

Comment ça marche

----- LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE -----

#135



BOBSLEIGH

Sueurs froides sur la piste

EXTINCTIONS DE MASSE

La sixième
a déjà
commencé

CHIMIE

La science sous
le maquillage

HISTOIRE

Ces villes figées
dans le temps

ESPACE

La traque de
la matière noire

À CHAQUE ENFANT SON MAGAZINE



DÉCOUVREZ NOS 14 MAGAZINES SUR FLEURUSPRESSE.COM
ET RETROUVEZ-NOUS SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX !



Le mot du mois

Extinction

Nom féminin, emprunté au latin *extinctio* qui signifie « anéantissement ».

Définition :

Ce nom définit une action par laquelle on éteint / fait disparaître quelque chose. Il est utilisé en médecine dans l'expression « extinction de voix », en droit quand on parle d'une cessation ou d'une annulation, dans le langage courant pour évoquer les moyens de lutte contre un incendie, ou encore en biologie pour définir la disparition d'une espèce animale ou végétale. Quel que soit le domaine où ce terme est employé, il renvoie toujours à un anéantissement et donc à une perte qui, dans le cas du vivant, ne peut que provoquer notre désolation.

Pour nous écrire :

**Comment
ça marche**

Fleurus Presse /
Unique Heritage Media
141, boulevard Ney
75018 Paris

ou
ccm@fleuruspresse.com

Pour vous abonner :
www.fleuruspresse.com



Une denrée rare

**Ruée vers
l'or blond**

La production de sirop d'érable du printemps 2021 a été décevante au Canada alors que la demande au niveau mondial a explosé pendant la pandémie.



COUP DE CHAUD SUR LES RÉCOLTES

La pénurie de sirop d'érable oblige le Québec à puiser dans ses réserves

L'annonce aurait pu passer inaperçue de ce côté-ci de l'Atlantique. Et pourtant, elle inquiète tous les gourmets du monde qui arrosent leurs pancakes de sirop d'érable. Le précieux liquide ambré est devenu, en quelques mois, une denrée rare. La faute au réchauffement climatique, combiné à une consommation accrue au niveau mondial. En effet, dans le contexte de la pandémie, la demande de sirop d'érable a considérablement augmenté (+20% pour les exportations). Parallèlement, la récolte 2021 au Canada (qui fournit 73% de la production mondiale) n'a pas atteint les objectifs escomptés, avec une production de 60 327 tonnes, contre 80 000 en 2020.

En cause : une météo trop douce. La récolte est en effet intimement liée au climat car ce sont les écarts de températures entre la nuit et le jour qui induisent la coulée de la sève d'érable servant à fabriquer le sirop. Au printemps, le thermomètre doit ainsi grimper au-dessus de 0°C le jour puis chuter

dans les températures négatives la nuit. Or, en 2020, le temps a été trop clément pour assurer une bonne récolte.

Face à la menace d'une pénurie, le groupement des 11 300 producteurs et productrices québécois(es) de sirop d'érable (PPAQ) a décidé de piocher dans ses réserves et de sortir environ 22 000 tonnes du précieux liquide pour répondre à la demande. Situé à Laurierville, dans le centre du Québec, ce gigantesque entrepôt de 25 000 m² (l'équivalent de cinq terrains de foot) abrite quantité de barils remplis de sirop d'érable, surveillés 24 h/24. Créée en 2000 pour faire face à d'éventuelles pénuries, cette réserve n'avait jusqu'ici été ponctionnée qu'une fois, en 2008.

Pour reconstituer les stocks, les autorités canadiennes ont d'ores et déjà autorisé le PPAQ à pratiquer d'ici trois ans sept millions d'entailles supplémentaires sur les arbres. Qu'on se rassure, personne ne devrait manquer du précieux sirop au petit déjeuner cette année! 🍯

Karine Jacquet





22

EXTINCTIONS DE MASSE

Notre planète en a déjà connu cinq... Nous voici à l'aube de la sixième.

36

MAQUILLAGE

Quelle chimie se cache derrière nos cosmétiques colorés ?



40

BOBSLEIGH

Un sport à haut risque et grande vitesse aux J.O. d'hiver de Pékin.



50

FRENCH TECH

Le Bœuf Éthique prend soin de l'animal, de sa naissance à l'abattage.

Nature Techno Histoire Espace Science

06 FAQ

10 Actualités des sciences

22 À la une: Extinctions de masse, la sixième a déjà commencé

32 Interview: Brigitte Gothière

36 La chimie du maquillage

40 Bobsleigh: sueurs froides sur la piste

44 La face cachée de l'Univers

50 French Tech

52 Les objets du mois

54 Insectes: ils nous rendent d'incroyables services!

60 Ces villes où le temps s'est arrêté

68 Isaac Newton

70 Agenda

79 Littérature SF

80 Jeux

81 Les chiffres du mois

Ce numéro comporte une offre de réabonnement.



44

MATIÈRE NOIRE

Avec l'énergie noire, c'est l'une des deux grandes inconnues de la composition de l'Univers.

**60 VILLES FANTÔMES**

Aux quatre coins de la planète, des lieux subitement abandonnés se sont figés dans le temps.



54

INSECTES

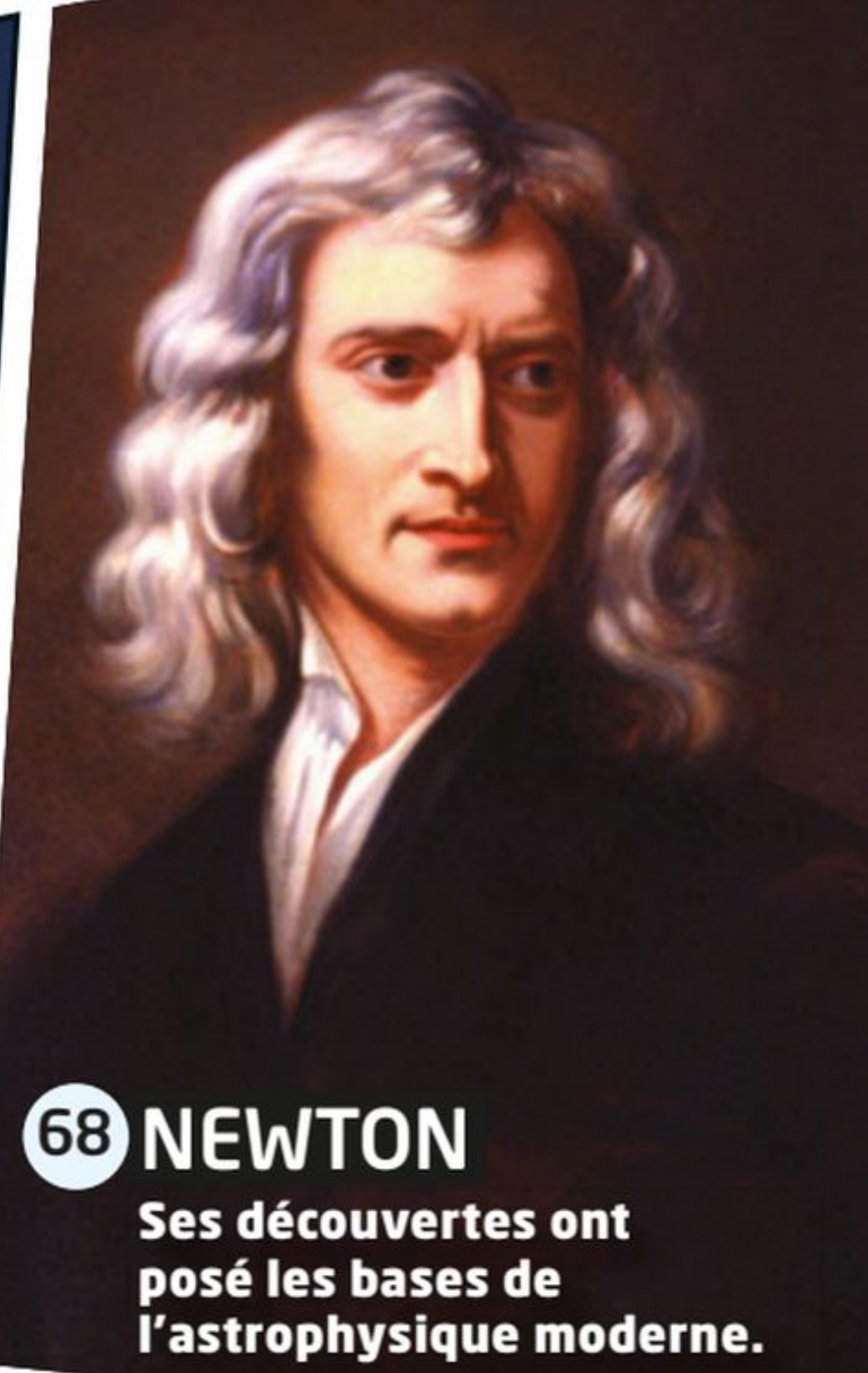
Tout petits, mais très utiles dans de nombreux domaines!



32

BRIGITTE GOTHÈRE

Elle défend avec ferveur la cause animale depuis près de vingt ans.

**68 NEWTON**

Ses découvertes ont posé les bases de l'astrophysique moderne.



52

SHOPPING

Notre sélection des meilleurs objets high-tech du mois.



FAQ

Par Delphine Gaston-Sloan

Envoyez-nous
vos questions à :

**Comment
ça marche**

Fleurus Presse/Unique Heritage Media
141, boulevard Ney 75018 Paris
ou par mail à : ccm@fleuruspresse.com



Pour quelle raison surnomme-t-on les télécabines des « œufs » ?

Question de Nathan F., Toulouse (Haute-Garonne)



Tout simplement à cause de leur forme arrondie, qui rappelle celle d'un œuf. Ce système de remontée mécanique se compose de petites cabines entièrement fermées, de deux à quatre places en général, dotées de bancs en bois ou en plastique, circulant en boucle sur un câble auquel elles sont fixées par une sorte de pince métallique. Les skis sont disposés dans un rack à l'extérieur. Les premières télécabines ont été mises en service en France en 1951

à Villard-de-Lans (Isère), après avoir fait leur apparition en Italie (1949) et en Suisse (1950). Dans les années 1960, l'œuf avait vraiment la cote chez les skieurs puisqu'une autre expression est aussi apparue, la position de l'œuf : skis écartés, genoux fléchis, tête baissée pour gagner en vitesse. Des collectionneurs s'arrachent, aux enchères, d'anciens œufs vintage dont les stations se débarrassent, pour les transformer en mini-salons de jardin.

Pourquoi la Saint-Valentin est-elle la fête des amoureux?

Question de Lise D., Châteaudun (Eure-et-Loir)



L'origine de cette fête n'est pas unique et les explications sont multiples. D'aucuns lui attribuent des racines antiques et païennes, assez peu romantiques. À Rome, on fêtait à la mi-février les Lupercales (du latin *lupus*, loup), dans la grotte où la louve aurait allaité Romulus, fondateur mythique de la ville, et son frère Rémus. Un bouc y était sacrifié. Maculés de son sang, des jeunes gens parcouraient la ville en donnant aux femmes, sur le ventre, des coups de fouet censés les rendre fécondes. Une autre hypothèse relie cette célébration à la chrétienté. Au V^e siècle, le pape Gélase I^{er} aurait choisi un martyr béatifié pour torpiller

les Lupercales. Selon la légende, au III^e siècle, un prêtre nommé Valentin aurait été décapité pour avoir célébré en secret des mariages alors que l'empereur Claude II les avait interdits à ses soldats pour les inciter à partir en guerre. Mais on recense deux Valentin, dont les histoires présentent tant de similitudes qu'ils ont fini par ne faire qu'un, fêté le 14 février. Un nouveau rapport avec les amoureux est établi au XIV^e siècle en Angleterre, car la date correspondrait au début de la saison des amours chez les oiseaux.



Quelle est l'origine des publicités?

Question de Julien B., Avignon (Vaucluse)



Depuis 1829, la publicité se définit comme le « fait d'exercer une action sur le public à des fins commerciales ». Jadis appelée réclame, la publicité permet à des entreprises d'assurer la promotion de biens ou de services pour les vendre à des clients. Cela par tous les moyens possibles : Internet, télévision, radio, presse, dépliants, tracts, affiches... Et, en conséquence, le financement des diffuseurs aussi. Mais il n'en a pas toujours été ainsi. À l'origine, il ne s'agissait pas de faire valoir les mérites d'un produit mais plutôt de glorifier des hommes, souvent des souverains. Dans l'Antiquité, on célébrait leurs victoires à coups de slogans gravés sur des monuments élevés en leur honneur. On était là dans le registre de la propagande. Le commerce ne tarda pas à s'emparer de la pratique en utilisant l'oral. À Athènes et à Rome, les crieurs se chargeaient de vanter leurs marchandises en attirant la foule. L'écrit était également présent, sous la forme d'enseignes et de journaux muraux. Depuis lors, la publicité n'a cessé d'associer ces deux vecteurs de diffusion.

© Shutterstock



Où vivent les araignées et les serpents les plus dangereux pour l'homme?

Question de Stéphane T., Charleville-Mézières (Ardennes)

Q Mortelle famille des atracides! Les araignées australiennes qui la composent sont les plus venimeuses au monde, à l'image de la mygale à toile-entonnoir (*Atrax robustus*), dont la morsure du mâle peut entraîner le décès en quinze minutes. L'araignée-banane (*Phoneutria nigriventer*), 10 cm de diamètre, présente notamment au Brésil dans les zones urbanisées, lui dispute cependant le titre, une seule piqûre suffisant à tuer un humain. Elle est trois fois plus toxique que la veuve noire, dont les espèces d'Amérique et d'Australie sont aussi particulièrement létales. Côté serpents, le cobra royal (*Ophiophagus hannah*) est redoutable: en la transperçant de ses crochets, il peut injecter à sa victime une dose capable d'anéantir une vingtaine

d'individus à la fois en quelques minutes. On le trouve dans les forêts tropicales du sud-est de l'Asie. Le cobra à lunettes (*Naja naja*) et la vipère de Russel (*Daboia russelii*), qui hantent la même région de l'Inde, du Pakistan et du Sri Lanka, sont considérés comme les plus néfastes avec 20 000 à 25 000 morts par an. Mais le plus meurtrier des serpents asiatiques reste l'échide carénée (*Echis carinatus*). De la péninsule Arabique jusqu'en Inde, son taux de mortalité est estimé à 90%. Le mamba noir (*Dendroaspis polylepis*), l'un des plus dangereux du monde, achève quant à lui un homme en moins de deux heures. Il sévit de l'Afrique subsaharienne jusqu'en Afrique du Sud.



De quand date notre drapeau tricolore?

Question d'Alice M., Paris (III^e arrondissement)

Q De la Révolution française. C'est la Convention qui lui donne naissance par la loi du 15 février 1794 (27 pluviôse an II), précisant qu'il « sera formé des trois couleurs nationales, disposées en bandes verticalement, de manière que le bleu soit attaché à la gable du pavillon, le blanc au milieu et le rouge flottant dans les airs ». Les couleurs nationales étant le blanc du roi et le bleu et le rouge de la ville de Paris. On attribue au peintre Jacques-Louis David (1748-1825) la disposition de ces bandes. La Constitution de la V^e République en fait, en octobre 1958, le seul emblème national (art. 2). Pour autant, cette loi suprême ne fixe pas la nuance de bleu, ce qui a permis au président Valéry Giscard d'Estaing (1974-1981) d'opter pour un bleu cobalt plus clair, assorti au drapeau de l'Europe dont il souhaitait se rapprocher. Et à Emmanuel Macron, en juillet 2020, de revenir à un bleu foncé, la couleur marine du « vrai drapeau français », celui des Révolutionnaires. Coût de l'opération: 5 000 €. C'est celui qui trône désormais sur les bâtiments de la présidence de la République.



LE MAG QUI DÉCRYPTE LE MONDE

à partir de
45 €
par an



JE M'ABONNE

11 numéros - 1 an

45 €
49,50 € - 9%

POURQUOI S'ABONNER ?

- Tarif avantageux
- Livraison gratuite en France
- Je peux changer de formule
- Accès gratuit à la version numérique dans votre espace client

ABONNEZ-VOUS SIMPLEMENT SUR INTERNET

FLEURUSPRESSE.COM

AVEC VOTRE CODE PROMO

CCM22

OU

PAR TÉLÉPHONE
01 87 64 05 32

Du lundi au vendredi de 9 h à 19 h.

OU PAR COURRIER À RETOURNER ACCOMPAGNÉ DE VOTRE RÈGLEMENT :

CDN VIVETIC - SERVICE FLEURUS PRESSE
TSA 10017 - 93539 AUBERVILLIERS CEDEX
Tél. : 01 87 64 05 32 (appel non surtaxé)

Nom : Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville :

Téléphone :

E-mail (parents) :

E-mail indispensable pour accéder à la version numérique de votre abonnement.

Merci de joindre votre règlement par chèque bancaire
ou postal à l'ordre de Unique Heritage Presse

DATE ET SIGNATURE
OBLIGATOIRES

Actualités[®]

des

sciences

Nature

Techno

Histoire

Espace

Science

Par Louna Esgueva
et Maïa Wasserman

ÉTHOLOGIE

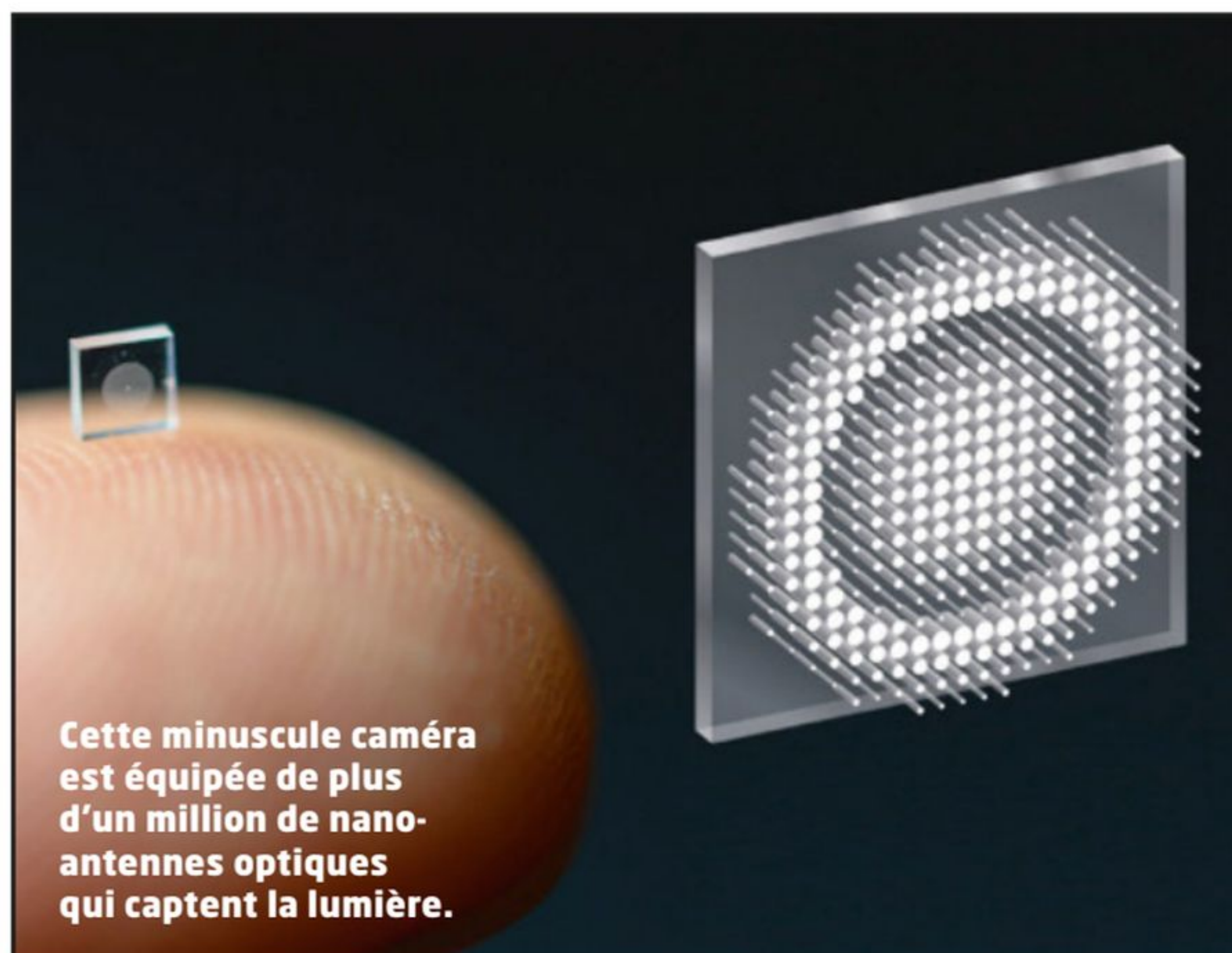
Des couples mis à l'épreuve du climat

Les albatros, une espèce d'oiseau monogame, ont une particularité bien connue des spécialistes : ils « divorcent » quand ils ont du mal à se reproduire ! Or, le taux de couples concernés par le choix de la séparation se trouve être très variable d'une année à l'autre : il évolue entre 1% et 8%. Une étude vient de montrer que le changement climatique serait un autre paramètre entrant en jeu dans ce phénomène. Les années où il fait plus chaud à la surface de la mer, la probabilité de divorce augmenterait ! Les raisons de cet impact ne sont pas encore bien comprises, mais ce résultat est remarquable car il montre pour la première fois que le réchauffement jouerait sur la prévalence des séparations, et donc sur la démographie et la dynamique des populations chez les albatros. Et peut-être chez d'autres espèces aussi ?

© Shutterstock



Le réchauffement à la surface des océans augmenterait le taux de « divorces » chez les couples d'albatros



Cette minuscule caméra est équipée de plus d'un million de nano-antennes optiques qui captent la lumière.

OPTIQUE

Une caméra vraiment mini

Plus grande qu'un grain de sel... La taille de cette caméra, conçue par les universités américaines de Princeton et de Washington, bat des records de miniaturisation avec ses 0,5 mm de largeur. Pour capter les images, elle a été parsemée de 1,6 million de cylindres de dimension nanométrique. Grâce à cette structure, la caméra pourrait produire des clichés en couleurs avec une netteté

équivalente à celle d'un objectif 500 000 fois plus grand. Ces premiers résultats sont bluffants, car d'ordinaire les essais de caméras miniatures conduisent souvent à des captures d'images floues ou avec de nombreuses distorsions. Ce type de dispositif pourrait être utilisé pour de futures applications médicales (appareils d'endoscopie) ou pour équiper des robots limités en poids et en taille.

ESPACE

Un Godzilla dans le ciel

Connaissez-vous la paréidolie? C'est une sorte d'illusion d'optique qui donne l'impression de voir des visages ou des objets familiers dans un nuage, un paysage ou, dans le cas présent, une nébuleuse (un nuage de poussières et de gaz où naissent les étoiles). En étudiant les images, prises par le télescope spatial *Spitzer* de la Nasa (à la retraite depuis janvier 2020), d'une nébuleuse située dans la constellation du Sagittaire (à 7 800 années-lumière de la Terre pour la partie à droite), l'astronome Robert Hurt, du California Institute of Technology (États-Unis), est tombé nez à nez avec un célèbre monstre japonais... Ce n'était pourtant pas la première fois qu'il observait la nébuleuse, mais en zoomant sur une partie, il a repéré quelque chose dans l'image. «Ce sont les yeux et la bouche qui m'ont fait hurler "Godzilla!"», a-t-il précisé. Depuis octobre dernier, la Nasa a attribué à l'astronome la paternité de la découverte de cette nébuleuse, officiellement baptisée Godzilla.



Le monstre japonais vient de donner son nom à une nébuleuse observable dans l'hémisphère Sud.

CARRÉS AU NÉPAL, DANS DES ZONES PROTÉGÉES DES DISTRICTS DE MENACÉE D'EXTINCTION SUITE À LA DÉFORESTATION ET AU BRACONNAGE.



Les squales confondraient les surfeurs avec leurs proies animales à cause de leur très mauvaise vue

ZOOLOGIE

Les requins feraient erreur sur la personne

Et si les attaques de grands requins blancs (*Carcharodon carcharias*) sur les humains étaient majoritairement dues à la mauvaise vue des squales ? Les requins s'en prendraient aux nageurs et aux surfeurs parce qu'ils ne feraient pas la différence entre les humains et les pinnipèdes (otaries, phoques et morses), qui constituent l'essentiel de leur menu ! Un simple accident lié à une erreur d'identification en somme. Pour tester cette théorie, une équipe du département des sciences biologiques de l'université Macquarie (Australie) a filmé un

lion de mer et une otarie à fourrure depuis le fond d'un bassin. Les chercheurs ont ensuite traité ces vidéos à l'aide d'un programme reproduisant la vision d'un jeune requin blanc (environ 2,5 m de long) avant de les comparer aux signaux de nageurs et de surfeurs sur trois types de planches (plus ou moins grandes). Le constat est sans appel : la vue d'un jeune requin blanc (dont le pouvoir de résolution est six fois moins bon que celui d'un humain) ne lui permet pas de distinguer, quand il nage en dessous, un surfeur pagayant sur sa planche ou un nageur en mouvement

d'un pinnipède. Toutefois, sur la soixantaine d'attaques recensées dans le monde en 2020 par l'université de Floride (États-Unis), certaines concernaient des surfeurs utilisant des longboards, des planches plus longues qui ne peuvent pas être confondues avec une otarie ou un phoque. Toutes les morsures ne seraient donc pas dues à des confusions. À défaut d'en connaître les autres raisons, les chercheurs s'attellent à présent à trouver un moyen de modifier les signaux visuels des proies humaines potentielles pour leur éviter une attaque par erreur.



BOTANIQUE

La pollution lumineuse a un impact sur les plantes

On savait déjà que le réchauffement climatique avait tendance à avancer la floraison des plantes au printemps. Ce phénomène est connu sous le nom de «phénologie». Mais la pollution lumineuse jouerait également un rôle majeur. C'est la conclusion des travaux

d'une chercheuse américaine du Laboratoire national Lawrence-Berkeley (États-Unis), qui a travaillé sur des données issues de satellites et 2 600 enregistrements réalisés dans des endroits plus ou moins exposés à la lumière artificielle. Résultat : dans les lieux très éclairés, le verdissement printanier a

eu lieu en moyenne neuf jours plus tôt qu'ailleurs et la coloration automnale, six jours plus tard. Nos néons seraient donc bien de vrais perturbateurs des effets des saisons. Avec des incidences potentiellement plus larges sur la faune (en particulier les insectes) qui restent encore à étudier.

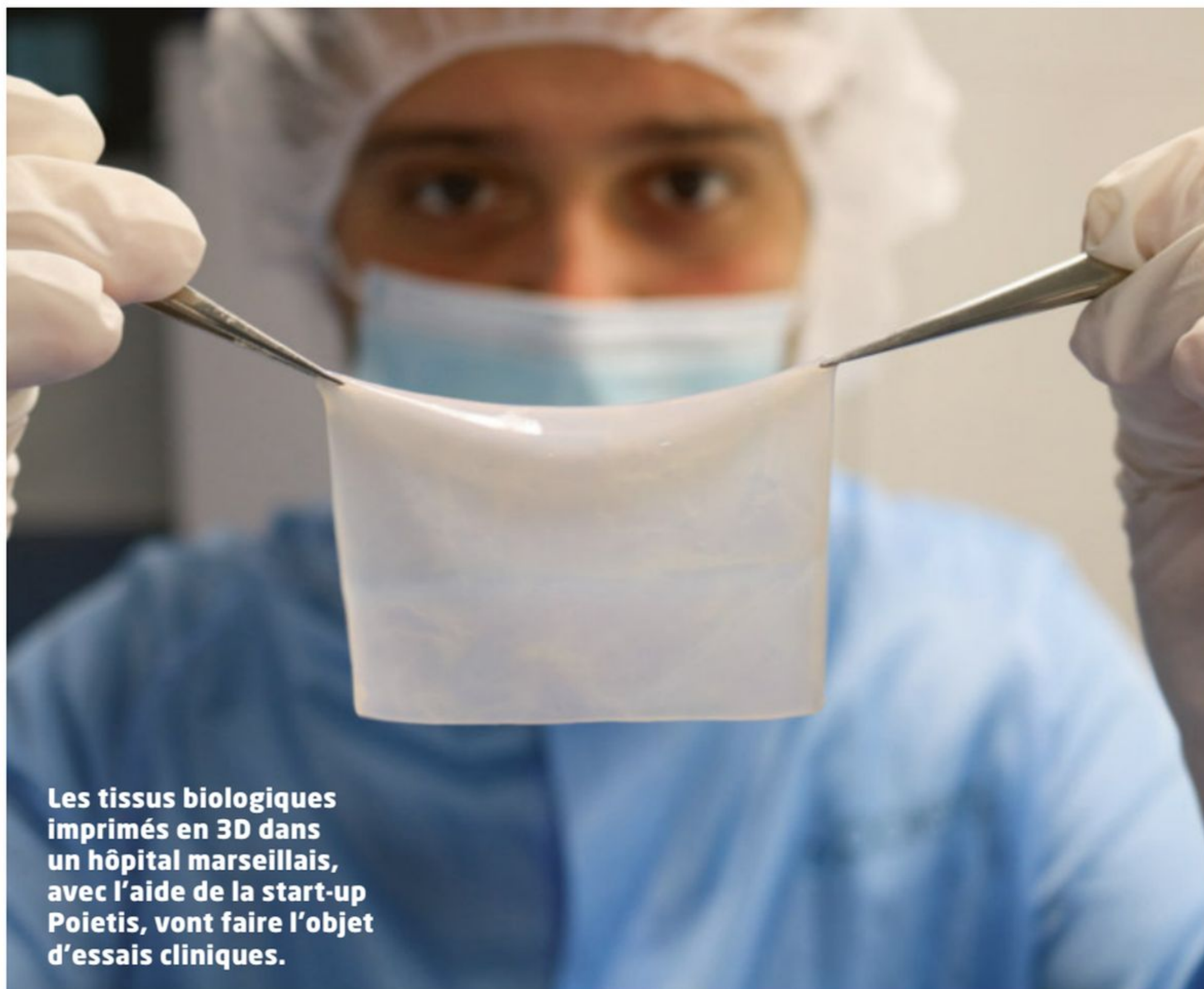
Les lumières artificielles qui éclairent nos villes à toute heure (ici à Valparaíso, au Chili) affectent le cycle naturel jour/nuit, crucial pour les plantes.



L'éclairage nocturne avance le printemps et retarde l'automne pour les végétaux

MÉDECINE

Les premières greffes de peau artificielle se profilent



Les tissus biologiques imprimés en 3D dans un hôpital marseillais, avec l'aide de la start-up Poietis, vont faire l'objet d'essais cliniques.

© Shutterstock; Poietis 2021

L'année 2022 sera peut-être bien celle d'une importante innovation dans le domaine de la santé. Plusieurs équipes à travers le monde travaillent actuellement sur des projets visant à fabriquer de la peau artificielle. Et leurs dernières avancées semblent très prometteuses. « Nous savons déjà produire des échantillons en laboratoire à partir de cellules humaines prélevées sur le patient. Maintenant, il faut lancer des essais cliniques pour vérifier

que ces fragments seront bien tolérés par l'organisme », explique Fabien Guillemot, le fondateur de Poietis. Cette start-up française à l'origine d'une machine à imprimer de la peau artificielle vient d'installer un modèle à l'hôpital de la Conception, à Marseille. Les premiers tests sont attendus d'ici quelques mois. Ils seront d'abord destinés aux grands brûlés. À terme, cette technique pourrait également servir à fabriquer des cartilages.



DU NUCLÉAIRE SUR LA LUNE

Installer des réacteurs à fission sur notre satellite naturel pour alimenter une future base : c'est l'idée de la Nasa et du gouvernement américain. Ils viennent de lancer un appel d'offres et sélectionneront les meilleurs projets sous peu.

Baptisé *Spirit of Innovation*, l'engin 100 % électrique de la firme Rolls-Royce a volé à 555 km/h sur trois kilomètres.



AÉRONAUTIQUE

Un avion électrique bat un record de vitesse

Toujours plus vite... Alors que les travaux sur les avions électriques se multiplient à travers le monde, un prototype de l'entreprise britannique Rolls-Royce vient de battre largement un nouveau record de vitesse, en novembre dernier. Il a volé à

555 km/h sur trois kilomètres, alors que le précédent record était détenu par un modèle du groupe allemand Siemens à 337 km/h sur cette même distance. Il a aussi atteint un pic à 623 km/h, devenant ainsi « le véhicule tout électrique le plus rapide au monde »! Selon

Warren East, président de l'entreprise Rolls-Royce, les technologies de batteries et de propulsion (moteur électrique de 400 kW, soit plus de 500 chevaux) développées spécialement pour ce projet devraient avoir des applications pour le futur marché de la mobilité aérienne.



Les papillons *Morpho* (ici *Morpho peleides*) sont emblématiques des forêts tropicales d'Amérique centrale et du Sud.

ÉTHOLOGIE

Les papillons adaptent leur vol à l'altitude

● Les papillons du genre *Morpho* sont surtout connus pour leurs superbes ailes d'un bleu iridescent. Mais ce sont les secrets de leur vol qui ont intéressé des chercheurs français de plusieurs laboratoires (CNRS, MNHN...). En scrutant des spécimens évoluant près du sol et d'autres volant au-dessus de la canopée (l'étage supérieur des forêts tropicales humides), ils ont remarqué que si les premiers se déplacent plutôt avec un vol battu, léger et très rapide, les seconds, eux, pratiquent de lents vols planés. Et ce n'est pas tout! Les ailes aussi se seraient adaptées à l'environnement. Loin du sol, elles sont plus triangulaires et allongées pour favoriser le vol plané. Reste à comprendre comment ce lien entre environnement et morphologie se développe et si cette différence est présente chez d'autres espèces.

Sous les eaux en apparence paisibles du lac de cratère de Krafla se trouve une importante poche de magma, à un peu plus de 2 km de profondeur.



