italie, ce gaz naturellement radioactif pourrait, lorsqu'il est présent dans les roches du volcan, modifier la charge électrique des particules du panache et déclencher la production d'éclairs spectaculaires. Début 2024, des scientifiques ont démontré pour la première fois, après analyses de dépôts géologiques, que ces éclairs avaient joué un rôle clé dans le développement de la vie sur Terre, en fixant sous une forme assimilable l'azote de l'atmosphère. Quant à l'orage volcanique le plus intense jamais enregistré, il a éclaté les 14 et 15 janvier 2022 lors de l'éruption du volcan Hunga Tonga dans l'archipel éponyme du Pacifique, provoquant un pic à 2615 éclairs par minute et un panache de 58 km de haut!



CALBUCO, CHILI

### A-t-on le droit de ramasser des œufs de geysers ?

C'est interdit dans le parc naturel de Yellowstone aux États-Unis, où l'on peut observer ces « œufs », c'est-à-dire des concrétions arrondies, formées par la précipitation des eaux de geysers, chauffées par le magma. En 2018, des géologues ont passé quelques-uns de ces précieux œufs aux rayons X pour les étudier. Leur structure en couches concentriques est une mine d'informations sur la composition des eaux souterraines et les variations du climat à travers le temps, mais aussi sur leur atmosphère environnante, les projections d'eau capturant grains de pollen et bactéries avant de se solidifier au sol.



### OÙ LES « POTS DE PEINTURE » DU DALLOL PRENNENT-ILS LEURS COULEURS ?

Au nord de l'Éthiopie, cet étrange « volcan » ne ressemble en rien à l'image d'une fumante montagne conique. Ce lieu, l'un des plus beaux et inhospitaliers de la planète, est en fait un champ géothermique, où l'on peut observer différents types de concrétions et de sources chaudes acides creusant des vasques. La composition des roches alentour et des sels présents dans les eaux affleurant en surface jouent sur la palette de teintes de ces marmites de boue : blanc pour celles qui sont riches en silice, jaune pour le soufre, rouge orangé à vert pour le fer plus ou moins oxydé, voire noir en cas de présence de matière organique décomposée. « Dallol », le nom donné à cette région frontalière de l'Érythrée, signifie d'ailleurs « désintégré » dans la langue afar.



KAWAH IJEN, INDONÉSIE

### UN VOLCAN PEUT-IL PIQUER UNE COLÈRE BLEUE ?

Le Kawah Ijen, situé sur l'île indonésienne de Java, est célèbre pour les coulées bleues qui s'échappent de son cratère. Il ne s'agit pas de lave, mais de vapeurs gazeuses très riches en soufre, qui s'enflamment avec cette teinte si particulière. Ces lueurs ne sont pas nécessairement le signe d'une future éruption de lave. En activité constante, ce volcan abrite en son cratère, à 2200 m d'altitude, un lac turquoise de 35 millions de mètres cubes, le plus acide connu sur Terre avec son pH de 0,2. Cette eau s'infiltré dans le volcan, se change en vapeur au contact du magma, se charge en soufre et remonte vers la surface, s'échappant sur une des rives du lac acide en fumerolles de vapeurs jaunâtres. Le soufre y cristallise en un minerai que les villageois locaux viennent exploiter à la barre à mine, au mépris du danger et de la toxicité de l'air ambiant pour leurs yeux, leur peau et leurs voies respiratoires.



DALLOL, ÉTHIOPIE

A.Savin / Wikimedia Commons

## Qu'est-ce qui **bouillonne** dans cette marmite ?

De la boue, ou plus précisément un mélange d'argiles, d'hydrocarbures à l'état gazeux et d'eau chaude. Moins imposants que leurs homologues crachant de la lave, les plus grands volcans de boue peuvent toutefois atteindre quelques kilomètres de diamètre et jusqu'à 600 m de haut. L'Azerbaïdjan, ici la réserve naturelle de Gobustan, est l'une des régions de la planète qui en compte le plus : près de 350 sur les quelque 2500 recensés sur Terre. Cette plaine de delta fluvial correspond au contexte géologique idéal, mettant en présence des sédiments meubles, de l'eau abondante et des gaz piégés. Des volcans de boue se forment aussi dans les zones de subduction du plancher océanique, par exemple dans les profondeurs au large de la Norvège ou de l'Indonésie. Même certains reliefs de la planète Mars s'expliqueraient par ce type de « gadoue » !



GOBUSTAN, AZERBAÏDJAN

Alan Crossland / Getty Images

# 10 à la suite !

**1** Quelle est la particularité du volcan hawaïen Mauna Kea ?

- A. Il est plus haut que l'Everest
- B. C'est le plus vieux volcan terrestre
- C. Il est entièrement sous-marin

**2** Il y a plus de 1300 volcans actifs sur la terre ferme. Combien d'éruptions enregistre-t-on par an ?

- A. 10 à 20
- B. 50 à 70
- C. 100 à 150

**3** Quel volcan décroche le titre de plus haut de France ?

- A. Le Puy de Sancy, en Auvergne
- B. Le Piton de la Fournaise, à la Réunion
- C. La Soufrière, en Guadeloupe

**4** En 2018, le volcan sous-marin Fani Maoré s'est formé au large de Mayotte :

- A. il a créé un geyser temporaire dans l'océan Indien
- B. trois nouvelles petites îles sont apparues
- C. il a fait bouger l'île de Mayotte

**5** Deux affirmations sur les cendres volcaniques sont vraies. Lesquelles ?

- A. Elles fertilisent les sols à long terme
- B. Elles sont abrasives et irritent yeux et poumons
- C. Elles purifient l'eau



**6** Au bout de combien d'années sans éruption un volcan est-il déclaré éteint ?

- A. 1 000 ans
- B. 10 000 ans
- C. 100 000 ans

**7** Comment s'appelle l'alignement sur lequel se trouvent 75 % des volcans du monde ?

- A. Le cercle de lave du Pacifique
- B. La ceinture de feu du Pacifique
- C. La limite magmatique du Pacifique

**8** La pierre ponce est une roche volcanique. Elle est composée de...

- A. cendres agrégées par la chaleur
- B. roches remontées du noyau terrestre
- C. lave refroidie très rapidement

**9** Quel pays compte le plus de volcans actifs ?

- A. Les États-Unis
- B. L'Indonésie
- C. Le Japon

**10** Le mégapode maléo, un oiseau du nord de l'Indonésie, a la particularité de...

- A. prendre des bains de cendres volcaniques
- B. manger et digérer certains types de lave
- C. faire incuber ses œufs dans la chaleur des terres volcaniques

Réponses :

1A (il mesure 10211 m, mais les 6 000 premiers mètres sont sous le niveau de la mer), 2B, 3B (2632 m), 4C (de 24 cm vers l'Est et 19 cm vers le fond), 5A et B, 6B, 7B, 8C, 9A, 10C.



## QUE CRACHE UN VOLCAN GRIS ?

Un panache de fumées et de cendres, comme celui expulsé ici par le Karymsky en Russie. Il accompagne l'émission de fragments d'une lave pâteuse, qui s'accumule au point de sortie avant d'être violemment projetée. C'est l'éruption typique d'un volcan dit explosif ou gris, par opposition aux volcans effusifs ou rouges qui, eux, laissent s'échapper des laves très fluides sous forme de coulées. Toutefois, cette ancienne dichotomie n'est plus vraiment utilisée par les scientifiques, face à la réalité bien plus diverse des éruptions. Un seul exemple ? Le Stromboli, qui forme une des îles Éoliennes dans le sud de l'Italie : il alterne des phases effusives (volcan rouge) et explosives (volcan gris). Il peut projeter à la fois des cendres, des fragments de lave solide (lapilli) et incandescente (bombes) et de la lave fluide, sous forme de fontaine ou de coulée.

## FUMEUR

Sur le plancher océanique, à la jonction des plaques tectoniques, des cheminées se sont formées par accumulation de minéraux. Lorsque le fluide hydrothermal qui s'en échappe est très chaud (plus de 300 °C), non dilué par l'eau de mer et riche en fer, on parle de fumeur noir, comme ci-contre au large de la Nouvelle-Zélande. A contrario, lorsque le fluide est dilué et refroidi dans la cheminée par l'eau de mer avant d'être expulsé, des minéraux comme le sulfate de calcium y précipitent, et la « fumée » qui s'échappe apparaît blanche. Bien que privés de lumière, ces fumeurs sont des écosystèmes à la biodiversité très riche.



## À QUELLE TEMPÉRATURE POUSSENT LES CRISTAUX GÉANTS ?

La grotte de Naïca, au Mexique, a probablement connu pendant plusieurs centaines de milliers d'années une température stable autour de 20°C pour que des cristaux de gypse sélénite y atteignent ces dimensions hors du commun. Le plus grand mesure près de 12 m de long pour 4 m de diamètre et sa masse est estimée à 55 tonnes ! Une cavité rocheuse a d'abord été formée par des bulles de gaz échappées du magma, puis s'est remplie de fluide hydrothermal chaud et gorgé de minéraux. Lorsque la température a baissé, les molécules de sulfate de calcium et d'eau ont progressivement cristallisé sur les parois de la cavité, formant ce qu'on appelle une géode, une grotte tapissée de cristaux. Découverte en 2000 par des travailleurs de la mine voisine, celle de Naïca est aujourd'hui protégée des dégradations par son hostilité naturelle : à l'intérieur, la température de l'air y est de 58°C, avec un taux d'humidité de plus de 90% ! Difficile, par conséquent, d'y demeurer plus de 10 minutes.



## C'EST QUOI CETTE BIZARRERIE ?

Même si on le surnomme parfois « champignon mou », un myxomycète est en réalité un plasmode, c'est-à-dire une cellule unique de très grande taille. Rien à voir, donc, avec un champignon, qui est, lui, constitué d'un réseau de filaments composés de plusieurs cellules, le mycélium. Mais les myxomycètes ne sont pas non plus des animaux ou des végétaux ! Les quelque 1 000 espèces existantes constituent en fait une classe à part dans le monde du vivant. À l'instar de ce *Stemonitis axifera*, on les trouve le plus souvent en forêt, sur du bois mort, un lit de feuilles ou de mousses. Ils jouent un rôle essentiel dans cet écosystème car ils produisent des minéraux qui enrichissent le sol et permettent aux plantes de se nourrir.



Dejen Mengis / USGS Bee Inventory and Monitoring Lab

# RENCONTRES DU 3<sup>e</sup> TYPE

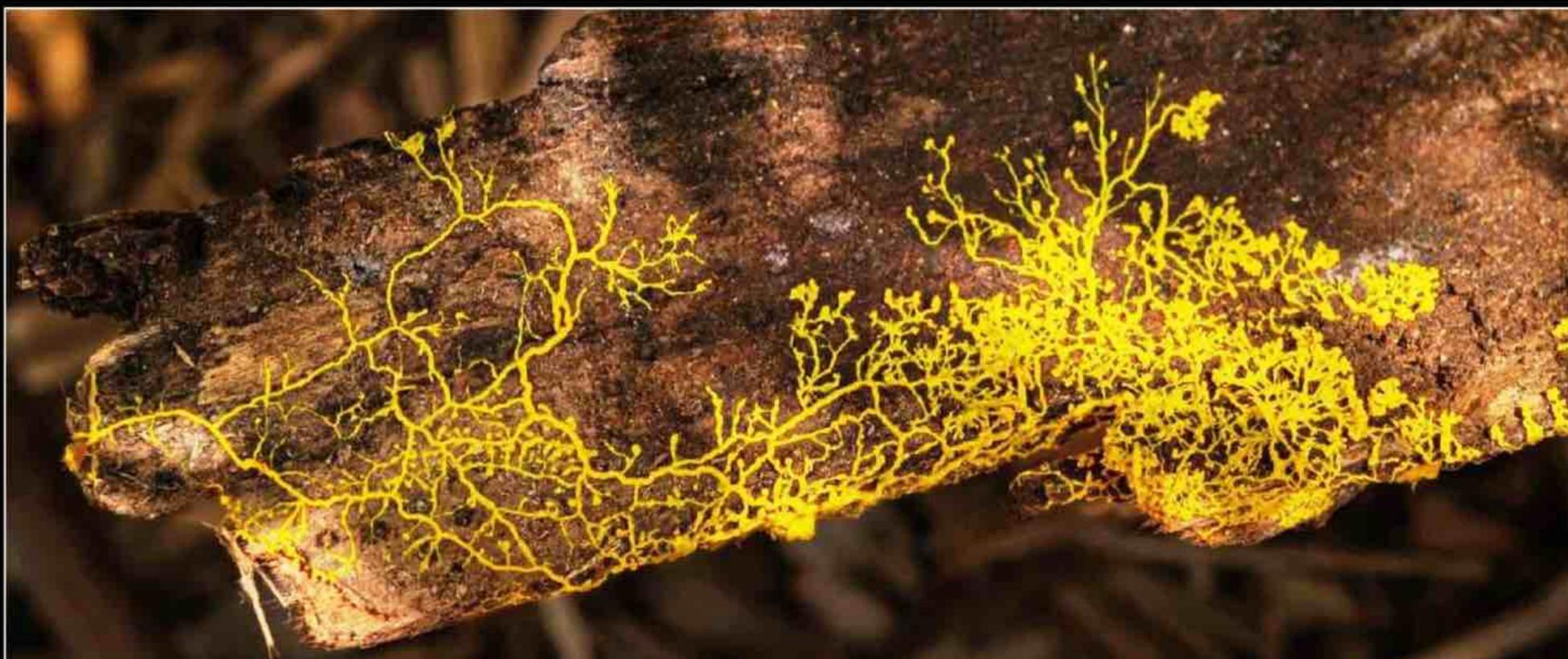
Ni animaux ni végétaux : bienvenue dans le monde fascinant des myxomycètes, des organismes vivants présents sur Terre depuis plus de 500 millions d'années.



## COMMENT CES ORGANISMES SE MULTIPLIENT-ILS ?

Vient un moment dans la vie d'un myxomycète où il ralentit ses déplacements jusqu'à se fixer à un endroit précis, sans que l'on sache exactement ce qui déclenche ce changement. Le plasmode (son unique cellule) se métamorphose alors et « fructifie », c'est-à-dire qu'il laisse la place à de petites structures dont la forme rappelle souvent celle d'un champignon à chapeau. Ces fructifications (ici celles de l'espèce *Didymium nigripes*) sont appelées myxocarps et contiennent les spores destinées à la reproduction. Ces spores sont ensuite dispersées par le vent, des insectes ou d'autres animaux... et le cycle recommence.

Henri Koskinen / Alamy / Hemis



## Y A-T-IL QUELQUE CHOSE QUE LE BLOB NE SAIT PAS FAIRE ?

Ce n'est pas pour rien que le blob ou *Physarum polycephalum*, ici en photo, est la star des myxomycètes ! Ses capacités ne cessent d'étonner les scientifiques qui l'élèvent et l'étudient en labo. Dans de bonnes conditions, il grandit vite, et peut doubler de taille chaque jour. Il se déplace de 1 cm/h en étirant sa membrane et, en cas de faim, il pique un « sprint » jusqu'à 4 cm/h. Quasi-indestructible, il cicatrise en moins de 2 min quand on le coupe en deux et continue à vivre comme si de rien n'était. Ce n'est pas tout : bien que dépourvu de cerveau et de système nerveux, il est néanmoins capable d'apprendre à passer outre une substance répulsive mais sans danger, du sel par exemple, placée entre lui et sa nourriture. Et lorsqu'il fusionne avec ses congénères, il leur transmet cette nouvelle aptitude !

MNHN - François-Gilles Grandin

## SONT-ILS AUSSI FRAGILES QU'ILS EN ONT L'AIR ?

Pas du tout ! En cas de grand froid ou de forte sécheresse, par exemple, les myxomycètes entrent en dormance. Un peu comme certains animaux hibernent lorsque le climat devient trop rigoureux. Sauf que les myxomycètes ont poussé cette stratégie encore plus loin et subissent une véritable métamorphose. Ils prennent alors ce qu'on appelle une forme de sclérote, comme ici le *Physarum roseum*, la version rouge du blob. Dotés d'une structure plus solide et résistante que la fine couche visqueuse qui entoure le plasmode, les sclérotés offrent une bien meilleure protection pour cette phase de « sommeil ». Et lorsque les conditions redeviennent plus clémentes, le processus inverse s'enclenche, jusqu'à ce que le myxomycète retrouve sa « pleine » forme de plasmode.



Iulija Morozova - iStockPhoto.com



### Quelle colère s'abat sur **Catatumbo** toute l'année ?

La foudre ! 300 nuits par an en moyenne, le plus souvent entre 19h et 5h du matin, un orage se déclenche dans la région du lac Maracaibo, au nord du Venezuela, en général au niveau de l'embouchure du fleuve Catatumbo. Avec 230 éclairs par km<sup>2</sup> et par an, la région est la plus foudroyée au monde, au point que son ciel, surnommé le « phare de Catatumbo », guidait autrefois les marins des Caraïbes ! La régularité des orages serait due à la topographie et à la dynamique des vents de l'endroit, cerné par les montagnes : des masses d'air chaud et humide s'accumulent le jour au-dessus du lac et rencontrent le soir l'air froid qui descend des Andes alentour, créant les conditions d'instabilité idéales pour que se forment sans cesse des orages à l'aplomb du lac.

# ATMOSPHÈRE, *atmosphères*

Fine couche protectrice autour de la planète, l'atmosphère est le théâtre de nombreux phénomènes physiques et lumineux : éclairs, arc-en-ciel, parhélie... on aurait tort de ne pas lever les yeux au ciel plus souvent !