GÉOLOGIE

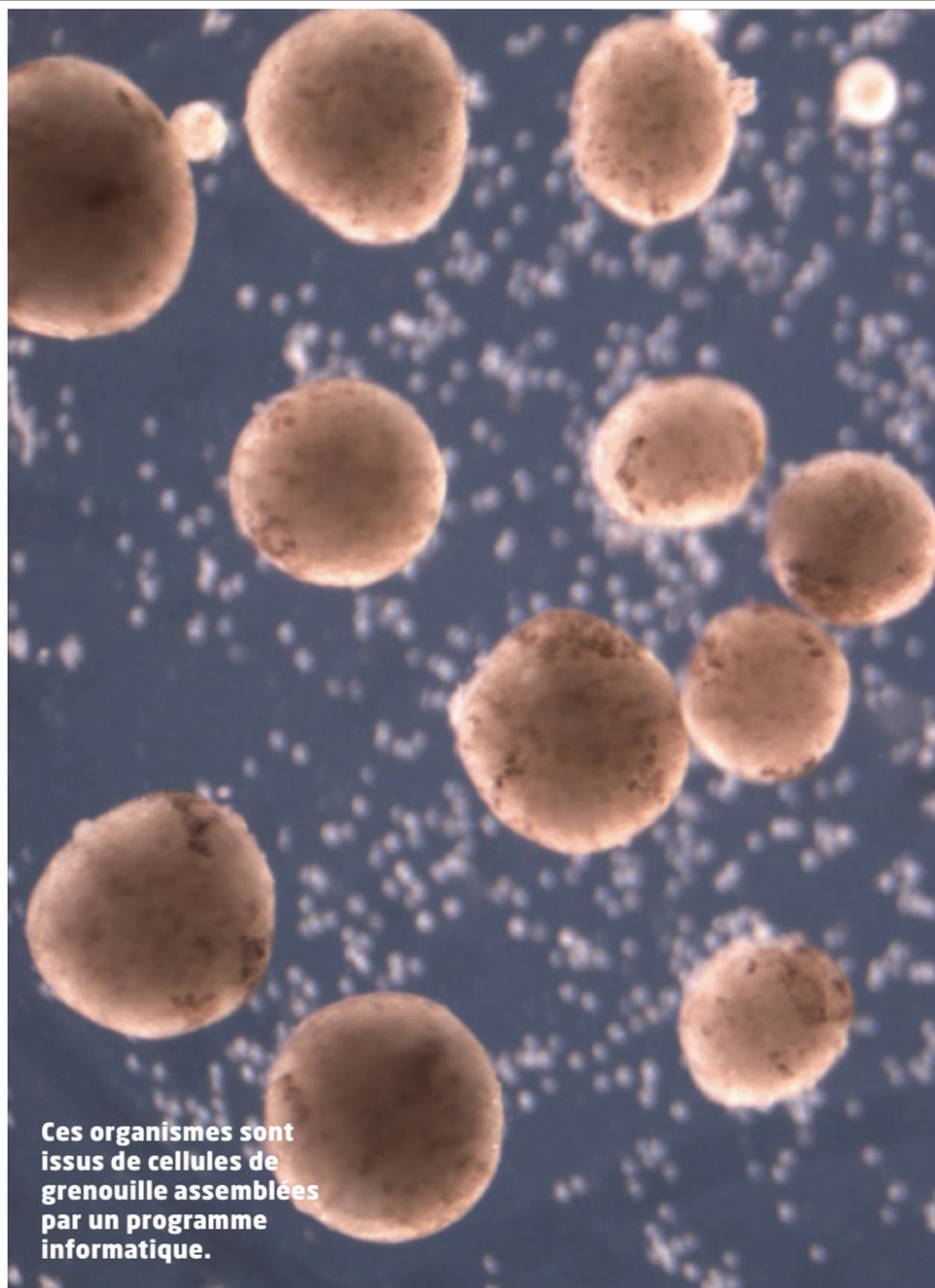
Au cœur d'un volcan islandais

Krafla est une zone volcanique située au nord de l'Islande, qui abrite notamment un superbe lac de cratère. En 2009, des ingénieurs en forage géothermique creusent et tombent par hasard sur une poche de magma à plus de 900°C, à «seulement» 2 100 m de profondeur. À la suite de cette découverte, un groupement international de chercheurs a décidé de revenir à cet endroit pour créer le premier observatoire de magma souterrain au monde. L'endroit est jugé idéal car

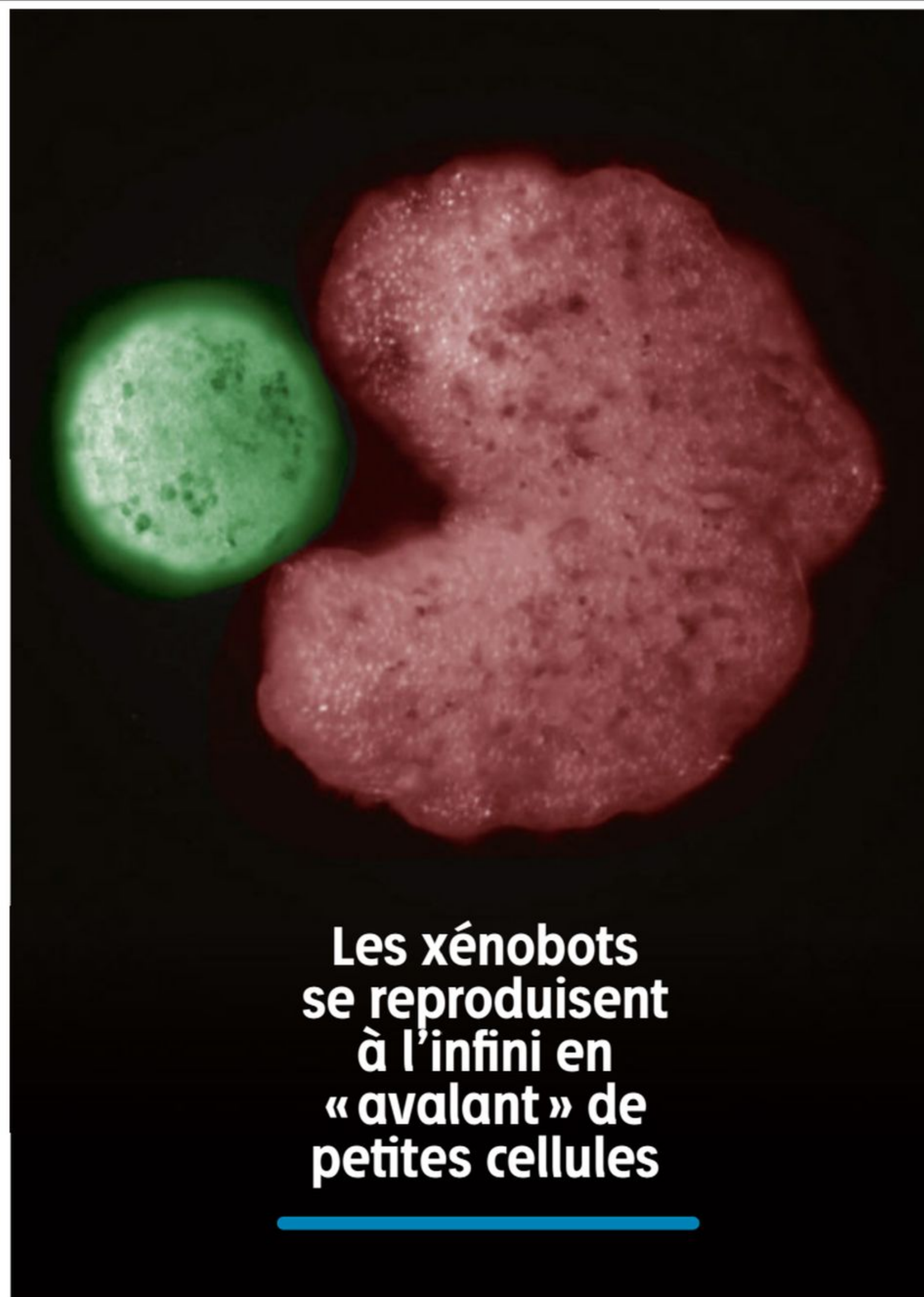
la poche de roche en fusion se situe à une distance relativement accessible par rapport aux autres volcans de la planète. Objectif: comprendre les éruptions (et améliorer les systèmes de prévision), les gisements géologiques et, plus globalement, l'évolution de la croûte terrestre. Le projet est déjà lancé, mais il faudra attendre 2024 pour que les travaux de forage commencent. En espérant que les instruments de mesure résisteront à cet environnement extrême...

© 2021 John M. Dibbs: Shutterstock

Les forages dans la caldeira de Krafla permettront notamment de mieux prévoir les séismes



Ces organismes sont issus de cellules de grenouille assemblées par un programme informatique.



Les xénobots se reproduisent à l'infini en « avalant » de petites cellules

ARCHÉOLOGIE

L'Antarctique a connu jadis de gigantesques feux de forêt

Difficile de l'imaginer, mais il y a 75 millions d'années, alors que les dinosaures peuplaient encore la Terre, le continent de glace était la proie de terribles incendies. À l'époque, à la fin du Crétacé (il y a entre 65 millions et 100 millions d'années), notre planète subissait une des périodes les plus chaudes de son histoire. Certaines parties de l'Antarctique, dont l'île James Ross (située sur la pointe nord-est de la péninsule), abritaient alors des forêts de conifères et de fougères, où s'épanouissaient de nombreuses plantes à fleur. Un coin de paradis?

Pas vraiment. Après avoir étudié des fossiles collectés en 2015 et 2016, une équipe internationale de chercheurs a découvert des restes de charbon de bois qui attestent de gigantesques incendies dans cette zone de la planète. Pis, ces feux semblent avoir été fréquents et répandus à la fin du Crétacé. En cause: l'intense activité volcanique de la région liée à la tectonique des plaques (à l'époque, le supercontinent Gondwana se disloquait), une atmosphère chargée en oxygène (qui favorise le feu), des éclairs et une végétation inflammable dans une région alors dépourvue de glace.



L'intense activité volcanique qui caractérisait l'Antarctique à la fin du Crétacé était une des causes du déclenchement de méga-feux.

BIOLOGIE

Des robots « vivants » se répliquent tout seuls

● En 2020, des chercheurs de plusieurs universités américaines (dont Harvard) avaient surpris toute la communauté scientifique en fabriquant des « xénobots ». C'est-à-dire de petits spécimens, créés à partir de cellules vivantes de grenouille sélectionnées par des programmes informatiques puis assemblées en boules. Ces dernières étaient alors capables de se déplacer dans une boîte en laboratoire. Des sortes de robots vivants très sommaires ! Un an plus tard, la même équipe revient sur le devant de la scène avec de nouveaux résultats. Leurs spécimens sont désormais dotés d'une nouvelle capacité essentielle pour la survie d'une espèce : la reproduction ! En agglutinant dans leur « bouche », tels des Pac-Man, de petites cellules, ils peuvent former un nouvel individu, lequel possède les mêmes facultés de déplacement au bout de quelques jours et peut à son tour procréer encore et encore. Cela représente une étape majeure porteuse d'espoir, notamment en matière de médecine régénérative. À condition de parvenir à garder le contrôle sur ces simili-individus...



Ce prototype en forme de disque, baptisé Zeva Zero, est fabriqué en fibre de carbone et pèse 317 kg.

TRANSPORT**Voici la soucoupe volante individuelle du futur**

La famille des voitures électriques volantes s'agrandit. Ce modèle, plat comme une crêpe, est actuellement en développement entre les murs d'une start-up américaine, Zeva Aero, avec la collaboration de l'université d'État de Washington (États-Unis). Ce qui le distingue des autres ? Il s'agit d'un prototype de transport individuel qui change d'inclinaison en cours de vol. Au décollage et à l'arrivée, il est droit comme un hélicoptère et évolue verticalement. Puis, pendant le trajet, il penche et s'aplatit pour adopter un profil plus

aérodynamique. L'utilisateur passe alors en position allongée, un peu comme Superman ! Durant le vol, sa vitesse peut atteindre 260 km/h. « Si vous avez déjà essayé de conduire du centre-ville de Seattle à l'aéroport, alors vous considérerez que ce type de projet s'impose », a commenté John Swensen, professeur à l'université participant au développement. Dans un premier temps, dès que cet engin sera opérationnel, il sera destiné en priorité aux interventions de première urgence. Pour l'heure, aucune date de vol inaugural n'a été annoncée.



© Douglas Blackiston and Sam Kriegman; wiki: Maurilio Oliveira; De Lima, F. J. et al. Polar Research; Courtesy of ZEVA Aero

4 choses à savoir sur les J.O. d'hiver

Pékin 2022 est l'occasion idéale pour faire connaître les jeux Olympiques d'hiver, moins en vue que ceux d'été, et constater qu'ils réservent des surprises.

Par Delphine Gaston-Sloan



BEIJING 2022™



1 Les premiers n'étaient pas olympiques

Père des J.O. de l'ère moderne, Pierre de Coubertin (1863-1937) veut promouvoir les sports d'hiver mais se confronte aux Scandinaves, organisateurs de Jeux nordiques tous les quatre ans depuis 1901 (patinage, ski de fond, saut). Pourtant, le Congrès olympique de 1921 accorde à la France l'accueil de la Semaine des sports d'hiver à Chamonix en 1924. Coup d'envoi le 25 janvier : seize pays concourent dans seize épreuves, devant 20 000 spectateurs. Le succès est retentissant. Largement victorieuses, les nations du Nord consentent aux J.O. d'hiver. Actés en 1925, ils ont lieu à Saint-Moritz (Suisse) en 1928, alors que l'événement de Chamonix de 1924 est baptisé, rétroactivement, premiers jeux Olympiques d'hiver.



2 Certains athlètes ont cumulé des médailles aux J.O. d'hiver et d'été

Le Suédois Gillis Grafström a réussi ce tour de force car le patinage artistique figurait aux Jeux d'été d'Anvers, en Belgique (1920), avant d'intégrer ceux d'hiver (Chamonix 1924, Saint-Moritz 1928). L'Américain Edward Eagan a boxé en mi-lourds à Anvers et s'est tourné vers le bobsleigh à quatre en 1932 (Lake Placid, aux États-Unis). Le Norvégien Jacob Tullin Thams s'est partagé entre saut à ski à Chamonix et voile à Berlin (1936). L'Allemande Christa Luding-Rothenburger a collectionné les médailles en patinage de vitesse entre 1984 et 1992 et est passée par le cyclisme sur piste (1988). La Canadienne Clara Hughes a, elle, commencé par le cyclisme sur route (1996) avant de briller en patinage de vitesse (entre 2002 et 2010). Quant à l'Américaine Lauryn Williams, double médaillée en athlétisme (2004 et 2012), elle a jeté son dévolu sur le bobsleigh à deux en 2014, à la suite d'une blessure.

Chronologie

1932

À Lake Placid (États-Unis), le podium fait son apparition pour la remise des médailles, sous la forme de trois tabourets en bois assemblés.

1936

Désormais interdites aux moniteurs, car professionnels, les épreuves de ski de Garmisch-Partenkirchen (Allemagne) sont boycottées par les Suisses et les Autrichiens.

1948

Annulés en 1940 et 1944, les premiers Jeux d'hiver de l'après-guerre ont lieu en Suisse, à Saint-Moritz. Allemagne et Japon ne sont pas invités.

1952

À Oslo (Norvège), les Jeux d'hiver ont enfin droit à la présence de la flamme olympique.

1956

Les Jeux de Cortina d'Ampezzo (Italie) font l'objet des premières retransmissions télévisées en direct dans toute l'Europe (en noir et blanc).

3

Des sports de démonstration ont gagné leurs galons

Hors compétition, ils n'apportent ni titre ni médaille et peuvent puiser dans la culture du pays hôte ou tester une nouvelle pratique en vue d'une future programmation olympique. Épreuve en 1924, le curling a disparu puis est réapparu en démonstration (1932, 1988, 1992) avant son retour en lice à Nagano (Japon, 1998). L'exhibition de patinage de vitesse «short-track» de 1988 a conduit à son officialisation à Albertville (1992). Le ski équestre, soit des skieurs traînés par des chevaux (1928), la course de chiens de traîneau (1932), le fugace «bandy», mélange de hockey et de football (1952), ou encore le ballet à ski, réplique du patinage artistique sur la poudreuse (1988, 1992), n'ont pas eu cet honneur.



Le curling, sport sur glace qui consiste à faire parvenir un bloc de granit poli le plus près possible d'une cible dessinée au sol, est redevenu discipline olympique depuis 1998.

4

Le combiné nordique reste fermé aux femmes

Cette discipline historique des J.O. d'hiver (déjà disputée en 1924), qui associe ski de fond et saut à ski, résiste à l'égalité hommes-femmes. Le Comité international olympique (CIO) a refusé à la Fédération internationale de ski d'inscrire le combiné nordique féminin au programme de 2022. Seul un caractère culturel, entre virilité et misogynie, semble le justifier, le combiné étant historiquement associé à l'armée norvégienne. Invoquer le manque d'autres compétitions internationales n'est plus une option, alors qu'une coupe du monde féminine a eu lieu en 2020 et des championnats du monde en 2021. Que les «combineuses nordiques» se préparent pour Milan-Cortina d'Ampezzo 2026!

ACTU

Jeux sous contraintes

● Du 4 au 20 février, les Jeux de Pékin composent avec le Covid. Les quelque 2 900 athlètes, de 85 pays, sont soumis à l'obligation vaccinale et à un protocole strict: confinement et port du masque hors épreuves, tests quotidiens... Seuls les habitants de Chine pourront les soutenir, au long des 109 compétitions (réparties en quinze disciplines). Mêmes contraintes pour les 78 épreuves paralympiques (du 4 au 13 mars). Autre ombre au tableau, les appels au boycott diplomatique, notamment des États-Unis, et les manifestations des défenseurs des droits de l'homme qui mettent la Chine face à ses actes de répression à Hong Kong et au Tibet, à ses persécutions des Ouïghours (musulmans chinois), et aux informations contradictoires sur la situation de la joueuse de tennis Peng Shuai.

1960

Officialisé, l'hymne olympique créé pour les premiers Jeux d'Athènes (1896) par les Grecs Spýros Samáras et Kostís Palamás est joué à Squaw Valley (États-Unis).

1980

À Lake Placid, l'innovation vient de l'usage de canons produisant de la neige artificielle.

1988

À Calgary (Canada), une équipe jamaïcaine de bobsleigh fait sensation, aventure relatée dans le film *Rasta Rockett* (1993).

1992

Les Jeux d'hiver d'Albertville (France) sont les derniers organisés la même année que ceux d'été.

2002

Record pour les États-Unis qui accueillent leurs quatrièmes J.O. d'hiver (à Salt Lake City), devant les trois de la France et bientôt de l'Italie (2026).

EXTINCTIONS DE MASSE

La sixième a déjà commencé

L'histoire du vivant sur la Terre n'est pas un long fleuve tranquille. À cinq reprises, à cause d'un événement plus ou moins brutal, toujours inéluctable, notre planète a vu s'éteindre 70% à 95% des espèces qu'elle hébergeait. Aujourd'hui, c'est une certitude : les populations d'animaux déclinent à nouveau. Et cette fois, le coupable est bien connu...

Par Nathalie Picard





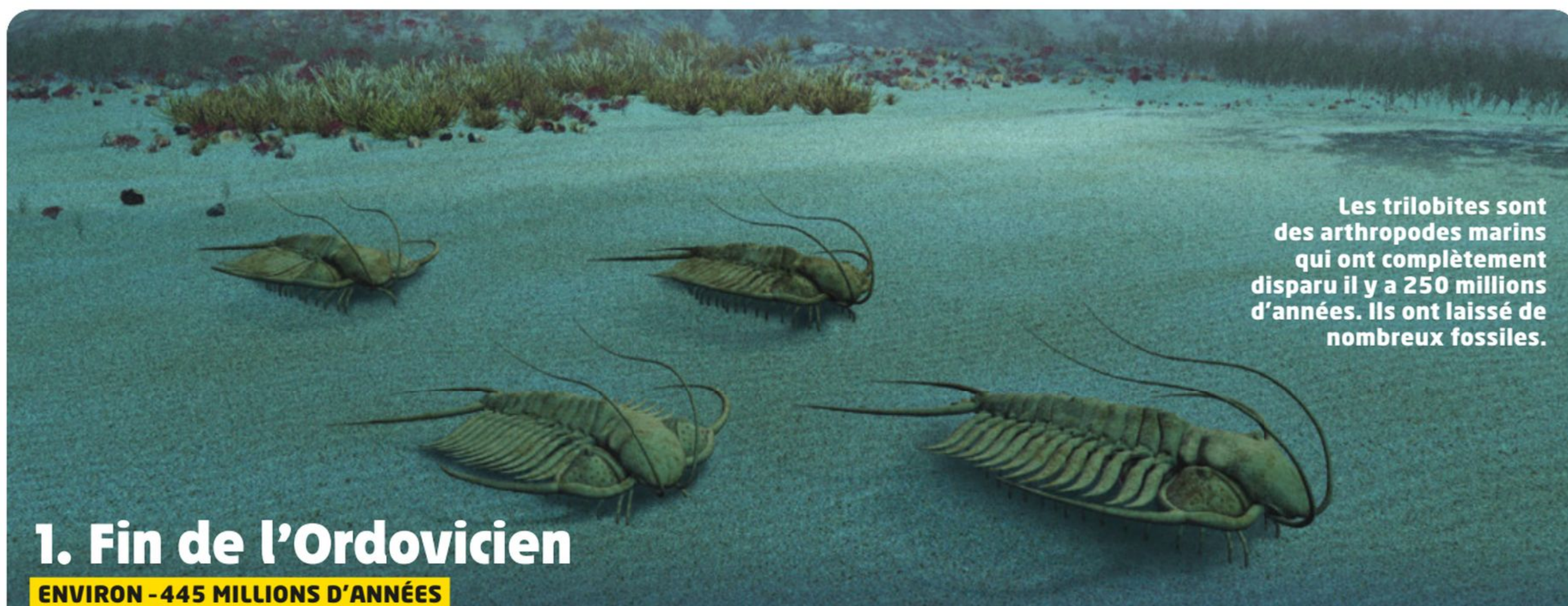
Dans l'épopée de la vie sur Terre, la biodiversité joue aux montagnes russes. La diversité du vivant s'observe à trois niveaux : la variété des gènes, le nombre d'espèces et la richesse des écosystèmes (interactions entre un ensemble d'espèces et son environnement). À cinq reprises, elle a grimpé lentement aux sommets, durant de longues périodes fastes (plusieurs dizaines de millions d'années), avant de chuter brutalement. Les géologues le savent car ils ont analysé les roches sédimentaires. Constituées de morceaux de cailloux, de fossiles ou de minéraux transportés par l'eau ou le vent, puis déposés sur le sol et consolidés, elles forment des strates plus ou moins homogènes dont la composition témoigne de leur époque : ainsi, celles formées lors des phases d'extinction de masse sont quasiment dépourvues de fossiles.

Ces grandes ruptures ont plusieurs points communs. Elles sont rapides à l'échelle des temps géologiques (de l'ordre du million d'années) ; elles touchent l'ensemble de la planète ; elles affectent plusieurs groupes biologiques dans des milieux variés : chacune a décimé 70 % à 95 % des espèces. En général, le phénomène s'est développé de manière insidieuse, sans hécatombe : les

populations sont devenues de moins en moins nombreuses au fil des générations, suivant un lent déclin avant l'extinction. La disparition d'une espèce, en perturbant l'écosystème, en a entraîné d'autres. C'est la théorie des dominos. « Les dominos de la biodiversité sont des espèces et, au-delà d'un certain seuil, l'effondrement des premières entraîne celui des autres jusqu'à ce que des groupes entiers soient atteints, que des écosystèmes basculent et que la biosphère soit en crise », résume Bruno David, auteur du livre *À l'aube de la 6^e extinction* (Grasset, 2021). Ainsi, lors de la dernière crise, il y a 66 millions d'années, l'arrêt de la photosynthèse a provoqué la disparition de la plupart des végétaux dans les mers et sur les continents, ce qui a signé la fin des herbivores, puis des carnivores.

Plus elles sont anciennes et plus les scientifiques ont du mal à expliquer ces extinctions de masse. Les mêmes hypothèses reviennent souvent : éruptions volcaniques massives, chute de météorite, changement climatique, mouvement des plaques de l'écorce terrestre, manque d'oxygène dans les océans... Après la catastrophe vient l'heure du renouveau. Le vide laisse place à de nouvelles formes de vie, et ce vivant métamorphosé remonte peu à peu la pente... jusqu'à la prochaine crise, la sixième en l'occurrence, dont nous vivons les prémices aujourd'hui. 🌱

La Terre a connu 5 extinctions de masse



Les trilobites sont des arthropodes marins qui ont complètement disparu il y a 250 millions d'années. Ils ont laissé de nombreux fossiles.

1. Fin de l'Ordovicien

ENVIRON -445 MILLIONS D'ANNÉES

Taux d'extinction des espèces : **85%**

À l'époque de la première extinction, cela ne fait que 100 millions d'années que les couches géologiques renferment des fossiles variés d'invertébrés (trilobites, nautilus...). La vie se diversifie dans les fonds marins, et les continents n'hébergent quasiment aucun être vivant terrestre. La crise touche donc les espèces marines : 85 % de celles de mollusques, coraux et trilobites disparaissent. Quelle est la cause de cette extinction ? Difficile de remonter aussi loin dans le temps. « La crise coïncide avec une période glaciaire, mais au cours

des temps géologiques, ce type de phénomène n'a pas forcément causé d'extinction », nuance le paléontologue Éric Buffetaut (CNRS). Selon une étude récente, ce refroidissement aurait pu perturber la circulation des eaux océaniques et engendrer un manque d'oxygénation en profondeur. Par ailleurs, la fin de l'Ordovicien se caractérise par des mouvements de plaques tectoniques (ces grands morceaux de lithosphère qui constituent l'enveloppe de la Terre), lesquels ont engendré la formation autour du pôle Sud d'un supercontinent, le Gondwana. Cette nouvelle disposition des mers et des terres a peut-être joué un rôle.



Le *Dunkleosteus* est un genre éteint de poisson géant (jusqu'à 10 m de longueur pour un poids de plus d'une tonne) qui hantait les mers du Dévonien (-416 à -359 millions d'années).

2. Fin du Dévonien

ENVIRON -370 MILLIONS D'ANNÉES

Taux d'extinction des espèces : **75%**

La vie se développe sur les continents, avec quelques plantes primitives, insectes et premiers amphibiens sortis de l'eau. Mais la crise touche là encore essentiellement les espèces marines : coraux, plancton, éponges, trilobites... Les poissons primitifs sont particulièrement affectés. Dans les roches de cette époque, les géologues ont découvert des couches noires riches en matière organique, signe d'anoxie : l'eau des mers et des océans était moins riche en oxygène. Le déclin de la biodiversité pourrait découler de cette mauvaise oxygénation, elle-même liée, selon divers scénarios, à l'impact d'une météorite (peu probable), des éruptions volcaniques, un changement climatique...

3. Fin du Permien

ENVIRON - 252 MILLIONS D'ANNÉES

Taux
d'extinction
des espèces :

90 à
95%

À la fin du Permien, de nombreuses espèces habitent dans les mers et sur les continents, et la perte de biodiversité concerne les deux milieux. C'est la crise la plus dévastatrice. « Elle marque une grande coupure dans l'histoire des êtres vivants : le passage de l'ère Paléozoïque (vie ancienne) à l'ère Mésozoïque (vie moyenne). Des organismes abondants et répandus comme les trilobites (des arthropodes marins) disparaissent totalement », indique Éric Buffetaut. La diversité des reptiles chute drastiquement : le dinogorgon fait partie des victimes, tout comme des espèces de plancton, coraux, fleurs, insectes ou poissons. Pour expliquer cette rupture, les scientifiques ont exploré plusieurs hypothèses : la reconfiguration des plaques en un supercontinent (la Pangée), la baisse du niveau des mers... Mais la plus probable serait le volcanisme. Les couches géologiques de la fin du Permien renferment des coulées de lave exceptionnelles en Sibérie. Ces éruptions volcaniques intenses pourraient avoir perturbé le climat global (voir infographie ci-dessous).



Certains des plus anciens dinosaures terrestres, comme le dimétronon, ont été les premiers à disparaître.

Comment des éruptions volcaniques ont probablement causé la plus grande extinction de tous les temps

Éruptions

Des volcans de Sibérie entrent dans une période d'activité intense. Les éruptions libèrent des quantités de gaz, de cendres et de poussières.

Refroidissement

Les cendres et les poussières émises dans l'atmosphère filtrent le rayonnement solaire, ce qui provoque d'abord un refroidissement.

Réchauffement

Puis, les énormes quantités de carbone libérées créent un effet de serre. Le climat se réchauffe.

Pluies acides

Les gaz émis se dissolvent dans les eaux de pluie, ce qui génère des pluies acides.

Effondrement

Toutes ces perturbations dégradent les habitats. Les populations de nombreux êtres vivants déclinent avant de disparaître.

Acidification des océans

Les océans absorbent le gaz carbonique en excès dans l'atmosphère, sous la forme d'acide carbonique. Ils deviennent plus acides. Par ailleurs, les eaux se réchauffent et des zones mal oxygénées apparaissent en profondeur, causant la mort de nombreux organismes.



BON À SAVOIR : UNE COUCHE D'ARGILE RETROUVÉE DANS LE MONDE ENTIER ET DATANT DE LA DE L'IRIDIUM (UN MÉTAL) ET DES GRAINS DE QUARTZ FRACTURÉS, DES INDICES CONFIRMANT LA



Les reptiles du genre *Ticinosuchus* font partie des nombreuses espèces qui ont disparu lors de la quatrième extinction.

4. Fin du Trias

ENVIRON - 200 MILLIONS D'ANNÉES

Taux d'extinction des espèces : **75%**

Le Trias a marqué le début de l'ère Mésozoïque (vie moyenne). Sur les continents, la végétation s'est développée, notamment les conifères, et commence à ressembler à la flore actuelle. Par ailleurs, les reptiles se sont diversifiés et les premiers dinosaures sont apparus vers -230 millions d'années. Les ancêtres des mammifères auraient également émergé à cette époque. À la fin du Trias, de nombreux reptiles disparaissent et les ammonites sont au bord de l'extinction. Ce serait une crise longue, peut-être en deux phases, dont les causes restent méconnues. « Aucun phénomène exceptionnel ne se déclare à l'époque (...) : ni impact, ni glaciation, ni réchauffement, si ce n'est un sursaut du volcanisme et de la tectonique des plaques qui commence à séparer l'Amérique du Nord de l'Afrique, mais dont le synchronisme avec les extinctions et surtout la causalité sont loin d'être prouvés », résume le géologue Charles Frankel dans *Extinctions. Du dinosaure à l'homme*, (éd. du Seuil, 2016).

Apparues durant le Dévonien, les ammonites (des mollusques céphalopodes, ici un fossile) se retrouvent au bord de l'extinction.



5. Crétacé - Tertiaire

ENVIRON - 66 MILLIONS D'ANNÉES

Taux d'extinction des espèces :

70 à 75%

Dans toute extinction de masse, il y a des perdants et des gagnants. La crise entre le Crétacé et le Tertiaire (dite K-T) l'illustre parfaitement : ses grands perdants sont les ammonites (mollusques à coquille enroulée), les dinosaures et les reptiles volants, et ses gagnants les mammifères, dont l'incroyable épopée a donné naissance aux humains. Après cette extinction de masse, le monde vivant est radicalement différent de celui d'avant : on passe du Mésozoïque au Cénozoïque (ère de la vie moderne) dans l'échelle des temps géologiques. Encore une fois, la liste des victimes est longue :

D'une chute de météorite à une extinction mondiale

Impact

Une météorite d'environ 10 km de diamètre fonce sur la Terre à 20 km/s. La collision libère une énergie équivalente à six milliards de fois la bombe Hiroshima. Une cavité de 180 km de diamètre se forme : le cratère de Chicxulub, situé dans le golfe du Mexique.

Incendies

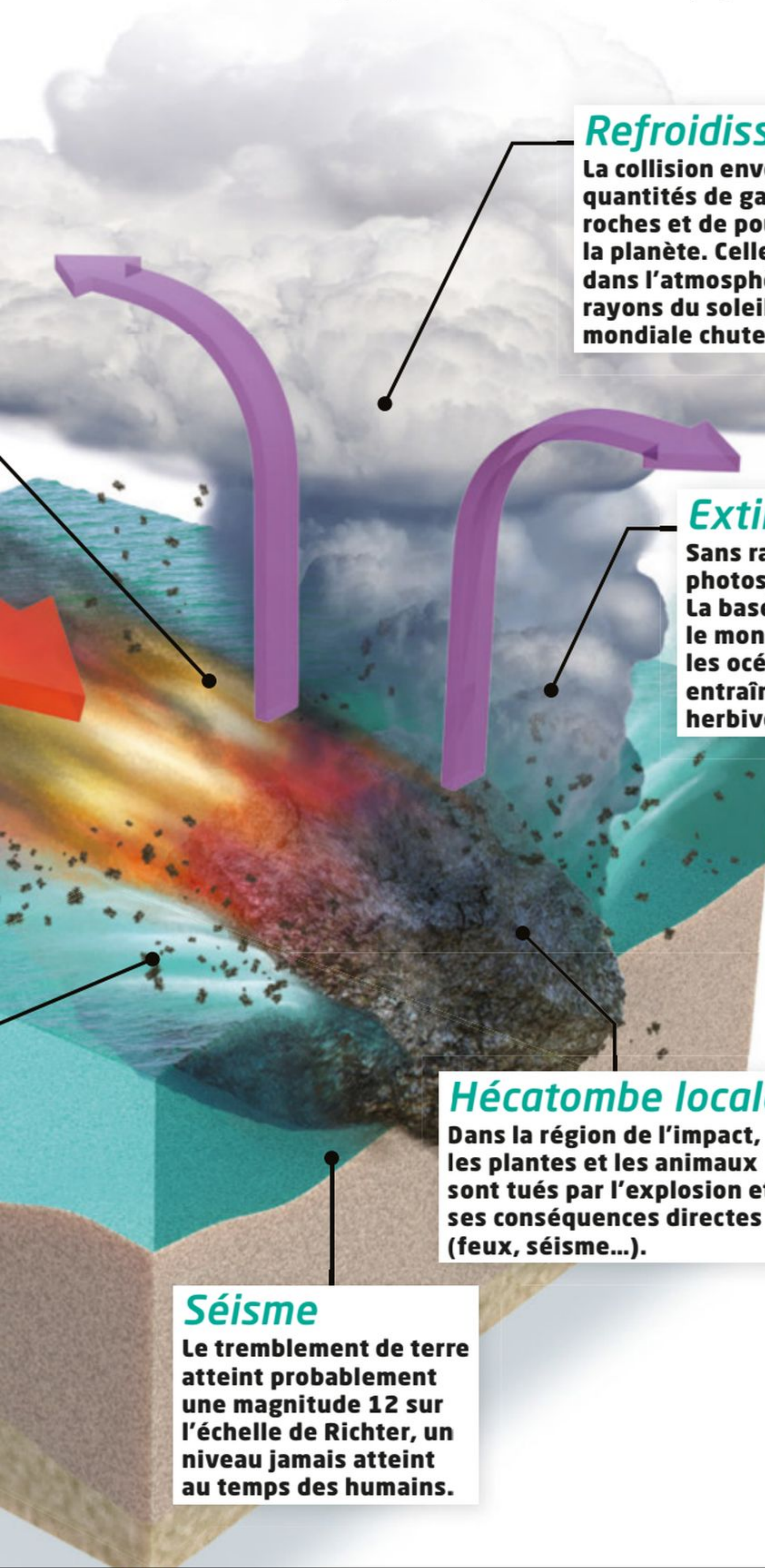
Tout est consumé dans un rayon d'au moins 1 500 km autour de l'impact.