### Peut-on voir un arc-en-ciel pendant la nuit ?

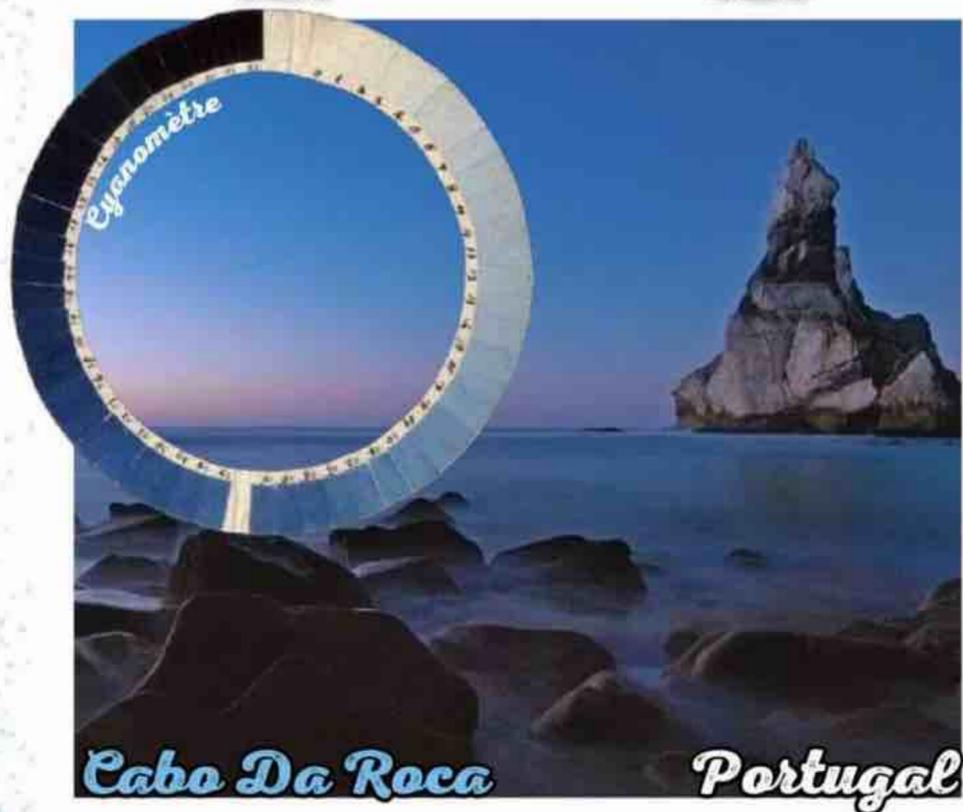
Oui ! Mais la faible lueur de la Lune peine à activer les récepteurs de couleur de nos yeux : les arcs-en-ciel lunaires nous apparaissent souvent blanchâtres. Un appareil photo et une pose de plusieurs secondes permettent toutefois d'en capturer les couleurs, comme ici, au-dessus des chutes Victoria, à la frontière de la Zambie et du Zimbabwe. Le principe est similaire à celui des arcs-en-ciel de jour, sauf qu'ici, c'est la lumière de la Lune qui est diffractée par les gouttes d'eau (pluie, cascade, vapeur...), comme à travers un prisme. La Lune doit être dans le dos de l'observateur, assez basse sur l'horizon (moins de  $42^\circ$ ) et pleine, de préférence, pour avoir la chance de profiter de ce spectacle nocturne.



### Dans quel sens s'enroulent les cyclones ?

Ils tournent dans le sens antihoraire dans l'hémisphère Nord et dans le sens horaire dans l'hémisphère Sud. Ce phénomène est dû à l'effet de la force de Coriolis, une force causée par la rotation de la Terre : 1 800 km/h à l'Équateur contre 0 km/h aux pôles, où l'on tourne sur soi-même. Cette différence de vitesse dévie les masses d'air en mouvement vers leur propre droite dans l'hémisphère Nord. Lorsque, attirées par une dépression, plusieurs masses d'air convergent au niveau des tropiques pour former un cyclone, la somme de leurs déviations provoque un mouvement antihoraire. C'est l'inverse pour l'hémisphère Sud, où les masses d'air sont déviées vers leur gauche.

# ATMOSPHÈRE, *atmosphères*



## Comment mesurer le bleu du ciel ?

Avec un cyanomètre, un nuancier de bleus, inventé à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Cet instrument a servi dans les Alpes au Suisse Horace-Bénédict de Saussure, pour en déduire que la couleur du ciel dépendait de la quantité de particules en suspension. L'épaisseur d'atmosphère traversée par la lumière joue aussi un rôle : son maximum est atteint lorsque le soleil passe sous l'horizon et que le bleu présente un dégradé de teintes si prisé des photographes, la bien nommée « heure bleue ».



NASA

## Quelle est l'épaisseur de l'atmosphère ?

Indispensable à la vie sur Terre, l'atmosphère varie, selon l'activité solaire notamment, de 350 à 800 km d'épaisseur. Au-delà, les composants atmosphériques peuvent échapper à l'attraction terrestre. Plus l'on s'éloigne de notre planète, plus la densité de l'atmosphère diminue : ainsi, 99% de sa masse (poussières, gaz...) se situe dans ses 30 premiers kilomètres au-dessus du sol. Si bien que lors de leur chute, les météorites ne commencent à être détruites qu'en dessous de 85 km d'altitude.



Svein Nordrum / Getty Images

## Où peut-on observer un parhélie ?

Ce phénomène optique survient lorsque des cristaux de glace des nuages, naturellement arrangés dans la même direction, forment un prisme qui dévie et réfléchit la lumière du soleil. Deux répliques de part et d'autre de l'astre apparaissent dans le ciel, accompagnées d'un halo. Un parhélie se produit généralement lorsque le soleil est bas sur l'horizon : il est donc plus facile d'en observer près des pôles, là où les cirrostratus, des nuages contenant des cristaux de glace, se forment plus régulièrement. Cependant, il est tout à fait possible d'en voir en France si ces types de nuages sont présents.

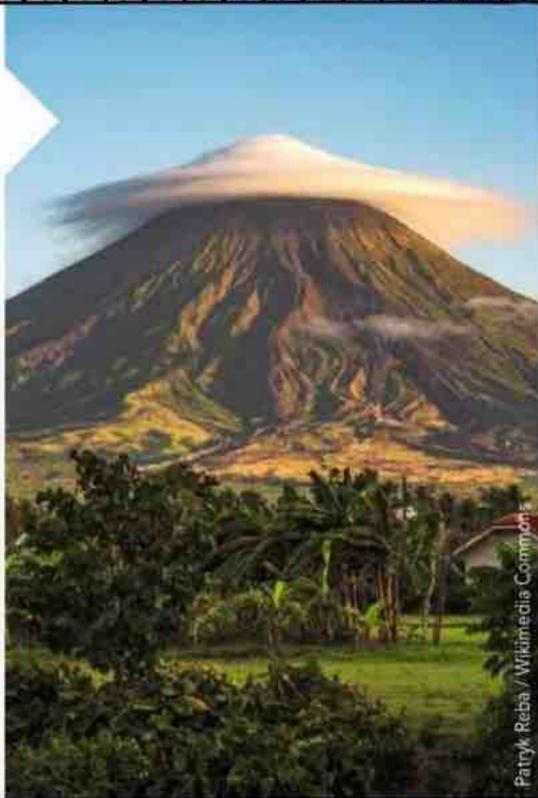
George Peters - iStockPhoto.com ; Pavlo Stavnichuk - iStockPhoto.com

# ZOOM SUR... Les nuages

Page réalisée par Nolwenn Le Jannic

## Que coiffent les nuages lenticulaires ?

Les sommets des montagnes, comme sur cette photo du volcan Mayon, aux Philippines. Les nuages lenticulaires, qui doivent leur nom à leur forme de lentille, apparaissent en effet au niveau des reliefs: l'air chaud monte le long de l'obstacle, se refroidit, l'humidité qui s'y trouve se condense et un nuage se forme. Des courants atmosphériques le gardent en place... et la montagne semble coiffée d'un chapeau immobile.



Patryk Reba / Wikimedia Commons

## Combien pèse un nuage ?

Plusieurs tonnes, puisqu'il contient des milliards de minuscules gouttes d'eau. Les cumulonimbus, les nuages d'orage, renferment plus de 50 000 tonnes d'eau... et jusqu'à 800 000 tonnes pour les plus gros ! Pourquoi ne tombent-ils pas ? Parce qu'ils restent plus légers que l'air au-dessous et qu'ils sont poussés par des courants ascendants.

## Comment s'y retrouver dans l'atlas des nuages ?

Il existe bien un atlas international des nuages ! Celui-ci a été publié pour la première fois en 1896, sous l'égide de l'organisation météorologique mondiale, et a été régulièrement mis à jour depuis, dont la dernière fois en 2017. Aujourd'hui disponible en ligne ([cloudatlas.wmo.int](http://cloudatlas.wmo.int)), il décrit les 10 genres de nuages (comme le cirrus ci-dessus) et leur déclinaison en espèces et variétés. Un outil précieux pour les météorologues... et les passionnés.



Ximonic (Simo Räsänen) / Wikimedia Commons

## Faut-il éviter de croiser des mammatus ?

Pas de panique : les mammatus ne sont pas particulièrement annonciateurs de tornades ou d'orages violents. Ces «mamelles» nuageuses apparaissent, il est vrai, le plus souvent à la base de cumulonimbus ; mais elles peuvent se former sous d'autres nuages. Par exemple, lorsque l'un d'eux dérive au-dessus d'une couche d'air très sèche et que la partie chaude de celui-ci remonte, tandis que la partie froide descend : se créent alors ces fameux, mais inoffensifs, mammatus.



Meindert van der Haven - iStockPhoto.com

## D'où viennent leurs couleurs ?

Les nuages sont blancs, car les gouttelettes et les cristaux de glace qu'ils contiennent sont assez gros pour diffuser toutes les longueurs d'onde. Ils renvoient donc la lumière du soleil telle qu'elle est : blanche. Contrairement aux petites molécules de l'air, qui diffusent principalement le bleu, donnant sa couleur au ciel. Lorsque les nuages sont très épais, la lumière a du mal à les traverser et leur base apparaît alors grise ou noire.

## Les nuages peuvent-ils déferler en vagues ?

Quand un fluctus apparaît, cela en donne l'impression ! Ces vagues se forment sur la partie supérieure de certains nuages lorsqu'une couche d'air chaud circule au-dessus d'une couche d'air froid et que la première va plus vite que la seconde. Un phénomène qui ne dure que quelques minutes au maximum...



Mick Petroff / Wikimedia Commons

## Peut-on surfer les rouleaux des Morning Glory ?

Certains pilotes de planeurs s'y amusent, mais les occasions restent rares : ces nuages en forme de rouleaux ne s'observent en général que sur la côte nord-australienne, entre septembre et novembre, en raison de conditions météo et géographiques particulières.



John Davidson Photos / Alamy / Hermis

## Doit-on protéger les nuages ?

Pour Mathieu Simonet, écrivain et ancien avocat français, oui ! Certains pays manipulent déjà les nuages, ce qui pose des questions environnementales et juridiques. Il a créé, en 2022, la journée internationale des nuages, le 29 mars, pour interpeller sur le sujet.



All Canoe Photos / Alamy / Hermis

## Pourquoi le front des arcs est-il redoutable ?

Particularité de certains nuages, principalement des cumulonimbus, l'arcus a l'aspect d'un rouleau sombre et menaçant... et il l'est ! Il précède un nuage d'orage arrivé à maturité (et donc de fortes précipitations) et annonce un coup de vent violent. Aux abris !

Merci à Gilles Matricon, météorologue à la Chaîne Météo.

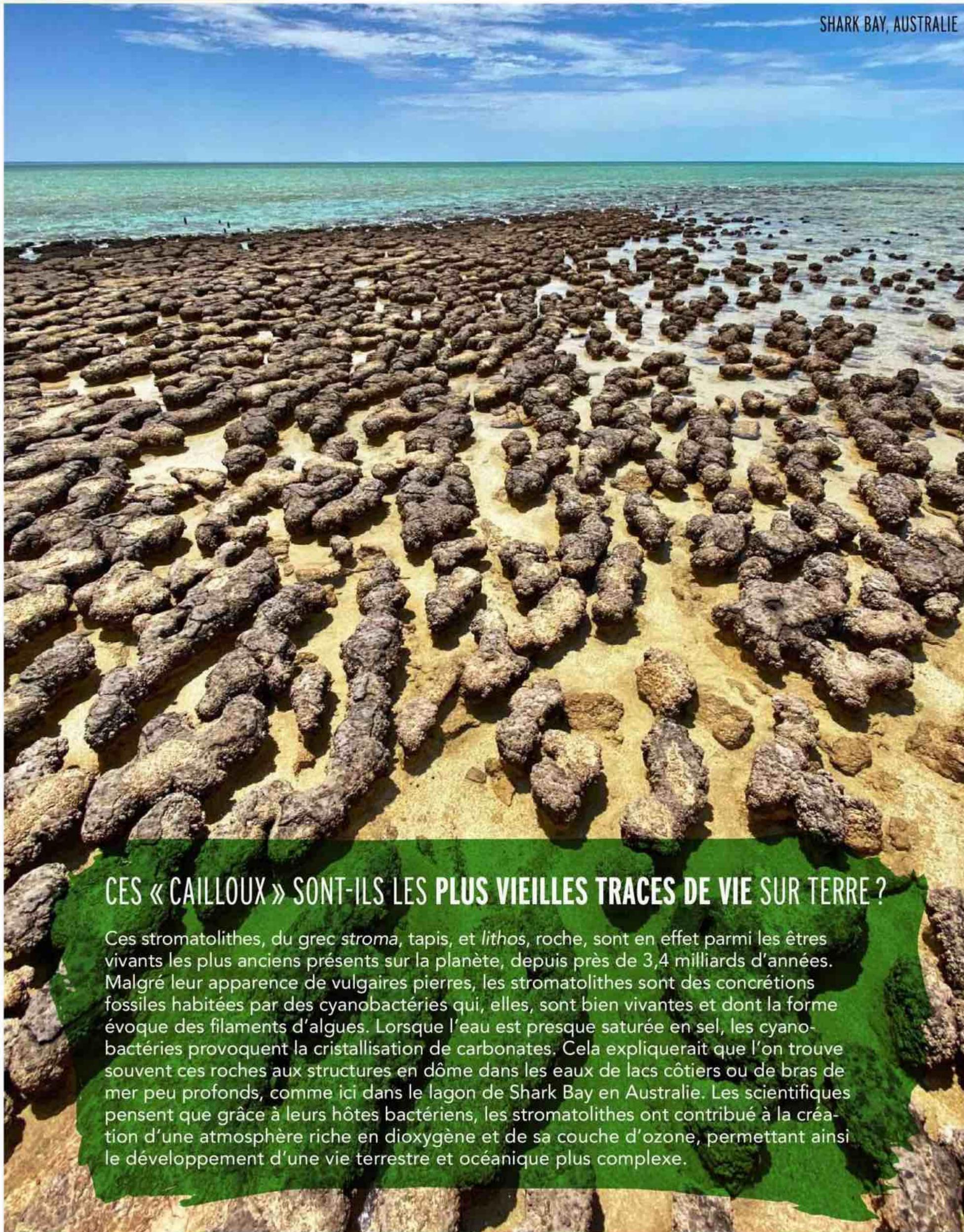


# PIONNIERS DU VIVANT

Battus par les vents, rocheux, salés, privés de lumière ou pauvres en oxygène, les milieux les plus hostiles sont aussi des écosystèmes d'une richesse insoupçonnée et ancienne.

## COMMENT LE **LICHEN** PREND-IL RACINE SUR LES ROCHERS ?

Il n'a ni racines ni tiges ni feuilles ! C'est grâce à de tout petits filaments, les rhizines, que le lichen s'accroche aux substrats les plus hostiles, tels des rochers battus par le vent ou une jeune coulée de lave. Sa structure végétative, le thalle, prend l'allure d'une croûte, d'écailles, d'une touffe... dont la croissance est très lente : moins de 1 mm par an en général. Les lichens sont des organismes symbiotiques, c'est-à-dire une alliance entre deux êtres vivants, ici un champignon et une algue (pour près de 85 % des 20 000 espèces de lichens) ou parfois une bactérie. Le champignon assure gîte, protection et alimentation en eau et sels minéraux à sa partenaire, laquelle offre en échange des sucres et des vitamines qu'elle produit par photosynthèse. Cette alliance a fait leur force et leur survie sous toutes les latitudes, probablement depuis la fin de l'ère du Cambrien, il y a environ 500 millions d'années. Aujourd'hui encore, les lichens sont des organismes pionniers, parmi les premiers à coloniser un paysage avant que ne puisse s'y développer toute une biodiversité.



## CES « CAILLOUX » SONT-ILS LES PLUS VIEILLES TRACES DE VIE SUR TERRE ?

Ces stromatolithes, du grec *stroma*, tapis, et *lithos*, roche, sont en effet parmi les êtres vivants les plus anciens présents sur la planète, depuis près de 3,4 milliards d'années. Malgré leur apparence de vulgaires pierres, les stromatolithes sont des concrétions fossiles habitées par des cyanobactéries qui, elles, sont bien vivantes et dont la forme évoque des filaments d'algues. Lorsque l'eau est presque saturée en sel, les cyanobactéries provoquent la cristallisation de carbonates. Cela expliquerait que l'on trouve souvent ces roches aux structures en dôme dans les eaux de lacs côtiers ou de bras de mer peu profonds, comme ici dans le lagon de Shark Bay en Australie. Les scientifiques pensent que grâce à leurs hôtes bactériens, les stromatolithes ont contribué à la création d'une atmosphère riche en dioxygène et de sa couche d'ozone, permettant ainsi le développement d'une vie terrestre et océanique plus complexe.

SLOPE POINT, NOUVELLE ZÉLANDE

travelNZ@ - New Zealand in your pocket™ / Wikimedia Commons

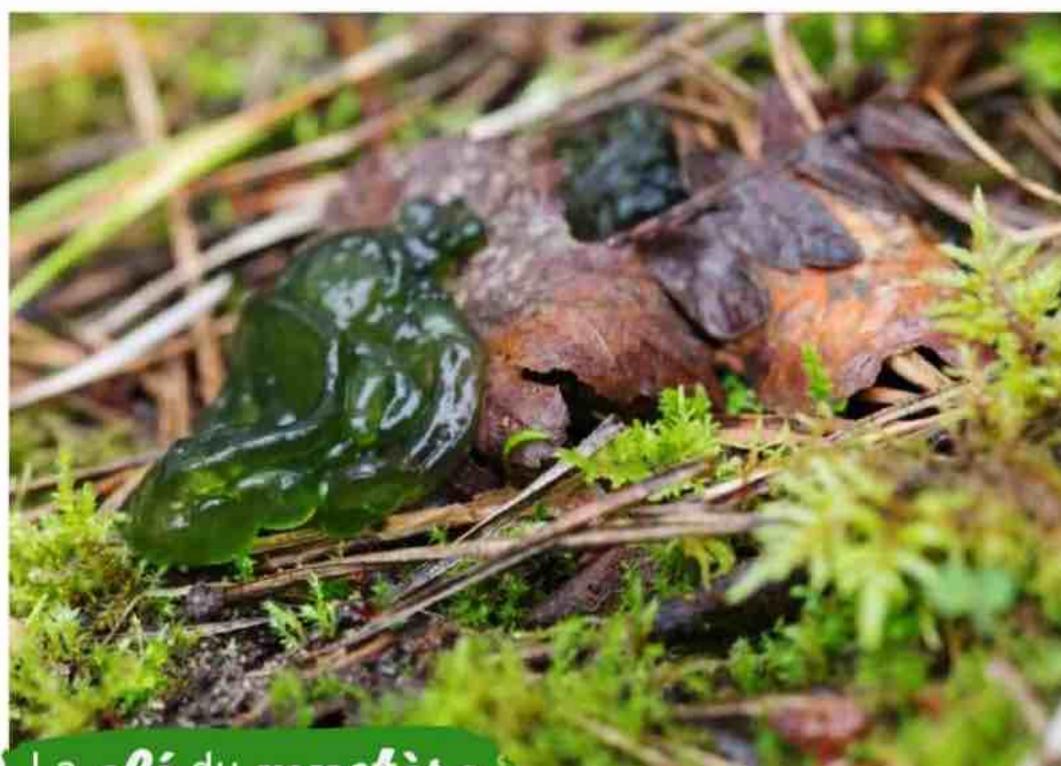


## COMMENT UN **ARBRE** MESURE-T-IL LE VENT ?

Ses cellules disposent de capteurs mécano-sensibles, qui permettent à l'arbre de percevoir la pression du vent déformant leur membrane. Chaque cellule modifie alors sa pression interne en réaction et cela provoque un fléchissement global du végétal. Les statolithes de l'arbre, des grains d'amidon qui jouent le rôle de niveau à bulle pour lui, réagissent sous l'effet de cette inclinaison et l'incitent à corriger sa position pour garder son équilibre. L'arbre adopte alors la meilleure forme d'évitement pour croître (on parle d'anémomorphose) dans les zones très ventées, comme ces cyprès qui poussent en drapeau à l'extrême-sud de la Nouvelle-Zélande.

## Les boues forment-elles le terreau du vivant ?

Certainement, si l'on entend par boues les flux de sédiments charriés, à l'échelle planétaire, des montagnes vers les océans. Une équipe de chercheurs français et australiens a réalisé, en 2023, la modélisation la plus précise de la surface de notre planète et de son évolution au cours des 100 derniers millions d'années. Ils ont pu observer une forte corrélation entre les impulsions sédimentaires (l'augmentation de la quantité de minéraux et de nutriments transportés par les rivières) sur un paysage et ses capacités à accueillir le développement d'une nouvelle biodiversité animale et végétale. A contrario, les phases d'importantes réductions du flux sédimentaire étaient associées aux grandes extinctions de masse qui ont frappé la Terre.



Hakan Soderholm / Alamy / Hemis

### La *clé* du *mystère*

## D'où tombe le **crachat de Lune** ?

On le croyait autrefois sorti de nulle part... Ce qui lui a valu ce surnom folklorique de « crachat de Lune » ou « beurre de sorcière », sans oublier le poétique « gelée d'étoile » chez les Anglais... Son nom scientifique ? Le nostoc. Cette matière gluante et verdâtre est en réalité une colonie de cyanobactéries, qui apparaît avec la rosée matinale ou après les épisodes orageux. Cet amas, à l'odeur caractéristique de la terre après la pluie, forme comme des colliers dont les perles microscopiques gonflent lorsqu'elles peuvent se gorger d'eau et croître intensément. En revanche, le nostoc se rabougrit et prend un aspect de croûte desséchée lorsque ses bactéries entrent en dormance par temps sec. Cette forte résistance aux alternances pluie/sécheresse et gel/dégel, ainsi que sa capacité à fixer l'azote, font du crachat de lune un organisme pionnier des milieux extrêmes et des sols pauvres ou dégradés. Sa seule exigence de survie ? Un accès épisodique à une eau bien oxygénée... une bonne averse en somme !

## GRANDE OXYGÉNATION

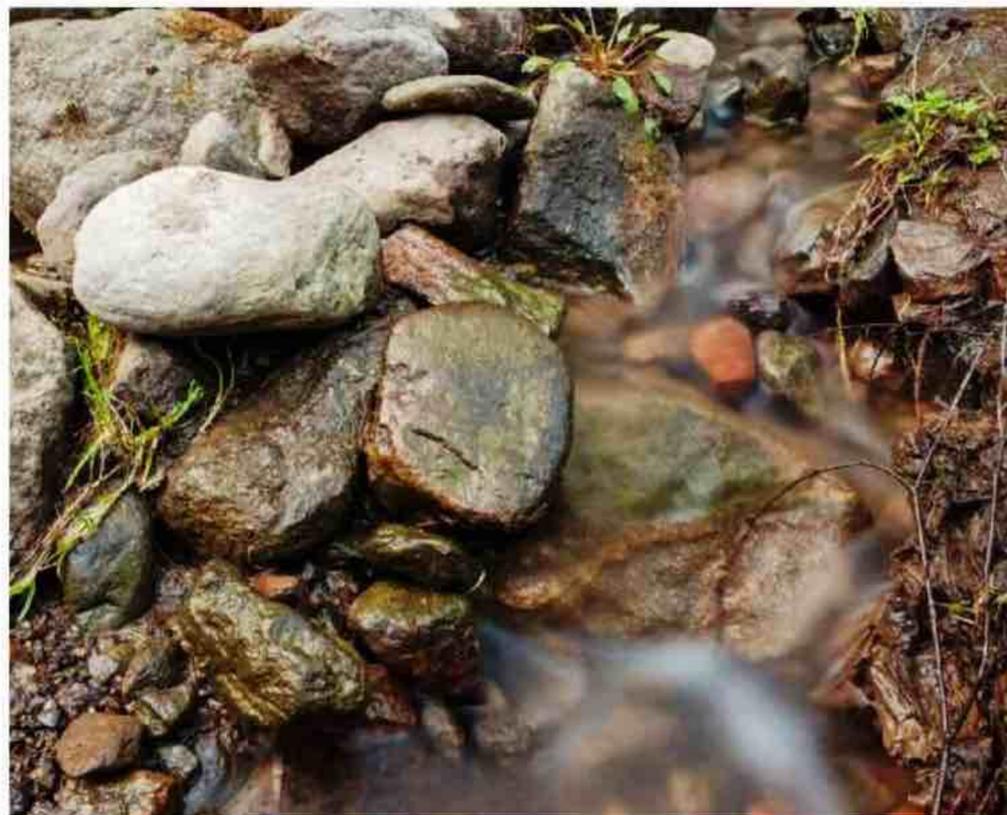
Les spécialistes la considèrent comme la première crise écologique majeure de l'histoire du vivant : la Grande Oxygénation a démarré il y a environ 2,4 milliards d'années, lorsque les océans et fonds marins n'ont plus été en mesure d'absorber l'oxygène produit par les cyanobactéries, les rares formes de vie présentes à l'époque sur Terre. L'oxygène s'est alors progressivement accumulé dans les eaux, les sols et l'atmosphère. Or la plupart des organismes vivants étaient encore anaérobies : l'oxygène constituait un véritable poison pour eux ! Cette grande oxygénation a donc provoqué à la fois une extinction de masse et offert un formidable tremplin à la vie sur notre planète : certaines souches de bactéries ont appris à utiliser l'oxygène et développé une nouvelle forme de métabolisme plus efficace, l'aérobie. Ce bouleversement a rendu possible l'apparition de la cellule eucaryote, dotée d'un noyau et de structures dédiées à la respiration, puis l'émergence d'êtres multicellulaires, tels que plantes et animaux.

## LES FORÊTS FONT-ELLES PLEUVOIR ?

Oui, et c'est une raison essentielle de plus pour les protéger. Les forêts influencent la formation des nuages et les volumes de précipitations à des centaines de kilomètres à la ronde ! Plusieurs phénomènes physiques interviennent : d'abord, le couvert végétal, surtout s'il est dense et haut, perturbe la circulation des vents, donc des nuages ; ensuite, l'évapotranspiration des arbres libère de la vapeur d'eau dans l'air (en photo), ce qui favorise la formation de nuages dans l'atmosphère. Cela se produit de façon particulièrement intense dans les forêts tropicales primaires, mais pas seulement. En France, l'Office national des forêts estime qu'en moyenne un seul chêne relâche ainsi 1 000 litres d'eau par jour, et un bouleau 75 litres !

## QU'EST-CE QUI REND LES ROCHERS SI GLISSANTS AU BORD DE L'EAU ?

Des biofilms ! On parle aussi, pour les plus épais, de tapis microbiens. Ils se forment typiquement sur les pierres ou les sédiments en bord de rivière ou de mer, sur des surfaces humides. Ces biofilms abritent des micro-organismes de la même espèce ou, fréquemment, d'espèces différentes : bactéries, algues, champignons. C'est leur capacité à s'organiser pour croître collectivement, sur une matrice très protectrice (... et glissante !) qui fait leur singularité. Leur biodiversité intrinsèque offre une plus grande résistance aux agressions du milieu que n'en auraient des microbes libres et isolés, et leur promiscuité facilite les échanges entre espèces. Les biofilms bactériens sont probablement l'une des plus anciennes formes de colonies d'organismes vivants : on en trouvait dans les zones récifales il y a plus de 3,5 milliards d'années. Aujourd'hui, ils servent de nourriture au zooplancton, à des macro-invertébrés ou des oiseaux.





tupungato - iStockPhoto.com

COMTÉ DE VESTLAND, NORVÈGE

# 10 à la suite!

**1** La science qui étudie le sol, support du vivant, s'appelle :

- A. la pédologie
- B. l'humologie
- C. la terralogie

**2** Comment se reproduisent les mousses ? Celles-ci ont deux façons de procéder :

- A. des micro-insectes pollinisent leurs fleurs
- B. elles se dupliquent, à partir d'une feuille détachée, par exemple
- C. les cellules mâles nagent jusqu'aux cellules femelles lorsqu'il pleut

**3** Pour coloniser la terre ferme, il y a 450 millions d'années, les algues ont noué un partenariat gagnant-gagnant avec des...

- A. virus
- B. champignons
- C. insectes

**4** *Fusarium oxysporum*, un champignon, est un indicateur géologique. Là où il pousse, la terre est...

- A. polluée au plomb, qui lui donne sa couleur noire
- B. saturée en zinc, dont il a besoin pour pousser
- C. riche en or, qu'il accumule dans son mycélium

**5** Que renferment les turricules, ces tortillons laissés par les vers de terre sur le sol ?

- A. de la terre, dégagée en creusant leurs galeries
- B. leurs déjections de matière organique digérée
- C. de la terre avalée puis recrachée

## Quels sont les végétaux les plus anciens apparus sur Terre ?

Probablement les mousses et sphaignes de la famille des bryophytes. Ce sont les végétaux qui ont conservé le plus de caractères des plantes ayant colonisé en premier la terre ferme. Elles sont la transition évolutive entre les algues et les premières plantes vasculaires, chez lesquelles sont apparus les vaisseaux conducteurs de sève. Leur grande capacité à absorber passivement l'eau et les minéraux ainsi que leurs spores aéroportées sont, aujourd'hui encore, un atout pour coloniser de nouveaux habitats, même les plus hostiles.



Nastasic - iStockPhoto.com



**6** La plus ancienne famille d'arbres sur Terre est celle des *Ginkgoaceae*, dont fait partie le *Ginkgo biloba*. Elle est apparue il y a environ 270 millions d'années. Vrai ou faux ?

- A. Vrai
- B. Faux

**7** Certains perroquets, au Pérou et en Équateur, se rassemblent sur des falaises d'argile où on les voit...

- A. déposer leurs œufs dans les trous argileux
- B. se nourrir d'argile à l'occasion
- C. prélever de l'argile pour bâtir leurs nids en forêt

**8** Qui est Luca, tant recherché par les scientifiques ?

- A. le premier hominidé à avoir arpenté le sol terrestre
- B. le lien évolutif entre les plantes et les animaux
- C. le dernier ancêtre commun à tous les êtres vivants

**9** Que s'est-il passé lors de l'explosion du Cambrien, il y a environ 539 millions d'années ?

- A. De nombreuses espèces marines sont apparues : vers, coquillages, crustacés...
- B. Un supervolcan a provoqué la première extinction de masse sur Terre
- C. C'est la période d'apparition des dinosaures

**10** La craie est une roche issue du vivant : elle se forme à partir de débris marins microscopiques (coquilles de micro-organismes, décomposition du plancton...). Vrai ou faux ?

- A. Vrai
- B. Faux

Réponses :

1A, 2B et C, 3B : c'est la symbiose mycorrhizienne, 4C, 5B, 6A vrai, 7B : on parle de géophagie, 8C (Last Universal Common Ancestor), 9A, 10A vrai.

## LA VIE PEUT-ELLE ENCORE S'ÉPANOUIR SUR DES TERRES SAUVAGES ?

Tout dépend de la définition de « sauvage ». Si l'on entend par là intact de toute présence humaine, les zones concernées sont désormais très rares. Une étude de 2021 chiffrait à seulement 17 % la part de terres émergées ne présentant aucune trace d'habitat humain au cours des 12 000 années précédentes. Il s'agissait essentiellement de zones désertiques ou polaires. Mais les scientifiques préfèrent se référer à la notion de naturalité, *wilderness* en anglais, qui désigne plutôt les espaces terrestres et maritimes épargnés par les activités humaines à échelle industrielle et par les pressions sur la biodiversité (ce qui n'exclut pas les zones habitées par des populations indigènes respectueuses des ressources). Une étude internationale a mesuré que plus de 70 % de cette naturalité encore préservée de la planète (sans compter l'Antarctique) se trouve dans 5 pays : la Russie, le Canada, l'Australie, les États-Unis et le Brésil, sur lesquels reposent d'immenses responsabilités de conservation. La France figure en 6<sup>e</sup> position, en raison de ses zones maritimes préservées.

### Qu'est-ce qui rend la forêt ivre ?

Ces arbres inclinés comme un étrange jeu de mikado sont l'une des manifestations les plus visibles du réchauffement climatique sur les forêts de la taïga, en Alaska comme en Sibérie. Ils ont poussé dans le pergélisol, dont seuls les 2 ou 3 premiers mètres de profondeur se réchauffaient en été, le reste étant constamment gelé et empêchant les arbres d'y ancrer leurs racines. Aujourd'hui, alors que le dégel du pergélisol s'accélère et menace d'aggraver encore le réchauffement climatique en libérant les gigatonnes de carbone qu'il contient, les affaissements et glissements de terrain se multiplient, faisant basculer les arbres, comme ivres, sans forcément les déraciner. Ils continuent donc à pousser en tentant de retrouver la verticalité, dans un sol des plus instables. La gueule de bois s'annonce sévère : les scénarios les plus pessimistes du GIEC prévoient la disparition de 49 à 89 % du pergélisol d'ici 2100.



FAIRBANKS, ÉTATS-UNIS

## SAHARA, MAROC



2

## Le sable des déserts nourrit-il le plancton des océans ?

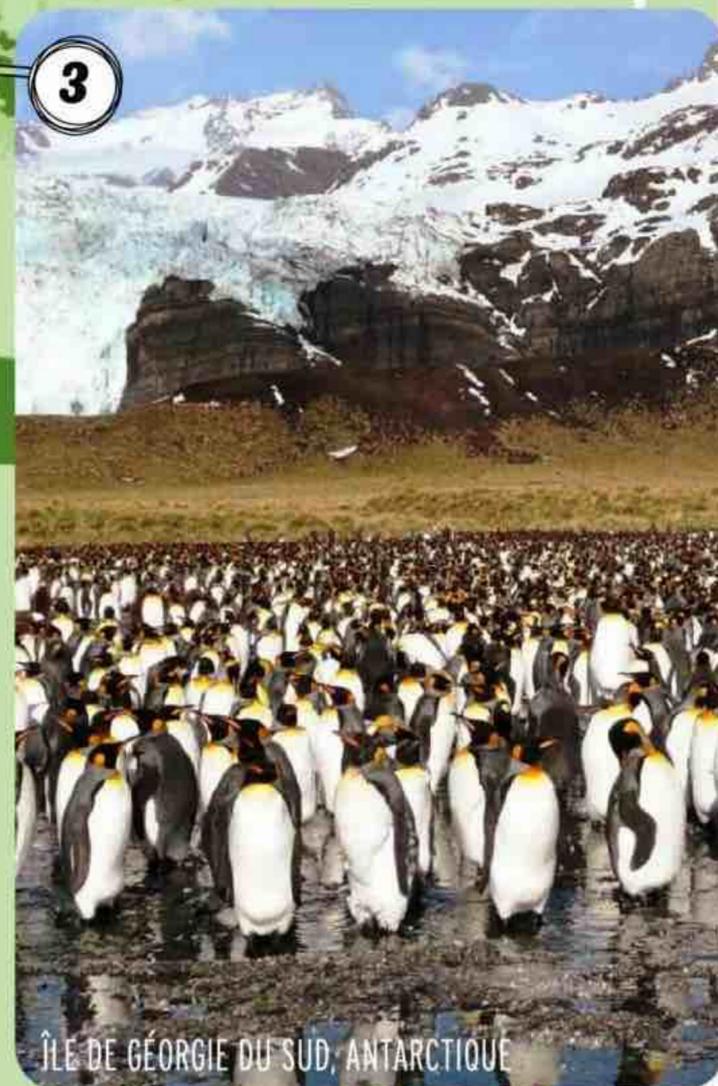
Oui... Celui soulevé par les vents du Sahara nourrit le plancton de l'océan Atlantique et fertilise la forêt amazonienne ! La Nasa, qui observe ces nuages sur ses images satellite, estime que plus de 60 millions de tonnes de poussière minérale, riche en nutriments, sont poussées chaque année par les courants d'air chaud de l'Afrique vers l'Amérique du Sud. Près des trois-quarts du fer utilisé par le phytoplancton de l'Atlantique aurait ainsi une origine saharienne, et la luxuriance de la forêt amazonienne serait grandement due au phosphore soufflé par ces vents de sable. Mais le réchauffement des océans perturbe ce cycle naturel, affaiblissant les alizés et réduisant le volume des panaches de poussières. La Nasa prévoit ainsi une diminution de 30% des nuages de sable déplacés du Sahara dans les 20 à 50 prochaines années.

■ Régions épargnées par les activités humaines, où la naturalité (*wilderness* en anglais) est la plus forte.

3

## À quoi ressemblerait l'Antarctique sans les fientes de ses manchots ?

Son écosystème serait sans doute complètement différent. Une équipe néerlandaise a montré en 2019 que les déjections des manchots et des phoques s'évaporent sous forme d'ammoniac. Celui-ci est transporté par les vents vers l'intérieur des terres et devient la source d'azote essentielle à la croissance des mousses et des lichens, qui nourrissent à leur tour toute une faune d'invertébrés. L'Antarctique est un écosystème relativement simple, idéal pour mettre en évidence de tels liens entre nutriments et biodiversité. Mais c'est aussi une fragilité, alertent les chercheurs. La surpêche pourrait nuire aux ressources alimentaires des manchots et des phoques, et se répercuter directement sur le reste de la biodiversité du continent. De la même façon, l'introduction de graines, plantes et insectes importés par les touristes, de plus en plus nombreux, pourrait concurrencer les espèces locales et provoquer un effet domino problématique sur toute la chaîne alimentaire.