Tsunami

Les ondes de l'impact se propagent en mer et génèrent le long des côtes des vagues d'une centaine de mètres de hauteur.

toutes les ammonites et tous les dinosaures s'éteignent, sauf ceux à plumes, à l'origine des oiseaux. Les grands reptiles disparaissent, tels les ptérosaures (volants), les mosasaures et les plésiosaures (aquatiques). De nombreux mollusques, plantes, coraux, poissons et invertébrés manquent à l'appel. La faune d'eau douce s'en sort mieux que celle des mers. Par ailleurs, « aucun animal terrestre de plus de 25 kilos n'aurait survécu », complète Éric Buffetaut, auteur de *Sommes-nous tous voués à disparaître ?* (éd. du Cavalier Bleu, 2020). La fin de règne des groupes dominants, dinosaures en tête, modifie complètement le paysage vivant. Après la crise, la Terre est peuplée de petits animaux (reptiles,

amphibiens, poissons, oiseaux...). Les petits mammifères se diversifient et colonisent de nouveaux habitats. La végétation reprend elle aussi ses droits : d'abord des fougères, quelques arbres, des plantes à fleurs... Longtemps, deux hypothèses ont cohabité pour expliquer le « Big Five », surnom donné à cette cinquième extinction : un épisode volcanique intense ou l'impact d'une météorite géante. La première trouve sa source en Inde, où des épanchements de lave basaltique ont été retrouvés sur des centaines de milliers d'années. Mais depuis la découverte du cratère météoritique en 1980, au Mexique, les arguments s'accroissent en faveur de la seconde.



Refroidissement
La collision envoie de gigantesques quantités de gaz (soufre), de roches et de poussières sur toute la planète. Celles-ci, propulsées dans l'atmosphère, masquent les rayons du soleil. La température mondiale chute d'environ 10 °C.

Extinctions en chaîne
Sans rayonnement solaire, la photosynthèse devient impossible. La base de la chaîne alimentaire, le monde végétal, s'éteint dans les océans et sur les continents, entraînant la disparition des herbivores et des carnivores.

Hécatombe locale
Dans la région de l'impact, les plantes et les animaux sont tués par l'explosion et ses conséquences directes (feux, séisme...).

Séisme
Le tremblement de terre atteint probablement une magnitude 12 sur l'échelle de Richter, un niveau jamais atteint au temps des humains.



Le cratère de Chicxulub (dans le golfe du Mexique) au moment de sa formation, il y a environ 66 millions d'années.



Le règne des dinosaures s'achève définitivement, laissant la place aux petits mammifères.

Nous voici au seuil de la sixième

Déclin de populations à grande échelle, disparition d'espèces en tout genre sur un rythme qui s'accélère... Tous les indicateurs convergent : nous entrons dans la sixième extinction de masse, celle de notre époque, l'Holocène.



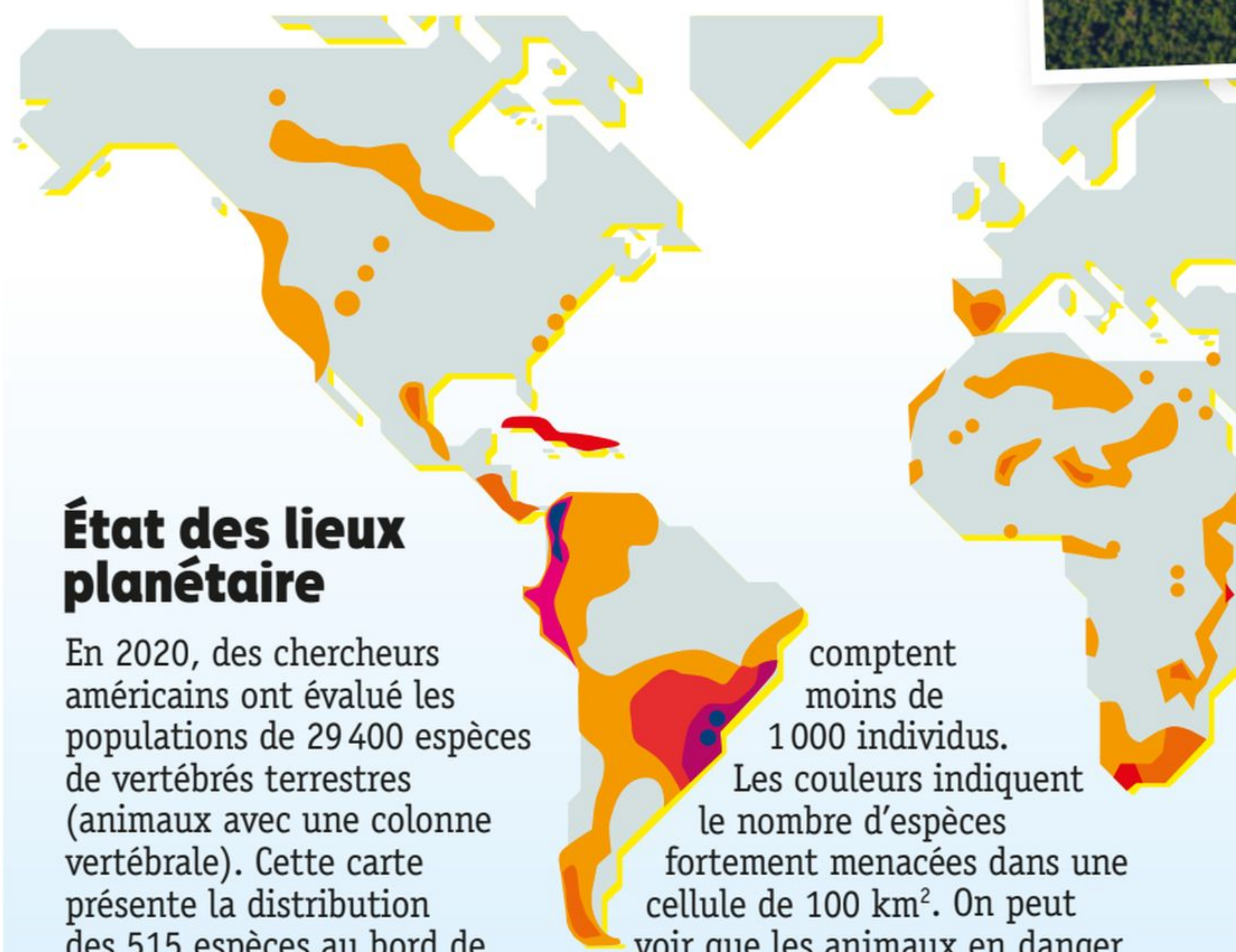
Plus de 38 500 espèces sont aujourd'hui menacées d'extinction, alerte l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), qui tient la Liste rouge mondiale des espèces menacées. On entend souvent parler d'animaux emblématiques comme le panda, l'éléphant ou le tigre, mais ils ne représentent que la partie émergée de l'iceberg. Car en réalité, ce déclin concerne toutes sortes d'êtres vivants : oiseaux, plantes à fleurs, insectes, grenouilles, arbres, champignons... Au niveau mondial, la menace touche 26 % des mammifères, 41 % des amphibiens, 34 % des conifères et 14 % des oiseaux, d'après les scientifiques de l'UICN, qui évaluent les espèces selon des critères comme la taille de la population, le taux de déclin ou l'aire de répartition géographique. Ensuite, ils les classent dans plusieurs groupes, de « préoccupation mineure » à « éteinte ». Entre les deux, les espèces menacées sont « vulnérables », « en danger » ou « en danger critique ». Toutes les régions du globe sont atteintes. Parmi les animaux les plus touchés en France, il y a par exemple le vison d'Europe, dont il reste moins de 250 individus dans le pays, ou l'iguane des petites Antilles.

Des chiffres sous-estimés

Ce constat est d'autant plus inquiétant que l'on connaît mal la biodiversité sur Terre. Les scientifiques ne savent pas précisément combien d'espèces existent – 8 à 12 millions selon les estimations – et ils n'en ont décrit que 2 millions. L'UICN en a évalué 140 000 environ. À ce jour, la Liste rouge recense 900 espèces éteintes au cours des 500 dernières années, comme la pipistrelle de l'île Christmas en Australie (une petite chauve-souris), l'otarie du Japon ou la violette de Cry en France. Neuf cents

extinctions, cela semble peu au regard des millions d'espèces existantes, mais ce chiffre est sous-estimé. Pour affiner leur diagnostic, les scientifiques calculent des vitesses d'extinction, qu'ils comparent à celles des temps passés. « Le rythme d'extinction de la crise actuelle est *a minima* le même que celui des crises précédentes, et sûrement plus rapide. Nous sommes au début de la sixième crise d'extinction de masse », insiste Bruno David, président du Muséum national d'histoire naturelle.

Les chercheurs suivent également l'évolution du nombre d'individus au sein des populations.



État des lieux planétaire

En 2020, des chercheurs américains ont évalué les populations de 29 400 espèces de vertébrés terrestres (animaux avec une colonne vertébrale). Cette carte présente la distribution des 515 espèces au bord de l'extinction, comme la tortue géante des Galápagos ou le rhinocéros de Sumatra, qui

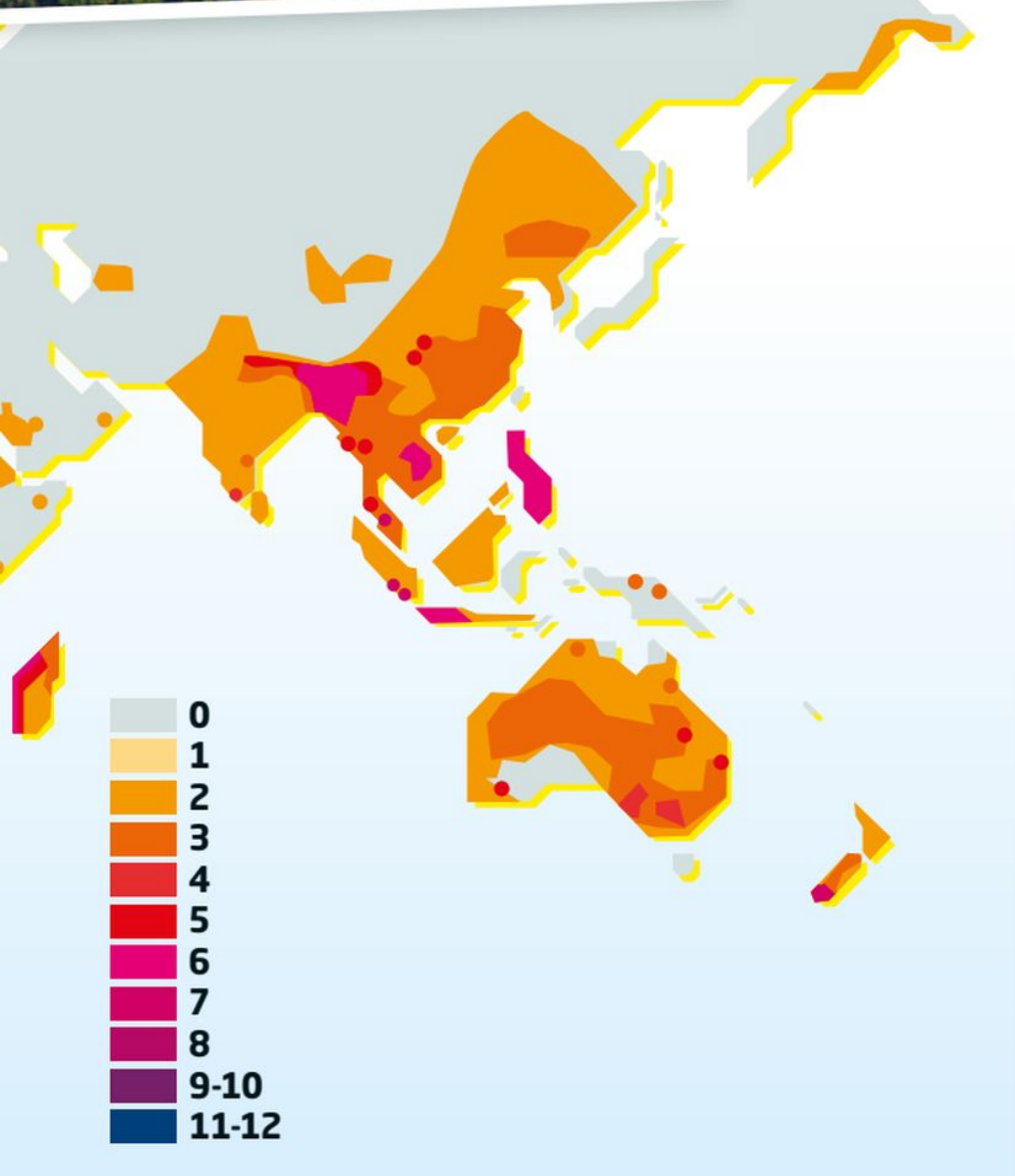
comptent moins de 1 000 individus. Les couleurs indiquent le nombre d'espèces fortement menacées dans une cellule de 100 km². On peut voir que les animaux en danger se concentrent dans des espaces à forte activité humaine.

Source : Ceballos and all, PNAS, 2020

Une espèce en compte de moins en moins, jusqu'à ne plus pouvoir se reproduire, puis s'éteindre. En 2019, une étude alertait sur la disparition des oiseaux en France : les populations des zones agricoles ont chuté d'un tiers en quinze ans. En Europe, les campagnes ont perdu 55% de leurs oiseaux depuis 1980. Cet effondrement est lié à celui des insectes, leur aliment de prédilection durant la reproduction. Selon des travaux de 2017, plus de 75% des insectes volants ont disparu en vingt-sept ans en Allemagne. Chacun peut le constater après un long trajet en voiture : alors qu'elles étaient constellées d'insectes écrasés il y a vingt ans, les vitres sont quasi intactes aujourd'hui. C'est ce que les scientifiques nomment « l'effet pare-brise ». En cause, les activités humaines : agriculture intensive, introduction d'espèces invasives, changement climatique... « C'est la première crise d'extinction causée par une espèce, l'être humain », pointe Bruno David, qui invite à agir : « Les humains sont à l'origine du problème, donc des solutions ».



La déforestation (ici en Amazonie), qui détruit l'habitat de nombreuses espèces, fait partie des causes de cette sixième extinction.



5 espèces en danger

1 Le rhinocéros de Java



Il ne resterait que 68 animaux (29 adultes mâles, 24 femelles et 15 juvéniles) dans un parc national sur l'île de Java, en Indonésie. Autrefois, ils habitaient dans toute l'Asie du Sud-Est, mais ils ont été chassés pour les prétendus bienfaits médicinaux de leurs cornes.

2 Le gorille des montagnes

La population de ce grand singe compterait 1 004 individus dans les forêts des Grands Lacs africains (Afrique centrale). Un chiffre en hausse, mais l'espèce est toujours menacée à cause de la disparition de son habitat, du braconnage et des maladies transmises par l'homme.



3 L'éléphant d'Asie



Sa population a chuté de 50% en soixante-quinze ans et les 40 000 individus restants voient leur habitat se dégrader. Les éléphants se font aussi braconner pour leurs défenses en ivoire et leur peau.

4 L'orang-outan

Ce grand singe des forêts humides, autrefois répandu dans toute l'Asie, ne subsiste que sur deux îles, à Sumatra (15 300 individus) et à Bornéo (104 700 individus), en Indonésie et en Malaisie. En cause, la déforestation pour la culture de palmiers à huile et la chasse.



5 Le vaquita



Ce petit marsouin du golfe de Californie, au Mexique, est le mammifère marin le plus menacé sur la planète. Piégée dans les filets de pêche, la population de vaquitas ne comptait plus que 30 individus en 2016. Malgré l'interdiction récente de ces filets, l'extinction semble difficile à éviter.

Il est encore possible de l'arrêter

À l'origine de la sixième crise d'extinction, il n'y a ni éruption volcanique ni chute de météorite, mais la responsabilité d'une espèce : l'humain. On peut le voir comme une bonne nouvelle : si nous en sommes la cause, nous avons toutes les cartes en main pour renverser la vapeur.

Aujourd'hui, les raisons du déclin de la biodiversité sont bien connues. En 2019, l'IPBES (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques), organisation internationale de référence, a classé les cinq grandes causes.

La première est le changement d'usage des sols. Par exemple, lorsqu'on abat des arbres pour cultiver des plantes ou agrandir une ville, on perturbe, fragmente et détruit l'habitat de nombreux êtres vivants.

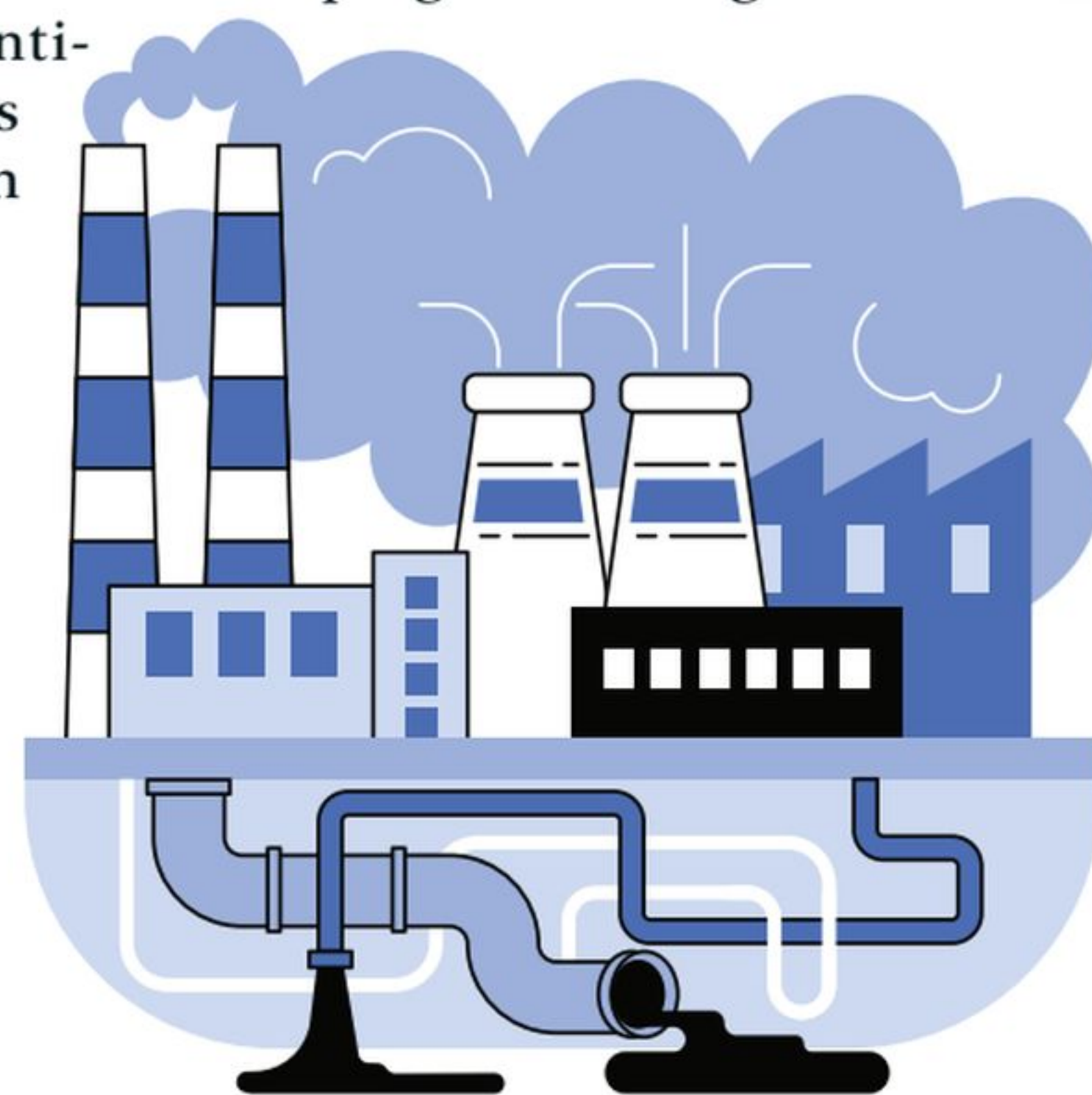
Pour mieux connaître les endroits dont ils ont besoin pour vivre, se nourrir ou se reproduire, les scientifiques suivent des populations par satellite (*voir page de droite*). L'objectif ? Préserver ces refuges de biodiversité.

Deuxième menace, l'exploitation, légale ou illégale, des ressources naturelles : surpêche (un poisson sur trois concerné), braconnage, trafic d'animaux sauvages... La Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Cites) en protège plus de 37 000 qui sont mises en péril par le commerce.

La troisième cause est le changement climatique, qui perturbe les écosystèmes et les comportements animaliers. Par exemple, certains oiseaux migrateurs se reproduisent plus tôt et peinent à trouver des insectes pour nourrir leurs oisillons.

Quatrième facteur, les espèces exotiques envahissantes : introduites par les humains, elles menacent la biodiversité locale. C'est le cas de la coccinelle asiatique ou de l'écureuil gris d'Amérique.

Enfin, la dernière raison est la pollution, comme les pesticides, nocifs pour les insectes et les oiseaux. Pour freiner l'érosion de la biodiversité, il faut mieux la connaître, mettre en œuvre des plans de conservation, protéger les milieux naturels, réduire la pollution... Un vaste programme où gouvernements, scientifiques, associations et citoyens sont en première ligne.



3 QUESTIONS À...



Christel Delmas

Responsable du pôle télémétrie (environnement et climat) à CLS (Collecte Localisation Satellites), filiale du CNES (Centre national d'études spatiales) chargée du système Argos

« En suivant les trajectoires des animaux, on peut mieux les protéger »

1 Comment ça marche : À quoi sert le système Argos ?

Christel Delmas : Il permet de suivre des populations d'animaux sur toute la planète via des satellites. Grâce aux balises placées sur ces animaux, on peut analyser leurs trajectoires et l'impact des activités humaines, ce qui permet *in fine* de mieux les protéger. En quarante ans, Argos a changé notre vision des migrations sur la planète. Nous avons découvert des lieux de ponte de tortues marines, le comportement des ours polaires, des baleines...

2 CCM: Vous suivez notamment des oiseaux migrateurs...

C. D. : En effet, leurs voyages et leurs escales sont affectés par les activités humaines et le changement climatique. Avec le projet Migr-Safe, nous souhaitons comprendre comment ces perturbations affectent leurs comportements, afin de préserver les endroits dont ils ont besoin pour vivre, se nourrir, se reproduire, se déplacer... Les données de localisation combinées à d'autres informations (comme l'usage des sols) alimenteront un outil d'aide à la décision pour les gestionnaires de territoire, avant d'implanter une nouvelle route, une zone d'activité, etc. Notre expérimentation va débuter en Nouvelle-Aquitaine.

3 CCM: Le système s'adapte-t-il à tous les animaux ?

C. D. : Le poids des balises ne doit pas être trop élevé par rapport à celui de l'animal. Aujourd'hui, elles sont de plus en plus légères : 2 grammes minimum, contre 100 à 200 grammes auparavant. Nous commençons donc à équiper de plus petits animaux, des tortues juvéniles par exemple. Notre objectif est d'atteindre les microgrammes d'ici à 2030, et pourquoi pas un jour équiper des insectes. Par ailleurs, nous développons l'intelligence artificielle embarquée sur des colliers, afin de détecter les comportements animaliers. Enfin, avec notre filiale Kinéis, nous préparons le lancement d'une constellation de 25 nanosatellites Argos en 2023, pour pouvoir suivre des centaines de milliers d'animaux.

Des tortues suivies à la trace

Le système Argos de localisation et de collecte de données par satellite participe à la protection de la tortue verte, une espèce menacée, en Martinique.

1. Balises Argos

Trente tortues marines ont été équipées d'une balise Argos. Celle-ci émet toutes les 90 à 200 secondes un message sous la forme d'ondes.

2. Satellites

Un réseau de sept satellites parcourt la Terre sur une orbite polaire à 850 km d'altitude. Ils reçoivent les messages émis par les balises, les enregistrent et les retransmettent au sol.

3. Réception des données

Sur Terre, près de 70 antennes collectent les données des satellites en temps réel. En Norvège, en Virginie et en Alaska (États-Unis), trois stations de réception les recueillent.

4. Traitement des données

Deux centres traitent les informations à Washington (États-Unis) et à Toulouse. Des ordinateurs calculent les localisations et les fournissent aux utilisateurs, comme le scientifique Damien Chevallier (CNRS). Ce dernier travaille sur les tortues vertes immatures, qui grandissent durant dix à quinze ans en Martinique.

5. Analyse

L'analyse des données d'Argos et d'autres capteurs a permis d'identifier les zones où les tortues séjournent selon le moment de la journée. Le Parc naturel marin de Martinique projette d'interdire les activités humaines dans ces zones quand les tortues sont présentes.

INTERVIEW

BRIGITTE GOTHIÈRE

« On s'autorise aujourd'hui à se demander s'il est légitime de tuer des animaux »

Cofondatrice de l'association L214, qui lutte depuis près de quinze ans pour la fin des élevages intensifs ou de la pêche industrielle et le développement de l'alimentation végétale, Brigitte Gothière voit sa cause avancer doucement mais sûrement. Elle la défend avec ferveur en cette année d'élection présidentielle.

Par Sophie Noucher

Rien ne prédestinait cette ancienne professeure d'électricité à devenir un chantre de la défense animale. Pourtant, il a suffi que son compagnon, Sébastien Arzac, ait un déclic en lisant une BD sur Bouddha il y a une vingtaine d'années pour que Brigitte Gothière, 49 ans aujourd'hui, le suive dans sa décision de ne plus manger d'animaux. Depuis, le couple lutte pour la fin des élevages intensifs et une alimentation végétale. Les vidéos chocs sur les conditions de vie des bêtes entassées au mépris de leurs besoins élémentaires ou sur leur sort dans les abattoirs ont fait la notoriété de leur association,

créée en 2008. Ils l'ont nommée L214, d'après l'article du Code rural qui stipule que tout animal doit être placé « dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce ». Leurs images, telles que celles des poussins mâles broyés dans une usine de production de poules pondeuses, nous mettent face à la violence du système.

À l'approche de l'élection présidentielle, Brigitte Gothière demande des engagements aux candidats. En attendant, elle a relayé en ce début d'année la deuxième campagne du « Veganuary », un challenge né au Royaume-Uni qui proposait de s'essayer à l'alimentation végétale pendant tout le mois de janvier. 🌱



Une activiste de l'association L214, à Montpellier.

Comment ça marche : Comment est né votre engagement en faveur des animaux ?

Brigitte Gothière : La préoccupation des autres a toujours été présente dans ma famille et je me suis moi-même engagée auprès de la Croix-Rouge à l'âge de 18 ans. Puis j'ai rencontré Sébastien [Arzac, son compagnon et cofondateur de L214, NDLR] et nous avons pris un chemin commun : celui des luttes sociales. Un jour, Sébastien, petit-fils d'éleveur et de boucher, a lu une BD montrant le Bouddha Siddhartha devant un cochon mort et jugeant ses souffrances

bien faibles face à celles des animaux qu'on sacrifie pour notre plaisir gustatif. Sébastien, qui mangeait du lard en lisant, s'est exclamé : « C'est un cochon ! ». En cinq minutes, nous avons décidé de ne plus manger d'animaux. Et depuis trente ans, nous n'avons pas dérogé à cette règle.

« Trois millions de bêtes sont tuées chaque jour en France dans les abattoirs »

CCM : Pensez-vous que la population soit en train de vivre la même prise de conscience que vous ?

B. G. : Je crois qu'aujourd'hui les gens ont compris ce qu'est un élevage intensif : des animaux entassés et globalement très malheureux. Pour autant, tout le monde n'est pas conscient de l'ampleur du phénomène. Le marketing industriel est là pour rassurer avec des images de prés verdoyants et de jolies fermes. Or, 80 % de la viande consommée provient d'élevages intensifs. Ce sont 3 millions d'animaux tués chaque jour en France dans les abattoirs.

**BIO EXPRESS****1973**

Naît à Nancy.

1991

Obtient un bac E (sciences et technologie) à Clermont-Ferrand.

1995

Deviens enseignante en électricité après une maîtrise en électronique et électrotechnique.

2000

Cesse d'enseigner pour se consacrer à du bénévolat militant à plein temps.

2008

Cofonde l'association L214, dont elle devient salariée en 2011.

© L214.com

« Il faut réduire notre consommation de viande si l'on veut envisager des conditions d'élevage correctes »

On sait que ce qui s'y passe est terrible, mais les subventions européennes continuent à être orientées vers ces élevages.

CCM: Parlez-nous de la zootechnie, cette science développée au XIX^e siècle qui a participé à la transformation des élevages...

B. G.: Elle est née avec l'objectif de faire grossir plus et plus vite les animaux, par la sélection génétique, l'alimentation ou

les conditions d'élevage. On a, par exemple, sélectionné génétiquement les truies pour augmenter le nombre de leurs mamelles et leur permettre d'allaiter davantage de porcelets. On a optimisé l'alimentation des poulets de chair afin qu'ils grossissent quatre fois plus vite que dans les années 1950 - ils atteignent 1,5 kg en trente jours, contre environ cent vingt jours autrefois - et on les entasse dans des cages car on n'a



aucun intérêt à ce qu'ils brûlent des calories en gambadant. En contrepartie, ils souffrent de problèmes respiratoires, cardiaques et moteurs.

CCM: La recherche en zootechnie continue de nos jours, avec des expériences incroyables comme celle des « vaches à hublot »...

B. G.: On observe l'intérieur d'animaux vivants depuis le XIX^e siècle. La « vache à hublot » est « modifiée ». On l'ouvre au niveau de l'estomac et on pose un hublot transparent ...

La pratique des « vaches à hublot » à des fins d'expérimentation pourrait être abandonnée d'ici à 2025.

... pour étudier sa digestion. Il existe au moins deux centres de recherche en France, privé et public, qui pratiquent cette technique. La recherche sur la productivité des animaux est encore très présente.

CCM: Pourtant, concernant l'élevage, une directive européenne de 1998 indique que « les méthodes susceptibles de causer des souffrances » ne doivent pas être pratiquées. Pourquoi ne parvient-on pas à élever les animaux sans les faire souffrir? Est-ce un problème de réglementation, ou bien est-ce à cause des quantités que nous consommons?

B. G.: Les deux. D'abord, en ce qui concerne les poulets par exemple, la réglementation européenne autorise 33 kg/m², mais il est possible de monter à 42 kg/m². En France, 80% des poulets élevés sont entassés à 42 kg/m², soit jusqu'à 22 poulets sur 1 m² en bâtiment. Et comme 1% seulement des exploitations d'élevage [le ministère de l'Agriculture en recense 172 000, NDLR] sont contrôlées chaque année, il faudrait un siècle pour que cela change.

Ensuite, nous mangeons autour de 85 kg de viande par personne et par an. C'est énorme et cela ne permet pas d'envisager des conditions d'élevage correctes. D'un point de vue environnemental et social, il faut réduire la consommation. L'alimentation, qui représente 40% de notre impact en CO₂, avant le chauffage, les transports



L'élevage en batterie représente 80% de la production française de poulets.



Les membres de L214 militent régulièrement devant les fast-foods pour leur demander de cesser de s'approvisionner en viande issue d'élevage intensif.

ou l'isolation de la maison, est six fois moins impactante pour le réchauffement lorsqu'elle est vegan plutôt que locale et bio. Mais d'un point de vue philosophique et éthique, je pense qu'il faut tout simplement arrêter de tuer les animaux.

CCM: Vous demandez aux candidats à l'élection présidentielle des décisions fortes, comme la fin des élevages intensifs et de la pêche industrielle. Cela ne risque-t-il pas de supprimer de nombreux emplois?

B. G.: Nous leur demandons de s'engager à réduire de 50% la consommation de viande, lait et poisson en cinq ans. Baisser la consommation, cela veut dire avant tout réduire nos importations. Et il faut savoir que les fermes de plein air créent six fois plus d'emplois que les élevages intensifs. Nous réclamons également une démocratisation de la cuisine végétale, encore marginale. Nos habitudes alimentaires se sont forgées autour de la viande, dont la consommation n'a cessé d'augmenter après la Seconde Guerre mondiale. Or, les restaurateurs qui découvrent une nouvelle façon de cuisiner, végétale, sont en général ravis! Nous organisons des formations de chefs dans les écoles hôtelières



et référençons 3 000 restaurants qui ont accepté de proposer au moins un menu vegan.

CCM: Que pensez-vous de l'antispécisme (qui refuse toute hiérarchie entre les espèces)?

B. G.: Les êtres humains se sont donné tous les droits sur les autres espèces. Pourtant, les différences entre les animaux et nous ne justifient pas les traitements que nous leur imposons. L'antispécisme, c'est voir les animaux comme des cohabitants de notre planète, et non des êtres à notre disposition. Il s'agit de réinventer nos relations. Cette philosophie avance: on s'autorise aujourd'hui à se demander si l'on est légitime à tuer les animaux pour les manger, alors qu'on n'en a pas besoin. Les jeunes, d'ailleurs, sont moteurs dans ce questionnement!

Dans les abattoirs, les porcs reçoivent un choc électrique censé les tuer rapidement. Il faut parfois s'y reprendre à cinq fois pour y parvenir...

« Les différences entre les animaux et nous ne justifient pas les traitements que nous leur imposons »

DÉCOUVREZ AUSSI...