# Francis Hallé, auprès de son arbre

**Il n'est pas de ceux qui se reposent à l'ombre. À 86 ans, ce botaniste, pionnier de l'observation de la canopée, cultive un nouvel espoir : recréer une forêt primaire en Europe.**

**G**randir dans une petite maison en Seine-et-Marne dont le jardin jouxte une forêt, c'est une enfance passée à grimper dans les arbres. Du châtaignier si accessible, avec ses branches qui poussaient au ras du sol, au pin laricio à plus de 20 m de haut, lui procurant un sentiment de liberté grisant, le Français Francis Hallé n'a pas oublié ses premiers compagnons. Il en a pourtant croisé des dizaines de milliers d'autres au cours de sa vie de botaniste. Il découvre sa première forêt primaire tropicale en Côte d'Ivoire, en 1960, dans le cadre de ses études et est frappé par la beauté de ce lieu intact d'exploitation humaine, réserve d'une biodiversité inouïe. Au Congo, au Zaïre puis en Indonésie, il étudie l'architecture des arbres et s'intéresse au phénomène botanique de la « fente de timidité », cet espace que certaines espèces poussant côte à côte laissent entre leurs branches, évitant ainsi soigneusement de s'entremêler.

En 1986, il est l'un des co-inventeurs du « radeau des cimes », une plateforme semi-rigide, sorte de toile d'araignée géante d'environ 500 m<sup>2</sup>, déposée au-dessus des arbres au moyen d'un ballon dirigeable. Grâce à lui, les scientifiques observent pour la première fois la canopée, le cœur vivant de

la forêt caché dans les frondaisons. D'abord testé en Amazonie, le radeau des cimes sert pendant plus de 15 ans à des centaines de chercheurs de disciplines variées, qui explorent l'incroyable biodiversité animale et végétale des canopées forestières tropicales de la planète. Cette étude des arbres par le haut a également permis de découvrir, entre autres, que les branches majeures d'un spécimen n'ont pas le même génome ! Si Francis Hallé a compris avant la plupart d'entre nous l'importance vitale des arbres pour l'humanité, il n'a de cesse, depuis, de partager ses connaissances, multipliant ouvrages, documentaires, conférences et engagements militants.

Son dernier combat, c'est un projet de forêt primaire en Europe : sur 70 000 hectares, soit 7 fois la superficie de Paris, les arbres pousseraient librement sur un sol régénéré, à peine foulé par les promeneurs suivant des sentiers, le reste étant intégralement rendu à la flore et à la faune

sauvages sans intervention humaine. Les Ardennes et les Vosges font partie des zones d'implantation étudiées pour cette future réserve naturelle. Cette ambition suscite autant d'intérêt que de réticences locales, que balaie sereinement le botaniste : la forêt apprend le temps long.

*Cet ardent défenseur des forêts s'insurge contre les plantations artificielles d'arbres. Comme si ces derniers n'étaient bons qu'à produire du bois !*



**Jamais sans ses crayons de couleurs! Qu'il enseigne ou parcourt les forêts du monde entier, cet éminent botaniste est aussi artiste. Ses superbes carnets ont été présentés dans l'exposition « Nous les Arbres » à la Fondation Cartier pour l'art contemporain, à Paris, en 2019-2020.**

## Brillante découverte

### Pourquoi cette fluorite est-elle un vrai trésor ?

Elle a été classée « bien culturel d'intérêt patrimonial majeur » en 2010 pour ses qualités esthétiques et minéralogiques, une première pour un cristal en France. Trouvée le 21 juillet 2006 dans les Aiguilles Vertes du massif du Mont-Blanc, cette pierre de 5,1 kg associe deux minéraux : la fluorite rouge, en octaèdres, et le quartz fumé. La fluorite est le cristal qui a donné son nom au phénomène de fluorescence. Quant au quartz, c'est un des minéraux les plus abondants sur Terre (12% de la surface). Leurs teintes respectives dépendent du temps d'exposition à la radioactivité du granite environnant, dans leur massif de formation : les scientifiques en ont tiré des données sur la vitesse de soulèvement des Alpes (0,9 mm/an).

Stéphanie Bellin



# PRÉCIEUX cailloux

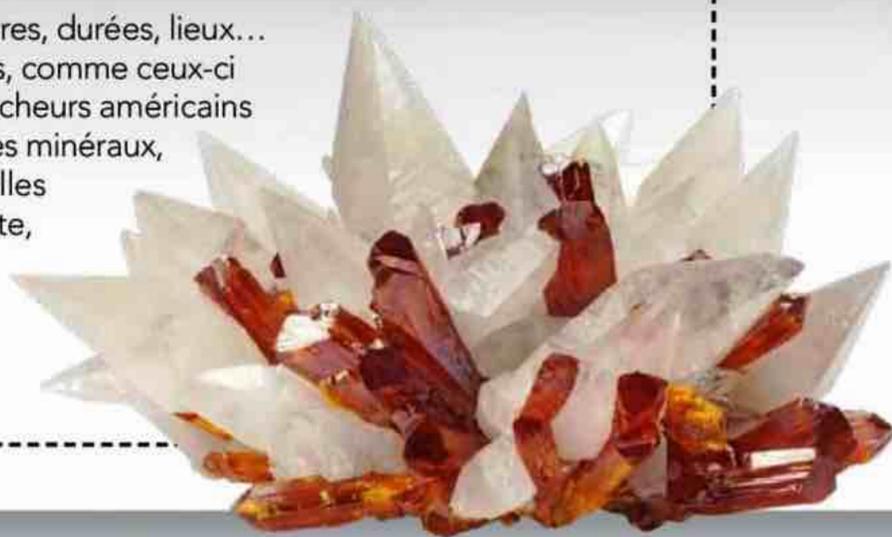
Tout ce qui brille n'est pas or... mais peut être fluorite, améthyste, calcite ou encore lapis-lazuli. Bienvenue dans le riche monde des minéraux, depuis toujours objets d'admiration et de collection.

## Un minéral, des minéraux

### Quelle est la « recette » pour fabriquer de la calcite ?

Il n'y en a pas qu'une ! Au moins 17 processus géologiques (à températures, durées, lieux... variables) conduisent à la formation de cristaux de calcite ( $\text{CaCO}_3$ ) blancs, comme ceux-ci (mêlés ici à de l'orpiment brun). Une longue étude menée par deux chercheurs américains a ainsi répertorié, en 2022, un total de 57 façons différentes de former des minéraux, après examen des 6 000 espèces aujourd'hui reconnues. 40% d'entre elles se forment de 2 manières au moins ; 9 espèces seulement, dont la calcite, en suivent plus de 15. En distinguant les « types » d'une même espèce minérale, les scientifiques ont apporté un nouvel éclairage sur l'histoire des minéraux : 80% d'entre eux n'auraient pas pu se former sans la présence d'eau, et 50% sans l'aide du vivant (coquilles, microbes...)

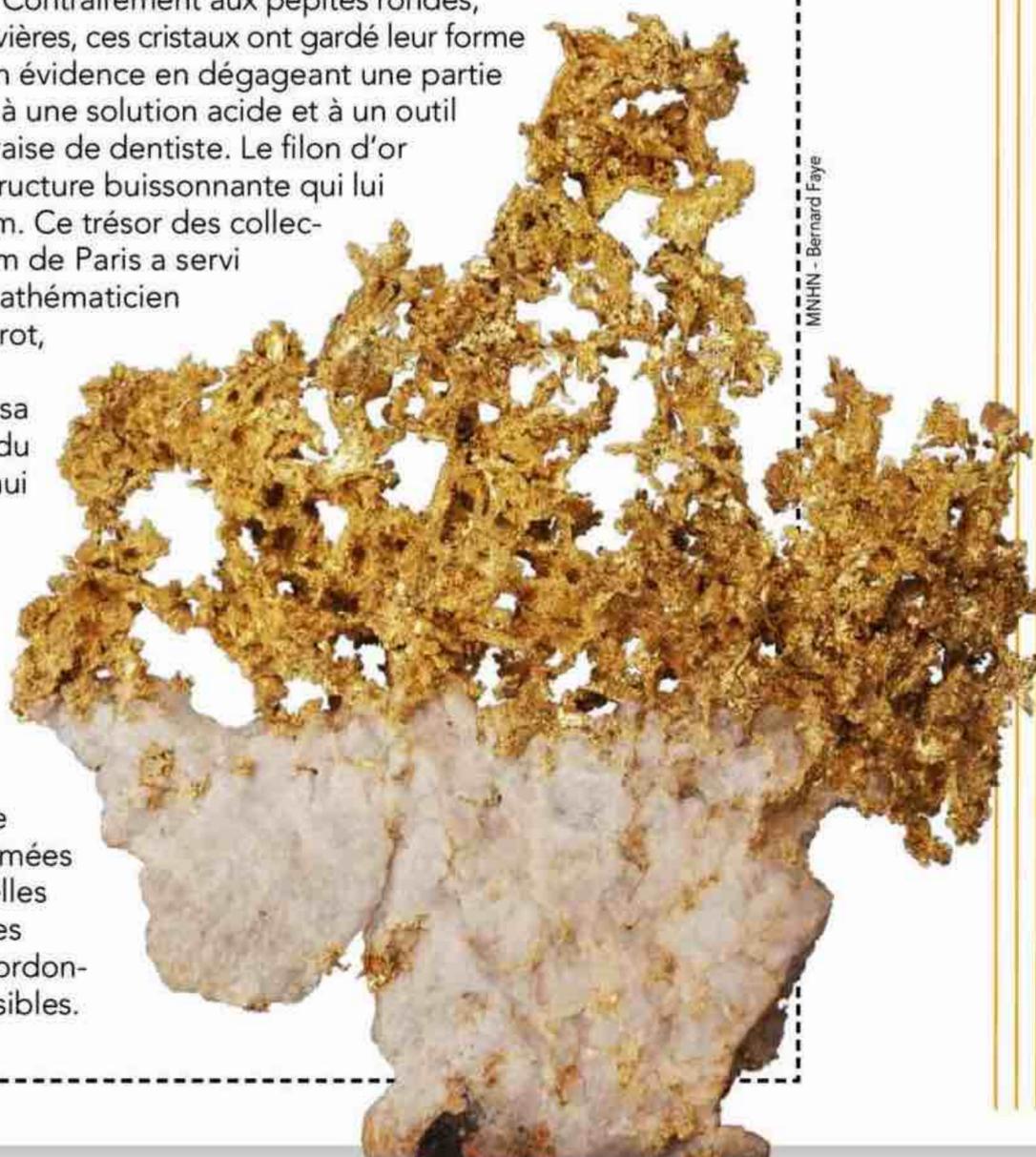
MINHN - Bernard Faye



## Sacré filon

### Sur quoi a poussé le buisson d'or ?

Sur du quartz, à 10 km sous terre, il y a 150 millions d'années. Mis à jour dans la mine Eagle Nest de Californie, en 1992, cet échantillon est composé de cristaux d'or en partie conservés dans une gangue de quartz blanc. Contrairement aux pépites rondes, polies dans les rivières, ces cristaux ont gardé leur forme ramifiée, mise en évidence en dégagant une partie du quartz grâce à une solution acide et à un outil similaire à une fraise de dentiste. Le filon d'or révèle alors la structure buissonnante qui lui a donné son nom. Ce trésor des collections du Muséum de Paris a servi d'exemple au mathématicien Benoît Mandelbrot, pour illustrer un de ses livres sur sa célèbre théorie du chaos, aujourd'hui très utilisée en mathématiques et en informatique. Ainsi, il explique que si, au premier abord, certaines structures semblent, comme ce buisson d'or, formées aléatoirement, elles sont en fait régies par des lois, un ordonnancement, invisibles.



MNHN - Bernard Faye



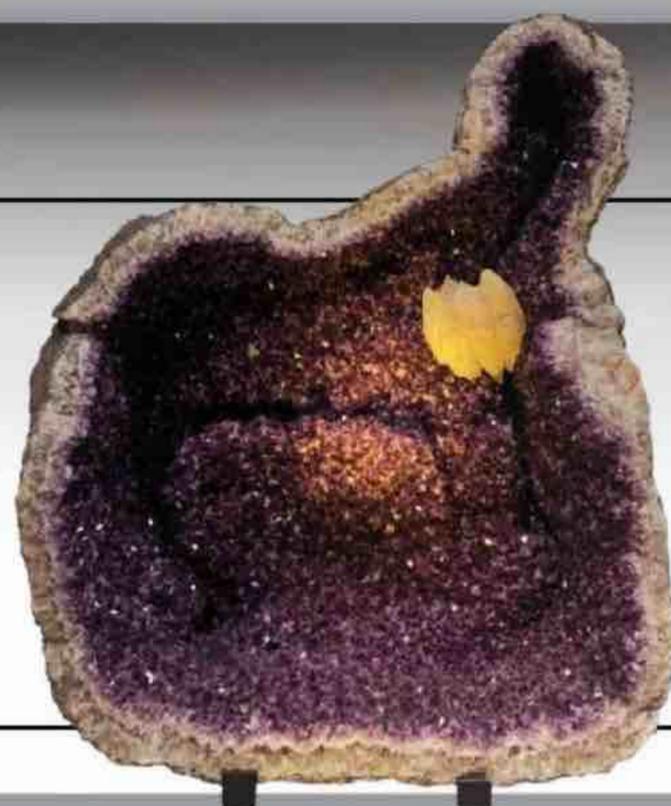
### La bridgmanite, vous connaissez ?

C'est le minéral le plus abondant sur Terre, qui représente environ 40 % du volume de la planète. Et pourtant, il est totalement inaccessible et invisible, car on ne rencontre la bridgmanite qu'à partir de 670 km de profondeur ! Son existence a été démontrée dès les années 1960, sans pouvoir être observée (ce minéral se détruit en montant vers la surface); il a fallu attendre... 2014 et la découverte du premier échantillon naturel de bridgmanite (dans une météorite!) pour que ce minéral puisse enfin être officiellement baptisé.

## La preuve par sept

### Quelles formes prennent les cristaux ?

Le propre d'un cristal est d'être solide et ordonné : ses atomes s'organisent symétriquement et de façon régulière et répétitive, sans vide atypique entre eux. Or, géométriquement, il n'y a que 7 manières d'empiler des mailles d'atomes pour répondre à ces contraintes, d'où seulement 7 systèmes cristallins. Ces derniers se basent tous sur des formes de polyèdres comme le cube, les parallélépipèdes, le prisme hexagonal ou encore le rhomboèdre (une forme de losange en 3 dimensions), à l'exemple des cristaux d'améthyste dans la géode ci-contre.



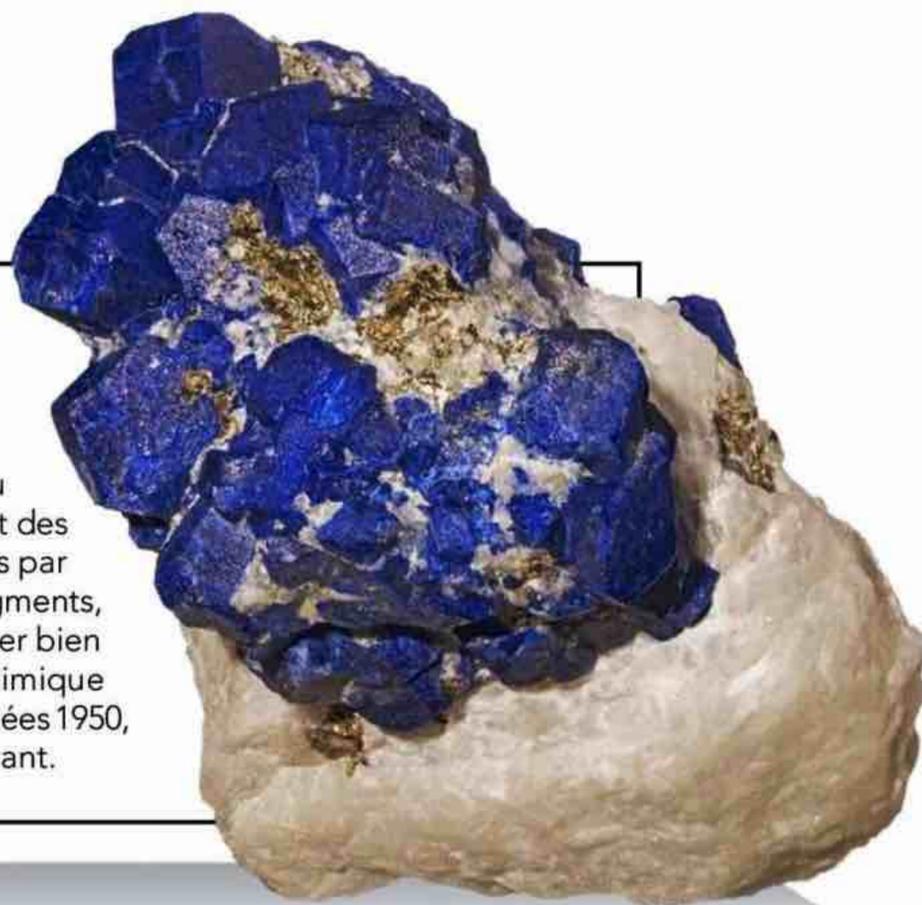
Stéphanie Bellin

## Tout un art

### Pourquoi le lapis-lazuli est-il si bleu ?

À cause de ses atomes de soufre, ou plus précisément de ses ions trisulfure. Ces derniers absorbent fortement les longueurs d'onde rouge et renvoient vers nos yeux cette couleur complémentaire bleu profond, baptisée bleu outremer et spécifique du lapis-lazuli. Pendant des siècles, cette pierre semi-précieuse fut importée des mines afghanes par les marchands vénitiens. Mais son procédé de transformation en pigments, par broyage de la pierre, tamisage et lavage, rendait le bleu outremer bien plus cher que l'or, et donc peu accessible ! En 1828, sa synthèse chimique en démocratisa enfin l'emploi, permettant, par exemple, dans les années 1950, à l'artiste français Yves Klein de consacrer son œuvre à ce bleu vibrant.

Didier Descouens / Wikimedia Commons



## Tombées du ciel

### Comment les météorites racontent-elles l'histoire de l'univers ?

Elles nous fournissent des informations sur la formation du système solaire et l'évolution des étoiles. Tombée en 1864, cette météorite d'Orgueil, du nom du village où elle a été retrouvée, près de Montauban, est l'une des plus étudiées aujourd'hui. C'est non seulement la première météorite d'origine cométaire (les autres pouvant provenir de planètes ou d'astéroïdes brisés en morceaux), mais sa composition très proche du Soleil en fait aussi l'échantillon le plus représentatif que nous ayons de la matière originelle qui a formé le système solaire.

MNHN - J.-C. Domenech



## Un p'tit grain de poésie

### Qui a inventé les gogottes ?

Le géologue français Claude Guillemin. Dans les années 1970, il a donné ce surnom aux concrétions gréseuses présentes dans le sol sableux de la forêt de Fontainebleau. C'est la silice contenue dans l'eau d'infiltration qui cimente les grains de sable entre eux, en formant ces roches de quartz aux lignes rebondies. Pour divertir ses petits-enfants, le minéralogiste les a nommées en s'inspirant du nom d'une sorte de monstre apparaissant dans les livres de Babar et se cachant derrière des rochers ronds... Le nom est ensuite resté dans la communauté scientifique !

Malcolm Park / Alamy / Hemis



# ZOOM SUR... Le diamant

## Les diamants sont-ils éternels ? Non !

Comme tous les minéraux, le diamant se transforme s'il est soumis à des températures et/ou des pressions élevées, des conditions fréquentes avec l'activité géologique. Chauffé à plus de 1 700 °C, par exemple, il se change en graphite.

## Quelle est la couleur des diamants ?

Les plus courants et les plus purs sont transparents. Mais on trouve aussi de nombreux diamants jaunes incrustés d'azote et, plus rarement, des diamants d'autres couleurs : bleu avec l'inclusion de bore ou verts, car irradiés par de l'uranium.

## Comment les diamants « germent-ils » sous terre ?

À partir d'atomes de carbone soumis à des pressions et températures extrêmes, entre 140 et 190 km sous la croûte terrestre. Dans ces conditions, ils se lient pour former la structure cristalline du diamant, puis sont emportés vers la surface lors d'une remontée de magma, généralement composé de kimberlite. Pendant cette ascension, le magma refroidit et se solidifie autour des diamants, les enchâssant comme celui-ci, brut, dans une gangue de kimberlite. C'est ainsi qu'on les trouve, une fois rendus accessibles par l'érosion ou l'exploitation minière.

## Pourquoi le corindon est-il aussi précieux

que le diamant ? Composé de cristaux d'oxyde d'aluminium, le corindon possède deux couleurs principales : le rouge pour les rubis et le bleu pour les saphirs, soit deux des principales pierres précieuses avec les diamants et les émeraudes. La couleur du corindon varie en fonction des inclusions dans ses cristaux : du chrome pour le rouge, du fer et du titane pour le bleu. C'est l'une des substances les plus dures après le diamant.

## Tous les diamants sont-ils

brillants ? Le diamant reflète naturellement une grande quantité de lumière, même à l'état brut, lorsque sa surface est encore rugueuse et irrégulière. Toutefois, ce sont ses dimensions, sa pureté, sa couleur, plus ou moins transparente, et surtout la façon dont il est taillé, qui conditionnent le degré de brillance de ce minéral.



MNHN - Bernard Faye

## Y a-t-il plus dur que le diamant ?

Non... pour l'instant. En effet, des chercheurs de l'université d'Édimbourg ont annoncé, en décembre 2023, avoir synthétisé un matériau super-résistant à base de nitrures de carbone. Soit un sérieux candidat pour tenter de détrôner le diamant sur l'échelle de dureté.

## Graphite ou diamant : quelle différence ?

Uniquement leurs structures cristallines ! Tous deux sont faits d'atomes de carbone. Ceux du diamant, assemblés par quatre liaisons selon une configuration tridimensionnelle, le rendent très résistant. Les atomes du graphite, eux, associés par trois liaisons créent des couches superposées friables et glissantes.

## Pleut-il des diamants sur Neptune et Uranus ?

Oui. C'est l'hypothèse des chercheurs pour expliquer des variations magnétiques inconnues sur ces planètes glacées. Elles ne possèdent pas de surface solide, mais les conditions de pression y semblent réunies pour former des « pluies de poussières de diamants », s'enfonçant vers leur cœur.

## Où est passé le diamant bleu de Louis XIV ?

Cet impressionnant joyau de 69 carats fut subtilisé après la Révolution française. Retraité, il ressurgit à Londres au début du XIX<sup>e</sup>, passa par la collection de Henry Philip Hope (où il prit son nouveau nom, *Hope diamond*), puis fut racheté par Pierre Cartier. Il est désormais exposé au Muséum national d'histoire naturelle de Washington.

## Peut-on faire pousser des diamants en laboratoire ?

Oui, depuis les années 1950. Les diamants de synthèse représentent 3,5 % du marché en France. Leurs qualités sont identiques aux diamants naturels. Ils évitent l'impact humain et environnemental imputable aux mines, mais leur fabrication reste énergivore.



# FAIRE CORPS avec le

Devenir quasi invisible dans son environnement, tel est l'art du camouflage, spectaculaire manière pour le vivant d'exprimer son lien intime avec le paysage.



## COMMENT PASSER INAPERÇU EN TOUTES SAISONS ?

En adaptant son pelage ou son plumage, comme ici le lagopède alpin (*Lagopus muta*), au fil de l'année. On appelle cette aptitude l'homochromie saisonnière. Blanc comme neige pendant l'hiver pour échapper aux yeux de l'aigle royal ou du renard, ses principaux prédateurs, cet oiseau se dote d'un plumage gris-brun en été, en passant par des phases intermédiaires au printemps et en automne. Les autres animaux capables de se transformer ainsi, selon la saison, sont tous des mammifères, comme le renard arctique, le lièvre variable, l'hermine ou une sous-espèce de la belette. Même si, en raison du réchauffement climatique et de la raréfaction de la neige, certains de ceux-ci commencent à délaisser leur blanc manteau d'hiver.

## PEUT-ON SURPRENDRE UNE PANTHÈRE DES NEIGES ?

Très difficilement ! Réussir à simplement l'apercevoir est même déjà un privilège rare. Car ce félin des hautes montagnes d'Asie centrale est plutôt du genre insaisissable. Solitaire en dehors des périodes de reproduction, silencieuse, capable de parcourir des dizaines de kilomètres, la panthère des neiges (*Panthera uncia*) s'active surtout à l'aube et au crépuscule. Dans la journée, elle reste efficacement camouflée grâce à son pelage tacheté, qui lui permet de se rendre invisible dans son environnement rocailleux. La panthère des neiges se fait si discrète que les scientifiques peinent à recenser avec précision ses populations. Ils estiment entre 3 500 et 7 000 le nombre d'individus vivant à l'état sauvage. Pour les repérer, les étudier et mieux les protéger, les chercheurs utilisent désormais le suivi par satellite des traces laissées par l'animal.

Pradeep Soman / Alamy / Hemis

## LA PIEUVRE PASSE-T-ELLE PAR TOUTES LES COULEURS ?

Elle en est capable en tout cas, grâce à des cellules dédiées : les chromatophores. Ces cellules réparties sur toute la peau de ce céphalopode possèdent un petit sac rempli de pigments, le sacculus cytoélastique. Lorsque le cerveau leur en donne l'ordre, les chromatophores vont déformer ce petit sac par contraction musculaire. Cela permet à la pieuvre d'imiter en un instant la couleur, mais aussi la structure de l'endroit où elle s'est posée, qu'il s'agisse de sable, de roche ou de corail. Un talent incomparable qui lui sert aussi bien à se protéger de ses prédateurs qu'à leurrer ses proies. D'après les scientifiques, les pieuvres changeraient également de couleur pour communiquer, ou en fonction de leurs émotions !



Antonio Martin / Alamy / Hemis

# PAYSAGE

## DEPUIS QUAND LES INSECTES PRATIQUENT-ILS LE CAMOUFLAGE ?

Depuis au moins 270 millions d'années ! C'est en tout cas l'âge du fossile d'une aile de sauterelle *Orthoptère tettigoniidae* découvert en 2016 dans les Alpes-Maritimes par des chercheurs français. Les similitudes qu'il présente avec les ailes de nos sauterelles-feuilles actuelles montrent que les insectes d'alors avaient déjà adopté le camouflage comme stratégie de survie. Une technique toujours largement répandue chez ces insectes comme chez ce phyllium, de la famille des phasmes (photo). Son aspect imite celui d'une feuille, ce qui lui procure un excellent camouflage dans les arbres et arbustes où il vit, et lui permet de se rapprocher sans trop de risques des feuilles dont il se nourrit. C'est aussi la stratégie des sauterelles-feuilles de Guyane, tandis que d'autres insectes se font passer pour des brindilles ou des morceaux d'écorce. Quant à la mante-orchidée, son apparence lui sert à disparaître dans les pétales de fleur pour mieux attraper ses proies.

Maximilian Weinzäfer / Alamy / Hemis





MB Photography / Getty Images

# PALAIS DES GLACES

Sous nos latitudes tempérées, elle devient rare. Pourtant, en représentant 70% des réserves mondiales d'eau douce, la glace pèse de tout son poids sur la planète! Elle façonne rudement les paysages de sa beauté cristalline et passionne les scientifiques par ses propriétés physiques singulières.

## À QUELLE VITESSE S'ÉCOULENT LES GLACIERS ?

De quelques centimètres par an à plusieurs dizaines de mètres par jour! On parle bien d'écoulement, car la glace glisse sur le fond rocheux et se déforme beaucoup avec le temps, comme le ferait une pâte à modeler (les scientifiques parlent de visco-élasticité). La vitesse de déplacement des glaciers dépend de la topographie, de la température, de leur épaisseur, de la présence ou non d'eau de fonte... Le glacier Perito Moreno, ici en photo, appartient au champ de glace patagonique de 22000 km<sup>2</sup>, situé entre le Chili et l'Argentine, la troisième plus grande calotte glaciaire du monde après l'Antarctique et le Groenland. S'étirant sur 5 km, son front glaciaire peut avancer jusqu'à 2 m par jour vers le lac Argentino. En bout de course, de gigantesques arches ou pans de glace se détachent et s'écroulent directement dans l'eau: le phénomène, régulier, est un fracassant spectacle qui attire nombre d'Argentins et de touristes en bateau au pied du glacier.



Ying Han / Alamy / Hemis

## COMMENT METTRE LE FEU AU LAC ?

En enflammant ces bulles piégées par la glace ! Celles-ci se sont formées sous la surface du lac Minnewanka, dans les Rocheuses canadiennes. Elles renferment du méthane, un gaz hautement inflammable, produit par des bactéries qui décomposent la matière organique (feuilles mortes, cadavres d'animaux...) gisant au fond du lac. L'hiver, ces bulles forment d'artistiques compositions dans les millions de lacs gelés autour de l'Arctique : il suffit alors de creuser un trou dans la glace et d'approcher un briquet pour littéralement mettre le feu au lac ! Or le méthane est un puissant gaz à effet de serre, environ 30 fois supérieur au dioxyde de carbone en la matière : ces processus à l'œuvre dans les lacs de la forêt boréale intéressent donc vivement les scientifiques, alors que la fonte du pergélisol (ou permafrost) menace de relâcher à l'avenir de plus grandes quantités de méthane dans l'atmosphère qu'aujourd'hui.

## La clé du mystère

### Qu'est-ce qui fait rouler la neige ?

N'en déplaise aux amateurs de poudreuse, de superbes rouleaux de neige, comme ici dans le parc national des Montagnes Rocheuses aux États-Unis, peuvent se former naturellement à la faveur d'une délicate combinaison de conditions météorologiques et topographiques. Le phénomène se produit parfois dans les prairies ou les zones vallonnées sans obstacles, dont le sol est recouvert de deux couches de neige : l'une en profondeur, durcie ou verglacée, et l'autre en surface, faite de neige fraîche. Si un paquet de flocons tombe d'un arbre ou que le vent forme un monticule, cette neige collante s'agrège à la couche fraîche. En présence de vent ou sur une pente douce, la neige s'enroule, s'accumule, et le rouleau grossit au fur et à mesure de sa progression. Mais si le vent souffle fort, au-delà de 50 km/h, tout ce fragile rouleau de poudreuse disparaît !



Perduejn / Wikimedia Commons

## Pourquoi les sommets montagneux ont-ils la bougeotte?

Parce qu'ils évoluent constamment. Le faite d'une montagne rocheuse est constitué d'une chape de glace surplombée de neige. Son altitude varie donc d'une année sur l'autre en fonction de leurs épaisseurs respectives. D'autant que le vent sculpte et, donc, modifie constamment le sommet. Par exemple, celui du mont Blanc atteignait 4 810,40 m en 2001, contre 4 805,59 m en 2023. Faudrait-il alors se fier à sa cime rocheuse pour une juste mesure? Sur le mont Blanc, elle s'élève de 1 à 3 mm par an, du fait des mouvements tectoniques. Les alpinistes qui s'y sont succédé n'ont donc jamais vraiment planté leur drapeau au même endroit!



## COMMENT SE DRESSENT LES PÉNITENTS DANS LE DÉSERT?

Ces pics de glace ou de neige apparaissent parfois dans les déserts de haute altitude, comme sur ce plateau andin, au sud-ouest de la Bolivie. Ces pénitents, comme on les appelle, se forment en quelques mois par sublimation de la neige: sous l'effet d'un intense rayonnement solaire, l'eau gelée (donc solide) de l'épaisse couche de glace ou de neige, au sol, passe directement dans l'atmosphère sous forme de vapeur. Cette sublimation crée d'abord des creux et des bosses en surface, avant de les accentuer au fil du temps (un effet de « four » dans les creux accélère leur extension jusqu'au sol). À mesure que les semaines passent, se sculpte alors ce paysage de lames acérées et glacées, orientées dans la direction du soleil. Dans les Andes, les plus grands pénitents atteignent quelques mètres de haut. Mais les scientifiques soupçonnent le phénomène d'exister à plus grande échelle dans le système solaire: des pénitents de glace de méthane, de 500 m de haut, pourraient exister sur Pluton comme le laisse supposer un cliché de cette planète naine pris en 2015 par la sonde New Horizons.

# 10 à la suite!

**1** Quelles sont les températures moyennes en Arctique (pôle Nord) et Antarctique (pôle Sud)?

- A. -20°C en Arctique et -40°C pour l'Antarctique
- B. -40°C en Arctique et -50°C pour l'Antarctique
- C. -50°C en Arctique et -35°C pour l'Antarctique

**2** Peut-il neiger si l'air est à plus de zéro degré?

- A. Non
- B. Oui, jusqu'à 1°C
- C. Oui, à 3°C voire plus

**3** L'Antarctique est un immense continent recouvert de glace. Laquelle de ces affirmations le concernant est fautive?

- A. Sa calotte de glace peut atteindre 5 km d'épaisseur
- B. Au centre du continent, les précipitations sont aussi rares qu'au Sahara
- C. L'océan austral, autour, ne gèle qu'à partir de -5°C

**4** Au-delà des conditions d'humidité et de température, quel est l'élément qui se révèle indispensable à la formation de flocons de neige?

- A. De la poussière ou du pollen
- B. Du vent
- C. Aucun

**5** Lorsqu'un iceberg se détache d'un glacier, un grondement se fait entendre. Sa puissance atteint celle...

- A. d'une tondeuse à gazon
- B. d'un avion au décollage
- C. d'une fusée qui décolle →

**6** D'après le *Guinness Book des records*, les plus gros flocons de neige sont tombés aux États-Unis en janvier 1887. Ils atteignaient...

- A. 7 cm de large et 1,5 cm d'épaisseur
- B. 16 cm de large et 10 cm d'épaisseur
- C. 38 cm de large et 20 cm d'épaisseur

**7** Pourquoi la nature est-elle plus silencieuse lorsqu'il a neigé ?

- A. La neige absorbe certaines ondes sonores
- B. C'est une impression : la blancheur du paysage trompe nos sens
- C. Le vent faiblit après la neige, donc les sons portent moins

**8** Le plus vieux glacier existant se situe en Antarctique. Il est âgé :

- A. de 8 000 ans
- B. de 8 millions d'années
- C. de 80 millions d'années

**9** Qu'est-ce qu'un sérac ?

- A. Un bloc de glace qui se détache d'un glacier de montagne
- B. Un iceberg à la dérive
- C. Un glacier disparu

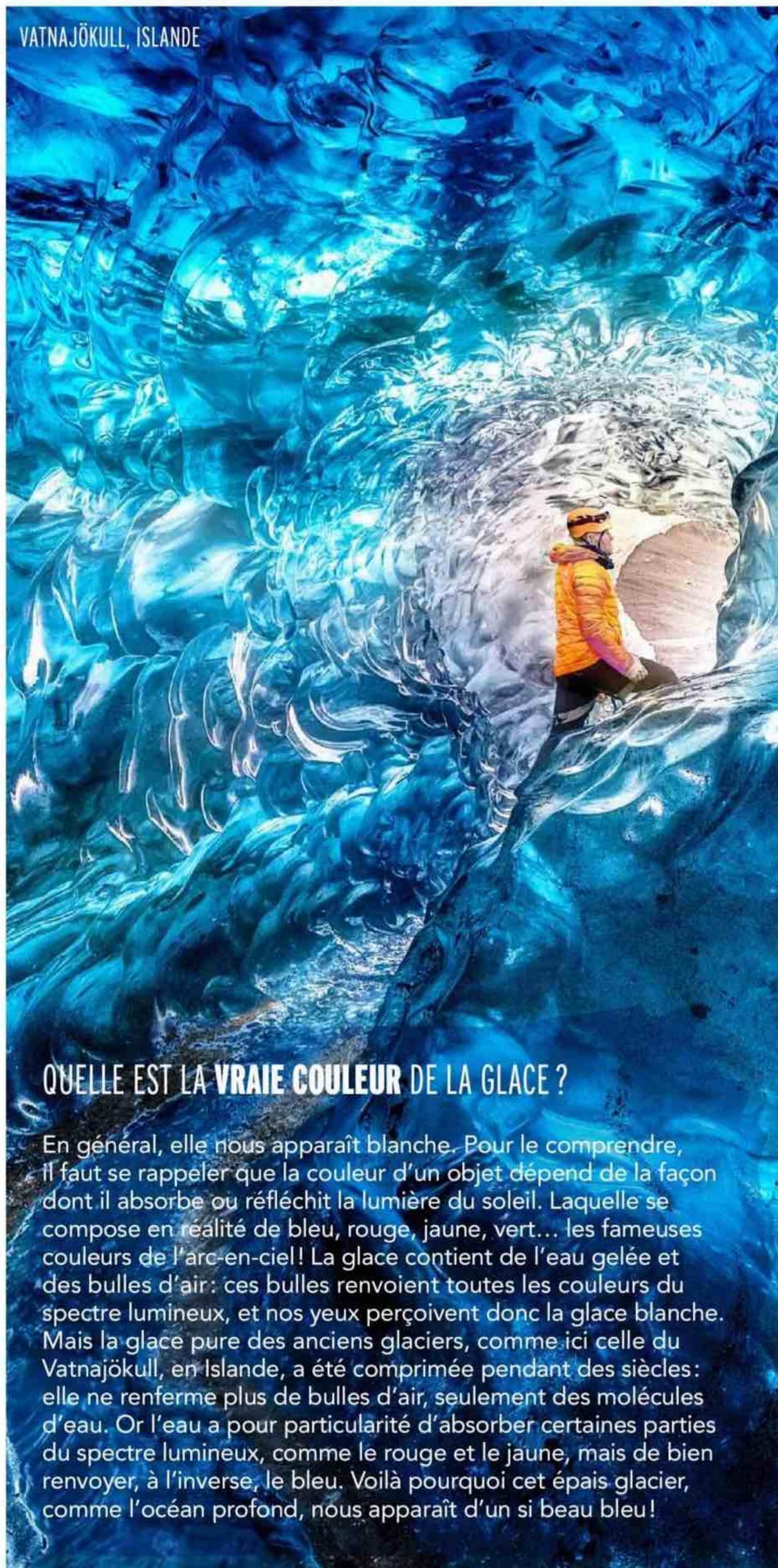
**10** Comment appelle-t-on la phobie de la neige ?