ARGENT SANTÉ PRATIQUE BIEN-ÊTRE CUISINE DROIT

RÉPONSE À TOUT!

À GAGNER
12 LOTS
DE 2 SOINS BIO

TRANSPORT
Le casse-tête de la circulation en ville



ANIMAUX
Gare à la calicivirose chez le chat



COMPARATIF
Les meilleurs lave-linge séchants

Dormir, la clé du bonheur!

- Les bienfaits du sommeil sur la santé
- Quel matelas choisir pour une nuit zen ?
- Les astuces qui marchent



CUISINE
Nos recettes fromagères pour épater vos amis



EN VENTE CHEZ VOTRE MARCHAND DE JOURNAUX



La chimie du MAQUILLAGE

Au fil de l'histoire, l'utilisation et la composition des produits de beauté n'ont cessé d'évoluer, jusqu'à devenir une affaire de chimistes. Quelle science se cache derrière le maquillage moderne? Les cosmétiques sont-ils vraiment sans danger?

Par Lise Gougis

Depuis au moins cinq mille ans, il souligne les yeux, sublime le teint, habille les lèvres... Et bien avant d'être l'apanage des femmes, le maquillage était également employé par les hommes. Car dans l'Égypte ancienne, où l'on retrouve les premières traces de son utilisation, il avait une dimension spirituelle avant d'avoir une fonction esthétique. Les Égyptiens

appliquaient du khôl, un fard gras noir, en un trait horizontal du coin de l'œil vers l'oreille pour rendre la vue à Horus, dieu protecteur du pharaon qui, selon la légende, perdit un œil dans sa lutte avec Seth, le dieu des forces du mal. Ce maquillage avait en plus des vertus médicinales. Une étude de 2010 a montré que les sels de plomb qu'il contenait en quantités infimes avaient pour effet de stimuler la réponse immunitaire et de prévenir les

infections de l'œil. Le khôl formait ainsi une protection face au climat aride et sableux qui attaquait les yeux.

Des pigments à base de métaux

Les Grecs anciens aussi se maquillaient, surtout les femmes célibataires dont les joues et les lèvres étaient rosies par de la mûre écrasée pour attirer les regards. On en sait moins sur son utilisation au Moyen



Produits entamés Gare aux bactéries !

Ce n'est pas parce que le maquillage est conçu selon des règles microbiologiques strictes et qu'il contient des conservateurs que l'on peut l'utiliser indéfiniment une fois ouvert. Dans une étude de 2019, des chercheurs britanniques ont analysé 467 produits cosmétiques entamés. Résultat : 70 à 90 % d'entre eux étaient contaminés par des bactéries pathogènes, principalement *Escherichia coli* et *Staphylococcus*, pouvant causer des irritations, des infections cutanées voire une septicémie, une infection du sang. Entre cent et mille germes ont été dénombrés sur les rouges à lèvres, gloss, eyeliners et mascaras, et jusqu'à un million sur les « blenders », ces éponges qui servent à appliquer le fond de teint, sachant qu'une centaine d'entre eux suffit à provoquer une infection. D'où l'importance de prêter attention à la date d'expiration de ces produits, généralement comprise entre trois et douze mois, et de bien nettoyer son matériel.

Âge, mais à la Renaissance, le maquillage devint un marqueur social. La blancheur du visage était alors de rigueur pour les nobles qui se fardaient à outrance avec une poudre fabriquée à partir de céruse, un pigment blanc à base de plomb, rehaussée par du fard à joues rouge, à base de sulfure de mercure. Sauf qu'à la longue, ces produits issus de métaux provoquaient un vieillissement prématuré de la peau. Leur toxicité fut pointée du doigt

au XVIII^e siècle par les médecins qui souhaitèrent dès lors contrôler la production des cosmétiques, jusque-là très artisanale.

Il fallut finalement attendre la fin du XIX^e siècle pour que le maquillage devienne un produit commercial encadré. Ainsi, le premier bâton de rouge à lèvres fut conçu en 1880 par la marque française Guerlain à partir de cire d'abeille et d'huile de ricin, la recette de base encore utilisée aujourd'hui. C'est aussi à ...

... cette époque que le chimiste franco-britannique Eugène Rimmel développa le mascara, à partir d'un distillat de pétrole, la vaseline. Un cosmétique nouveau qui gagna en popularité dans les années 1920, grâce au cinéma muet qui l'utilisa pour accentuer les expressions du visage.

L'envers du décor

Depuis, les produits de maquillage sont devenus une véritable industrie qui pèse lourd au niveau mondial, près de 450 millions d'euros en 2020, et pourrait atteindre 650 millions d'euros en 2025. Les produits n'ont cessé de se diversifier et de se réinventer, à l'image du rouge à lèvres qui peut désormais changer de couleur au contact des lèvres et offrir une teinte personnalisée. Un effet chimique dû à un colorant appelé «Red 27», qui réagit avec l'hydratation et le pH de la peau.

Mais l'innovation s'accompagne aussi de suspicions autour de la composition du maquillage et des effets de certains ingrédients pour la santé et l'environnement. Des silicones utilisés comme émoullissants pour adoucir la peau, comme le cyclo-tetrasiloxane, ou des filtres anti-UV présents dans les crèmes solaires et fonds de teint, tel l'éthylhexyl méthoxycinnamate, sont suspectés d'être des perturbateurs endocriniens, des substances qui interfèrent avec le fonctionnement de notre système hormonal. En 2021, une étude a montré que près de la moitié des rouges à lèvres et mascaras commercialisés en Amérique du Nord contiennent des substances perfluoroalkylées, qui aident à les rendre brillants et waterproof, alors qu'elles sont potentiellement cancérigènes et peuvent polluer les sols et les nappes phréatiques... De plus en plus d'entreprises de cosmétiques se tournent donc aujourd'hui vers la chimie verte pour développer des formules plus propres et sûres pour la santé. Le défi étant que ces produits restent tout aussi performants! 🌱

L'industrie des cosmétiques pèse lourd: près de 450 millions d'euros en 2020

Que contient le maquillage ?

Les produits cosmétiques peuvent renfermer entre quinze et cinquante ingrédients. Mais la base reste la même: de l'eau sert de liant aux pigments et aux agents texturants comme les épaississants, qui augmentent la viscosité; des émoullissants, généralement de la cire et des huiles, aident à hydrater la peau; des émulsifiants, comme les polysorbates, permettent d'obtenir un produit homogène en empêchant l'huile et l'eau de se séparer; tandis que des conservateurs, tels les alcools et acides, prolongent sa durée de vie en prévenant le développement de micro-organismes. Sans oublier le parfum, qui va rendre le produit agréable à utiliser.



Mascara

À l'origine, il se présentait sous la forme d'un petit bloc compressé qui devait être frotté avec de l'eau pour former une pâte à appliquer sur les cils à l'aide d'une brosse, avant d'être proposé sous forme de tube avec applicateur en 1957. Les pigments qui confèrent au mascara sa couleur noire intense tant recherchée sont le carbone ou l'oxyde de fer. Les formules waterproof ont la particularité de contenir un solvant organique, l'isododécane, qui permet au mascara de résister à l'eau.



Fond de teint

Le premier fond de teint commercialisé dans les années 1930 par un maquilleur d'origine polonaise, Max Factor, était une poudre compacte que l'on devait humecter avant de l'appliquer. Il existe aujourd'hui sous forme liquide, au rendu plus naturel, et pour toutes les couleurs de peau grâce à des pigments comme les oxydes de fer. Il est plus ou moins couvrant selon le type d'épaississant qu'il contient: l'argile favorise l'absorption de l'eau et des huiles pour obtenir une consistance plus dense, alors que la gélatine peut se diluer avec de l'eau pour donner un fluide moins épais.



Fard à paupières

L'ingrédient de base est une poudre à base de mica (un minéral brillant), de talc ou d'argile blanche, à laquelle sont ajoutés des composés de zinc ou du magnésium pour que le fard adhère bien aux paupières. Mais ce qui lui donne sa couleur unique, ce sont les pigments. Ils peuvent être organiques (d'origine animale ou végétale) ou minéraux, comme l'oxyde de fer qui donne du jaune, du rouge et du noir, l'oxyde de chrome, du vert, ou l'oxyde de zinc, du blanc. Leurs molécules sont souvent plus grosses que celles des pigments organiques, ce qui les rend plus couvrants.

Blush

Il peut se présenter sous forme liquide, en poudre, en gel ou en crème... L'ingrédient clé qui lui confère toute sa brillance est le mica, un minéral naturel, composant du granit. Il possède une structure cristalline feuilletée à l'aspect pailleté. Dans la fabrication du maquillage, il est souvent enrobé par du dioxyde de titane qui permet d'obtenir différentes teintes lorsqu'il est frappé par la lumière, selon le nombre de couches appliquées.



Rouge à lèvres

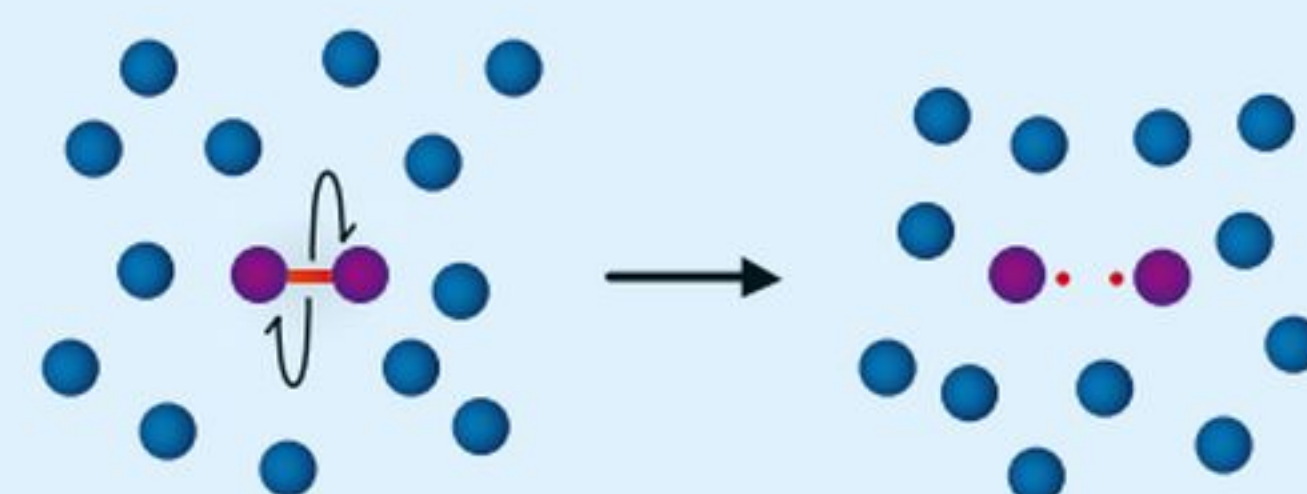
Ses principaux ingrédients sont la cire d'abeille ou de carnauba (issue d'un palmier brésilien), qui donne une structure stable au rouge à lèvres, et les huiles de ricin ou d'olive, qui le rendent facile à appliquer et lui procurent de la brillance. La traditionnelle couleur rouge carmin est obtenue à partir d'insectes pulvérisés, les cochenilles. Certains rouges à lèvres contiennent aussi de la capsaïcine, responsable du goût piquant des piments, qui fait gonfler les lèvres.



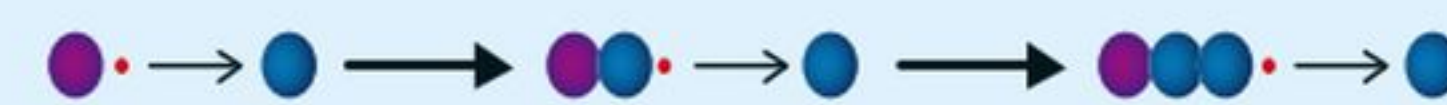
Comment le vernis gel tient-il si longtemps ?

Depuis la conception du premier vernis à ongles moderne en 1932 aux États-Unis par Charles et Joseph Revson, inspiré par la peinture automobile, sa formulation a peu évolué. La résine de base consiste en ce que l'on appelle la nitrocellulose, fabriquée à partir de fibres de coton et d'acide nitrique, et utilisée pour ses nombreuses propriétés : adhérence, transparence, brillance... En revanche, ce revêtement s'écaille facilement car il est constitué de molécules individuelles qui ne se tiennent pas ensemble. Mais dans les années 1980, un nouveau produit longue tenue émerge : le vernis gel, conçu pour fonctionner avec une longueur d'onde et une intensité de lumière bien précises. Il contient des photo-initiateurs qui absorbent la lumière UV et déclenchent une réaction, la polymérisation, laquelle permet aux petites molécules, les monomères, de s'assembler pour en former une seule, plus volumineuse : le polymère.

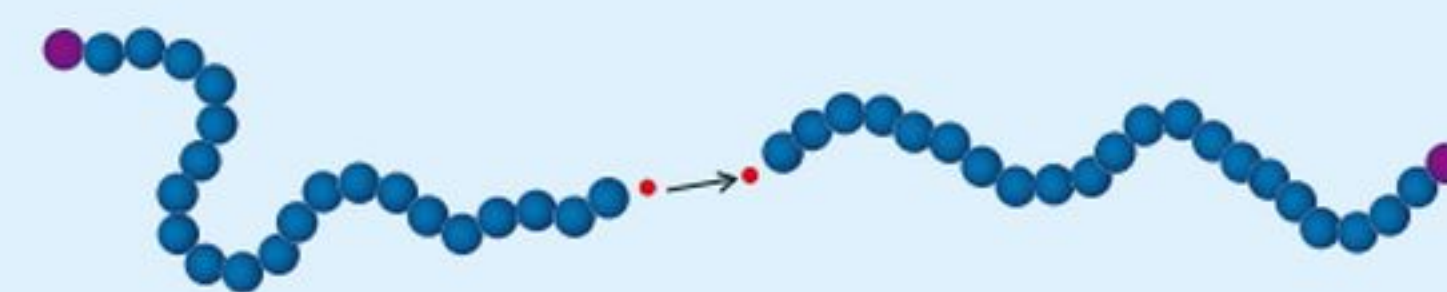
La polymérisation en action



1 La lumière UV (en rouge) interagit avec un photo-initiateur (en violet) pour générer des radicaux libres (points rouges).



2 Les radicaux libres agissent comme des aiguilles qui assemblent les monomères (en bleu) pour former de longues chaînes appelées polymères.



3 Une fois que tous les monomères ont été utilisés, les radicaux libres s'assemblent entre eux et la polymérisation est terminée.

BOBSLEIGH

Sueurs froides sur la piste

Lancé à 140 km/h sur une pente verglacée, ce bolide subit au cours d'une descente de nombreux phénomènes physiques. L'aérodynamisme de la machine et la finesse du pilotage tiennent un rôle essentiel dans ce sport où les victoires se jouent à coups de centièmes...

Par Renaud Moncla

Amateurs de grands frissons, à vos manettes! En découvrant toutes les forces qui s'exercent sur ces machines et leurs équipages, vous ne regarderez plus jamais du même œil ce sport de dingo inventé par les Suisses à la fin du XIX^e siècle et codifié plus tard par les Anglais. Devenu discipline olympique dès les Jeux d'hiver de Chamonix en 1924,

le bobsleigh se dispute par équipes de deux ou de quatre sur des pistes de glace en forme de tube, avec des passages assez raides pouvant atteindre 12 à 15% de dénivelé. En compétition, la descente s'effectue sur un parcours de 1,5 km de long avalé en une petite minute chrono. Munies de patins et de freins, les luges ultra-sophistiquées sont propulsées par la gravité à des vitesses folles flirtant avec les 140 km/h. À l'arrivée, après une

vingtaine de virages, les écarts sont souvent infimes entre les meilleurs.

Une piste d'élan de 50 mètres

Trois facteurs vont participer à la performance du bobsleigh (ou bob). Le premier est la poussée initiale. Elle est déterminante pour créer de la vitesse, que le pilote va ensuite chercher à augmenter au cours de la descente. Sur une piste



Le bobsleigh est un sport à risque : les dérapages y sont monnaie courante.

© IBSF / Viesturs Lacis

d'élan de 50 mètres, le ou les pousseurs (selon qu'il s'agisse d'un bob à deux ou à quatre) doivent mettre en mouvement un engin qui, à vide, pèse 170 kg (pour un bob à deux), voire 210 kg (pour un bob à quatre). Ensuite, des qualités de sprinteur sont nécessaires pour continuer à générer de la vitesse alors que le traîneau glisse de plus en plus vite. «Le bob accélère grâce à la force produite par les athlètes. Cette poussée est la seule énergie que les

La seule énergie donnée à l'engin est une poussée manuelle initiale

bobeurs donnent à leur engin durant toute la course», explique Jean-Michel Courty, professeur de physique à Sorbonne Université et créateur de la chaîne «Merci la

physique» sur YouTube. «Après la mise en action et l'énergie fournie par les pousseurs, le moteur du bob, c'est la gravité. C'est le poids qui va le faire descendre», poursuit le scientifique. Juste avant que le bob ne bascule dans la pente et entame sa glissade hyper-rapide, le pilote puis les pousseurs embarquent à bord. À cet instant, la vitesse approche les 40 km/h. Le rôle actif des pousseurs est terminé. Jusqu'à la ligne d'arrivée, ils vont ...


••• adopter le profil «de la goutte d'eau», une position aérodynamique validée en soufflerie: tête et épaules rentrées, espacement régulier entre eux. L'écoulement de l'air à l'intérieur du bob doit être le moins perturbé possible. Un casque ou une épaule qui dépasse risquerait de créer un trou d'air et de ralentir l'équipée.

Les virages sont déterminants

Le pilotage est le deuxième paramètre qui concourt à la performance du bobsleigh. Installé aux commandes du bolide, le pilote s'emploie à créer le maximum de glisse possible en trouvant les bonnes trajectoires. Autrement dit, celles qui feront parcourir le moins de distance à son véhicule et qui permettront de générer des accélérations vers l'avant dans les virages. Dans les lignes droites, il est quasi impossible pour le pilote de contrôler sa machine car les patins glissent trop sur la glace. Tout se joue dans les virages, où l'équipage encaisse de nombreuses secousses et des accélérations très élevées. «En rentrant dans une courbe, l'effet de la force centrifuge repousse le bob vers l'extérieur. Comme la piste est tubulaire, cela veut dire qu'il va monter assez haut, avec le risque de se renverser, indique Jean-Michel Courty. À ce moment, avec la pression, les patins mordent davantage dans la glace, ce qui va permettre au pilote d'agir sur les manettes pour modifier la ligne s'il la juge trop longue ou trop lente.» En manœuvrant à bon escient, le pilote est capable de provoquer de petites poussées vers l'avant, comme des mini-boosters, qui vont faire gagner 0,2 ou 0,3 km/h à sa machine.

Le matériel est le troisième et dernier facteur qui va avoir un impact sur la performance du bobsleigh. Dans ce domaine, le choix des patins, qui assurent le contact entre l'engin et la glace, est essentiel. Selon la météo et les propriétés de la piste, les équipages peuvent jouer sur la forme et l'épaisseur de cette pièce en acier, mais ils n'ont pas le droit de transformer son alliage. Opter pour de gros patins permet de gagner en glisse

**En ligne droite,
il est quasi impossible
pour le pilote de
contrôler sa machine**

puisqu'ils s'enfoncent moins dans la glace. En revanche, à cause de cette accroche moindre, les risques de dérapage augmentent. Le châssis est l'autre pièce capitale. Énormément d'énergie transite par lui. Sa structure doit être suffisamment solide pour supporter toutes les forces qui vont s'appliquer durant la descente et restituer vers l'avant l'énergie créée par les bobeurs. La compétitivité d'un bobsleigh et de son équipage en dépend. 



Le virage est la section la plus périlleuse. En entrée de courbe, sous l'effet de la force centrifuge, le bob est poussé vers l'extérieur de la piste.



Technologie

Ferrari et BMW apportent leur savoir-faire

De grands noms de l'automobile comme le constructeur italien Ferrari et l'allemand BMW ont fait évoluer ces dernières années la forme et le design des bobsleighs, qui sont devenus plus profilés. «Le milieu du bobsleigh a pleinement profité de leurs travaux. Ces marques, qui s'intéressent de près à l'aérodynamisme pour leurs véhicules, ont développé dans ce but des outils de simulation numérique performants. Déterminer précisément les coefficients de pénétration dans l'air demande des calculs très complexes. Il faut posséder des programmes appropriés», explique le physicien Jean-Michel Courty.





Le Français Romain Heinrich et son coéquipier durant la phase de poussée. Le poids idéal d'un pousseur est d'environ 100 kg.

Budget

Un sport coûteux

On retrouve en bobsleigh les mêmes problématiques qu'en Formule 1. Certaines équipes sont avantagées car elles disposent de plus de moyens. C'est que le bobsleigh est un sport très coûteux. Les machines sont produites à l'unité. Le prix d'un bob à quatre peut monter jusqu'à 120 000 € pour les plus perfectionnés. Il faut compter entre 60 000 et 75 000 € pour un bob à deux très compétitif. Un jeu de patins, c'est 8 000 €. Il en faut trois ou quatre pour couvrir les différentes conditions de glace.



Pour limiter les effets des frottements de l'air qui ralentissent le bob, l'équipage adopte le profil de la goutte d'eau, tête et épaules rentrées.

© Samy Chardon ; GEPA Pictures / Daniel Schoenherr ; IBSF / Viesturs Lacis

3 QUESTIONS À...



Romain Heinrich

Pilote de l'équipe de France de bob à deux et à quatre (il vise une médaille aux J.O. de Pékin)

1 Comment ça marche : Pouvez-vous décrire ce que vous vivez durant une descente ?

Romain Heinrich : En termes de sensations physiques, c'est fort. Dans les virages, il y a énormément de *g* [l'accélération encaissée à bord du bob, NDLR] qui s'exerce au niveau des épaules et du thorax. Cela demande un gros travail de gainage et aussi une maîtrise de la respiration. Quand je pilote, je bloque ma respiration, je suis en apnée. Sur une piste de vingt virages, je vais avoir une cinquantaine d'actions de pilotage à réaliser en entrée et sortie de courbe. La dimension mentale est aussi très importante. Vous devez prendre des décisions concernant le choix des trajectoires et la gestion des risques en une fraction de seconde.

2 CCM : Les accélérations dans les virages sont-elles aussi violentes qu'on l'imagine ?

R. H. : À l'entrée d'un virage, on prend en général de grosses « pastèques » ! Le règlement de la Fédération internationale interdit qu'on dépasse les 8*g* [sur le pilote agit une force égale à huit fois son poids, NDLR]. Dans des courbes très longues, l'exposition peut durer plusieurs secondes. Dans ce cas, les accélérations ne doivent pas dépasser les 5*g*.

3 CCM : Vous avez pu tester et vous familiariser avec la piste de bob des J.O. à Yanqing. Qu'en avez-vous pensé ?

R. H. : J'ai pu enchaîner une quarantaine de descentes sur cette piste très rapide. Elle est très technique et vraiment impressionnante. Dès les premiers virages, on va se retrouver à 3-4 m de haut. C'est un tracé original truffé de petits pièges. Il est difficile de garder une trajectoire assez droite, de ne pas toucher le mur et de ne pas partir en dérapage. Cela promet du spectacle et de beaux Jeux.

Avec son coéquipier, Dorian Hauterville.



La face cachée de L'UNIVERS

L'observation de l'espace et des galaxies lointaines permet de mieux comprendre la nature de l'Univers et les lois physiques qui le régissent. Mais les modèles actuels nécessitent l'ajout de deux éléments mystérieux qui n'ont toujours pas été observés directement : la matière noire et l'énergie noire.

Par Corentin Paillassard

Et si l'Univers tel que nous l'observons n'était qu'une infime partie de ce qu'il est réellement? Cette hypothèse vertigineuse hante les scientifiques depuis des dizaines d'années et demeure à ce jour l'une des plus grandes énigmes de l'astronomie et de la physique moderne. L'histoire commence en 1933, quand l'astronome suisse Fritz Zwicky (1898-1974) se met en tête de mesurer la vitesse de rotation de différentes galaxies. Ces énormes amas d'étoiles, de planètes, de gaz et de poussières interstellaires tournent en effet sur eux-mêmes – les chercheurs supposent que leur formation au début de l'Univers a lancé ce mouvement qui ne s'est pas arrêté depuis.

Zwicky se heurte rapidement à un problème : les vitesses qu'il déduit de ses observations astronomiques sont trop élevées par rapport à celles qu'il calcule grâce à la loi de la gravitation – cette loi stipule que deux corps dotés d'une masse s'attirent, et que plus ces corps sont lourds, plus la force d'attraction est importante. La gravité étant une force qui relie vitesse et masse, c'est comme si ces galaxies étaient trop « légères », qu'elles n'avaient pas assez de matière pour tourner aussi vite ! Il propose alors d'expliquer ce phénomène par l'existence d'une matière invisible, qu'il nomme

« matière noire », dans ces galaxies. Cette « masse manquante » justifierait cette augmentation de la vitesse. Son hypothèse n'est cependant pas prise au sérieux à l'époque, en raison des grandes incertitudes liées aux mesures des instruments disponibles.

Les indices s'accroissent

Quelques décennies plus tard, dans les années 1970, d'autres chercheurs vont pourtant pousser cette hypothèse en lui donnant, cette fois, de solides bases scientifiques. Les travaux de l'astronome américaine Vera Rubin (1928-2016), par exemple, montrent que les étoiles situées au bord de la galaxie d'Andromède (à 2,55 millions d'années-lumière de nous) tournent beaucoup plus vite que prévu. Pour l'expliquer, elle avance la présence d'un « halo de matière noire » autour de la galaxie. Ce halo invisible contiendrait une très grande partie de la masse totale de la galaxie, et son influence gravitationnelle expliquerait cette anomalie dans les vitesses mesurées. C'est ainsi que la matière noire, ou matière sombre (*dark matter* en anglais), a gagné ses lettres de noblesse, confirmées depuis par de très nombreuses observations.

Les mesures s'accroissent et les indices comme les lentilles gravitationnelles •••

... (voir p. 47) sont de plus en plus parlants. Mais alors que la matière noire s'impose durablement comme un sujet à étudier pour la physique moderne, une autre « bombe invisible » s'abat sur le monde universitaire en 1998 : le besoin de créer une « énergie noire » (ou « énergie sombre ») pour comprendre l'accélération de l'expansion de l'Univers.

L'expansion de l'Univers? Cette idée s'est développée tout au long du XX^e siècle. Imaginez un gâteau aux pépites de chocolat en train de cuire. Il va gonfler et les pépites vont s'éloigner les unes des autres même si elles ne se « déplacent » pas. Cette métaphore est souvent utilisée pour expliquer le principe de l'expansion de l'Univers (le gâteau) contenant des galaxies (les pépites) : ces dernières s'éloignent les unes des autres sans se déplacer. Cette découverte est issue à la fois des équations de la relativité générale (théorisée par Albert Einstein au début du XX^e siècle), qui prédisent cette expansion, et d'observations astronomiques d'objets lointains, dont la distance à la Terre augmente en permanence.

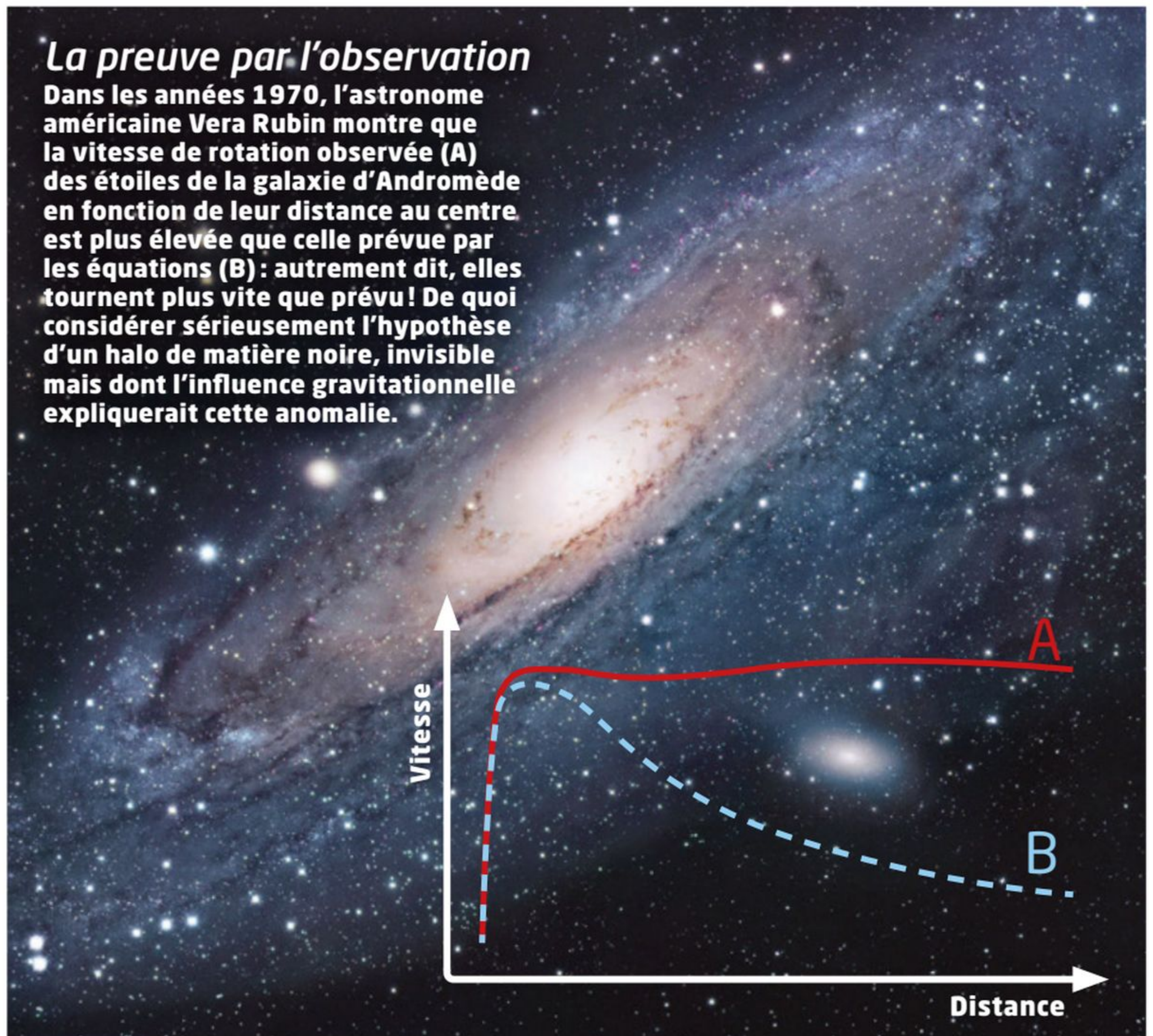
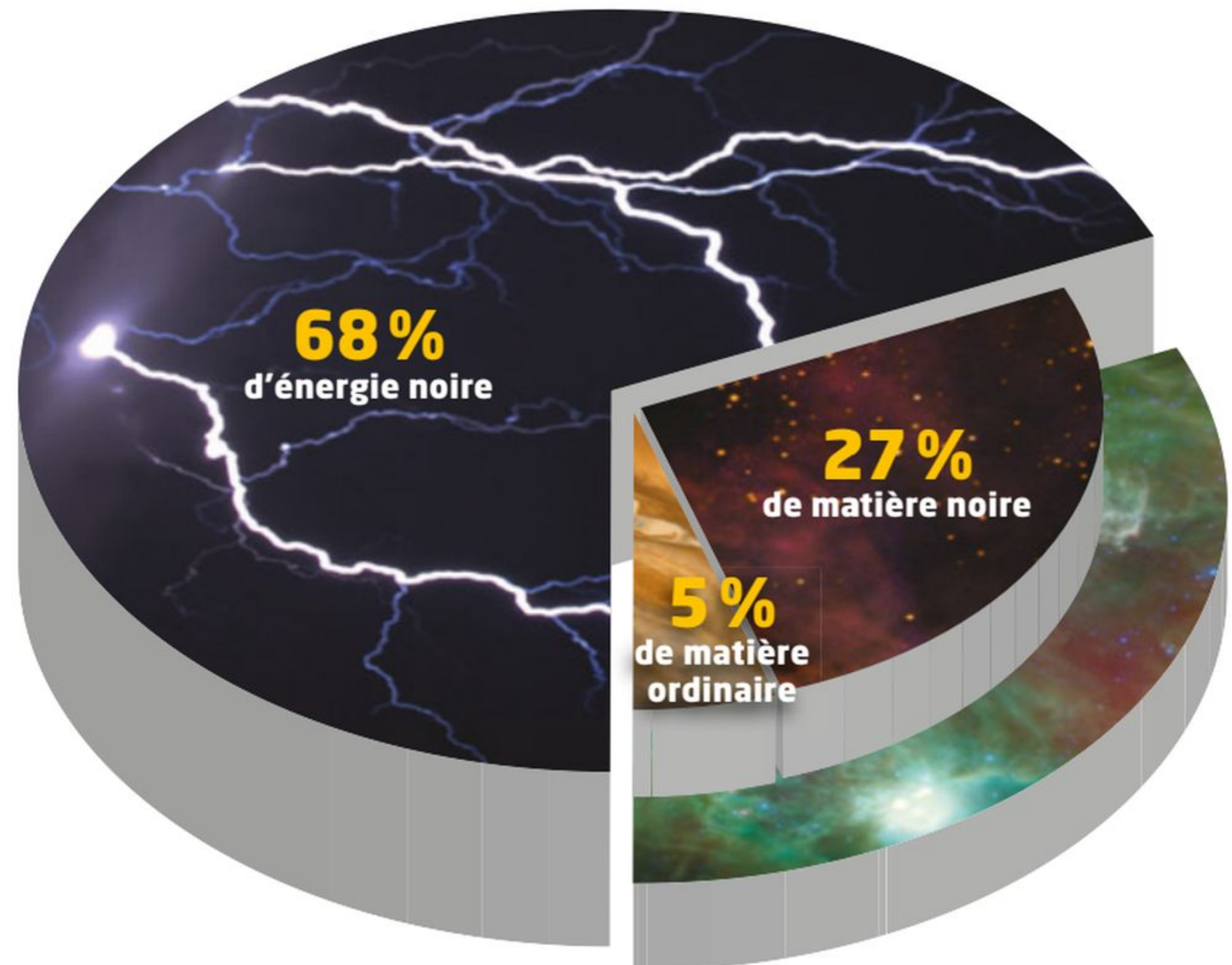
Leur nature reste une énigme

Si l'expansion de l'Univers s'ancre solidement dans les modèles cosmologiques du XX^e siècle, les découvertes de l'année 1998 viennent chambouler le concept. En observant des supernovae thermonucléaires (des duos d'étoiles qui explosent), les équipes américaines et australiennes des astrophysiciens Saul Perlmutter, Adam Riess et Brian P. Schmidt constatent qu'elles s'éloignent de la Terre plus vite que prévu. Ainsi, non seulement l'Univers est en expansion, mais en plus celle-ci... accélère. Une contradiction totale avec les théories de l'époque. En effet, la gravité étant une force attractive, il était logique de penser qu'elle ralentissait cette expansion. Pour expliquer ce paradoxe, un nouveau concept s'impose : l'énergie noire. Cette énergie, hypothétique, répartie uniformément dans tout l'Univers, agirait à l'inverse de la gravité, exerçant une force répulsive qui assurerait cette accélération.