- A. La nivophobie
- B. La negalophobie
- C. La chionophobie

Réponses :

1B, 2C, 3C (en dessous de -1,8°C en surface), 4A, 5C (200 dB), 6C, 7A, 8B, 9A, 10C

VATNAJÖKULL, ISLANDE



## QUELLE EST LA VRAIE COULEUR DE LA GLACE ?

En général, elle nous apparaît blanche. Pour le comprendre, il faut se rappeler que la couleur d'un objet dépend de la façon dont il absorbe ou réfléchit la lumière du soleil. Laquelle se compose en réalité de bleu, rouge, jaune, vert... les fameuses couleurs de l'arc-en-ciel ! La glace contient de l'eau gelée et des bulles d'air : ces bulles renvoient toutes les couleurs du spectre lumineux, et nos yeux perçoivent donc la glace blanche. Mais la glace pure des anciens glaciers, comme ici celle du Vatnajökull, en Islande, a été comprimée pendant des siècles : elle ne renferme plus de bulles d'air, seulement des molécules d'eau. Or l'eau a pour particularité d'absorber certaines parties du spectre lumineux, comme le rouge et le jaune, mais de bien renvoyer, à l'inverse, le bleu. Voilà pourquoi cet épais glacier, comme l'océan profond, nous apparaît d'un si beau bleu !

## Chaque flocon de neige

**est-il unique ?** On peut le dire ! Les flocons duveteux que l'on attrape sur ses gants sont des amas de ce que les scientifiques appellent des cristaux de neige. Or, les milliards de milliards de molécules d'eau qui composent ces cristaux d'eau gelée ne sont pas toutes rigoureusement identiques. En plus, la forme globale de chaque cristal dépend des conditions météo (température, humidité...) lors de sa formation : plaques ou bâtonnets à 6 côtés, étoiles à 6 branches... leurs microdétails diffèrent d'un cristal à l'autre, surtout sur les étoiles ! Du coup, la chance de tomber dans la nature sur deux cristaux « identiques » est quasi nulle (0,00...1 avec des centaines de zéros derrière la virgule !).

## Comment l'edelweiss pousse-t-il sur les pentes enneigées ?

Il s'épanouit entre 1 800 et 3 400 m d'altitude, mais affronte au poil les conditions extrêmes de la montagne ! Au sens littéral du terme : l'edelweiss est couvert d'un duvet blanc qui le protège du froid, du dessèchement (l'évaporation), du vent et des effets nocifs des rayons UV solaires. Plus qu'un simple bouclier, ses poils guident (comme une fibre optique !) et absorbent les UV, protégeant les cellules de la plante en dessous.



undefined undefined - iStockPhoto.com

## Une avalanche peut-elle remonter la pente ?

Oui, celle du versant opposé. Lorsqu'une avalanche de neige poudreuse se déclenche et prend assez de vitesse, elle s'organise en deux couches. Au niveau inférieur, elle présente un écoulement fluide. Quant au niveau supérieur, il absorbe dès le début de la descente une certaine quantité d'air, dont la turbulence des molécules maintient des particules de neige de moins d'un millimètre en suspension. Cette couche d'aérosols peut, à l'occasion d'un virage et/ou d'une montée, par exemple, se désolidariser de la couche inférieure pour continuer son chemin à très grande vitesse (jusqu'à 350 km/h !) et remonter plusieurs dizaines de mètres de dénivelé.

## BRINICLE

On l'appelle « doigt glacé de la mort » (*brinicle* en anglais), parce que cette espèce de stalactite sous-marine pétrifie tout ce qu'elle touche ! Elle se forme dans les mers polaires en quelques heures - parfois quelques jours - à partir d'un flux d'eau de saumure très salée et extrêmement froide, se déversant des banquises. Cette eau dense, qui coule vers le fond, a un point de congélation plus bas que l'eau de mer autour : cette dernière gèle donc à son contact, tandis que l'eau de saumure continue de plonger en profondeur. L'eau de mer glacée forme peu à peu un tube autour de l'écoulement, et s'allonge jusqu'à finalement atteindre le sol marin où la saumure se répand, pétrifiant de froid chaque créature marine qu'elle touche de son « doigt ».



ANTARCTIQUE

Rob Robbins

Le **portrait**

# Paul-Émile Victor,

## l'explorateur des pôles

**Ethnographe, explorateur, écrivain...  
Paul-Émile Victor a parcouru le monde  
et posé son regard humaniste  
d'un pôle à l'autre.**

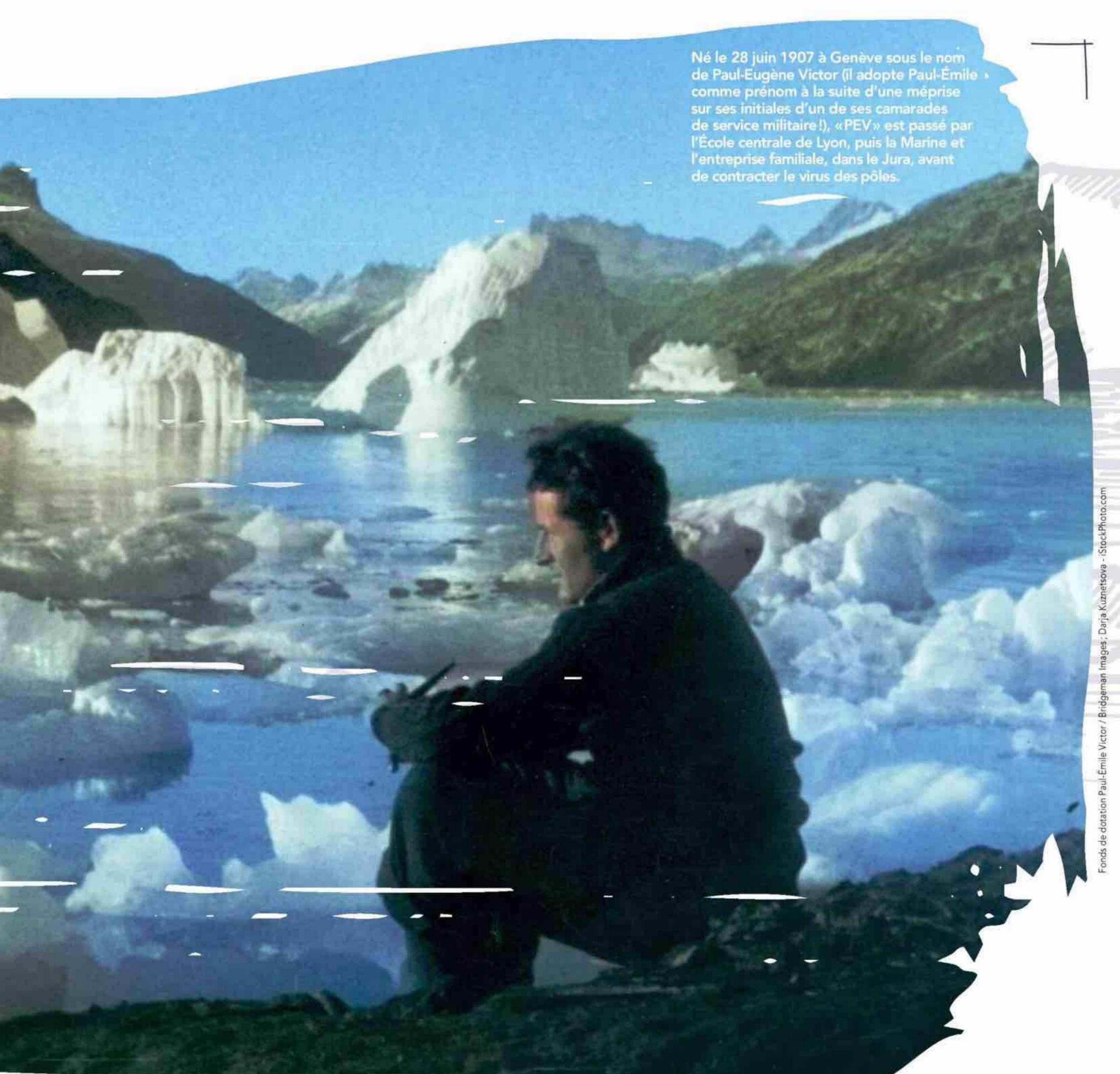
**L**e 25 août 1934, le navire polaire *Le Pourquoi-Pas?* du commandant Charcot aborde la côte Est du Groenland, au comptoir danois d'Ammassalik. En débarquent l'anthropologue Robert Gessain, le géologue Michel Perez, le cinéaste Fred Matter-Steveniers... et Paul-Émile Victor. Le jeune ethnographe français de 27 ans a su convaincre le célèbre Charcot de le soutenir matériellement et financièrement dans sa première expédition: passer un an dans cet endroit peu connu des Occidentaux au milieu des quelque 800 Inuits qui y vivent. Ainsi commence la carrière d'explorateur de Paul-Émile Victor, guidée par l'humanisme.

En 1936, il traverse la calotte glaciaire du Groenland d'ouest en est avec 3 autres aventuriers (plus de 800 km en 49 jours de marche avec 33 chiens, 3 traîneaux et 1 500 kg de matériel!); il passe ensuite 14 mois dans une famille d'Inuits et explore des zones encore non cartographiées. Deux ans plus tard, il mène un raid transalpin en traîneau à chiens. Puis, au sortir de

Conférencier, pédagogue et écrivain, « PEV » a rédigé des dizaines d'ouvrages, dont les incontournables récits de ses premières aventures: *Boréal* et *Banquise*.

la Seconde Guerre mondiale, il réussit à motiver l'État français à s'engager dans une campagne d'exploration scientifique des terres arctiques et antarctiques, les *Expéditions Polaires Françaises* – *Missions Paul-Émile Victor*. Près de 150 expéditions seront menées

sous sa direction, de 1947 à 1976. « PEV », comme le surnomment ceux qui le côtoient, en conduit lui-même 14 au Groenland et 17 en terre Adélie (où il participe à l'installation de la base antarctique française Dumont d'Urville, en 1956). Grâce à lui, 2 500 scientifiques



Né le 28 juin 1907 à Genève sous le nom de Paul-Eugène Victor (il adopte Paul-Émile comme prénom à la suite d'une méprise sur ses initiales d'un de ses camarades de service militaire!), «PEV» est passé par l'École centrale de Lyon, puis la Marine et l'entreprise familiale, dans le Jura, avant de contracter le virus des pôles.

ont pu mener leurs recherches sur les milieux glaciaires et le climat: un travail qui se poursuit désormais au sein de l'Institut polaire français Paul-Émile Victor, fondé en 2002. Passionné, éloquent, charismatique, meneur d'hommes... les adjectifs ne manquent pas pour décrire

cet infatigable explorateur. S'ajoute celui d'écologiste avant l'heure: dès les années 1970, il s'engage dans la *Fondation pour la sauvegarde de la nature*, fonde le *Groupe Paul-Émile Victor pour la défense de l'homme et de son environnement*, et alerte sur les dangers de la

pollution, invitant chacun à agir à son échelle. Après 40 ans de découvertes, cet amoureux du grand froid prend finalement sa retraite en 1976 à Bora-Bora, en Polynésie, où il décède le 7 mars 1995, en laissant derrière lui un immense héritage scientifique.



# ZOOM SUR... *les aurores polaires*

## **Doit-on dire aurore australe**

**ou boréale ?** Tout dépend du lieu d'observation de l'aurore. Elle sera « boréale » dans l'hémisphère Nord, et « australe » dans la partie Sud du globe. Dans le doute, on peut parler « d'aurore polaire » dans les deux cas, puisque ce phénomène lumineux survient de préférence au-dessus des pôles.

## **Pourquoi leur spectacle est-il si magnétique ?**

La naissance d'une aurore réunit trois conditions : l'éjection par le Soleil, dans l'espace, de particules chargées ; l'existence du champ magnétique de la Terre et la présence de l'atmosphère. Les particules sont déviées et canalisées jusqu'aux pôles magnétiques terrestres (proches des pôles géographiques), où elles entrent en contact avec les gaz qui composent la haute atmosphère. Leurs interactions génèrent alors des milliards de photons lumineux : l'aurore apparaît.

## **Les aurores font-elles du bruit ?**

Oui ! Certaines aurores boréales, dans des conditions météorologiques particulières, produisent des sortes de claquements.

Le phénomène était supposé tenir de la légende, jusqu'à ce qu'en 2016 et 2022, des chercheurs finlandais l'enregistrent et l'étudient !

## **À quelle saison brillent-elles ?**

Les aurores polaires se produisent toute l'année. Mais l'hiver (entre septembre et mars dans l'hémisphère Nord et de mars à septembre dans l'hémisphère Sud), le ciel aux pôles est plus sombre et les nuits plus longues : les aurores s'observent donc mieux.

### Peut-on mettre les aurores sous cloche ?

Qui, ce que fit le scientifique norvégien Kristian Birkeland à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Il comprit la formation des aurores boréales en mettant sous cloche une sphère métallique dotée d'un aimant en son centre (la Terre) et un canon à électrons (le Soleil). Le physicien observa ainsi la formation de mini-aurores, dans ce dispositif qu'il baptisa « Terrella ». Depuis, des chercheurs français s'en sont inspirés pour mettre au point des simulateurs d'aurores polaires (des « Planeterrella »).

**Sont-elles plus belles en arcs ou en bandes ?** Qu'importe ! Arcs et bandes sont juste deux exemples de formes servant aux scientifiques pour décrire le phénomène auroral. Dans tous les cas, leurs draperies lumineuses et mouvantes illuminant le ciel restent hypnotiques !

**Les aurores sont-elles toujours vertes ?** Non, leur couleur dépend des gaz que les particules solaires rencontrent et de l'altitude à laquelle les collisions entre les deux ont lieu. Ainsi, les aurores liées à l'oxygène sont vertes entre 100 et 200 km d'altitude et, plus haut, elles sont rouges.

**Peuvent-elles survenir au-dessus de l'Équateur ?** Pas très loin en tout cas ! Des observations d'aurores auraient été faites au XIX<sup>e</sup> et au début du XX<sup>e</sup> siècle dans des lieux tels que Honolulu ou les Samoa ! Ce qui est certain, c'est que lorsque l'activité solaire est vraiment intense, elle modifie le champ magnétique terrestre, et la zone aurorale s'étend. En 2023, une tempête solaire a, par exemple, permis d'observer des aurores boréales jusqu'en Bretagne.

**La queue du renard polaire met-elle le feu au ciel ?** Les aurores polaires ont donné naissance à de nombreuses légendes dans les pays nordiques. L'une d'elles prétend que ce sont les renards polaires, en parcourant la neige à vive allure, qui projettent dans l'air des flocons reflétant la lumière de la Lune. D'autres mythes lient les aurores polaires à des manifestations divines ou à l'âme des morts.

**Existent-elles sur d'autres planètes ?** Oui. Les scientifiques ont détecté des aurores sur Jupiter, Saturne, Mars... et ils soupçonnent l'existence de tels phénomènes sur des planètes externes à notre système solaire, dès lors que la présence d'un champ magnétique, d'un soleil et d'une atmosphère assure les conditions de leur apparition.

# À L'ÉCOUTE *de la planète*

Fernand Deroussen, compositeur et audio-naturaliste, parcourt le monde oreilles grandes ouvertes. Jérôme Sueur, scientifique et éco-acousticien, étudie la biodiversité en l'écoutant. Tous deux, à leur manière, donnent à entendre le monde vivant pour mieux le protéger.

«**S**avez-vous ce qu'est un rouge-gorge?». La question est simple et, pour Fernand Deroussen, qui la pose un peu malicieusement, elle offre une parfaite entrée en matière. «Vous me direz sans doute, comme tout le monde: un rouge-gorge, bien sûr, je vois! C'est un petit oiseau à gorge orangée... Jamais personne, en revanche, ne répond: bien sûr, je connais son chant!» Pour cet audio-naturaliste et compositeur, inlassable collecteur de paysages sonores depuis 35 ans, on ne saurait mieux résumer notre rapport au monde: l'humain est un animal visuel. Absorbé tout entier par ce qui se passe devant ses yeux. Au spectacle. Pourtant, on peut fermer les yeux, pas les oreilles: l'ouïe est le seul sens qui ne fait jamais de pause; même la nuit, nous entendons. Mais de là à écouter, c'est une autre affaire. L'écoute demande un effort. Une attention au présent, une disponibilité qui ne va pas de soi. Un constat pleinement partagé par Jérôme Sueur,

éco-acousticien et chercheur au Muséum d'histoire naturelle. Pionnier de cette nouvelle discipline, il participe à développer la sonothèque de l'institution, qui abrite à ce jour 30 000 enregistrements. «Pour écouter, il ne faut pas faire de bruit. Or nos activités et nos modes de vie, majoritairement urbains, nous noient aujourd'hui sous une pollution sonore permanente.»