Le problème, c'est que la nature de ces deux composantes invisibles, matière noire et énergie noire, reste une énigme. Elles n'ont jamais été observées directement, alors même qu'elles constitueraient plus de 95% du total de notre Univers. Ce qui n'empêche pas plusieurs hypothèses de s'affronter, en particulier pour la matière noire. Nuages de gaz, trous noirs, nouvelles particules exotiques... •••

La composition de l'Univers

Selon les dernières estimations, l'Univers est constitué d'environ 68% d'énergie noire, 27% de matière noire et 5% de matière ordinaire. Ces quantités sont déterminées par plusieurs observations, comme celle du rayonnement émis par le big bang, ou celle des amas de galaxies : les effets gravitationnels à l'origine de leur formation permettent de déterminer la quantité de matière en jeu.



La preuve par l'observation

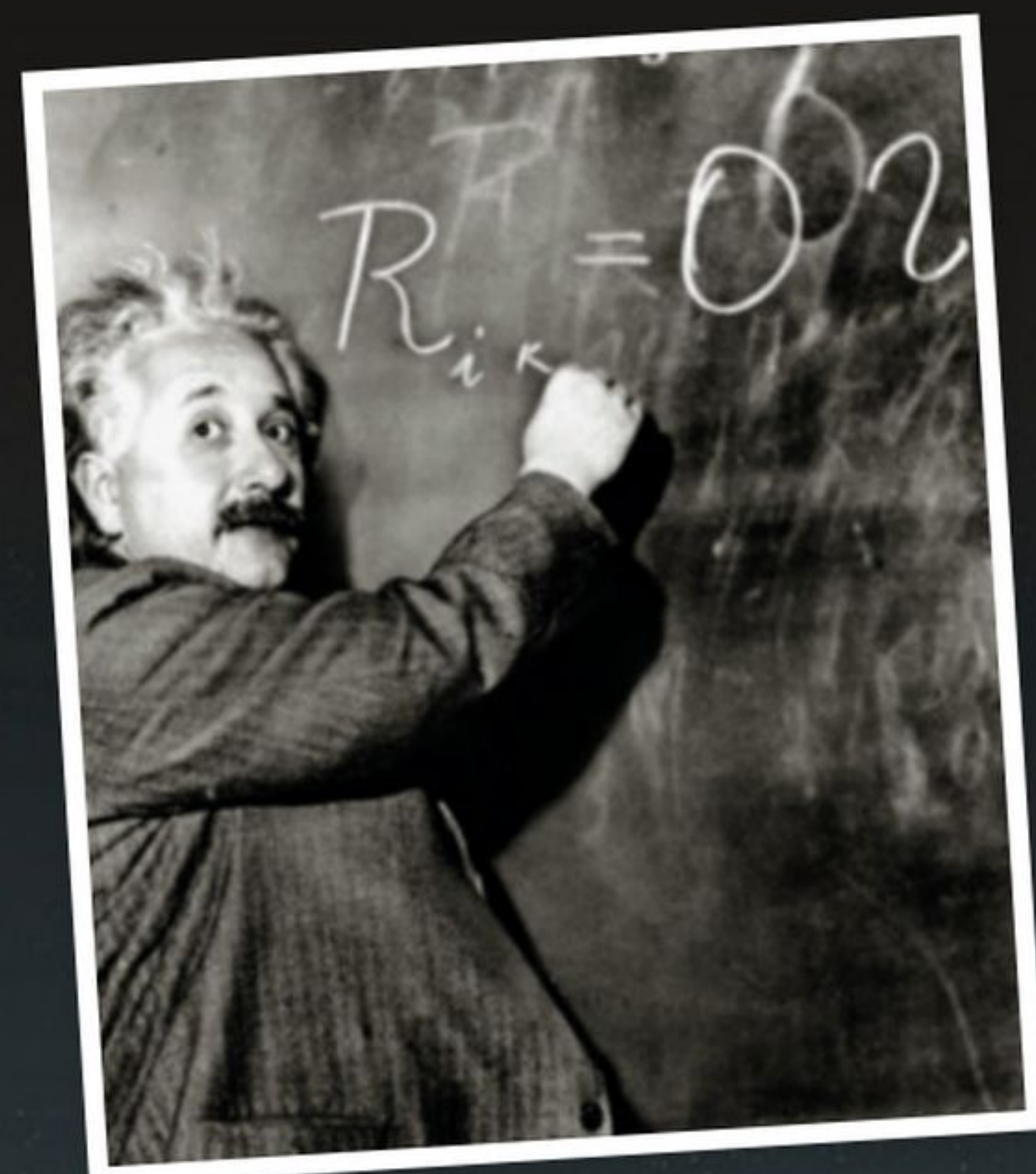
Dans les années 1970, l'astronome américaine Vera Rubin montre que la vitesse de rotation observée (A) des étoiles de la galaxie d'Andromède en fonction de leur distance au centre est plus élevée que celle prévue par les équations (B) : autrement dit, elles tournent plus vite que prévu ! De quoi considérer sérieusement l'hypothèse d'un halo de matière noire, invisible mais dont l'influence gravitationnelle expliquerait cette anomalie.

Un autre indice

L'effet de lentille gravitationnelle

Dans la théorie de la relativité générale développée par Albert Einstein, la masse d'un objet « plie » l'espace-temps autour de lui, et plus l'objet est massif, plus cette déformation est importante. Les objets célestes très lourds déforment l'espace-temps au point de dévier les rayons de lumière qui s'en approchent. La trajectoire des rayons lumineux envoyés par des galaxies lointaines est ainsi chamboulée s'ils rencontrent, par exemple, un ensemble de galaxies.

C'est ce qu'on appelle un effet de lentille gravitationnelle. En mesurant cette déviation, les scientifiques parviennent à établir la masse de l'objet qui a affecté l'espace-temps. C'est ainsi qu'ils ont constaté que la matière « visible » ne suffisait pas à expliquer ces déviations. Encore une fois, l'explication la plus simple se révèle être la présence d'une matière noire, invisible, qui constituerait une masse très importante et affecterait l'espace-temps.



Les équations de la relativité générale d'Einstein (début du XX^e siècle) sont essentielles pour décrire le cosmos et ses objets.

1. Émission

Une galaxie lointaine émet de la lumière.

2. Déviation

Les rayons lumineux émis sont déviés par l'amas de galaxies qu'ils rencontrent sur leur route.

3. Vision déformée

Certains de ces rayons parviennent jusqu'à la Terre, donnant une image déformée de leur émetteur.

La quête de la matière noire continue là où elle a commencé, dans l'espace

••• Les candidats, plus ou moins crédibles, sont nombreux et passés au crible par les spécialistes. Ces derniers s'intéressent notamment aux neutrinos. Ces particules élémentaires interagissent très peu avec la matière et sont donc très difficilement détectables : des formes originales, comme les neutrinos stériles, qui seraient beaucoup plus lourds que ceux qu'on connaît mais tout aussi invisibles, ont été imaginées pour aller dans le sens de la théorie. Les axions retiennent eux aussi l'attention de la communauté astrophysique (voir interview p. 49). Ces particules sont encore théoriques : un des enjeux principaux de la recherche autour de la matière noire est de réussir à les détecter pour confirmer leur existence.

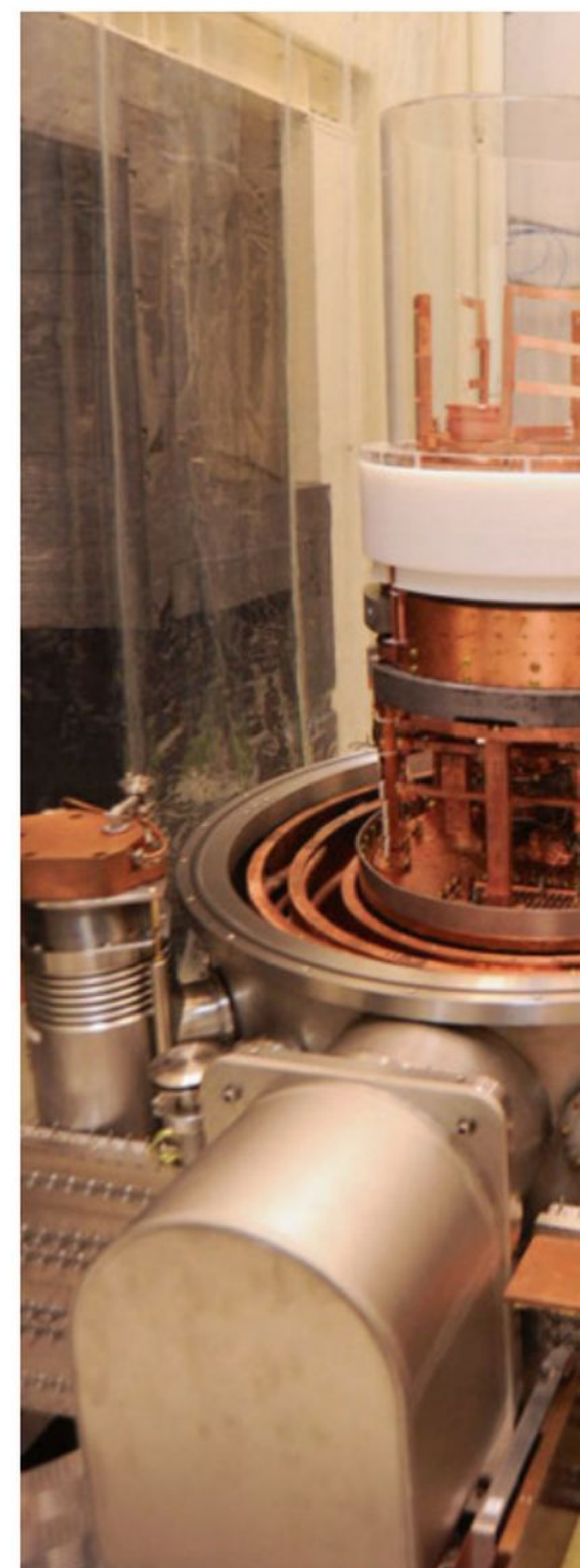
Une pêche encore infructueuse

Les moyens déployés pour les repérer font partie d'impressionnants dispositifs expérimentaux dédiés à la physique fondamentale : d'imposants détecteurs comme les projets Xenon, en Italie, ou Edelweiss, situé dans un tunnel sous les Alpes, traquent les moindres particules inconnues qui pourraient constituer de la matière noire. Dans les accélérateurs de particules comme le Grand Collisionneur de hadrons (LHC) du Cern, à la frontière franco-suisse, des équipes scrutent attentivement les données produites par des collisions de protons à très grande vitesse. Les énergies produites sont si élevées qu'elles testent les limites de la physique moderne et constituent donc un bon endroit pour espérer réaliser des découvertes inédites.


Les preuves de l'existence de la matière noire se font toutefois attendre depuis des dizaines d'années malgré des mesures de plus en plus précises. Cette pêche infructueuse aux particules de matière noire, alors que des objets extrêmement complexes à voir comme le fameux boson de Higgs ont été repérés, pousse de nombreux chercheurs à abandonner progressivement certaines hypothèses ou modèles, comme les WIMPs

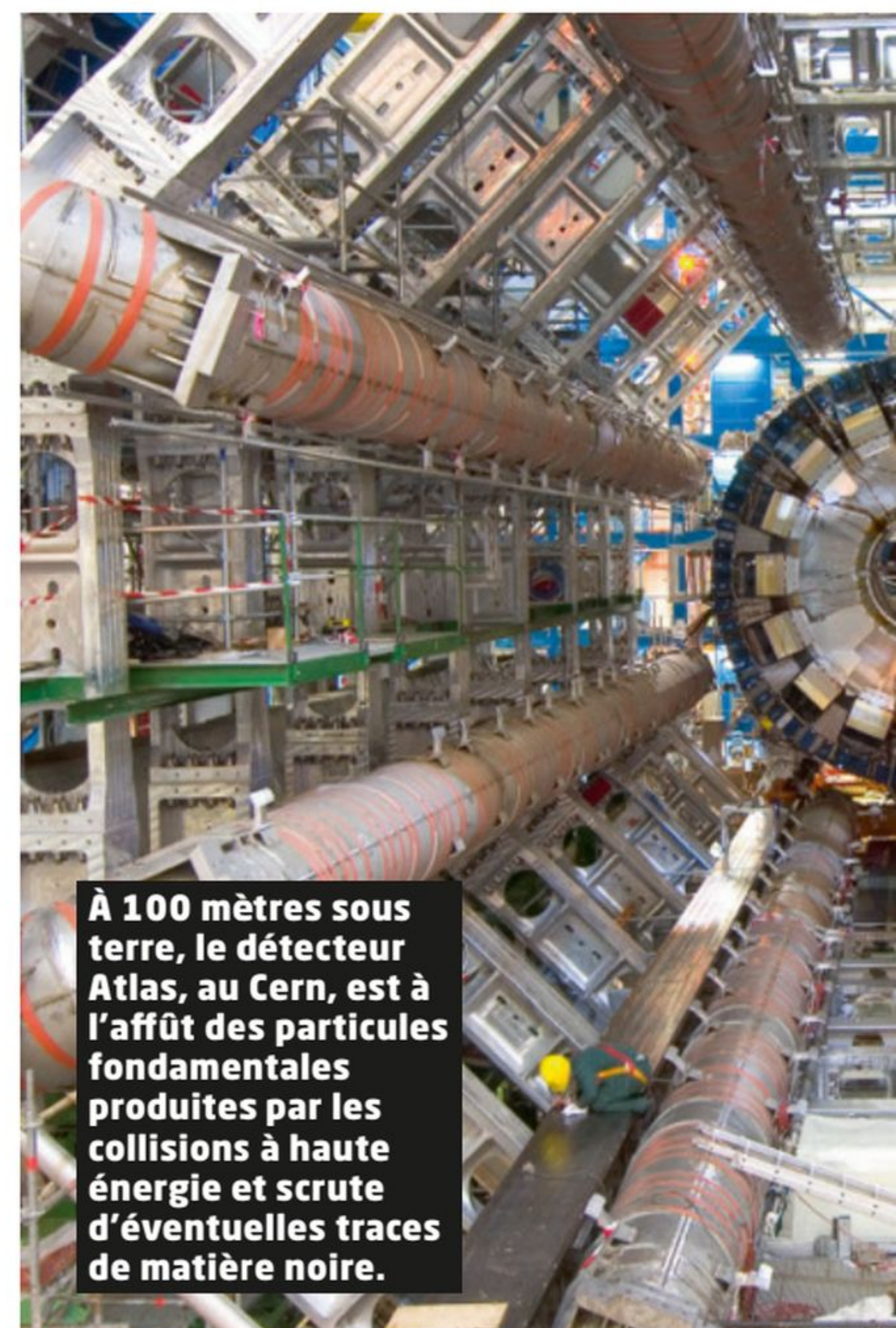


Le télescope spatial *Euclid*, dont le lancement est prévu cette année, observera la lumière visible et infrarouge de milliards de galaxies pour cartographier l'Univers.



(*Weakly Interacting Massive Particles*), un type de particules hypothétiques qui a longtemps été un candidat populaire pour la matière noire.

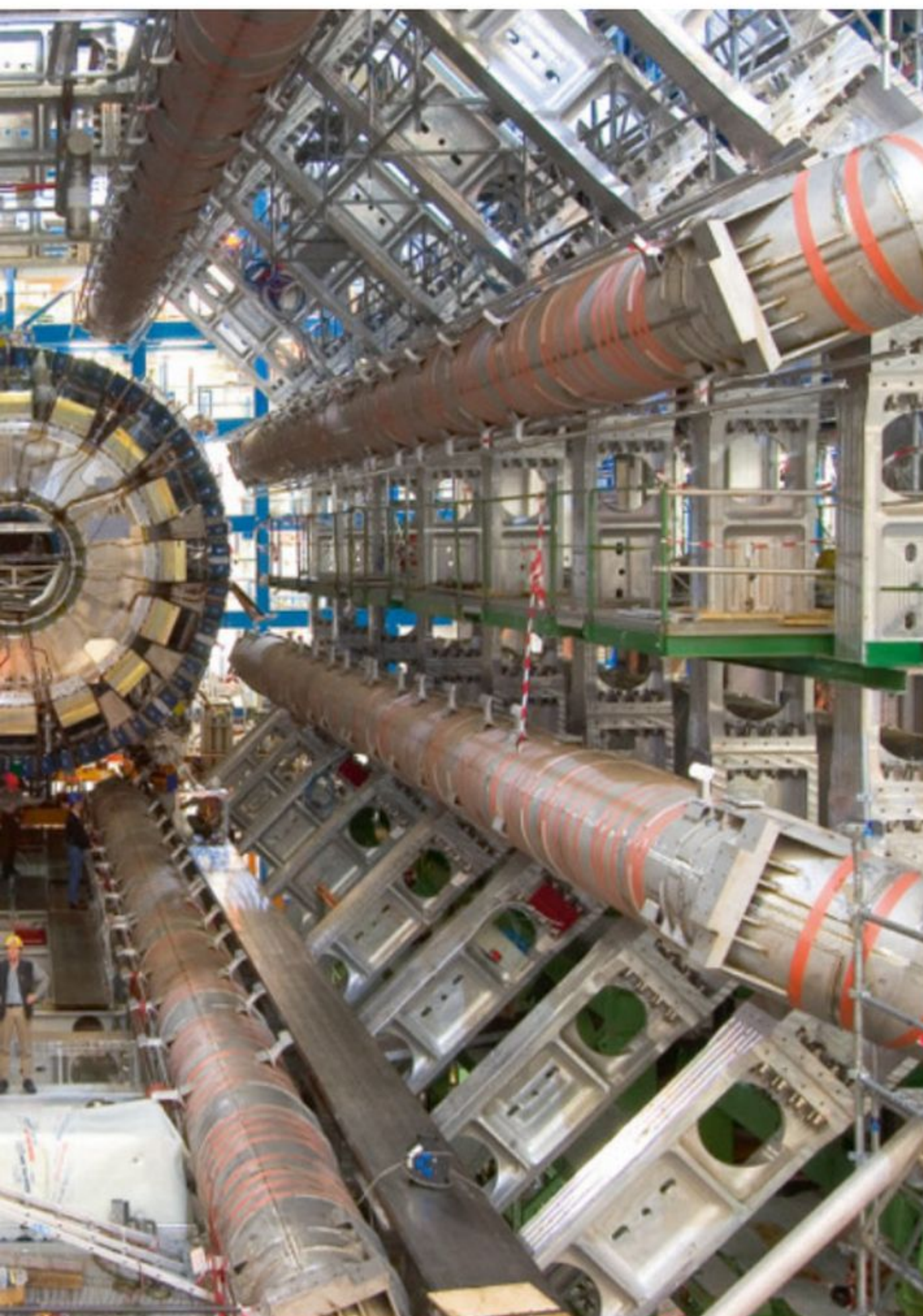
D'un autre côté, la quête ne se limite pas à la Terre et continue également là où elle a commencé, dans l'espace. La mission *Euclid*, par exemple, sera lancée par l'Agence spatiale européenne cette année. Elle doit étudier la répartition de la matière (noire et ordinaire) ainsi que les effets de lentille gravitationnelle afin de préciser la théorie de l'énergie noire. Car plus encore que pour la matière noire, qui voit défiler un certain nombre de candidats, la nature de l'énergie noire reste inaccessible pour le moment, et sujette à des spéculations théoriques et mathématiques. Sans compter qu'en parallèle, des théories se développent pour décrire l'Univers en se passant de matière noire, voire d'énergie noire : en modifiant les lois de la gravité (théorie Mond), par exemple. Avec de telles possibilités encore ouvertes, la face cachée de notre Univers n'a pas fini de faire parler d'elle. 



À 100 mètres sous terre, le détecteur *Atlas*, au Cern, est à l'affût des particules fondamentales produites par les collisions à haute énergie et scrute d'éventuelles traces de matière noire.



Le détecteur Edelweiss, situé dans le laboratoire souterrain de Modane (Savoie), vise à prouver l'existence des WIMPs, particules soupçonnées de constituer une partie de la matière noire.



© ESA; Patrick Imbert; 2005-2021. Cern

3 QUESTIONS À...



Françoise Combes

Astrophysicienne à l'Observatoire de Paris, professeure au Collège de France et médaille d'or 2020 du CNRS

1 Comment ça marche : Où en sont vos recherches sur la matière noire ?

Françoise Combes : En plus de réfléchir à des modifications des lois de la gravité qui pourraient expliquer les observations ayant donné naissance à l'idée de matière noire, nous sommes en train d'étudier la piste de l'axion. Cette particule, extrêmement légère, permet de résoudre les problèmes qui apparaissent lorsque l'on compare les simulations numériques de formation de galaxies, contenant des particules massives de matière noire, avec les observations. Les galaxies simulées sont très concentrées en matière noire, contrairement aux galaxies observées. Des particules plus petites et très légères comme les axions pourraient empêcher la concentration, et ainsi mieux coller aux observations. Comme les neutrinos stériles, ce sont des particules spéculatives, qui ne rentrent pas dans les modèles standards actuels. De nombreuses équipes travaillent sur ces modèles aujourd'hui pour affirmer - ou infirmer - ces théories.

2 CCM : Pourra-t-on imaginer des applications si l'on parvient à prouver leur existence ?

F. C. : Les axions, comme les neutrinos stériles, n'interagissent pas avec la matière ordinaire, c'est bien pour cela qu'il est si difficile de les détecter, dans l'hypothèse où ils existent. Sans compter

qu'en termes de masse, les axions sont infiniment plus légers que les électrons. Donc je pense qu'il n'y aura aucune application. Ce n'est pas de la recherche appliquée, c'est de la connaissance de la matière, comprendre pourquoi l'Univers est tel qu'il est, pourquoi il a évolué ainsi jusqu'à aujourd'hui.

3 CCM : Toutes ces recherches nous renseignent cependant sur les lois physiques qui nous entourent...

F. C. : Si l'on trouve une loi physique qui nous explique tout cela, oui ! Mais pour l'instant elle n'existe pas. De plus, ce que les recherches autour de la matière noire apportent à notre compréhension de la physique dépend de la théorie qu'on considère. Par exemple, si l'on développe l'hypothèse d'une gravité modifiée, il faut ajouter une nouvelle force à celles que l'on connaît [*la gravitation, l'électromagnétisme, l'interaction faible et l'interaction forte, NDLR*]. À l'inverse, il n'y en a pas besoin pour les axions ou les neutrinos stériles. Toutefois, envisager leur existence est très intéressant pour défier le modèle standard de la physique des particules [*la théorie qui décrit les particules et les interactions entre elles, NDLR*], car dans le modèle actuel il n'y a pas de place pour une nouvelle particule qui constituerait la matière noire ! On a donc des problèmes des deux côtés, et toutes ces théories sont encore en travaux.

L'INNOVATION FRENCH TECH DU MOIS

Le Bœuf Éthique: des animaux

Éleveuse bio de bœufs charolais, Émilie Jeannin propose un ensemble de trois camions-abattoirs qui se déplacent de ferme en ferme pour abattre les animaux dans de bonnes conditions.

Par Sophie Noucher



En venant directement chez l'éleveur, les camions de l'abattoir mobile du Bœuf Éthique limitent le stress chez l'animal.



En 2016, lors d'un voyage en Suède, Émilie Jeannin, éleveuse de bovins en Bourgogne alors âgée de 36 ans, découvre les abattoirs mobiles, des camions équipés qui se déplacent chez les éleveurs. Émilie, qui souffre d'envoyer ses animaux vers les abattoirs industriels, décide de répliquer ce modèle en France. Pendant quatre ans, elle va batailler pour obtenir les autorisations administratives et trouver des investisseurs. En 2018, la loi Egalim (pour une alimentation saine et durable) prévoit une expérimentation des abattoirs mobiles. Fin 2020, Émilie a réuni les fonds – grâce à des investisseurs et à

Émilie Jeannin,

CV en bref

1997: bac STAE (Sciences et technologies de l'agronomie et de l'environnement) à Dijon

1999: BTS Production animale, puis BTS Techniques commerciales en agro-alimentaire à Nevers et Dijon en 2000

2006: licence en psychologie (à Dijon et Reims); elle reprend l'exploitation de son père, avec son frère Brian, en Bourgogne

2016: elle découvre les abattoirs mobiles lors d'un voyage en Suède

Fin 2020: elle lance son propre abattoir mobile et crée Le Bœuf Éthique

3 à 5 bovins
sont tués en une journée
avec l'abattoir mobile

bien traités, jusqu'à la fin

LE CONCEPT

des subventions. Elle commande alors des camions conformes aux normes de sécurité et d'hygiène, fabriqués dans le nord de l'Europe.

Un procédé rapide et précis

L'abattoir se compose de trois véhicules. Le premier sert de bureau et de douches/vestiaire pour l'équipe de cinq collaborateurs. Le deuxième, un semi-remorque qui s'étire en largeur et en hauteur, accueille les animaux un par un à une extrémité, comme s'ils allaient le traverser car une barrière donnant sur l'extérieur ferme l'autre extrémité. Un pistolet à tige perce alors une partie de leur cerveau, les

plongeant instantanément dans l'inconscience. La technique est ultra-précise car on prend le temps pour chaque animal, contrairement à ce qui se passe souvent en abattoir où les animaux avancent à une forte cadence et sont parfois plus ou moins estourbis avant d'être saignés. Le troisième camion est un frigo de conservation où la viande est stockée au moins quinze jours pour maturation.

Le procédé, rapide (tout se déroule en moins d'une heure), permet à l'animal de rester chez lui et d'être accompagné par son éleveur. Il est beaucoup moins stressant que l'abattage traditionnel qui implique le transport, parfois sur des centaines de kilomètres, puis une

attente au milieu d'autres bovins dans l'odeur et les bruits anxiogènes de structures où ils seront tués à la chaîne.

Pour les collaborateurs d'Émilie, les conditions de travail sont également meilleures. Ils changent de rôle (installation, abattage ou mise en carcasse...) et la cadence est volontairement lente. Quant aux éleveurs auxquels Émilie achète la viande, ils évitent des intermédiaires et sont donc mieux rémunérés. La viande, elle, issue d'animaux élevés en bio et non stressés, puis maturée longtemps, est de très bonne qualité. Émilie la vend à des boucheries et des restaurants, mais également en colis. Toutes les adresses sont sur son site, www.leboeufethique.fr.

L'INTERVIEW

41 ans, fondatrice du Bœuf Éthique

Comment ça marche : En quoi la création de l'abattoir mobile a-t-elle transformé votre vie d'éleveuse ?

Émilie Jeannin : Je travaille beaucoup plus qu'avant ! Plus sérieusement, je n'ai plus la boule au ventre quand j'emmène mes bêtes à l'abattoir. Je sais qu'elles vont finir dans des conditions respectueuses et sereines, et cela change énormément mon travail.

CCM : Pensez-vous qu'il soit possible d'étendre ce

mode d'abattage à tous les animaux, et à grande échelle ?

E. J. : Cela existe déjà pour les volailles et il y a des projets pour d'autres espèces. Si on y arrive pour les bovins, qui sont les plus gros animaux d'élevage, on peut l'organiser aussi pour des cochons ou des moutons. Mais nous ne cherchons pas à faire du volume avec ce mode d'abattage qui ne correspond pas à la logique industrielle. On doit d'ailleurs se demander si l'on a besoin de produire autant,

au détriment des impératifs écologiques et de la qualité pour le consommateur.

CCM : Comment évolue la demande, côté éleveurs et côté clients ?

E. J. : Elle augmente et on nous appelle de toute la France ! Nous sommes contactés par des éleveurs, mais aussi par des restaurateurs et des bouchers. Ces derniers sont intéressés tant par le côté éthique que par la qualité de la viande issue d'animaux tués dans de bonnes



conditions. Car il y a aussi un enjeu gastronomique dans notre démarche.

© Thomas Journot - Le Bœuf Éthique

LES CHIFFRES

80 bovins

meurent en une heure dans un abattoir traditionnel

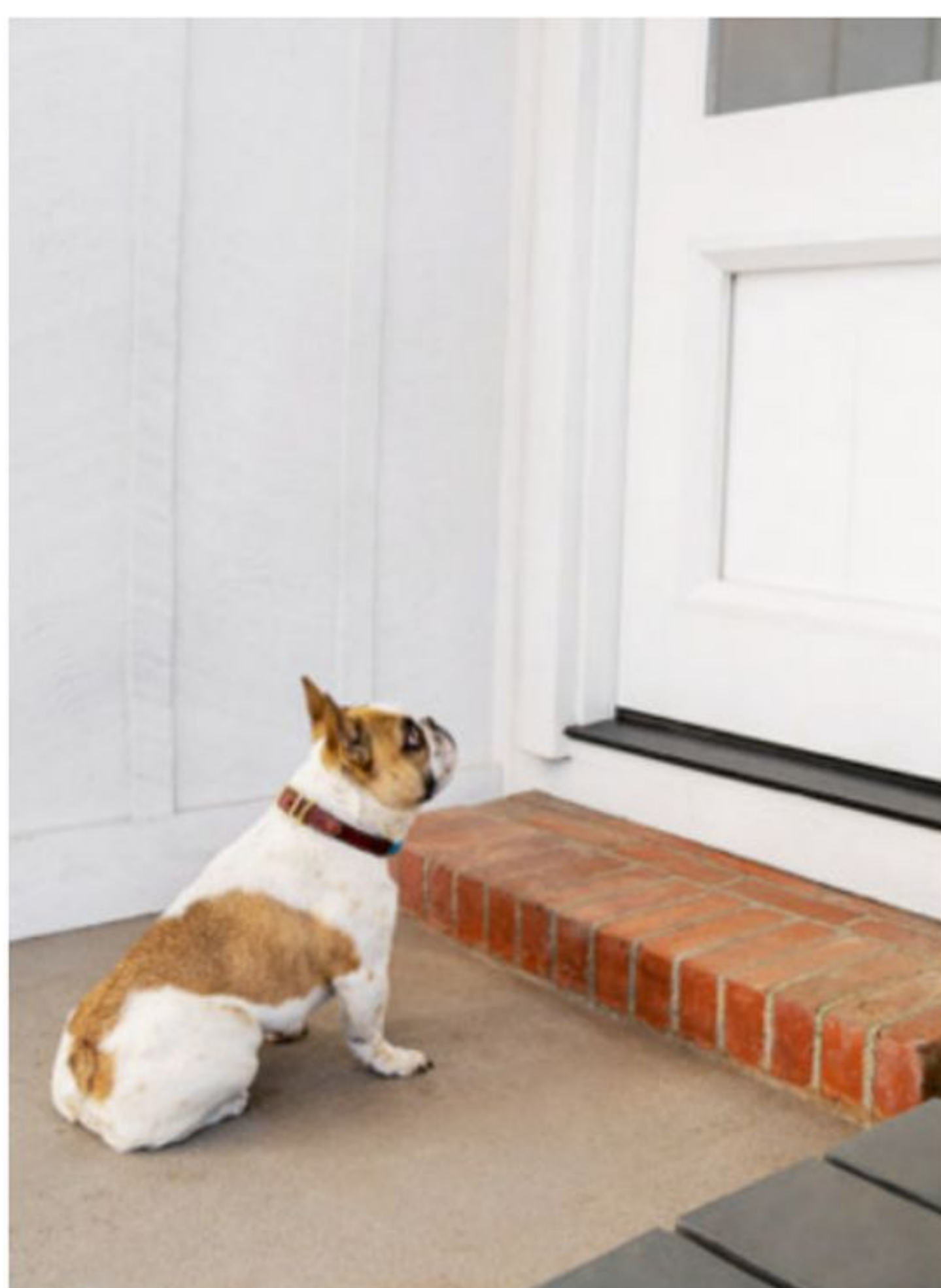
Plus de 4 millions
de bœufs, vaches et veaux sont abattus chaque année en France

Les objets du mois



La sélection de *Comment ça marche*: des objets du quotidien malins, high-tech et écolos, qui facilitent la vie tout en respectant l'environnement.

Par Sophie Noucher



myQ Pet Portal, la chatière 2.0

Si vous souhaitez contrôler les allées et venues de votre chat ou chien – l'empêcher de rentrer les pattes mouillées, par exemple –, cette trappe est pour vous ! Via une appli, elle vous permet de savoir quand l'animal se présente, d'actionner l'ouverture et de suivre ses déplacements grâce à une balise Bluetooth fixée sur son collier. Celui-ci peut également, en mode autonome, le laisser décider seul.

Trappe motorisée, équipée d'une caméra, d'un micro et d'un haut-parleur.

Tailles variables pour des gabarits de 4,5 kg à 40 kg.

Ne s'ouvre que lorsque l'animal reste immobile devant quelques secondes.

Capteurs tactiles (pour éviter de pincer la queue).

Environ 2 650 €.

www.myq.com/pet-portal



Mimipioupiou, la tétine responsable

C'est une sucette innovante et écologique, dont le principe est tout simple : au lieu de jeter la tétine entière lorsque bébé l'a trop suçotée, on ne change que la téterelle ! Dix millions de sucettes (et leur emballage en plastique) sont jetées chaque année, d'après les concepteurs. Avec ce système, c'est 60% de déchets en moins.

Téterelle en silicone, base en plastique recyclé, emballage en carton et en plastique recyclé.

6 couleurs et 2 tailles (0-6 mois, 6-18 mois).

11,85 € la sucette,

3,80 € la téterelle.

www.mimipioupiou.com



E-Dolphin, le jet-ski discret

Ce jet-ski va changer votre façon de voir ce sport. Exit les gros moteurs bruyants et polluants, cet appareil est silencieux, 100% électrique (équipé de batteries haute densité et recyclables). Avec son design de mammifère marin, il a été mis au point pour s'intégrer aux vagues sans dénaturer l'horizon !