## SUR LA MÊME LONGUEUR D'ONDE

Las, nous avons appris à composer avec le brouhaha humain. Au point de faire, la plupart du temps, la sourde oreille à ses effets néfastes. Ses conséquences sont pourtant multiples sur la santé, l'économie, les relations sociales... Sans oublier la biodiversité: les indicateurs sont nombreux à montrer que faune et flore sont perturbées par les bruits humains, écrasants, qui masquent les sons naturels. Chauve-souris, rainettes, grillons et pinsons ne peuvent lutter à armes égales contre voitures et marteaux piqueurs. La crise du Covid-19, en mettant les activités humaines sur pause, a offert au monde une parenthèse de calme sonore inattendue. «Découvrir ou redécouvrir le chant des oiseaux, notamment, a créé dans le public une nouvelle appétence pour les sons naturels», estime Jérôme Sueur. Une bonne nouvelle pour tous ceux qui, comme Fernand Deroussen et lui, tentent de faire entendre la voix de la planète. «Je ne cherche pas le silence, précise le scientifique, je pose mes enregistreurs automatiques dans des milieux riches en sons, car épargnés par le tumulte des hommes.» L'éco-acoustique permet de recueillir d'abondantes quantités de données, pour une étude de la biodiversité sous tous ses angles: quelles espèces? quelles évolutions? quelles fréquences?... Surtout, l'approche est totalement non invasive, sans prélèvement ni présence humaine perturbatrice, à la grande satisfaction du chercheur. Se fondre dans un milieu, «faire partie des meubles», c'est aussi



Phineas Rueckert / AFP

Jérôme Sueur développe l'éco-acoustique depuis 10 ans. Le chercheur lance cette année des enregistrements en continu et sur le long terme dans 101 forêts françaises, pour un suivi inédit de la biodiversité qu'elles abritent.

**À LIRE** *Histoire naturelle du silence*, de Jérôme Sueur, éd. Actes Sud, 22 € et [ear.cnrs.fr](http://ear.cnrs.fr), pour suivre les recherches en éco-acoustique.

Tout petit déjà, Fernand Deroussen préférait écouter les oiseaux plutôt qu'aller en classe... Devenu grand et toujours émerveillé par *La Grande Symphonie du vivant* (titre donné à sa dernière composition), l'audio-naturaliste n'a cessé de sillonner le monde et posé ses micros partout, comme ici sur la plage de Capo Di Feno, près d'Ajaccio, en 2021.



Bertrand Musso

le souci constant de Fernand Deroussen. Mais là où Jérôme Sueur cherche à capter un maximum d'informations écologiques, le compositeur s'attache surtout à sélectionner avec soin ses prises de sons, dans un esprit de contemplation et d'émerveillement. « Je me laisse guider par mes émotions: certains sont peintres ou écrivains... moi, je suis artiste naturaliste, je cherche à faire entendre la beauté de la nature », confie-t-il. Si leur approche de la biophonie (l'ensemble des sons produits par le vivant) est différente, mais complémentaire, les deux acousticiens partagent cependant un même effort de sensibilisation du public à l'écoute de la planète. Du chant des cigales de Provence au cri du quetzal, resplendissant oiseau du Guatemala, en passant par le crissement de la glace arctique, la bande-son de la nature porte le même message: la nécessité de protéger la Terre et son extraordinaire patrimoine sonore.

## À ÉCOUTER



# 10 SONS DE LA NATURE

PAR FERNAND DEROUSSEN

Découvrez 10 pastilles sonores capturées par Fernand Deroussen: ressac des vagues, brame du cerf, stridulation de la sauterelle-feuille, souffle du volcan... Offrez-vous 20 minutes d'écoute avec la nature entre les oreilles!

Mykyra Dolmatov - iStockPhoto.com

**À ÉCOUTER** [Naturo-ponia.com](http://Naturo-ponia.com), pour découvrir l'univers de Fernand Deroussen. Avec de nombreux sons, albums et podcasts (dont *PUR, que dit la nature?* avec France TV) pour « ouvrir vos oreilles aux sons de la nature ».

**NOUVEAU!**

**100% JEUX  
100% DÉTENTE**



**+ de 50 pages  
de mots fléchés**

- **TOUS VOS  
AUTRES JEUX  
PRÉFÉRÉS**  
mots casés,  
codés, mélangés...
- **4 NIVEAUX  
DE FORCE**  
et des jeux  
à thème inédits
- **DES JEUX DE  
LOGIQUE ET  
D'OBSERVATION**  
pour stimuler  
vos neurones
- **UN CAHIER  
EXPRESS**  
de 60 minijeu  
de lettres
- **SUDOKU, RIKUDO**  
8 pages de  
jeux de chiffres

**148 PAGES DE JEUX**  
pour s'évader pendant les vacances!  
**EN VENTE ACTUELLEMENT**

Envie d'une bulle  
de bonheur? p. 90



Imageplotter/Avakotz/Contrasto/Express.com

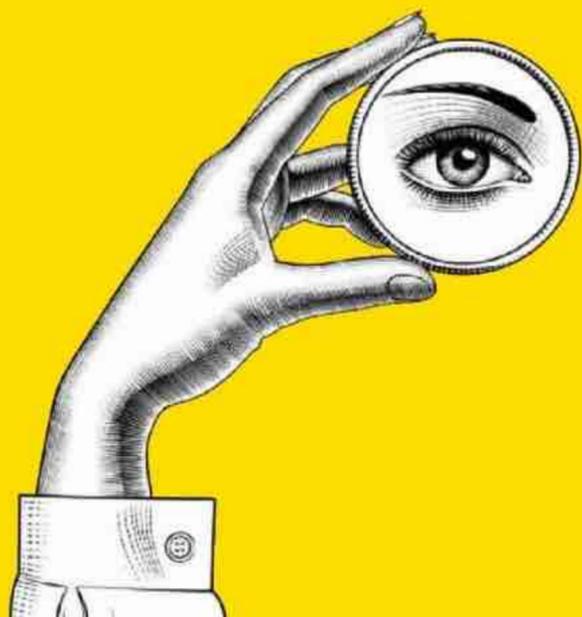
# le journal de la curiosité

*l'actu insolite*  
*l'actu plein les yeux*  
*à voir, lire & écouter*

page 86

page 90

page 94



maystra-iStockPhoto.com

# *l'actu insolite*

## **Faut pas se presser !**

Plus de quatre ans que les pilotes et leurs fans attendaient ça... Heureusement, lorsqu'on se passionne pour la course de lenteur, on sait s'armer de patience ! Après trois ans d'absence liée à la pandémie du Covid-19 et une édition 2023 délocalisée rue du Légué pour cause de travaux, la fameuse Montée de la rue Fardel, à Saint-Brieuc, a fait son grand retour le 3 mars dernier. Les règles de cette drôle de compétition, organisée par l'association bretonne des véhicules anciens, sont simples : grimper le plus lentement possible les 150 m de cette rue pavée et en pente, à bord d'un engin motorisé, sans s'arrêter ni poser le pied à terre. 2 CV rongée par la rouille, Ami 8, Citroën DS, tracteur, camionnettes ou mobylettes... Cette 27<sup>e</sup> édition a attiré en tout une cinquantaine de passionnés prêts à relever le défi. Tous ont cependant dû s'incliner une nouvelle fois devant l'indéboulonnable champion de l'épreuve, un ancien chauffeur routier au nom prédestiné : Yves Le Lan.



Ludvine Henriot

### **CAS D'ÉCOLE**

Les parents d'élèves de la Westwood High School, près de Montréal, au Québec, ont découvert que le professeur d'arts plastiques dans ce collège, Mario Perron, arrondissait ses fins de mois en vendant jusqu'à 139 euros pièce les œuvres de leurs enfants sur le web. Son site proposait même des tasses, T-shirts ou coques de téléphone portable décorés avec leurs dessins !

### **ET VOUS TROUVEZ SA... BEAU ?**

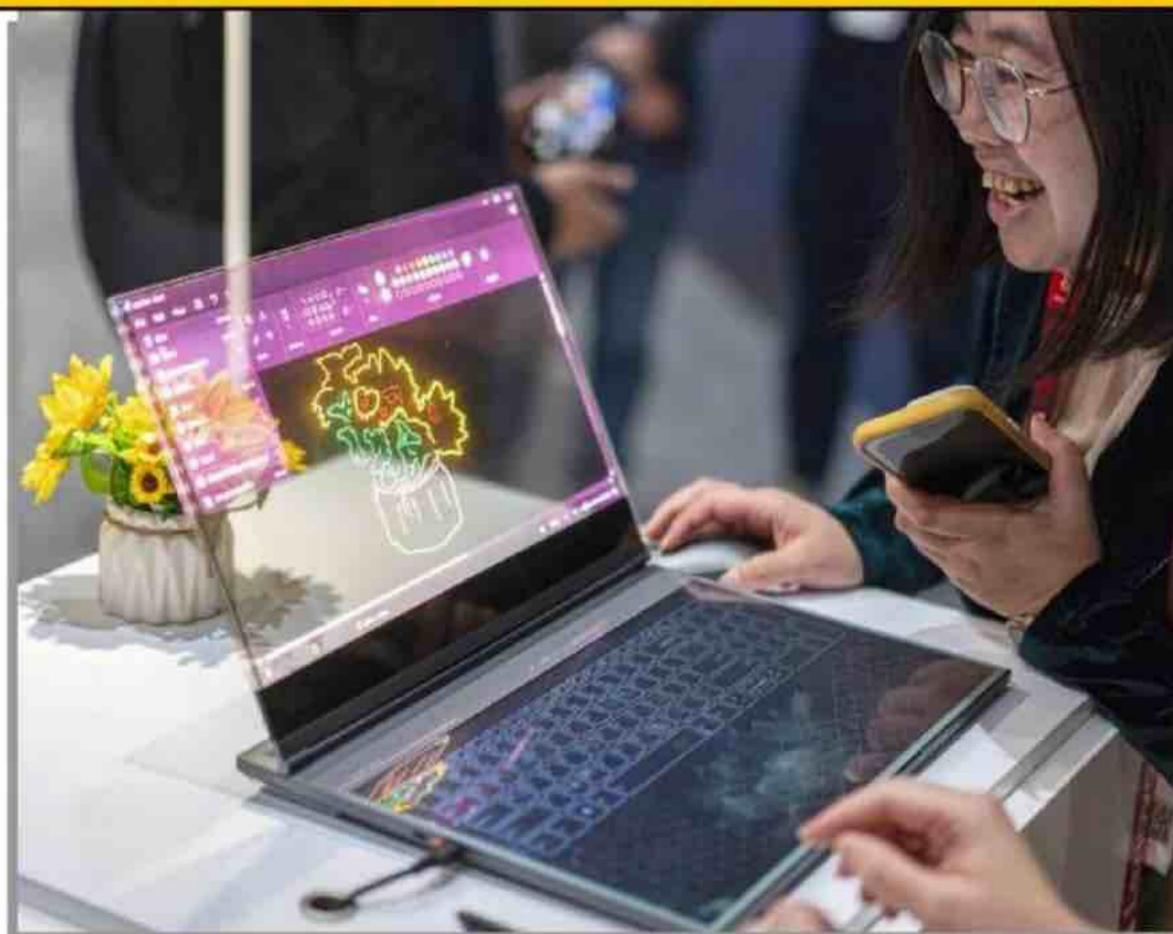
Designer attiré d'un certain nombre d'athlètes et d'artistes, l'Américain Marcus Floyd a élargi sa clientèle avec des baskets ou ces crocs... pour chevaux ! Parfaitement adaptées à la morphologie de l'animal, ses créations ne sont toutefois pas données : plus de 900 euros la paire d'hippo-sneakers !



Courtesy of Marcus Floyd/SWINS/ABACAPRESS.COM

## EN TOUTE TRANSPARENCE

Et si le meilleur moyen de se faire remarquer était de se rendre quasiment invisible ? C'est en tout cas le pari de cet ordinateur portable transparent. Il a été présenté fin février par le constructeur chinois Lenovo au Mobile World Congress (le plus grand salon de l'industrie de la téléphonie mobile organisé tous les ans à Barcelone). Au-delà de sa dimension futuriste et esthétique, ce nouveau concept pourrait intéresser les artistes, en leur permettant de travailler en regardant en même temps quelque chose derrière l'écran. L'appareil n'a pas non plus de clavier, mais une zone tactile sur laquelle appuyer (comme sur des touches) ou dessiner (avec un stylet). Un prototype qu'on croirait tout droit sorti du film *Minority Report* !



Pau Ventesol/AP/SIPA

Les grimpeurs partis à l'assaut de l'Everest devront désormais ramener leurs excréments dans leur paquetage, afin de préserver le toit du monde. Rien qu'au camp 4, le plus proche du sommet, il y aurait 1,5 tonne de selles humaines entassées. Avec le froid, celles-ci ne se décomposent pas et beaucoup d'alpinistes renoncent à creuser le sol pour les y enterrer.

## TRAVAUX À PRÉVOIR

Détruite le 5 août 2023 par un incendie présumé criminel, cette drôle de bâtisse britannique, la Crooked House (la maison « de traviole » en français) devrait bientôt renaître de ses cendres. Le conseil du district du South Staffordshire, dont dépend la ville de Himley où elle était située, vient en effet d'imposer à ses propriétaires de la rebâtir totalement à l'identique. Construite en 1765, la Crooked House devait sa drôle d'allure à un effondrement minier survenu au XIX<sup>e</sup> siècle. D'abord ferme avant d'être reconvertie en pub, la bâtisse était depuis devenue une véritable attraction touristique. Avant même la décision du conseil du South Staffordshire, 37 000 personnes avaient rejoint le groupe Facebook réclamant sa reconstruction.



MIDI / WikimediaCommons

## À TABLE!

Ce bol de riz rose est peut-être un avant-goût de ce que nous mangerons demain. Des chercheurs sud-coréens l'ont mis au point en faisant se développer des cellules de bœuf à l'intérieur de grains de riz. Le résultat (savoureux d'après les scientifiques) est un plat riche en protéines, qui pourrait à terme constituer une alternative à la viande de bœuf, plus abordable et, surtout, plus respectueuse de l'environnement.



BOS Foundation BPI

## Drôles de singeries

Les singes aussi aiment se taquiner les uns les autres. C'est la conclusion d'une étude menée par quatre chercheurs américains sur le comportement de bonobos, d'orangs-outans, de gorilles et de chimpanzés. Tendre un objet à un congénère et le retirer au dernier moment, lui tirer les poils ou le tapoter dans le dos avant de disparaître... Autant d'inoffensives provocations courantes chez ces primates. La similarité de ces comportements avec les nôtres suggère pour les scientifiques que nous avons dû hériter ce trait de l'ancêtre commun que nous partageons avec les grands singes. Cela ferait donc au moins 13 millions d'années que l'on se taquine sur Terre!

## PRÊTS À RELEVER LE GANT?

À Caen, l'association des commerçants locaux a organisé, samedi 30 mars, la 2<sup>e</sup> édition du championnat du monde de pétanque... en moufles!

## JOLI CAILLOU

De passage aux États-Unis en janvier dernier, un Français, Julien Navas, a fait une incroyable trouvaille dans le parc national de Crater of Diamonds: un diamant de 7,46 carats, le 8<sup>e</sup> plus gros récolté sur ce site de l'Arkansas.

## GROSSESSE MIRACLE

Dans un aquarium de la Caroline du Nord, aux États-Unis, une raie pastenague est tombée enceinte sans que ses soigneurs ne puissent l'expliquer. Cela fait des mois qu'elle n'a pas partagé son bassin avec un mâle!

## SOMBRE HISTOIRE

À Paris, un grand nombre de rues ont été plongées dans l'obscurité dans la nuit du 28 au 29 février. C'est un bug informatique lié aux années bissextiles qui a interrompu l'éclairage public dans la capitale.

## TOMBÉ SUR UN OS

Lors d'une promenade avec son chien il y a deux ans, le jeune Héraultais Damien Boschetto (ici à gauche) a découvert par hasard un os de dinosaure. Des fouilles ont ensuite mis à jour un fossile exceptionnel: un squelette de titanosaure âgé de 70 millions d'années et complet à 70%. Une trouvaille extraordinaire, gardée secrète jusqu'ici pour éviter les pillages. Le squelette a, depuis, été transporté au musée de Cruzy pour y être examiné par les scientifiques. Quant à Damien, il a entre-temps repris des études pour devenir... paléontologue!

Damien Boschetto



## Une compétition de haut vol

C'est une épreuve d'un nouveau genre qui s'est déroulée fin février à Dubaï : la toute première course au monde de jetpacks, ces impressionnantes combinaisons volantes. Huit pilotes se sont affrontés dans les airs de la marina de cette ville des Émirats arabes unis. Propulsés par 7 moteurs installés sur les bras et dans le dos des pilotes, les jetpacks utilisent le même type de carbu-

rant que les Boeing ou Airbus. Le tout pour une puissance de 1 500 chevaux, supérieure à celle de la plupart des voitures de sport ! De quoi permettre au pilote équipé d'une de ces combinaisons de réaliser des pointes à près de 130 km/h. Sensations fortes garanties, donc, mais juste un bref moment : les jetpacks n'offrent, pour l'instant, qu'une autonomie de quelques minutes.



### REMONTE-PENTE

Un chauffeur biélorusse a été interpellé à la station de La Thuile, en Savoie, alors qu'il remontait une piste de ski au volant de son fourgon chargé de tissus. Il a expliqué aux pisteurs du domaine qu'il voulait simplement économiser le péage du tunnel du mont Blanc !

### D'un Pierre, deux coups

À Carcassonne, deux plaques au nom de Pierre Curie ont été installées fin février sur l'avenue rendant hommage au célèbre physicien, époux de Marie Curie. La municipalité a aussitôt corrigé son erreur et profité de ce buzz involontaire pour vendre aux enchères lesdites plaques, au profit de la recherche contre le cancer.



# *l'actu* **plein les yeux**





## ***Balles anti-stress***

Baptisée *Elysian Arcs* (Les Arcs élyséens en français), cette immense installation de plus de 6 m de haut a été mise en place pour trois semaines au pied du Leadenhall Building, un gratte-ciel de bureaux situé à La City, à Londres. Son but: améliorer l'environnement et le bien-être physique et mental des employés de ce quartier d'affaires pendant les dernières semaines de l'hiver, une période jugée particulièrement difficile par les plus jeunes tranches de la population active. Créées par le studio de design australien Atelier Sisu, ces gigantesques bulles et arches ont été fabriquées avec une toile dichroïque, qui leur fait prendre successivement toutes les couleurs de l'arc-en-ciel selon l'heure et l'angle sous lequel on les regarde. L'installation comprend également une bande-son apaisante pour accompagner les jeunes actifs stressés dans leur déambulation. L'idéal pour buller un peu entre deux rendez-vous de travail.