Selle 3 places.
2 heures de charge pour 2 heures d'autonomie.
Vitesse max: 90 km/h.
Puissance: 100 kW.
Environ 35 000 €.
Prochaines commandes pour 2023.
www.edolphin.fr



Beautigloo, le coffret beauté réfrigéré

Les cosmétiques naturels se conservant mieux à une température basse (autour de 10 °C), ils apprécieront ce vanity conçu par des diplômés de l'EDC Paris Business School, sorte de minifrigo qui permet d'augmenter les effets tenseurs des soins. Sans fluide frigorigène polluant, il fonctionne branché sur secteur : la température est réglée et maintenue entre 8 et 14 °C par un logiciel de régulation thermique.

45 cm x 22 cm x 23,5 cm (ouvert).
Écran tactile pour régler la température.
Silencieux (20 dB maximum).
Recyclable à 90%.
299 €.
www.beautigloo.com



Aeklys, la bague portefeuille

Via une appli, cet anneau qui fonctionne comme une carte bancaire permet le paiement sans contact ou le transfert de carte de visite digitale. Il sert aussi de serrure électronique et peut également stocker les informations de votre abonnement de transport ou celui de la salle de sport. En bref, il remplace le portefeuille !

Sans batterie (s'alimente grâce à l'induction électromagnétique); étanche.

Distance de lecture: 0 à 4 cm; 149 €.

www.aeklys.com/products/la-bague-aeklys-by-starck



Vers de farine



Guêpe



Criquet



Coléoptère



Larves de hanneton



Fourmi

INSECTES

Ils nous rendent d'incroyables services!



Vers à soie



Mite

Ils sont tout petits, parfois pénibles, et pourtant... Les insectes peuvent nous offrir d'immenses avantages au quotidien, pour peu qu'on sache les mettre en valeur. La preuve par six.

Par Benjamin Robert

Moustiques, guêpes, punaises... Les insectes sont souvent vus comme un fléau dans l'imaginaire collectif. Ils piquent, mordent, bourdonnent à nos oreilles.

Et en plus, ils sont nombreux! Avec environ un million d'espèces décrites à ce jour, ils représentent 85% de la biodiversité animale découverte sur Terre. «À titre de comparaison, nous ne connaissons que 10 000 oiseaux et 5 000 mammifères», détaille Christophe Bouget, chercheur en entomologie à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (Inrae).

Ces petites bêtes (3 mm en moyenne) ont beau paraître incommodes, elles rendent de précieux services. En premier lieu, à la planète: ainsi, les fourmis aèrent les sols en creusant des galeries, les abeilles permettent aux plantes de se reproduire en butinant les fleurs. Les insectes

sont aussi utiles aux autres animaux. Par exemple, les termites construisent de grandes galeries qui servent de refuge aux petits mammifères (hérissons, porcs-épics). Et bien sûr, ils sont à la base de l'alimentation de nombreux oiseaux.

L'humain a su, lui aussi, tirer profit de ces bêtes! Les insectes nous aident à répondre à des besoins du quotidien, grâce à leurs comportements, leurs modes de vie ou les molécules qu'ils sécrètent. Six secteurs en particulier en tirent un grand bénéfice, comme vous allez le lire dans les pages qui suivent. Mais

On en connaît un million d'espèces, et il en resterait cinq millions à découvrir!

cette liste est loin d'être exhaustive! Et pour cause: de nombreuses découvertes restent à faire. «Les estimations prédisent qu'il existe encore cinq millions d'espèces d'insectes à recenser. Au rythme actuel, il nous reste donc huit cents ans de travail!» s'exclame Christophe Bouget. Cette diversité est un puits sans fond de trouvailles et d'applications! 📍

Environnement

Ils digèrent le plastique

Seulement 30% des déchets en plastique ont été recyclés en Europe en 2018. Un chiffre qui, grâce aux insectes, pourrait sensiblement augmenter. Fondée en 2020, l'entreprise suédoise Norbite élève les larves de la mite (une sorte de papillon de nuit) *Galleria mellonella*. « Dans la nature, cette espèce se nourrit de cire d'abeille. Une spécificité alimentaire unique ! Or, ce produit naturel possède une structure chimique très proche de celle des plastiques. Cette mite peut donc en consommer sans difficulté », détaille Nathalie Berezina, fondatrice de Norbite.

Avant de se transformer en papillon, la larve peut manger du polyéthylène, que l'on retrouve notamment dans les emballages. Ça tombe bien, c'est justement l'un des matériaux les plus problématiques ! À lui seul, il représente un tiers de tous les plastiques produits sur Terre. « Cette larve est aussi



Des larves de *Galleria mellonella* dévorent de la mousse synthétique.

capable de se nourrir du polyuréthane, notamment utilisé pour la fabrication de matelas. Comme ce matériau ne fond pas, il n'y avait jusqu'à présent aucune possibilité de recyclage. *Galleria mellonella* digère plus de 80% des plastiques usuels et peut s'en nourrir dès sa naissance ! Cela permet de traiter des flux de déchets sans organiser de tri supplémentaire », poursuit Nathalie Berezina.

Au bout de quelques semaines, les larves arrivent à maturité. Norbite compte alors en tirer d'autres avantages. Les protéines et lipides qu'elles renferment seront extraits pour servir de nourriture pour l'homme ou les animaux. « Ces larves contiennent aussi des molécules antimicrobiennes que nous essayons de purifier. Ces dernières font partie des priorités pour l'Organisation mondiale de la santé, car elles sont très efficaces pour lutter contre les bactéries résistantes aux antibiotiques », complète l'entrepreneuse. En plus de nous débarrasser du plastique, ces mites pourraient bien être à l'origine de nouveaux médicaments !



Larves de *Galleria mellonella* se nourrissant de papier bulle.



Vivant exclusivement dans les ruches où elle fait des ravages, *Galleria mellonella* est aussi nommée « la fausse teigne de la cire ».

Agriculture

Ils fertilisent les champs

Dans les élevages d'insectes, tout est utilisé... jusqu'aux déjections ! Elles ont en effet des propriétés fertilisantes très fortes. En 2020, la société française Ynsect a été la première au monde à obtenir une homologation pour la vente d'un fertilisant à base d'excréments de ver de farine. L'entreprise a mené des études pour évaluer l'efficacité des déjections de cette larve de coléoptère. Compatible avec l'agriculture biologique, ce produit d'un nouveau genre a obtenu des résultats surprenants : le rendement des champs de colza a augmenté de 20% par rapport aux parcelles qui utilisaient un engrais classique. Sur les vignes, les rendements ont grimpé de 23% comparés aux récoltes sans fertilisant. Les excréments du ver de farine possèdent un autre avantage non négligeable : contrairement au crottin de cheval qui sert aussi comme engrais, ils sont inodores !

Police scientifique

Ils permettent de dater la mort d'un cadavre

Lorsqu'une personne meurt, son système immunitaire ne fonctionne plus, et les bactéries se développent rapidement dans son corps. Celui-ci se décompose et attire, en premier lieu, certaines espèces de mouches. L'étude de ces insectes dits nécrophages s'appelle l'entomologie forensique. Ils arrivent en général quelques heures après la mort, puis pondent. Les asticots se développent dans les jours qui suivent. Selon le stade de croissance des larves, les scientifiques peuvent déduire la date du décès.

Au cours du temps, différents organismes se succèdent sur le corps en décomposition : acariens, coléoptères... voire des fourmis et des guêpes ! Ces deux dernières espèces ne sont pourtant pas nécrophages, mais viennent se nourrir des larves présentes sur le cadavre. Bien connaître les insectes permet aussi à l'entomologiste de voir si le corps a été déplacé d'un endroit à un autre, en fonction de la répartition géographique des espèces.



Les déjections du ver de farine se sont avérées très efficaces comme engrais pour les vignes.



Un asticot prélevé sur un cadavre sera analysé par les ingénieurs de la police scientifique pour déterminer la date du décès.

Médecine

Ils nettoient les plaies

Ce vieux remède bénéficie depuis plusieurs années d'un regain d'intérêt. Les asticots, plutôt considérés comme rebutants, sont utilisés pour nettoyer les plaies là où l'accès aux premiers soins est limité. Sans dents, les larves de la mouche verte (*Lucilia sericata*) utilisent leurs mandibules pour gratter les tissus morts avant de les aspirer. Elles s'en nourrissent sans toucher la chair vivante, ce qui permet de bien nettoyer la blessure. En parallèle, ces insectes excrètent également des sucs antimicrobiens qui vont tuer les bactéries, notamment les staphylocoques, ce qui évite l'infection.

Approuvée comme un véritable dispositif médical aux États-Unis dès 2004, l'asticothérapie reste peu utilisée pour deux raisons : le dégoût qu'elle provoque, et une potentielle réaction inflammatoire qui entraîne parfois des démangeaisons douloureuses. Pourtant, en 2012, une étude menée dans les hôpitaux de Caen et Lyon avait révélé que les asticots étaient plus efficaces que les scalpels pour éliminer rapidement les tissus morts !



L'usage d'asticots pour nettoyer et désinfecter les blessures existait déjà dans l'Antiquité.



Le cocon du ver à soie n'est composé que d'un seul fil, long et fin.

Textile

Ils fabriquent un tissu précieux

Depuis plus de quatre mille ans, l'homme exploite une chenille devenue incontournable pour l'industrie du textile : le bombyx du mûrier. Lors de sa métamorphose en papillon, cette larve sécrète l'une des fibres naturelles les plus légères et résistantes qui existent : la soie. La chenille va produire un unique fil, puis l'enrouler pour former un cocon afin de s'y réfugier lors de sa transformation en papillon. L'élevage de ces vers se nomme la sériciculture et a lieu principalement en Chine aujourd'hui (elle était répandue en France jusqu'au XIX^e siècle). Les scientifiques et industriels ne sont pas encore parvenus pour le moment à reproduire à grande échelle ce matériau aussi doux qu'onéreux.

Les vers de bambou (*Omphisa fuscidentalis*) font partie des insectes couramment consommés en Asie.



Alimentation

Ils offrent de gros avantages nutritionnels

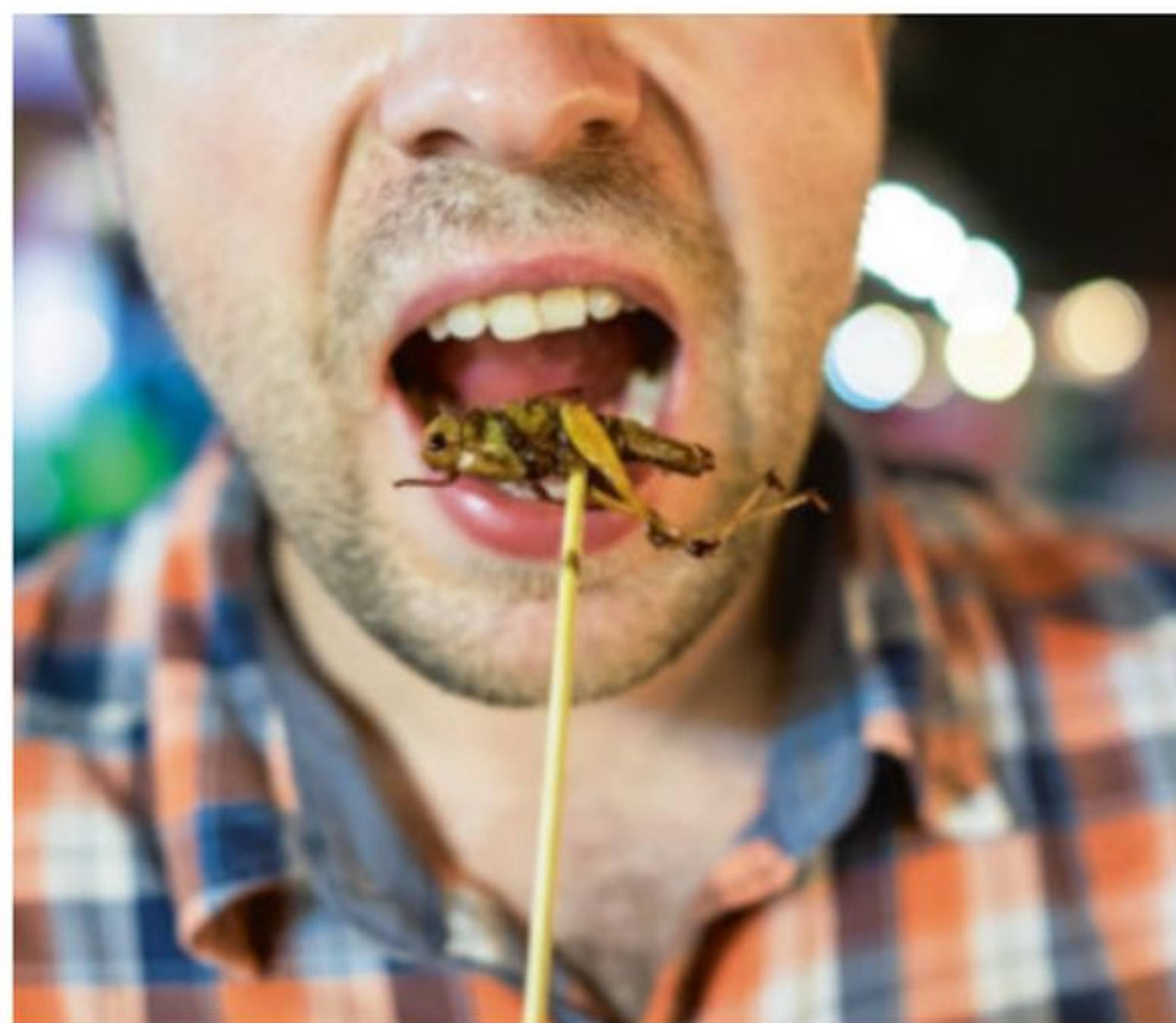
Les insectes font partie de l'alimentation courante dans plusieurs pays d'Asie, mais c'est loin d'être le cas sur notre continent. Pourtant, les mœurs évoluent : ils sont maintenant autorisés à la vente pour un usage alimentaire ! Début 2021, l'Autorité européenne de sécurité des aliments (EFSA)

a émis un avis positif pour commercialiser le premier insecte dédié à l'alimentation humaine. Il s'agit du ver de farine, la larve du ténébrion meunier, un coléoptère. Certains autres insectes (grillons, criquets...) étaient déjà proposés depuis plusieurs années dans des épiceries fines, notamment sous la forme de produits apéritifs, mais cette vente tirait jusqu'alors profit d'un contexte réglementaire et juridique flou.

L'avantage de mettre des insectes au menu ? Sur le plan nutritionnel, 100 g de bœuf offrent environ 25 g de protéines, alors qu'une même quantité de criquets en compte 69 g, selon la marque française Jimini's, fondée en 2012. Et l'environnement n'est pas en reste ! L'élevage des insectes

consommerait vingt fois moins d'eau que la production de viande de bœuf. Sans compter le gain d'espace et l'économie d'autres ressources (végétaux pour l'alimentation, électricité, etc.).

Dorénavant, d'autres espèces à six pattes sont prêtes à envahir nos assiettes. En juin dernier, l'université de Maastricht (Pays-Bas) a conclu que les protéines du scarabée Buffalo (*Alphitobius diaperinus*) possèdent autant de bénéfices nutritionnels que celles du lait. Elles semblent agir de la même manière sur la capacité à stimuler la croissance musculaire. Des avantages multiples qui devraient contribuer à démocratiser l'alimentation à base d'insectes en Europe.



Sauterelles grillées (à dr.) et autres criquets frits (à g., sur un marché en Thaïlande) sont riches en protéines.



Ces villes où LE TEMPS S'EST ARRÊTÉ...

Après s'être brutalement vidées de leurs habitants, elles ont été abandonnées aux éléments pendant des années, voire des siècles... Visite guidée d'une sélection de sites qui font froid dans le dos.

Par Hélène Colau





Le village qui logeait les exploitants de l'ancienne mine de diamants de Kolmanskop, en Namibie, a été déserté en 1956 (voir aussi p. 65).

C'est fou comme une ville sans habitants peut, tout d'un coup, devenir inquiétante... Une ambiance de désolation se dégage de ces rues vides, de ces maisons où le temps semble s'être arrêté. Or, ce phénomène n'est pas rare : dans le monde, il existe des centaines de ces lieux subitement désertés, dont une vingtaine en France. Des inondations répétées, une série de tremblements de terre, une sécheresse qui s'installe, un conflit dévastateur... Une multitude de raisons peuvent conduire toute une population à déménager en l'espace de quelques semaines. Le plus souvent, c'est parce que le lieu est devenu invivable à cause d'une catastrophe naturelle ou de l'action humaine, à l'image du village du Bourget, dans le Jura, recouvert par les eaux après la construction d'un barrage en 1968, ou encore des abords de la centrale nucléaire de Fukushima (Japon), gravement irradiés depuis l'accident nucléaire de 2011.

Des lieux devenus touristiques

D'autres fois, il suffit qu'une crise économique frappe la région ou qu'une ressource qui faisait sa richesse vienne à manquer, comme c'est le cas de nombreuses cités minières dont les filons s'épuisent ou encore de Skrunnda-1, en Lettonie, une ville secrète tombée en déshérence après le démantèlement des installations militaires russes qui la faisaient vivre. Enfin, il arrive que la ville se retrouve isolée, à l'écart des grands axes de circulation modernes ; les habitants déménagent alors vers des zones mieux desservies.

Après l'exode, la plupart de ces endroits sont simplement abandonnés à leur triste sort. Sans personne pour les entretenir, maisons, infrastructures et routes se dégradent inexorablement jusqu'à ce qu'il ne reste que quelques pans de murs effondrés et de vieilles carcasses rouillées pour témoigner d'une ancienne présence humaine. Mais quelques-uns entament une seconde vie en devenant des attractions touristiques : les plus célèbres de ces « capsules temporelles », restées figées dans l'état où elles étaient le jour du départ précipité de leurs habitants, attirent chaque année plusieurs dizaines de milliers de visiteurs ! Suivez le guide... 📍

Ce qui fait fuir la population



Une catastrophe naturelle

Des événements tels que des inondations, des tremblements de terre, des éruptions volcaniques, une grande sécheresse ou l'érosion des côtes peuvent rendre un site trop dangereux pour qu'on y vive.



Une guerre

Quand un conflit armé éclate, les habitants quittent le territoire pour ne pas être blessés ou tués.



Une pénurie

Si la nourriture ou l'eau viennent à manquer, la population doit migrer pour trouver de quoi survivre.



Une crise économique

La population a tendance à déménager quand l'économie locale vacille ou si la région connaît un fort taux de chômage.



Une catastrophe nucléaire

L'exposition aux radiations peut rendre gravement malade, voire s'avérer fatale. C'est pourquoi il vaut mieux fuir les zones contaminées à la suite d'accidents industriels.



L'île artificielle a été interdite d'accès jusqu'en 2009, date à laquelle elle a été rouverte au public. Pour des raisons de sécurité, les visites du site en ruine sont très contrôlées.

Japon

Île d'Hashima

Abandonnée en 1974



Le gris morne de la digue de béton qui entoure cette île de 6,5 hectares, située au large de Nagasaki, au Japon, tranche sur le bleu profond de l'océan Pacifique. C'est que cette langue de terre n'a rien de naturel : elle a été construite au milieu du XIX^e siècle, alors que le pays commençait à s'industrialiser, afin d'exploiter le charbon qui abonde dans les fonds sous-marins. Puis le constructeur automobile Mitsubishi l'a achetée et agrandie pour pouvoir y loger les mineurs et leurs familles.

En 1959, la population de l'île culminait à 5 259 habitants, mais très vite, l'industrie japonaise s'est convertie au pétrole et le charbon a perdu de son utilité. La mine a fermé ses portes en janvier 1974 ; dès le mois d'avril de la même année, il ne restait plus un seul habitant ! L'île d'Hashima s'est ouverte aux touristes à partir de 2009 et depuis, les visiteurs débarquent dans son port par milliers pour admirer ce site inscrit au patrimoine mondial de l'Unesco en 2015.



Après des décennies de fermeture, la nature a repris ses droits.

BON À SAVOIR

Dans les années 1930 et 1940, des prisonniers de guerre chinois et coréens ont été forcés de travailler sur l'île d'Hashima.

États-Unis
Bodie



Abandonnée en 1915

La ruée vers l'or californien (1848-1856) a attiré vers l'Ouest américain plus de 300 000 aventuriers, seulement munis de leur pioche et de leur soif de faire fortune. C'est peu après ce grand rush, en 1859, qu'un de ces prospecteurs dénicher la première pépite sur le site de Bodie, dans l'est de l'État. Mais la ville ne connaîtra une explosion démographique que dix-huit ans plus tard. En un rien de temps, sa population atteint 10 000 habitants, pour la plupart des chercheurs d'or.

Toutefois, cette période faste est de courte durée: dès 1880, ils partent creuser la terre ailleurs et la ville connaît ses premiers signes de déclin. Bodie ne retrouvera jamais sa splendeur. Elle est déclarée «ville fantôme» dès 1915, même si une poignée d'habitants y demeurent jusque



Vestiges rouillés d'une vieille Chevrolet de 1937.

dans les années 1940. Conservée telle qu'elle était à l'époque du Far West, la ville est aujourd'hui une vitrine de la vie en Amérique à l'époque des pionniers, avec ses saloons et son église méthodiste qui semblent tout droit sortis d'un western.



Aujourd'hui classée parc historique d'État, la ville de Bodie accueille 200 000 visiteurs par an.

Royaume-Uni

Happisburgh
En cours d'abandon



Bien que ce village du Norfolk, un comté anglais au nord-est de Londres, soit encore habité et ne soit donc pas, techniquement, une ville fantôme, l'érosion qui grignote peu à peu la côte force ceux qui vivent près du bord de la falaise à évacuer les lieux les uns après les autres, sous peine de voir la terre se déliter sous leurs pieds. En effet,

certaines maisons qui se trouvaient encore à six mètres du littoral en 1998 sont aujourd'hui au bord du précipice! Même si des digues ont été construites en 1959 et des épis de béton ajoutés en 1968 pour ralentir le processus, le village devrait continuer à s'effriter sous la pression des vagues jusqu'à disparaître entièrement...



L'érosion sape peu à peu ce village anglais perché au bord d'une falaise.

Comment l'érosion ronge la falaise



3. Évacuation

Les maisons, devenues trop dangereuses, sont évacuées. Par sécurité, les bâtiments sont en général démolis avant qu'ils ne s'effondrent.

4. Formation d'une pente douce

Comme ce processus se répète et que la côte recule peu à peu, une pente douce se forme au pied de la falaise. On l'appelle «plateforme d'érosion».

2. Effondrement

Comme plus rien ne la soutient, la partie de la falaise située au-dessus de l'entaille s'écroule sous son propre poids.

1. Travail de sape

Quand la marée monte, la puissance des vagues suffit à creuser la roche à la base de la falaise, formant au fil du temps une large entaille.

5. Nettoyage

Lorsque la marée reflue, les roches et débris issus de l'effondrement de la falaise sont emportés au large.



Le sol d'une école abandonnée est jonché de masques à gaz dans la ville ukrainienne à l'origine conçue pour loger les travailleurs de Tchernobyl et leurs familles.



BIÉLORUSSIE

Ukraine
Pripyat 
Abandonnée en 1986

C'est le plus terrible des accidents industriels du XX^e siècle. La fusion d'un cœur de réacteur survenue à la centrale nucléaire de Tchernobyl (à l'époque en URSS), le 26 avril 1986, a rendu inhabitable la ville de Pripyat, construite pour loger les ouvriers et ingénieurs du site, en raison des émissions radioactives générées par la catastrophe. Au moment du drame, ses 49 360 résidents ont dû être évacués en urgence, laissant toutes leurs possessions derrière eux. « Seuls » 54 d'entre eux sont morts juste après leur exposition aux radiations, mais beaucoup d'autres ont souffert, dans les

années qui ont suivi, de cancers et de malformations congénitales (chez les bébés).

Pour des raisons de sécurité, Pripyat est longtemps restée complètement inaccessible; une zone d'exclusion de plus de 4 800 km² a été délimitée autour du site par les autorités ukrainiennes. Mais ces dernières années, le niveau de radiations a suffisamment baissé pour que d'anciens habitants, des explorateurs urbains et même des touristes s'y risquent à nouveau – pour des laps de temps très courts, car la prudence reste de mise. En effet, il faudra encore plusieurs milliers d'années pour que la ville soit à nouveau habitable.



Le niveau de radiations mesuré à Pripyat ne permet toujours pas d'y revivre.

BON À SAVOIR

Il suffit de rester une minute sans protection dans la salle de contrôle du réacteur 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl pour recevoir une dose mortelle de radiations.

Italie
Craco  
Abandonnée en 1980

On a retrouvé dans cette cité italienne des tombes datant du VIII^e siècle av. J.-C., preuve s'il en fallait de l'ancienneté de l'implantation humaine sur ce site. Perchée sur son piton rocheux – une situation stratégique pour observer ce qui se passe aux alentours –, la ville a particulièrement prospéré entre les XIII^e et XV^e siècles, période au cours de laquelle une université et pas moins de quatre *palazzi* (palais) ont été érigés. En 1656, sa population était

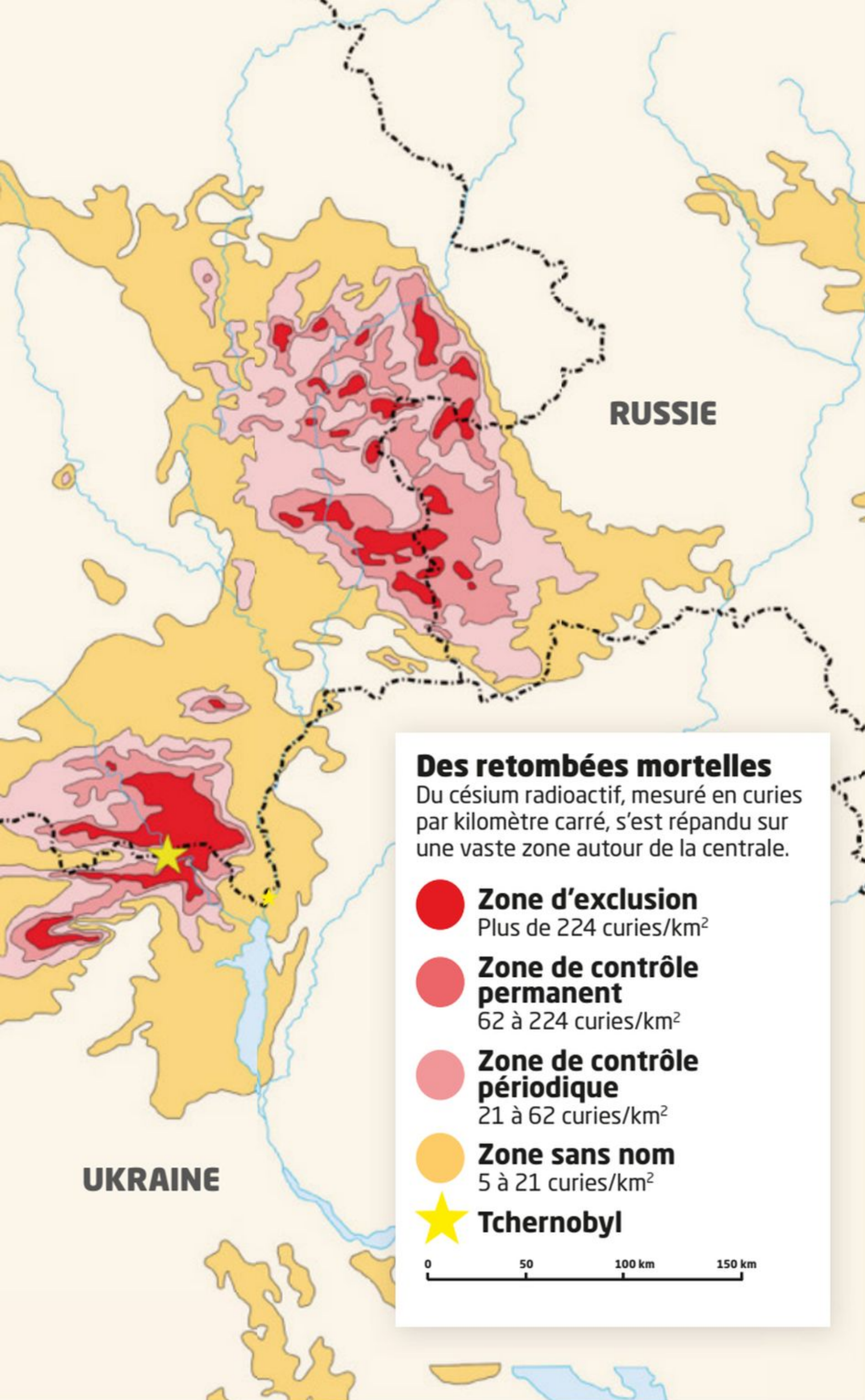
d'environ 1 500 habitants quand elle a été frappée par une épidémie de peste qui l'a entièrement décimée. Mais la ville s'en est relevée et, en 1815, elle était à nouveau florissante... jusqu'à ce que la pauvreté de cette campagne ne pousse 1 300 de ses habitants à émigrer en Amérique, en 1922, pour échapper à la famine. Et ce n'est pas tout: en 1963, des glissements de terrain ont rendu inévitable l'évacuation totale des lieux, puis, en 1972, une

BON À SAVOIR

La ville de Craco a servi de décor pour le film de James Bond *Quantum of Solace* (2008).

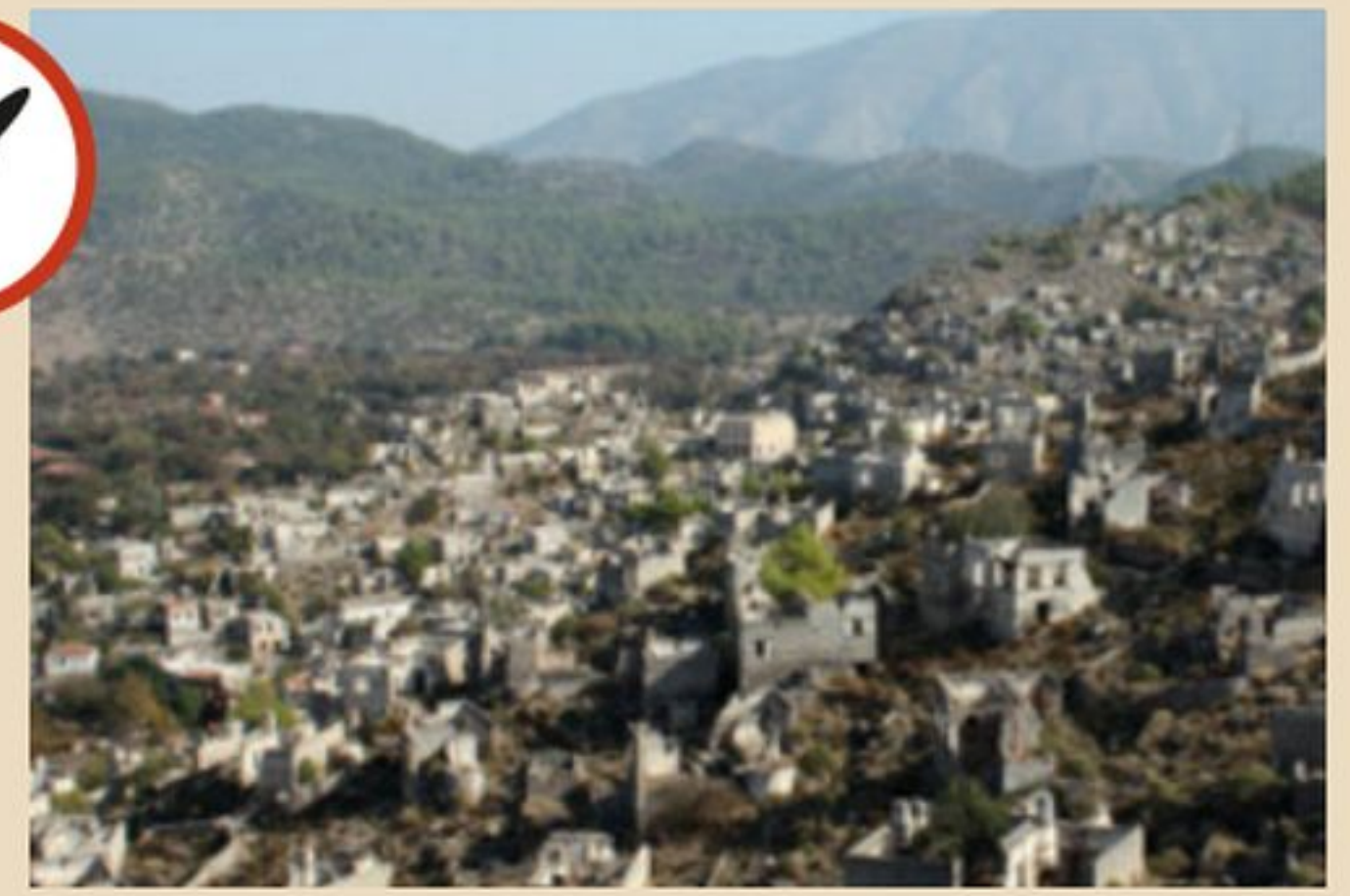
inondation a balayé ce qu'il restait de la ville. Ses bâtiments désertés ont été une dernière fois mis à l'épreuve par un tremblement de terre qui a secoué toute la région d'Irpinia, en 1980. Quand le sort s'acharne...





© Getty; Source: Wiki / CIA Factbook, Sting (vectorisation), MTruch (English translation); Shutterstock

Turquie
Kayaköy
Abandonnée
en 1923



Après le massacre de ses habitants grecs pendant la Première Guerre mondiale, cette ville a perdu la plus grande partie de sa population. Puis, au moment de la guerre gréco-turque, qui a éclaté en 1919, le retour des populations dans leurs pays d'origine a été décidé entre les deux pays. Il impliquait qu'aucun survivant grec ne puisse retourner dans son ancienne maison turque; tous durent regagner la Grèce.