*l'actu* **plein les yeux**





## ***Les tubes du moment***

On les croirait sorties d'un film de Tim Burton ou de Hayao Miyazaki. Ces étranges créatures marines sont pourtant bien réelles ! Il s'agit d'une toute nouvelle espèce d'invertébré marin. Les scientifiques l'ont baptisé *Clavelina ossipandae*, c'est-à-dire «squelette de panda». Une référence évidemment à la ressemblance de cet invertébré avec le débonnaire ursidé amateur de bambou, notamment ces grands cercles noirs au niveau de ce qui semble être ses yeux. Car le *Clavelina ossipandae* n'a pas vraiment de tête. Il appartient à la famille des Ascidies, des animaux marins qui vivent fixés sur un support. Leur corps fonctionne comme un tube qui filtre l'eau pour retenir les nutriments dont ils se nourrissent. Repéré dès 2018 par les plongeurs de Kume-jima, une île située à l'extrême-sud du Japon, le *Clavelina ossipandae* a attiré l'attention des chercheurs de l'Université d'Hokkaido, qui viennent de lui consacrer une étude détaillée. Il témoigne surtout de l'incroyable biodiversité des océans et de tous les mystères qu'ils dissimulent encore dans leurs profondeurs.

# à voir, lire & écouter

## Tableaux grandeur nature



Photo : musée d'Orsay, dist. RMN-Grand Palais / Patrice Schmidt

En 2024, on fête le 150<sup>e</sup> anniversaire du mouvement impressionniste, né le 15 avril 1874 lors d'une exposition à Paris réunissant Monet, Renoir, Degas ou Cézanne. L'occasion pour le MUba Eugène-Leroy, à Tourcoing, de se pencher sur le regard porté par ce courant sur la nature, à travers 58 chefs-d'œuvre des collections du musée d'Orsay. Parmi les premiers peintres à travailler en extérieur, les impressionnistes se sont d'abord focalisés sur les paysages de leur quotidien, bords de Seine ou jardins d'Île-de-France, avant d'aller plus loin dans l'expérimentation. Pour célébrer cette année particulière, une trentaine d'autres établissements à travers toute la France accueille également des œuvres prêtées par le musée d'Orsay, lequel propose en parallèle une grande expo mettant en évidence l'audace et l'indépendance de ce mouvement pour l'époque.

**À VOIR** *Peindre la nature*, MUba Eugène-Leroy à Tourcoing, jusqu'au 24 juin 2024. Plein tarif, 9 €. **Paris 1874, inventer l'impressionnisme**, musée d'Orsay à Paris, jusqu'au 14 juillet 2024. Plein tarif, 16 €.



### TROP MORTEL !

Que faire face à la mort ? Quelles relations entretenir avec ses proches disparus ?... Si les populations du monde entier se sont depuis toujours interrogées sur ces questions, les réponses qu'elles ont pu y apporter sont aussi multiples que diverses. Avec une sélection de près de 300 objets venus de toute la planète, comme cette mèche de cheveux sous cadre, caractéristique du XIX<sup>e</sup> siècle, cette exposition témoigne de la richesse des rituels funéraires et de la nécessité pour l'homme de réussir à appréhender la mort, afin de donner du sens à sa vie.

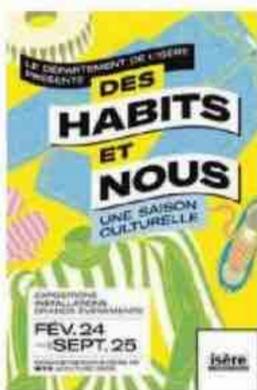
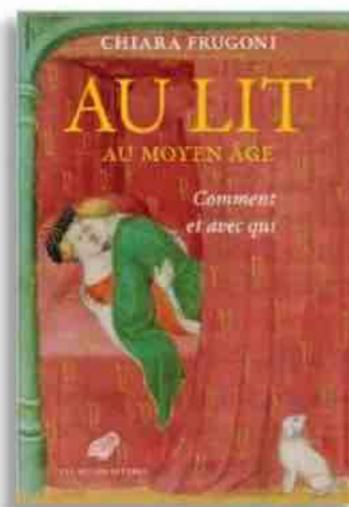
**À VOIR** *Mourir, quelle histoire !*, musée de Bretagne Les Champs libres à Rennes, jusqu'au 22 septembre 2024. Plein tarif, 4 €.

Musée de Bretagne

## DANS DE BEAUX DRAPS

Fidèle à son approche de l'Histoire par le petit bout de la lorgnette (elle s'est intéressée dans ses précédents ouvrages à la place des animaux ou aux inventions de cette période), la médiéviste italienne Chiara Frugoni, décédée en 2022, se penche ici sur le rôle du lit dans la vie quotidienne au Moyen Âge. Pièce maîtresse du foyer, le lit n'est pas cantonné au sommeil : on y trouve refuge contre le froid, on y joue aux échecs, prend ses repas, reçoit ses hôtes... Un ouvrage savoureux, agrémenté d'illustrations somptueuses. À lire le soir sous la couette !

**À LIRE** *Au lit au Moyen Âge – Comment et avec qui*, de Chiara Frugoni, éd. Les Belles Lettres, 21 €.



## DÉFILÉS DE MODES

Reflète des époques, symbole de classe sociale ou de corporation professionnelle, le vêtement en dit souvent beaucoup sur celui ou celle qui le porte. Expo photo à La Tronche, installation artistique à Grenoble, foire médiévale au musée de Saint-Antoine-l'Abbaye... L'Isère décortique nos effets sous toutes les coutures !

**À VOIR** *Des habits et nous*, saison culturelle en Isère, jusqu'au 30 septembre 2025. [deshabitsetnous.isere.fr](http://deshabitsetnous.isere.fr)

## PAROLES TENUES !

On a tous rêvé d'avoir un jour la verve de Cyrano de Bergerac. Du « *I have a dream* » de Martin Luther King à l'appel à la révolte de Daenerys Targaryen dans la série *Game of Thrones*, en passant par l'allocution contre la guerre en Irak de Dominique de Villepin à l'ONU, cet ouvrage analyse 20 célèbres discours de l'Histoire et de la fiction, mis en BD par Soledad Bravi. Une façon aussi ludique qu'efficace de décrypter les mécanismes de l'éloquence.



**À LIRE** *Les Discours les plus éloquents*, de Soledad Bravi, Romain Boulet, Candice Zolynski, éd. Le Robert, 19,99 €.

## Ballet de haut vol

Dès 1890, les pionniers de la photographie aérienne débarquent à Berck-sur-Mer, où les conditions sont idéales pour le cerf-volant. Un siècle plus tard, la station balnéaire du Pas-de-Calais devient la capitale mondiale de ces drôles d'engins, en y créant des rencontres internationales. Leur 37<sup>e</sup> édition accueillera cette année la toute première coupe du monde de cerf-volant acrobatique, qui verra s'affronter 10 équipes venues de toute la planète (du 22 au 26 avril).

**À VOIR** *Les 37<sup>e</sup> rencontres internationales de cerfs-volants*, à Berck-sur-Mer, du 20 au 28 avril 2024.



BELCO

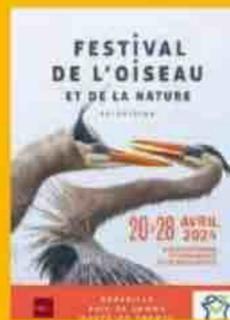
## PROMENONS-NOUS DANS LES BOIS



Cerfs, lynx, grand tétras... À Lyon, l'exposition *En forêt* rassemble une vingtaine des plus belles images capturées par Vincent Munier après des années à arpenter les bois français. Un film immersif permet également au visiteur de suivre le célèbre photographe animalier, et de partir à la rencontre d'une faune sauvage souvent méconnue.

**À VOIR** *En forêt avec Vincent Munier*, musée des Confluences à Lyon, jusqu'au 27 avril 2025.

## À TIRE-D'AILE

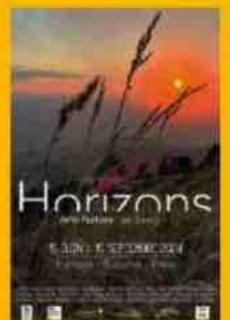


Chaque année au printemps, période propice à l'observation, le festival de l'oiseau et de la nature est un rendez-vous incontournable pour tous les amoureux de la vie sauvage. Au programme : 9 jours d'échanges, d'expositions, de projections, d'animations et de sorties nature à travers toute

la Baie de Somme et pour tous les publics.

**À FAIRE** *Festival de l'oiseau et de la nature*, 33<sup>e</sup> édition, en Baie de Somme, du 20 au 28 avril, [festival-oiseau-nature.com](http://festival-oiseau-nature.com)

## DE L'ART AU GRAND AIR



Associer création artistique contemporaine et randonnée nature, c'est le principe original d'Horizons "Arts-Nature", festival lancé en 2007. Hors les murs, il propose de découvrir chaque année 10 œuvres de sculpteurs ou de plasticiens, exposées sur 10 sites du Massif du Sancy, dans le Puy-de-Dôme. Un concept qui vaut le détour pour élargir ses horizons.

**À FAIRE** *Horizons "Arts-Nature" en Sancy*, du 15 juin au 15 septembre 2024, [horizons-sancy.com](http://horizons-sancy.com)

## GOÛTER LE SILENCE



Le compositeur Yann Tiersen face aux vents d'Ouessant, la paludière Blandine Cadou dans les marais salants de la Loire, l'astronome Julien Milli sous le ciel étoilé de l'Isère... Des amoureux de la nature se confient avec passion et sincérité sur leur attachement au monde qui les entoure dans *Silence Podcast*, une série d'entretiens au long cours élégamment produite.

**À ÉCOUTER** *Silence Podcast* sur [silencepodcast.fr](http://silencepodcast.fr)

## ABONNEZ-VOUS À



et ses **HORS-SÉRIES THÉMATIQUES**

grâce au coupon d'abonnement page 97 ou sur [prismashop.fr](http://prismashop.fr)

# ABONNEMENT



12 NUMÉROS + 8 HORS-SÉRIES

- 28%

OFFRE ANNUELLE (1)

**79,90€**

au lieu de 111,50€

Mon abonnement annuel sera renouvelé à date anniversaire sauf résiliation de ma part.

- 19%

OFFRE SANS ENGAGEMENT (2)

**7,50€/MOIS**

au lieu de 9,29€

Abonnement sans engagement, arrêt à tout moment.

# Le magazine pour apprendre sur tout, tous les jours.

LA CURIOSITÉ ÇA SE PARTAGE !

 **EN LIGNE**



[WWW.PRISMASHOP.FR/HCMDM424](http://WWW.PRISMASHOP.FR/HCMDM424)



+ accès à tous les anciens numéros

+

**- 15%**

supplémentaires en s'abonnant en ligne.



Ou scannez pour vous abonner en 1 clic.



**par téléphone**

**0 826 963 964**

Service 0,20 €/min  
+ prix appel



**ou par courrier**

coupon ci-dessous à renvoyer, **seulement pour l'offre annuelle.**

Mme  M.

Nom\* :  Prénom\* :

Adresse\* :

CP\* :  Ville\* :  Tél :

Merci de joindre un chèque de 79,90€ à l'ordre de **ÇA M'INTÉRESSE** sous enveloppe affranchie à l'adresse suivante : **ÇA M'INTÉRESSE- Service Abonnement - 62066 ARRAS CEDEX 9**

\*Informations obligatoires et sans autre annotation que celles mentionnées dans les espaces dédiés, à défaut votre abonnement ne pourra être mis en place. (1) Abonnement annuel automatiquement reconduit à date anniversaire. Le Client peut ne pas reconduire l'abonnement à chaque anniversaire. PRISMA MEDIA informera le Client par écrit dans un délai de 3 à 1 mois avant chaque échéance de la faculté de résilier son abonnement à la date indiquée, avec un préavis avant la date de renouvellement. A défaut, l'abonnement à durée déterminée sera renouvelé pour une durée identique. (2) Offre sans engagement : je peux résilier mon abonnement à durée indéterminée à tout moment par appel (voir CGV sur le site prismashop.fr), les prélèvements seront aussitôt arrêtés. Délai de livraison du 1er numéro, 8 semaines environ après enregistrement du règlement dans la limite des stocks disponibles. Les informations recueillies font l'objet d'un traitement informatique par PRISMA MEDIA à des fins de gestion des abonnements, fidélisation, études statistiques et prospection commerciale. Conformément à la loi informatique et libertés du 6 janvier 1978 modifiée, vous pouvez consulter les mentions légales concernant vos droits sur les CGV de prismashop.fr ou par email à dpo@prismamedia.com. Offre réservée aux nouveaux abonnés de France métropolitaine. Photos non contractuelles. Les archives numériques sont accessibles durant la totalité de votre abonnement.

HCMDM424



DANS NOTRE PROCHAIN NUMÉRO

200 questions insolites

pour toute la famille

## À QUOI JOUENT LES HOLMÉSOLOGUES ?

L'holmésologie (ou sherlockiana pour les anglophones) est l'étude approfondie des aventures littéraires de Sherlock Holmes. À travers des articles, conférences ou débats, les holmésologues discutent et analysent la chronologie des faits, les principaux personnages ou les éventuelles incohérences dans les pages de ce qu'ils appellent le « Canon », les 4 romans et 56 nouvelles du romancier britannique Sir Arthur Conan Doyle, mettant en scène le célèbre détective. Certains fans, pas tous, pratiquent également la reconstitution holmésienne. À la manière des amateurs de *cosplay*, ils se déguisent comme leur héros ou les autres personnages des fictions de Conan Doyle, comme ici à Londres en 2014 pour une tentative de record du monde. Des voyages en groupe sont même organisés sur les sites majeurs de son œuvre !

Et aussi :

- Par où respirent les fourmis ?
- Combien vaut tout l'or du monde ?
- Comment bien mélanger son café au lait ?



Questions & Réponses

### RÉDACTION

13, rue Henri-Barbusse, 92230 Gennevilliers

Tél. : 01 73 05 45 45

E-mail : [caminteresse@prismamedia.com](mailto:caminteresse@prismamedia.com)

Pour joindre directement votre correspondant, composez le 01 73 05 + les 4 chiffres suivant son nom.

DIRECTRICE DE LA RÉDACTION Marion Alombert

RÉDACTEUR EN CHEF Stéphane Dellazzeri (4707)

RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE Stéphanie Bellin (4762)

CHEFFE DE STUDIO Cécile Jouan (4763)

RÉDACTEUR PHOTO Pierre Tessier

1<sup>RE</sup> SECRÉTAIRE DE RÉDACTION Marianne Tillier

SECRÉTAIRE DE RÉDACTION Nathalie Hellard

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO Taïna Cluzeau,

Nolwenn Le Jannic, Afsané Sabouhi

SECRÉTARIAT DE DIRECTION Katherine Montémont (5636)

FABRICATION James Barbet (5102), Mélanie Moitié (4759)

### PUBLICITÉ & DIFFUSION

13, rue Henri-Barbusse, 92230 Gennevilliers

Tél. : 01 73 05 + les 4 chiffres suivant le nom.

DIRECTEUR GÉNÉRAL Philipp Schmidt

DIRECTRICE EXÉCUTIVE ADJOINTE PMS Virginie Lubot

DIRECTEUR EXÉCUTIF ADJOINT PMS ADTECH

Bastien Deleau

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ Thierry Flamand

DIRECTEUR DE PUBLICITÉ Axel Echenazi (06 62 22 33 06)

TRADING MANAGER Gwenola Le Creff (4890)

PLANNING MANAGER Laurence Biez (6492)

ASSISTANTE COMMERCIALE Catherine Pintus (6461)

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ SOLUTIONS CREATIVE

Karl Pilotte (06 81 07 58 58)

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ DATA ROOM

Jérôme de Lempdes (06 14 09 04 06)

DIRECTEUR DÉLÉGUÉ INSIGHT ROOM

Charles Jouvin (5328)

DIRECTRICE DES ÉTUDES ÉDITORIALES

Isabelle Demailly Engelsen (5338)

DIRECTRICE DE LA FABRICATION ET DE LA VENTE

AU NUMÉRO Sylvaine Cortada (5465)

DIRECTEUR MARKETING CLIENT Laurent Grolée (6025)

RESPONSABLE TITRE VENTE AU NUMÉRO :

Ghislaine Lember (5665)

DIRECTRICE DE LA PUBLICATION Claire Léost

DIRECTRICE GÉNÉRALE Pascale Socquet

DIRECTRICE EXÉCUTIVE ADJOINTE Claire Bernard

Imprimé en France :

Maury-Imprimeur

45330 Le Malesherbois.

Provenance du papier :

Finlande.

Taux de fibres recyclées : 0%.

Eutrophisation :

Ptot 0,004 Kg/t de papier.

© 2024 PRISMA MEDIA

Dépôt légal : avril 2024

ISSN : 2265-2426

Création : février 2013

CPPAP : 0728K91910

ACPM



Magazine trimestriel édité par

PM PRISMA MEDIA

13, rue Henri-Barbusse, 92230 Gennevilliers.

Tél. : 01 73 05 45 45.

Éditeur : Prisma Media, société par actions simplifiée au capital de 3 000 000 euros d'une durée de 99 ans ayant pour présidente Claire Léost. Son associé unique est Société d'Investissements et de Gestion 123 - SIG 123 SAS.

La rédaction n'est pas responsable de la perte ou de la détérioration des textes ou photos qui lui sont adressés pour appréciation. La reproduction, même partielle, de tout matériel publié dans le magazine est interdite.



Questions & Réponses N°47

CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX  
DÈS LE 4 JUILLET 2024

**NOUVEAU**

- + de décryptage
- + de découverte
- + de détente

**LA QUESTION DU MOIS**  
**TRANSPORTS**  
COMMENT SE DÉPLACER PLUS VERT ?

**LE RETOUR DE LA FAUNE SAUVAGE**

**DES ESPACES NATURELS RESTAURÉS**

**DES VILLES PLUS VÉGÉTALISÉES**

**30 bonnes nouvelles pour LA NATURE EN FRANCE**

**LE CAHIER Questions & Réponses**

**S'ÉMERVEILLER**  
**DRÔLES D'OISEAUX!**

**DÉCRYPTER**  
**TICS DE LANGAGE: QUE DISENT-ILS DE NOUS?**  
DU COUP En fait!

**DÉCOUVRIR**  
**D'INCROYABLES BIBLIOTHÈQUES**

• Y a quoi dans le surimi ?  
• La France est-elle championne du monde des ronds-points ?  
• Peut-on faire l'amour dans l'espace ?

N°518 - AVRIL 2024

La curiosité, **Ca** se partage!

ACTUELLEMENT CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX

Abonnez-vous en scannant ici



ou sur PrismaShop.fr

nouveau

# CRÉATION ÉPHÉMÈRE N°5

*Un trésor gustatif rare issu de grains  
Arabica Bourbon du Rwanda*

JACOBS DOUWE EGBERTS FR SAS | 30 BIS, RUE DE PARADIS, 75010 PARIS, FRANCE, 810 029 413 RCS PARIS | SAS AU CAPITAL DE 16 594 157,70 EU ROS.



**LOR** SANS DOUTE LE MEILLEUR CAFÉ DU MONDE