États-Unis
Glenrio
Abandonnée
en 1975

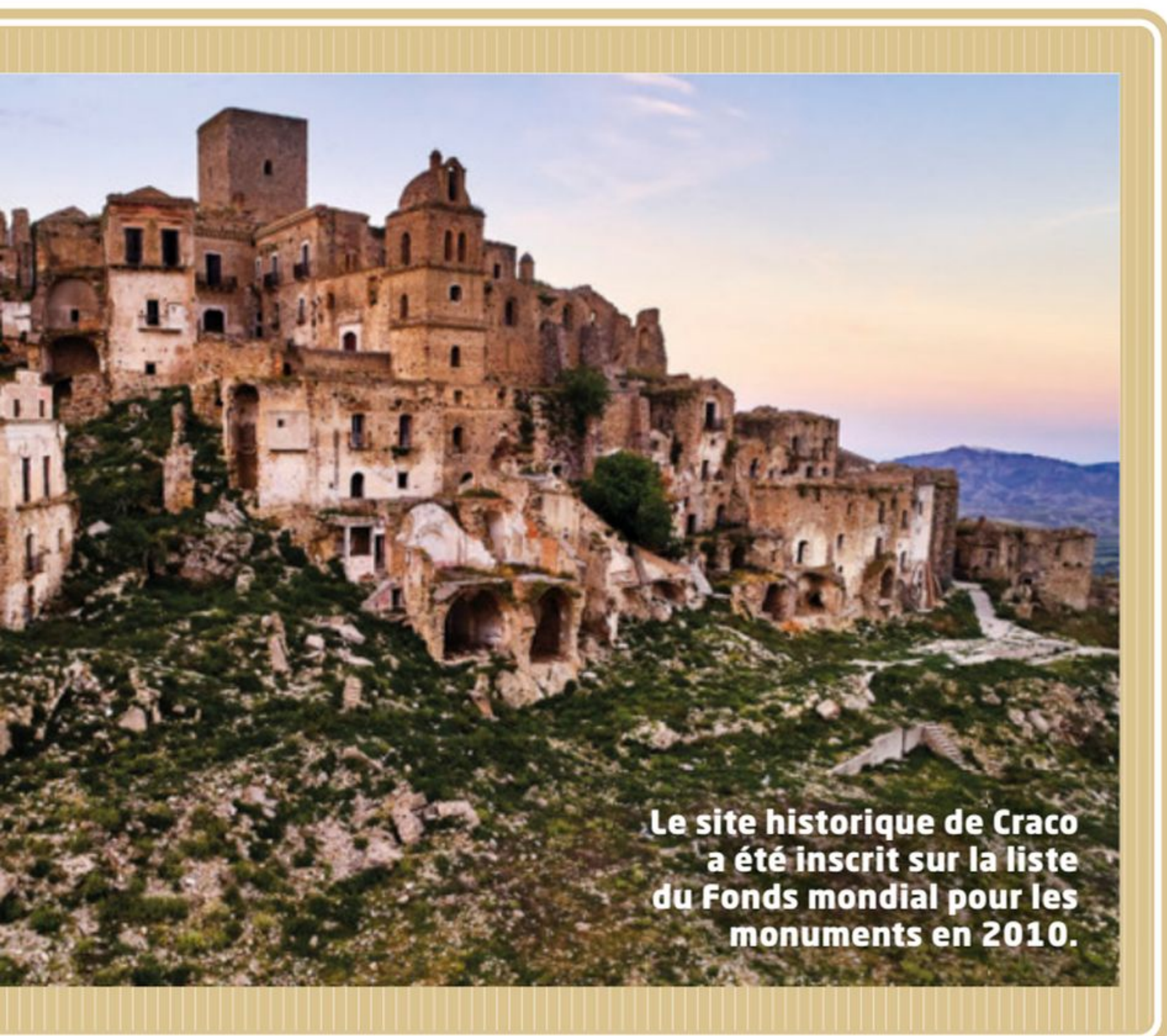


Cette ville située à la frontière entre le Nouveau-Mexique et le Texas (sud des États-Unis), le long de la célèbre Route 66, s'était développée grâce à sa localisation stratégique sur une ligne de chemin de fer. Mais la construction de l'autoroute inter-États 40, en 1957, qui contourne largement Glenrio, a torpillé l'économie locale. Sans les consommateurs de passage, elle n'était plus viable. De sa belle époque, il reste aujourd'hui un motel, un café, une station-service et une poste... sans clients.

Namibie
Kolmanskop
Abandonné en 1956



Ce village a été construit à la fin du XIX^e siècle à proximité de mines de diamants par des colons allemands, dans un style architectural rappelant leur pays d'origine. Mais en 1928, une grande partie de ses habitants se sont déplacés 300 km plus au sud, où le sous-sol était plus riche en pierres précieuses. Le déclin de la ville s'est accéléré au début de la Seconde Guerre mondiale, en raison de l'épuisement des mines. Après son abandon, elle a très vite été recouverte par le sable du désert, ce qui accentue son aspect fantomatique.



Le site historique de Craco a été inscrit sur la liste du Fonds mondial pour les monuments en 2010.

10 autres lieux fantômes



ÉTATS-UNIS **Pénitencier d'Eastern State**

Cette prison a été en service entre 1829 et 1971. Elle a hébergé notamment le célèbre gangster Al Capone, dans une cellule « VIP ».



FRANCE **Oradour-sur-Glane**

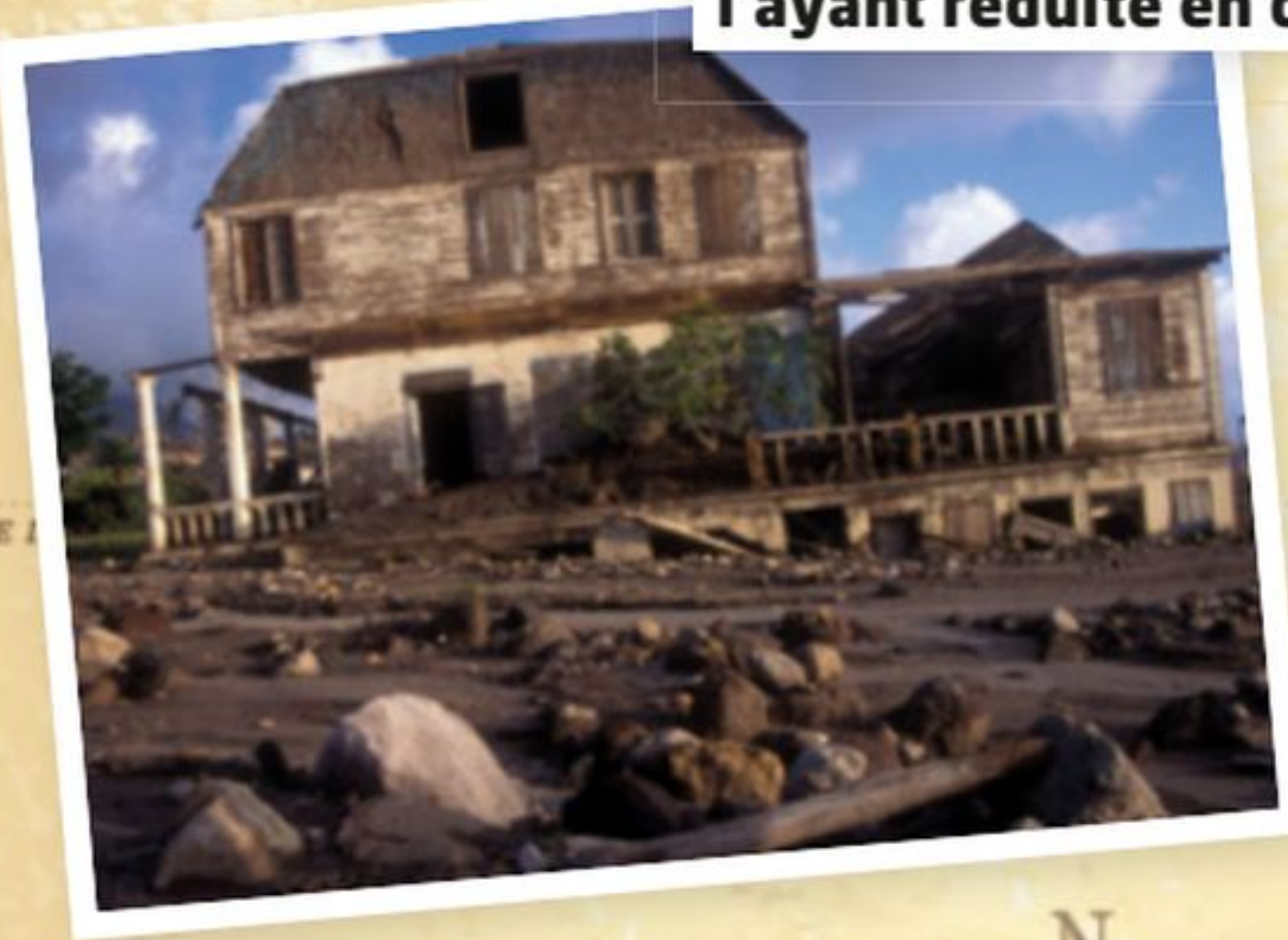
En juin 1944, les soldats nazis ont massacré 642 villageois de cette commune de la Haute-Vienne et incendié leurs maisons. Les ruines ont été préservées pour honorer la mémoire des disparus.

ÉTATS-UNIS **Discovery Island**

Disney a fermé en 1999 cette section de son parc de Floride. Les animaux qui y vivaient ont déménagé au Royaume des animaux, un autre parc du complexe Disney World.

ANTILLES **Plymouth**

La capitale de l'île de Montserrat est surnommée « la Pompéi des Caraïbes », une série d'éruptions volcaniques survenues entre 1995 et 1997 l'ayant réduite en cendres.



ALLEMAGNE **Hôpital militaire de Beelitz**

Cet hôpital situé près de Berlin a autrefois accueilli des militaires allemands et soviétiques, dont un certain Adolf Hitler pendant la Première Guerre mondiale, avant qu'il ne dirige l'Allemagne.



BRÉSIL **Fordlândia**

Cette ville industrielle a été fondée par le constructeur automobile Henry Ford pour lui fournir du caoutchouc. La maladie qui s'est abattue sur ses plantations d'hévéas, suivie d'une révolte des ouvriers, a causé sa chute.



UKRAINE

Parc d'attractions de Pripyat

Mauvais timing : l'ouverture de ce parc était prévue le 1^{er} mai 1986, juste quelques jours après la catastrophe de Tchernobyl. Sa grande roue et tous ses autres manèges ont rouillé sans jamais avoir pu accueillir de visiteurs...



CORÉE DU NORD

Hôtel Ryugyong

L'ouverture de cet hôtel en forme de pyramide dans la capitale nord-coréenne, Pyongyang, n'a cessé d'être reportée depuis sa construction, en 1987. À ce jour, il est toujours vide et porte le surnom d'« Hôtel de la mort » à cause de ses dimensions imposantes et de son air lugubre.

CHYPRE

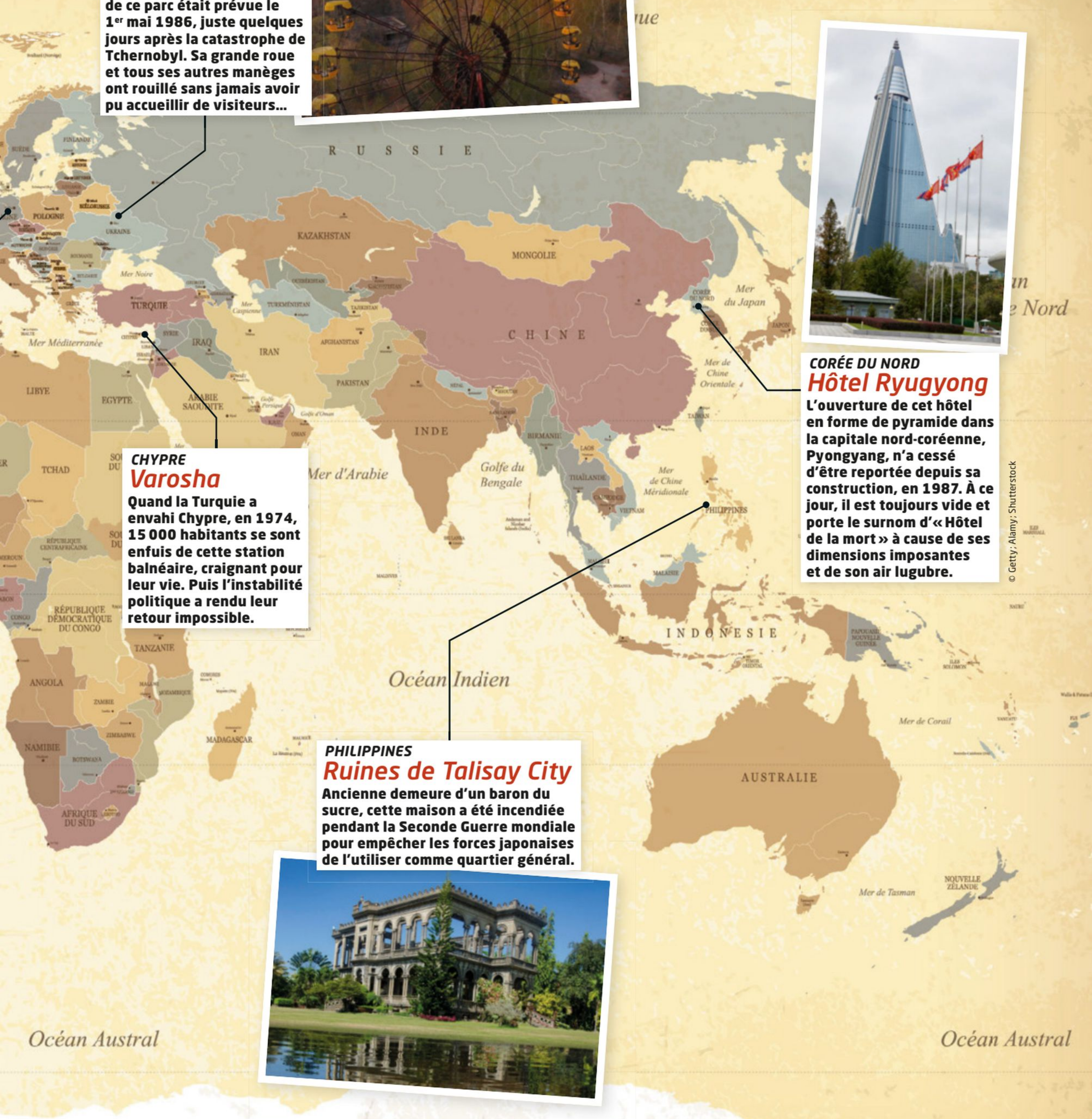
Varosha

Quand la Turquie a envahi Chypre, en 1974, 15 000 habitants se sont enfuis de cette station balnéaire, craignant pour leur vie. Puis l'instabilité politique a rendu leur retour impossible.

PHILIPPINES

Ruines de Talisay City

Ancienne demeure d'un baron du sucre, cette maison a été incendiée pendant la Seconde Guerre mondiale pour empêcher les forces japonaises de l'utiliser comme quartier général.



© Getty; Alamy; Shutterstock



ISAAC NEWTON

Portrait du savant par l'astronome et peintre Hermann Mayer Salomon Goldschmidt (1847).

Considéré comme le père de la physique moderne, ce savant anglais fut l'un des scientifiques les plus influents de tous les temps.

Par Marc Branchu

Il a posé les bases de la mécanique classique. Au cœur de cette théorie, la loi universelle de la gravitation et les trois lois universelles du mouvement. Ses travaux permirent à Newton de démontrer que le mouvement des corps célestes et celui des objets sur Terre sont dictés par les mêmes lois naturelles. L'héliocentrisme – l'idée que le Soleil est au centre de l'Univers – était dépassé et Newton établit ce qui servirait de fondement aux théories de la relativité d'Einstein, plus de deux cents ans plus tard.

Assoiffé de science

Isaac Newton naît le 4 janvier 1643 en Angleterre. Son père meurt avant sa naissance. Sa mère, le voyant plus doué pour la mécanique que pour administrer un domaine, lui permet de poursuivre des études. Il est admis en 1661 au Trinity College de Cambridge où il restera sept ans, s'intéressant particulièrement à l'astronomie, l'alchimie et la théologie. Une fois diplômé, il passe les deux années suivantes à formuler ses théories sur le calcul, l'optique et la gravitation. C'est durant cette période qu'il développe le

Les dates clés

1643

Isaac Newton naît le 4 janvier au manoir de Woolsthorpe, dans le Lincolnshire, en Angleterre.

1655

Il fréquente la King's School, à Grantham, de 12 à 17 ans.

1661

Il entre au Trinity College, à Cambridge; il y obtient une licence en mathématiques, spécialisation calcul.

1670

Il s'intéresse de très près à l'astronomie et à l'optique et donne des conférences sur le sujet à Cambridge.

1672

Il présente son célèbre télescope à réflexion à la Royal Society de Londres.



télescope de Newton (le premier à miroir sphérique sans dispersion de la lumière), qu'il présente à la Royal Society (société savante fondée en 1660 pour promouvoir les sciences) en même temps que ses recherches sur la réfraction de la lumière.

Un génie reconnu par ses pairs

Newton conduit par la suite de nombreux travaux sur la nature et les propriétés de la lumière, qui culminent avec la publication, en 1704, de son œuvre magistrale, *Opticks*. Entre-temps, en 1687, est paru son livre révolutionnaire *Principes mathématiques de la philosophie naturelle*, qui définit les grandes lignes de ses lois du mouvement, de l'attraction universelle ainsi que ses déductions à propos des lois de Kepler (publiées en 1609 et 1619) sur le mouvement planétaire.

Si le génie de Newton était déjà évident avant la publication de ce texte fondateur, le succès de l'ouvrage l'établit auprès de la communauté scientifique. Il est non seulement accueilli au sein de la Royal

Society, mais également sacré chevalier par la reine Anne de Grande-Bretagne; il devient le second scientifique à bénéficier de ce titre. Une publication plus étendue et des éditions ultérieures valent à Newton de fervents admirateurs. Le scientifique continue ses travaux en mathématiques, astronomie et optique tout en acceptant en 1696 le poste de gardien de la Royal Mint, maître de la monnaie. Il s'implique ainsi dans la grande réforme monétaire du pays. En 1703, il est élu président de la Royal Society et devient membre associé de l'Académie française des sciences. Newton meurt dans son sommeil à Londres, le 31 mars 1727. 📍

On lui doit la loi universelle de la gravitation et les trois lois universelles du mouvement

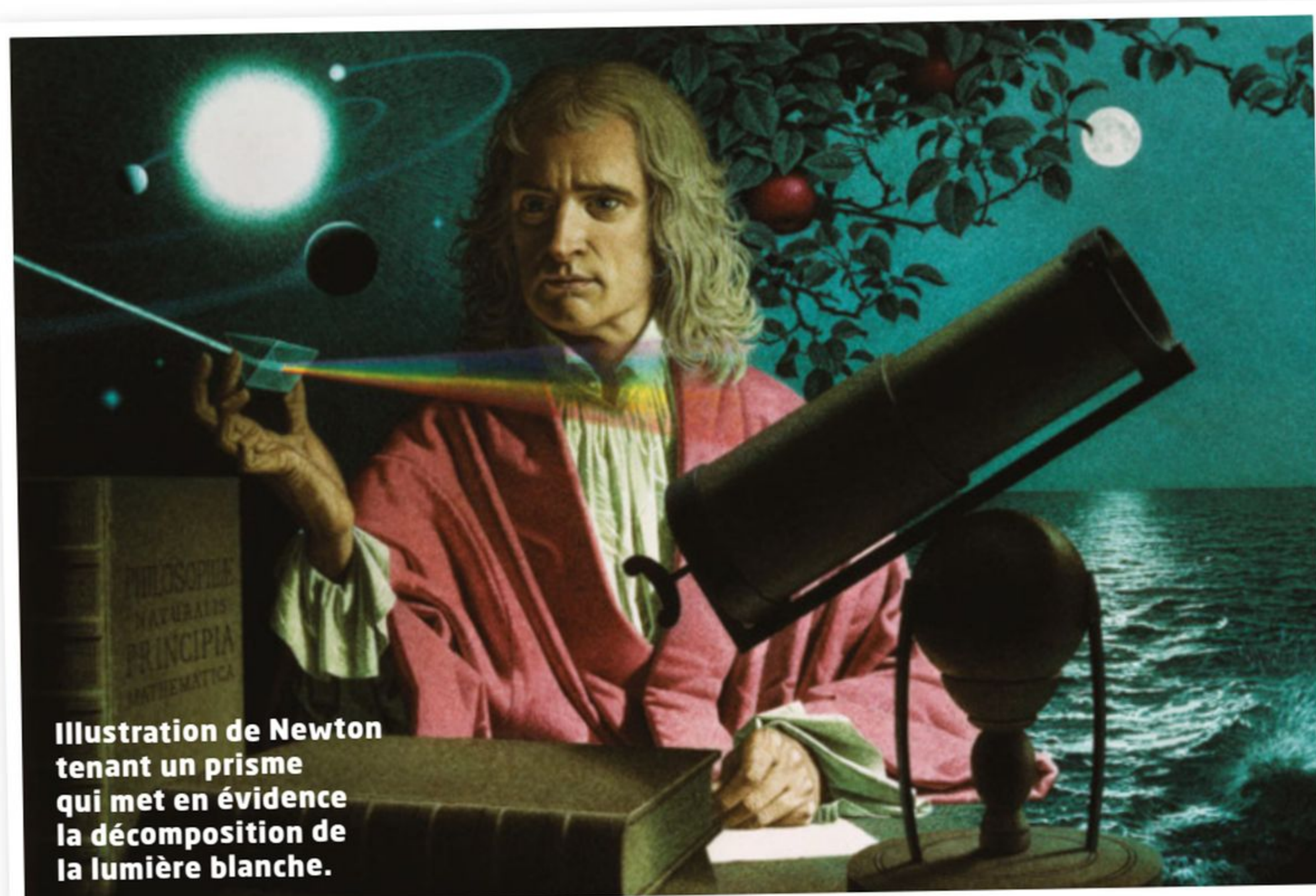


Illustration de Newton tenant un prisme qui met en évidence la décomposition de la lumière blanche.

5 faits majeurs

1. Il inspira Einstein

La gravitation universelle et la mécanique classique de Newton formèrent la base de la pensée d'Einstein en astrophysique, lui permettant de formuler ses théories de la relativité restreinte (1905) et générale (1915).

2. Il fut adoubé

Newton fut le second (et dernier) scientifique de l'histoire à avoir été sacré chevalier. Ses armoiries étaient un bouclier avec deux tibias croisés.

3. Il garda la monnaie

Newton fut maître de la monnaie royale lors de la grande refonte monétaire de 1696. Durant son mandat, il réussit à démasquer vingt-huit faussaires.

4. Il prédit l'apocalypse

En 1704, Newton tenta de glaner des informations scientifiques dans la Bible. Il prophétisa alors la fin du monde pour 2060.

5. Il s'empoisonnait sans le savoir

À sa mort, en 1727, il s'avéra que ses cheveux contenaient un taux élevé de mercure (qu'il utilisait fréquemment pour ses expériences), indiquant qu'il aurait été victime d'un empoisonnement au métal.

1687

Publication de son *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, après des années de recherches sur la gravitation et le mouvement des planètes.

1704

Parution de l'ouvrage *Opticks*, qui démontre comment un prisme peut décomposer la lumière en faisceaux.

1705

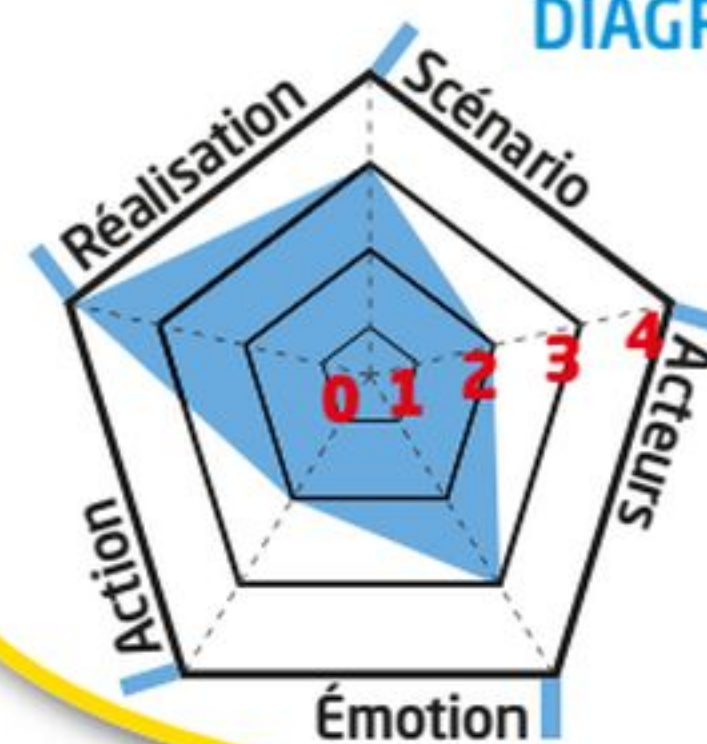
Newton est sacré chevalier par la reine Anne pour son travail scientifique et son rôle en tant que maître de la monnaie royale.

1724

En raison de son âge et de sa santé défaillante, Newton emménage avec sa nièce et son mari à Cranbury Park, près de Winchester.

1727

Newton meurt le 31 mars, à l'âge de 84 ans.



0. Mauvais, c'est zéro!
1. Moyen, décevant.
2. Pas mal.
3. C'est bien.
4. Excellent!
Plus la forme bleue est grande, plus notre avis est élogieux.



FILM
LES PROMESSES
Le prix de la parole politique

De Thomas Kruithof, avec Isabelle Huppert, Reda Kateb, Naidra Ayadi...
Au cinéma le 26 janvier.



Et pourquoi pas ministre ? Parmi les derniers rôles de sa longue carrière, Isabelle Huppert a été trafiquante de cannabis dans *La Daronne* (2020) ou patronne d'un studio de jeux vidéo (*Elle*, 2016). Aujourd'hui maire de banlieue, élue de conviction non carriériste, elle défend bec et ongles la réhabilitation d'une cité du 93 (Seine-Saint-Denis) aux appartements effroyablement insalubres. Sauf que, patatras, on lui fait miroiter un poste de ministre à l'occasion d'un remaniement ministériel. Y aller ou pas ? Accepter, comme décliner, implique dans les deux cas

un nombre inqualifiable de renoncements, de compromis et, peut-être, de promesses intenable. Très prenant si l'on veut bien suivre le suspense à l'intégrité, le film a le mérite de montrer le grand écart quasi impossible entre la politique du réel qui essaie de changer la vie des gens concrètement, problème par problème, et la politique « d'en haut », celle des bureaux, des dossiers interminables et des « arbitrages » anonymes.

De tractations en négociations, de petits arrangements en menaces à peine voilées, du laborieux

porte-à-porte auprès des habitants jusqu'aux coups de fil pistonnés vers les couloirs de l'Élysée ou de Matignon, la danse qui se voudrait démocratique s'agite devant nous tel un implacable rituel d'auto-destruction. Heureusement, dans un rôle intelligent et vertueux, le toujours excellent Reda Kateb sauve la mise, et nous avec.

FILM
ENQUÊTE SUR UN SCANDALE D'ÉTAT
Jeu de piste confus



De Thierry de Peretti, avec Roschdy Zem, Pio Marmaï, Vincent Lindon...
Au cinéma le 9 février.

Tiré d'une enquête du quotidien *Libération* puis d'un livre (*L'Infiltré*) cosigné Hubert Avoine, l'informateur de

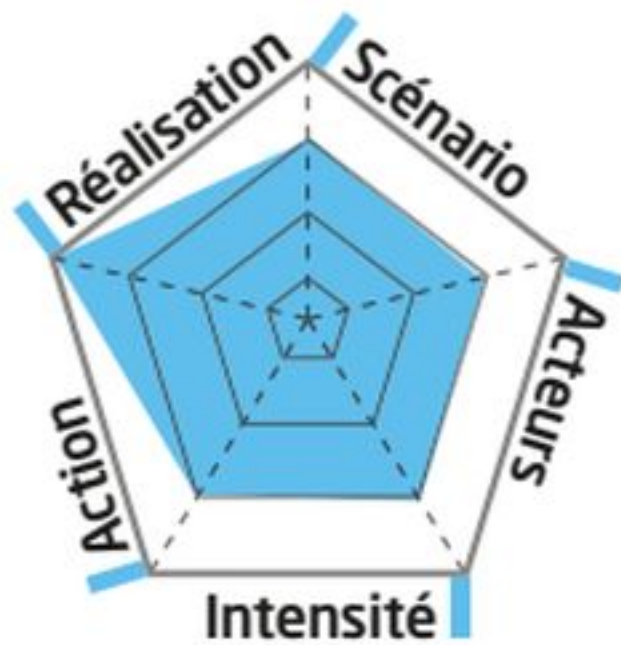
l'enquête, qui ont fait grand bruit en 2017, le film tente de retracer le travail du journaliste révélant les méthodes contestables de la lutte antidrogue en France et en particulier celles de son grand patron François Thierry, soupçonné lui-même de trafic. On assiste ainsi à des conférences de rédaction du journal *Libération* qui font presque vraies, à des discussions ambiguës entre journaliste et informateur.

Bien intentionné mais confus, le scénario ménage beaucoup trop la chèvre et le chou. Alors que le film s'étale sur deux heures, le récit saute d'une situation ou d'une humeur à l'autre sans grande cohérence ni logique à suivre, comme s'il manquait des scènes. On ne s'y ennue pas grâce à l'interprétation des acteurs, parfois laissés en roue libre, mais la promesse d'un grand film « dossier » politico-judiciaire n'est pas tenue.



SÉRIE
**BLADE RUNNER :
BLACK LOTUS SAISON 1**
Retour aux sources

De Shinji Aramaki et Kenji Kamiyama, avec les voix d'Arisa Shida, Shinshu Fuji, Takehito Koyasu... Série en 13 épisodes de 22 min sur Crunchyroll.



FLEURS BLEUES

FILM
PETITE SOLANGE
Au secours, mes parents divorcent



Maman est comédienne de théâtre égocentrée. Papa vend des instruments de musique (l'artiste polymorphe Philippe Katerine encore crédible dans un rôle lunaire). Ils affichent publiquement le bonheur de leur union. Solange, 13 ans, y croit tellement que quand ses parents idéaux se disputent, son monde s'écroule. Jusque-là joyeuse et extravertie, elle s'assombrit et ne participe plus en classe. « Tu fais bien la différence entre le monde des adultes et le monde des enfants ? » lui demande son père pour expliquer sans justifier la situation. Oui mais non. Avec une naïveté cinématographique pas tellement d'aujourd'hui, la prise de conscience de Solange va être lente et douloureuse. Le monde tourne donc sans elle au centre ?



D'Axelle Ropert, avec Léa Drucker, Philippe Katerine, Jade Springer... Au cinéma le 2 février.



MINI-SÉRIE
DOPESICK
Dossier douloureux

De Danny Strong, avec Michael Keaton, Peter Sarsgaard, Rosario Dawson... Série en 8 épisodes de 55 min sur Disney+.



Un casting trois étoiles de cinéma, dont les jeunes stars montantes Will Poulter (*Le Labyrinthe*) et Kaitlyn Dever (la série *Unbelievable*), se met au service d'un des plus grands scandales sanitaires américains: la commercialisation officielle de l'OxyContin, un antidouleur puissant à base d'opioïdes provoquant une irrésistible addiction.

Sous forme d'enquête alternant entre l'organisation glaciale de sa mise en vente dans les années 1990 et son procès, la série condamne sans détour l'entreprise privée Purdue Pharma, responsable, avec la complicité de membres corrompus de l'administration sanitaire des États-Unis, d'une véritable épidémie de drogue. Filmé autant à hauteur des drames humains que légaux, passionnant et consternant.



FILM INÉDIT
MON ANNÉE À NEW YORK
Apprentie écrivaine

Dernièrement vue en femme de ménage novice dans la série Netflix *Maid*, Margaret Qualley se glisse une nouvelle fois dans la peau d'une jeune femme naïve obligée de vite s'éveiller. Dans les années 1990, alors qu'elle débarque dans une agence littéraire à New York, ses ambitions d'écrivaine se heurtent à la réalité du travail et à la sévère responsable de l'agence, jouée sans mal par Sigourney Weaver. Agréable, le film essaie, sans y parvenir, de rejouer en mode littéraire le fameux *Le Diable s'habille en Prada* (2006) qui épinglait le milieu de la mode. Les clichés de la vie de bureau ont la vie dure mais la présence, ou non, du célèbre écrivain J. D. Salinger, client de l'agence, entretient un joli suspense.



De Philippe Falardeau, avec Margaret Qualley, Sigourney Weaver... En SVOD sur MyCanal.

© WildBunch/24 25 Films; Les Films Velvet/Pyramide Films; 2021 Inago Productions LLC Adult Swim artwork TM and © Cartoon Network Crunchyroll logo TM and © Elation, LLC/DR; 20th Century Fox Television/Disney+; © 2020 Québec Inc./Parallèle Films (Salinger) DAC/Canal+ Cinéma

Jeux vidéo

PAR FRANÇOIS BLISS
DE LA BOISSIÈRE

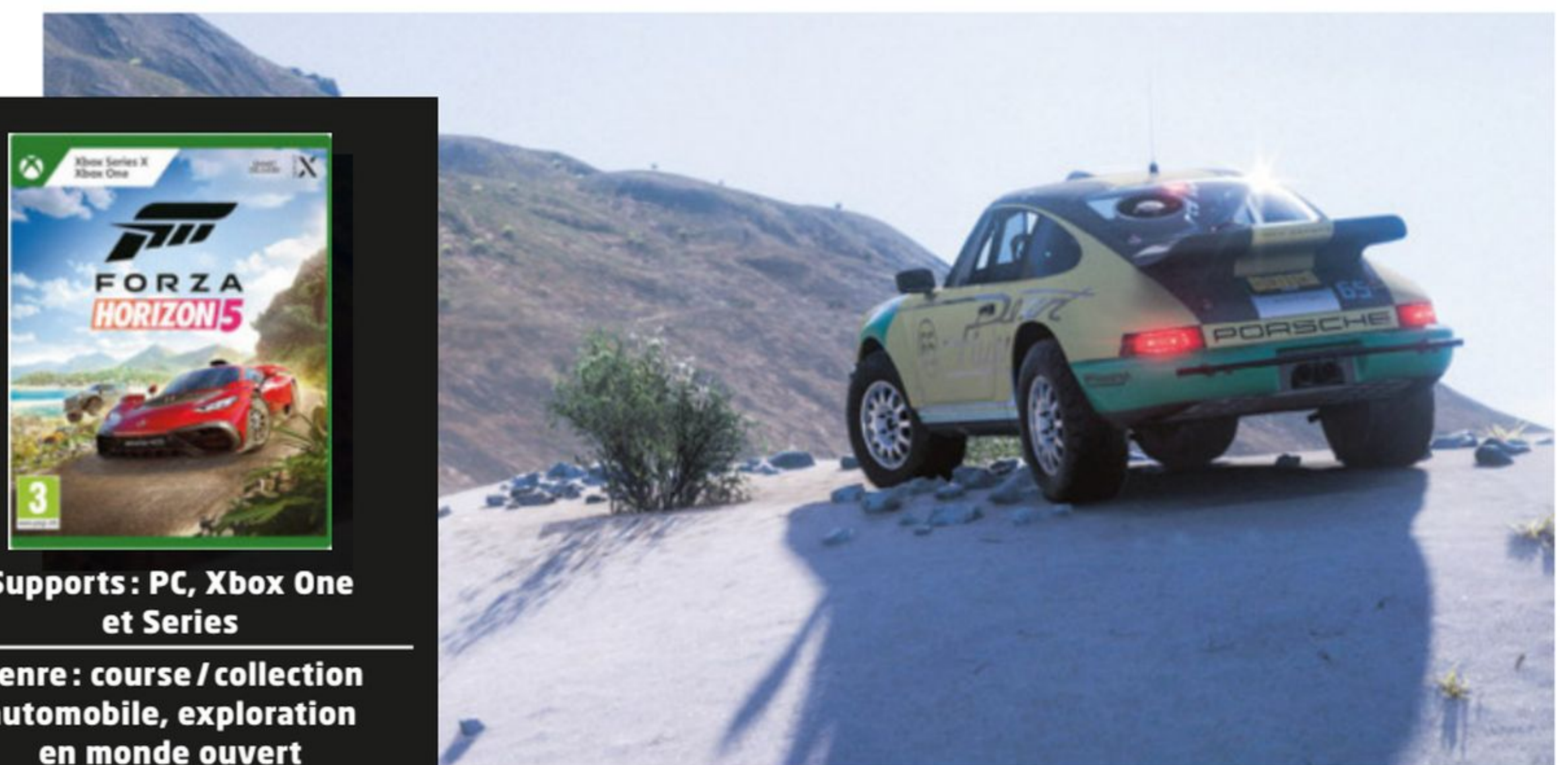
* PEGI, norme de classification
des jeux par âge : www.pegi.info



FORZA HORIZON 5 Le métavers automobile est déjà là !



Qui n'a pas rêvé de prendre la route, se mettre au volant et rouler droit devant sans se préoccuper de la destination finale, du temps qui passe, du prix de l'essence et du lendemain ? Viser l'horizon comme l'autorisent sans contraintes certains pays très étendus ? On pourrait citer les mille et une « bornes » raisons de lancer *Forza Horizon 5* : championnats inventifs, safari-photo, maisons et garages de villégiature... Mais, dans les faits, tout se résume à cela : goûter la liberté d'aller et venir au volant de sa voiture à travers un magnifique Mexique de carte postale.



Supports : PC, Xbox One
et Series

Genre : course / collection
automobile, exploration
en monde ouvert

1 joueur, multijoueur en ligne
(sur abonnement)

Inclus dans l'abonnement
Game Pass Xbox et PC

PEGI * : tout public

Xbox Game Studios, 70 €

tagne, certes, mais aussi rouler au pas, tel un conducteur du dimanche admiratif du paysage, s'arrêter prendre une photo, écouter le vent, les oiseaux ou le ressac au bord d'une plage. Fracasser à toute vitesse des panneaux au bord de la route, contre quelques récompenses, est aussi une option qui défoule. Chacun son rythme. Comme de décider, ou pas,

Picorer ici et là les épreuves de courses sur route, sur terre meuble, à travers champs, dans la jungle ou à flanc de mon-

de défier les autres voitures croisées sur la route, pilotées par d'autres humains joliment baptisés « drivatars ». La seule chose qui manque ? Ne pas pouvoir mettre pied à terre, tant le panorama photo-réaliste invite à la contemplation. Pour humer l'air, il reste toujours la possibilité de se mettre au volant d'un des nombreux cabriolets, ou de survoler les lieux en pilotant un petit drone.

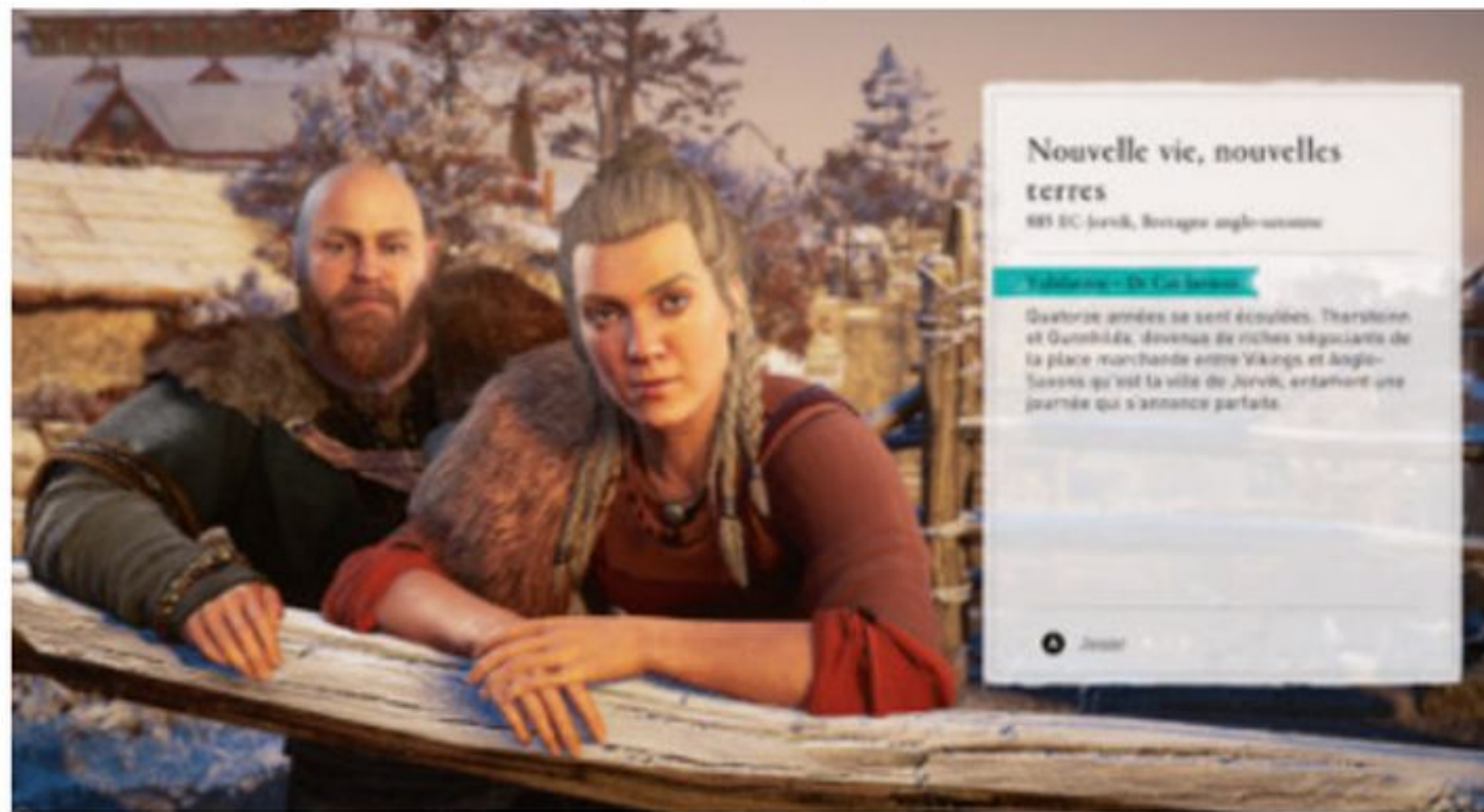
Un jeu total, immersif, accessible, fétichiste (ah, sa collection de voitures parfaitement modélisées à admirer sous tous les angles !), une invitation touristique ouverte à tous. Le plaisir de la conduite avant tout.



DISCOVERY TOUR: VIKING AGE Assassin's Creed Valhalla pacifié



Loin de la fureur et des affrontements sanglants ordinaires de la série *Assassin's Creed*, l'expérience pacifique dite « éducative » des *Discovery Tour* met à la portée de tout le monde les énormes reconstitutions historiques de la populaire série créée par les différents studios Ubisoft à travers

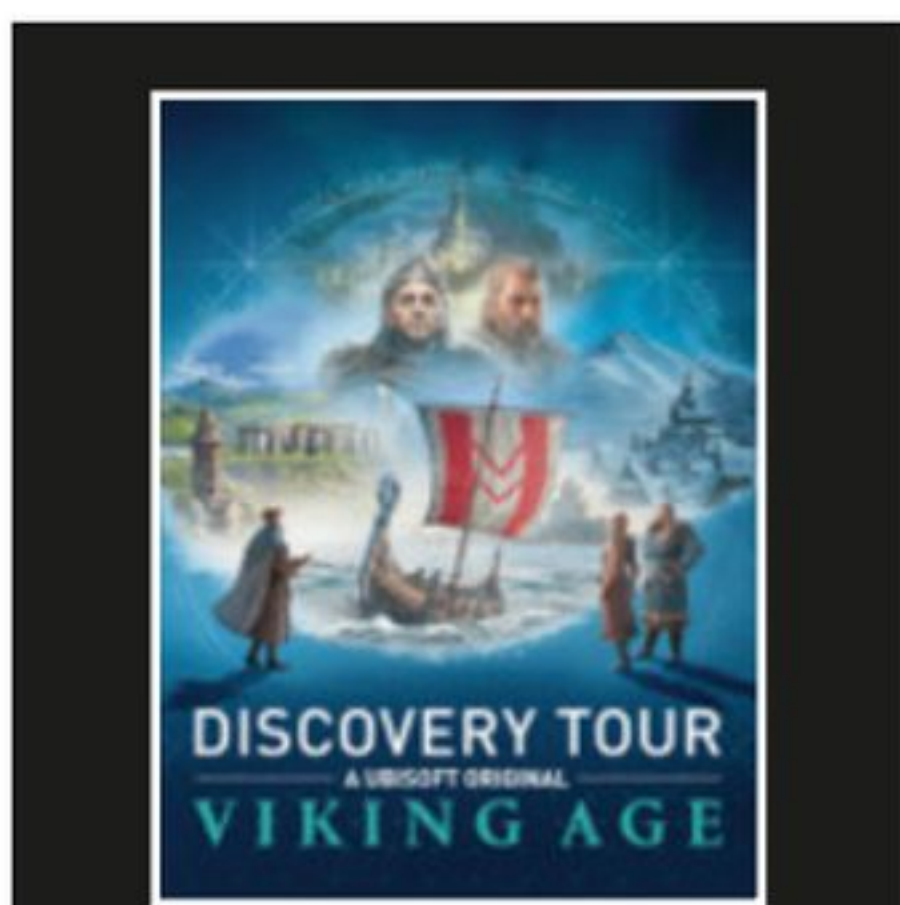


le monde. Après ceux de l'Égypte ancienne et de la Grèce antique, l'épisode *Assassin's Creed Valhalla* de 2020, situé au temps des Vikings, profite à son tour de cette adaptation qui transforme le jeu d'action en visite historique virtuelle. La curiosité, le plaisir de regarder, l'envie d'en savoir plus sur l'époque (la fin du IX^e siècle) et la culture en jeu... deviennent le moteur interactif principal.

Le procédé n'évite pas une lourdeur didactique lassante pour un *gamer* régulier, mais si celui-ci garde sa curiosité en

éveil au-delà du *gameplay*, il y gagnera un regard sur les coulisses de la fabrication d'un jeu vidéo et sur la grande Histoire. À commencer par l'énorme documentation rassemblée pour donner vie à l'époque, mettre en scène les événements, mœurs, costumes, rites, lieux et monuments.

Plus scénarisé, ce *Discovery Tour: Viking Age* entraîne de la Norvège jusqu'à l'Angleterre en dirigeant quatre personnages : un marchand viking, son épouse tisseuse, un moine saxon et Alfred le Grand, alors roi des Anglo-Saxons.



Supports (téléchargement) :
PC, PS4, PS5, Xbox One et Series

Genre : jeu de rôle / visite virtuelle

1 joueur

PEGI* : à partir de 18 ans

Ubisoft, gratuit pour les propriétaires du jeu Assassin's Creed Valhalla, 20 € en achat séparé

IMMERSION SANS FRAIS

PIKMIN BLOOM La meilleure façon de marcher



Sur les pas du succès planétaire de *Pokémon Go*, *Pikmin Bloom* nous renvoie trotter dehors en compagnie, cette fois, des adorables bourgeons sur pattes de Nintendo. Smartphone en main, les Pikmin sautillants accompagnent le marcheur pendant que le sol se couvre de fleurs devant, derrière soi, partout. Il est même question de planter des fleurs géantes au pied des monuments que l'on croise. En réalité augmentée, les craquantes créatures apparaissent en superposition dans l'écran du smartphone sur les chemins et trottoirs. Deux inconvénients à ce parcours fleuri, l'hiver actuel (brrr) et le syndrome du marcheur tête baissée sur son écran.



Supports : smartphones iOS et Android

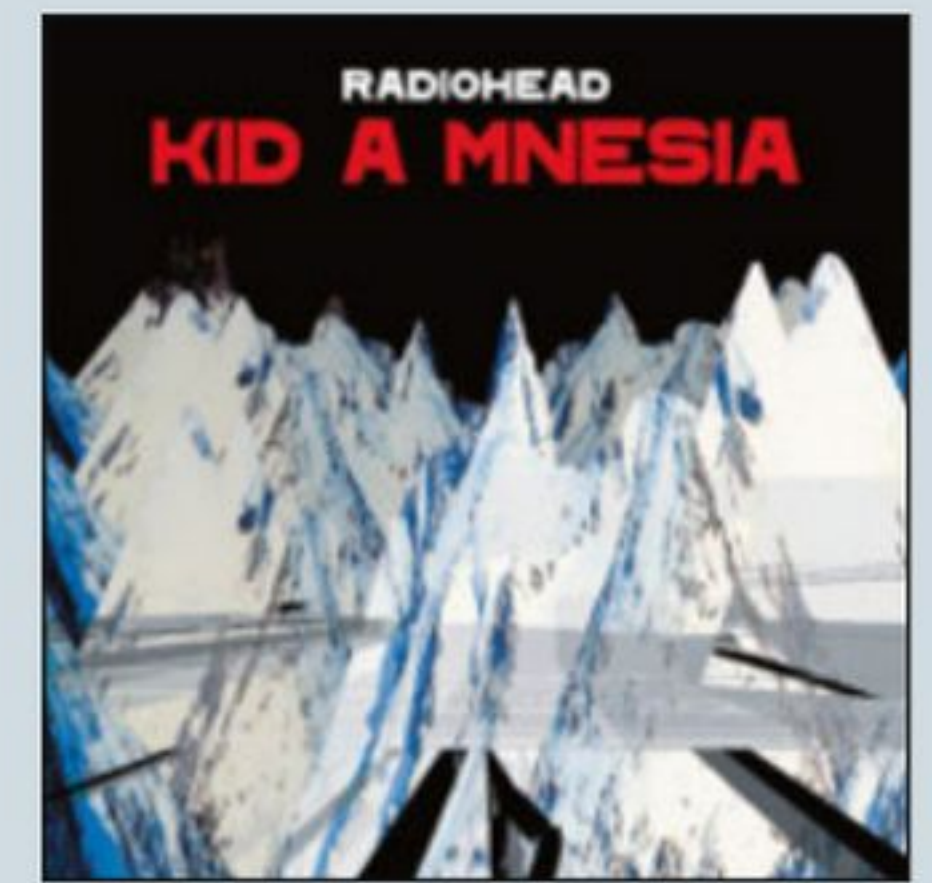
Genre : simulateur de floraison, podomètre animé

1 joueur, multijoueur

PEGI* : tout public

Niantic / Nintendo, gratuit avec achats intégrés

KID A MNESIA EXHIBITION Dans la tête de Radiohead



À l'image du ballet de Blanca Li auquel on assiste équipé d'un casque de réalité virtuelle (*Le Bal de Paris*), ou encore de L'Atelier des Lumières, à Paris, où le spectateur se déplace au milieu de peintures animées projetées dans le décor, les expositions et spectacles immersifs se multiplient. Il était temps que le jeu vidéo, grand spécialiste de l'immersion, reprenne la main. Parcours interactif étrange à pratiquer sans dextérité particulière, manette en main façon jeu vidéo, *Kid A Mnesia* met en scène l'imaginaire graphique attaché au groupe de rock Radiohead et à leurs deux albums sortis il y a vingt ans. Expérimental, esthétique et troublant.



Supports (téléchargement) :
PC, Mac, PS5

Genre : visite interactive

VO anglaise sous-titrée

1 joueur

PEGI* : à partir de 12 ans

Epic Games, gratuit

Sorties & Expos

PAR MICHELLE
FOUCART-ORSEL



Paris

SCIENCE EXPÉRIENCES La science pour tous



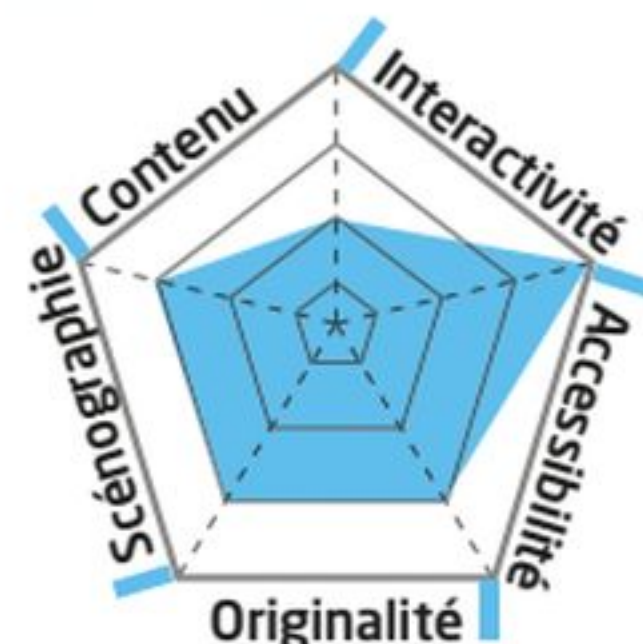
Voilà un nouvel espace parisien d'attractions scientifiques qui, sur 850 m², conjugue loisirs et savoir. Dès l'arrivée, Einstein – enfin, son hologramme – nous rappelle que « la connaissance s'acquiert par l'expérience, tout le reste n'est que de l'information ». Le parcours commence par une section sur l'espace où l'on peut, maintenu par un harnais et équipé d'un casque de réalité virtuelle, découvrir la sensation de faible pesanteur lunaire (six fois moindre que celle terrestre), se retrouver dans le décor de la Station

spatiale internationale avec sa vue imprenable sur la Terre, ou encore traverser notre galaxie jusqu'aux confins de l'Univers connu. Dans une autre salle, grâce à un mapping vidéo interactif à 360°, on est plongé au cœur de la croûte terrestre, pour vivre de l'intérieur la poussée du magma vers l'éruption volcanique, grondements et secousses comprises. Une sensation vertigineuse !

Se voulant un concept « unique au monde », le circuit n'aborde qu'une sélection de domaines scientifiques (l'espace, les abysses, la volcanologie, le corps humain, la physique

quantique...). On n'en retient que mieux les leçons apprises, d'autant plus que le contenu est de très grande qualité (technologies, décors, éclairages, références de grands scientifiques...). L'idée étant de privilégier l'expérience et de rendre la visite fluide, il y a peu de cartels à lire ; toutes les informations sont transmises par des sons, des voix off ou un médiateur sur place. Enthousiasmant !

« Science Expériences », à Bercy Village (Paris). Tarifs : de 11 € à 19 €. Plus d'infos sur : www.science-experiences.com



Compiègne (Oise)

VITESSE Un rêve de longue date

Créé en 1927 au sein du château de la ville, le Musée national de la voiture de Compiègne est le premier à retracer l'histoire de la locomotion terrestre. À travers une collection de plus de 150 voitures et traîneaux à bras, à cheval (et autres animaux) ou à moteur, on voyage ainsi dans le temps, en suivant l'évolution des inventions et des progrès technologiques qui

ont mené jusqu'aux puissants bolides actuels.

La nouvelle exposition temporaire du musée s'intéresse justement à l'attrait de l'homme pour la vitesse, qu'il soit motivé par la performance mécanique, une certaine idée de la modernité ou la recherche de sensations fortes. Une cinquantaine de véhicules (cycles compris) sont mis en scène dans les salles du château, entourés d'un



ensemble de dessins, estampes, peintures et sculptures inspirés par le thème de la vitesse. L'occasion d'y admirer *La Jamais contente*, cette drôle de voiture électrique au corps fuselé qui aurait dépassé les 100 km/h dès 1899, ou des prototypes

de modèles futuristes ultrarapides. En voiture pour en savoir plus !

« Vitesse », au Musée national de la voiture (Compiègne), jusqu'au 28 mars. Tarifs : de 7,50 € à 9,50 €. Plus d'infos sur : www.chateaudecompiègne.fr

Henri Matisse, *Zorah sur la terrasse* (1912-1913).

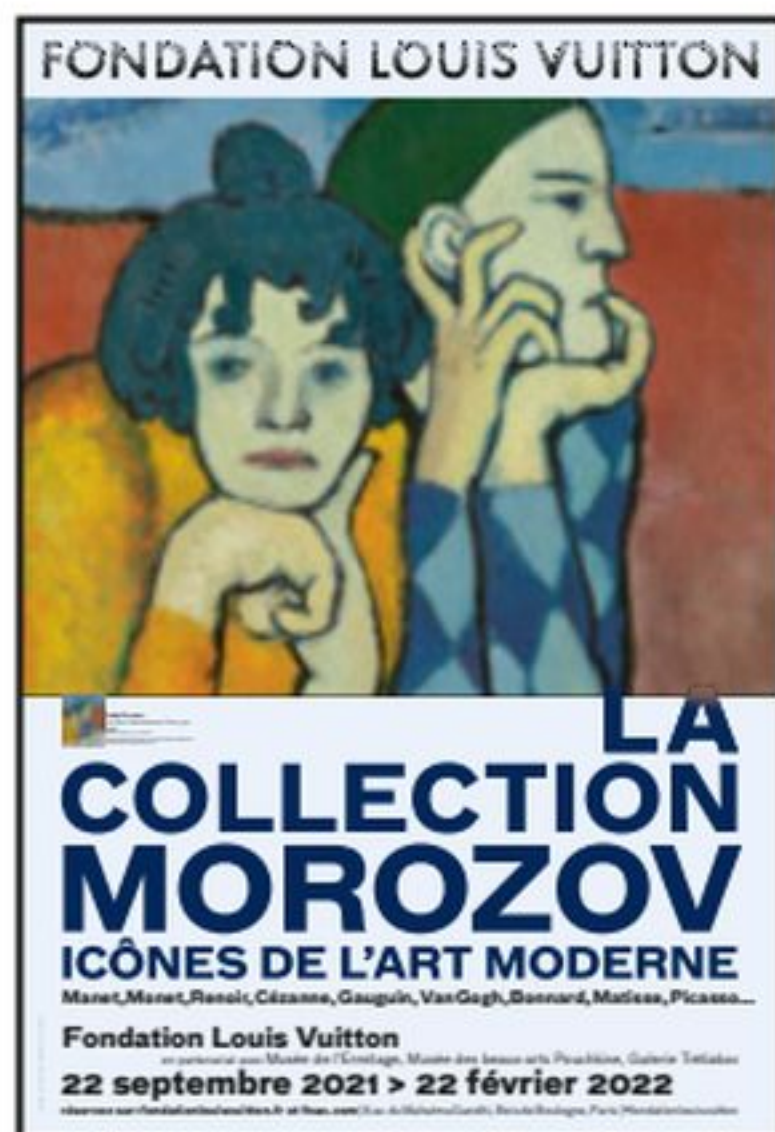


Paris

Paul Gauguin, *Te Tiare Farani* (1891).



Valentin Serov, *Portrait de Mika Morozov* (1901).



LA COLLECTION MOROZOV Réunion de maîtres

À partir de la fin du XIX^e siècle, deux frères moscovites, Ivan et Mikhaïl Morozov, fils de tapisiers et grands amateurs d'art, décident de collectionner des œuvres « modernes », c'est-à-dire d'artistes de leur époque, plus ou moins

connus. Ils acquièrent ainsi des tableaux de peintres russes dont ils sont contemporains (Vroubel, Korovine, Serov...), de Français qui ont le vent en poupe (Monet, Cézanne, Gauguin, Matisse...) ou recommandés par leur marchand d'art, tels

Van Gogh, plutôt décrié alors, ou Picasso, « un jeune artiste prometteur » – une facture atteste qu'ils ont acheté *l'Acrobate à la boule* du peintre espagnol pour la modique somme de 300 francs, soit 900 euros aujourd'hui !

Les moyens des frères Morozov leur ont permis de se constituer au fil du temps une collection d'œuvres majeures d'une

cinquantaine de peintres et sculpteurs (Auguste Rodin et Camille Claudel, par exemple) classés au rang de maîtres. Plus de 200 d'entre elles, toutes exceptionnelles, ont pu quitter la Russie pour la Fondation Louis Vuitton. Autant de chefs-d'œuvre réunis dans une même exposition, c'est plutôt rare et fort en émotions.

« La Collection Morozov. Icônes de l'art moderne », à la Fondation Louis Vuitton (Paris), jusqu'au 22 février. Tarifs : de 5 € à 16 €. Plus d'infos sur : www.fondationlouisvuitton.fr



Fourmies (Nord)

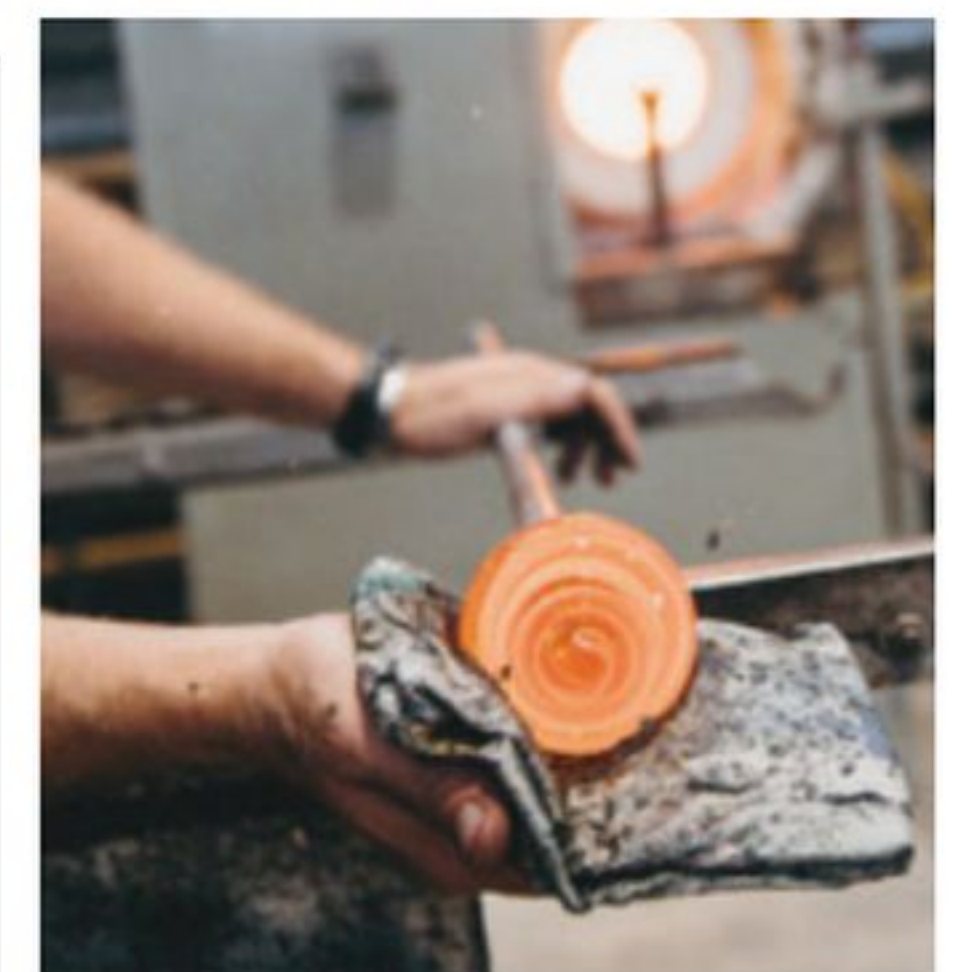
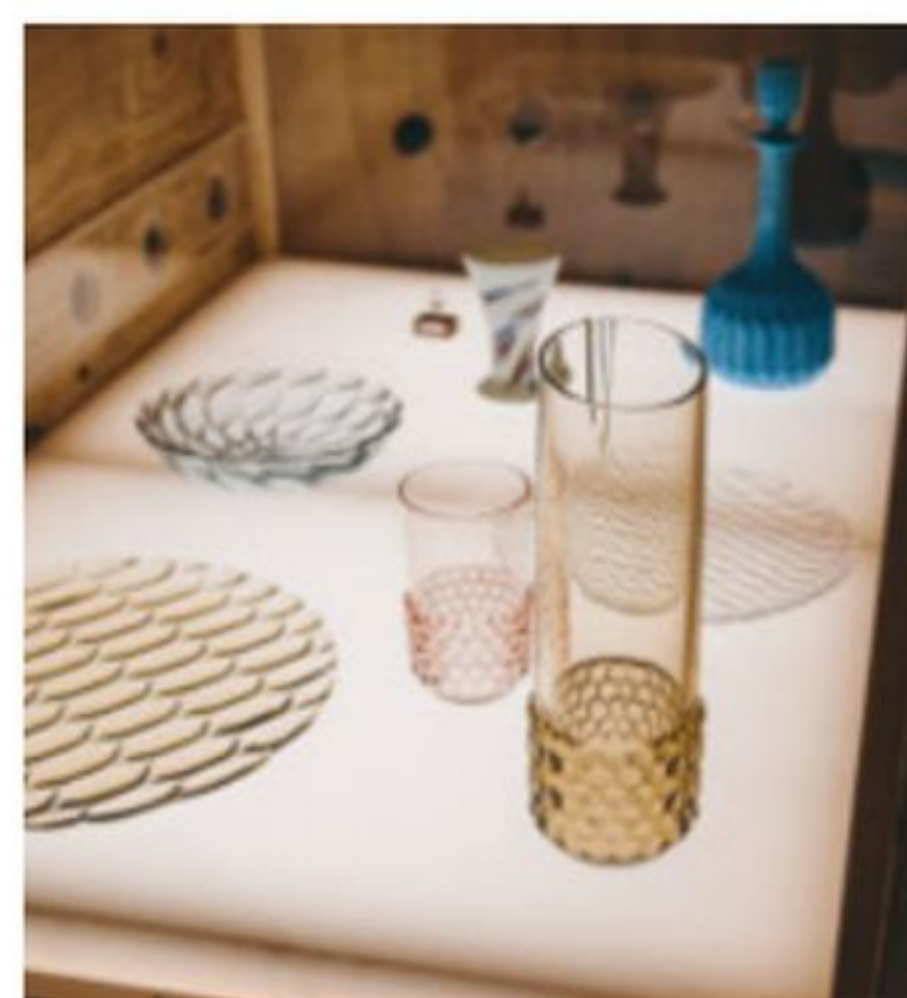
L'ENVERS DU VERRE Un savoir-faire ancestral



d'époque. Un véritable saut dans le temps qui permet d'imaginer le quotidien des travailleurs de jadis.

En marge de ces curiosités permanentes, le musée accueille une exposition temporaire sur le verre, que l'on a fabriqué à Fourmies dès 1599. Une succession d'objets présentés sous l'angle des contraires (« ancien/récent », « proche/lointain », « sédentaire/nomade »...) révèle la

dans une ancienne filature qui a fonctionné de 1874 à 1978, il conserve en ses murs d'anciennes machines que l'on peut voir fonctionner. Il abrite également, tel un décor de cinéma, une reconstitution d'une rue typique du début du XX^e siècle avec ses échoppes, un restaurant et des établissements publics (poste, école...) dont les vitrines laissent entrevoir de nombreux objets



diversité des applications et des enjeux autour de ce matériau que l'homme façonne depuis plus de cinq mille ans. Des photos prises dans les verreries locales aujourd'hui désaffectées et des films d'archives nationales illustrent les rouages de sa fabrication. Un billet combiné permet en outre de visiter, à quelques kilomètres de là, l'ancienne verrerie de Trélon devenue un atelier-musée, où l'on peut voir les fours d'antan et des souffleurs de verre en action. Une visite à ne pas rater, spécialement

en cette année 2022, proclamée « année du verre » par l'ONU.

« L'Envers du verre », au Musée du textile et de la vie sociale de Fourmies (Nord), jusqu'au 3 juillet. Tarifs : de 4 € à 6 € ; pass pour les deux sites : 10 €. Plus d'infos sur : www.ecomusee-avesnois.fr



Le Musée du textile et de la vie sociale de Fourmies, dans le Nord, est, comme son nom l'indique, dédié à l'histoire de la vie professionnelle et sociale de la région. Situé

ROMAN GRAPHIQUE

LA BIBLIOMULE DE CORDOUE

de Wilfrid Lupano (scénario) et Léonard Chemineau (dessin)



Éd. Dargaud,
264 pages, 35 €



Il faut sauver les livres !

Le grand vizir Muhammad Amir tient reclus dans son palais doré le calife Hicham II, un gamin de 11 ans. La scène se passe au X^e siècle, à Cordoue (Andalousie), haut-lieu d'un islam des Lumières où se concentrent alors tous les arts et les savoirs. Sous l'impulsion de religieux radicaux, le félon ordonne de brûler les 400 000 ouvrages de la bibliothèque de la cité. Chargé de veiller sur ces trésors inestimables, l'eunuque Tarid tente,



comme il peut, d'en sauver les plus précieux, avec la complicité de Lubna, une jeune esclave copiste, de Marwan, un ancien apprenti voleur, et d'une mule capricieuse.

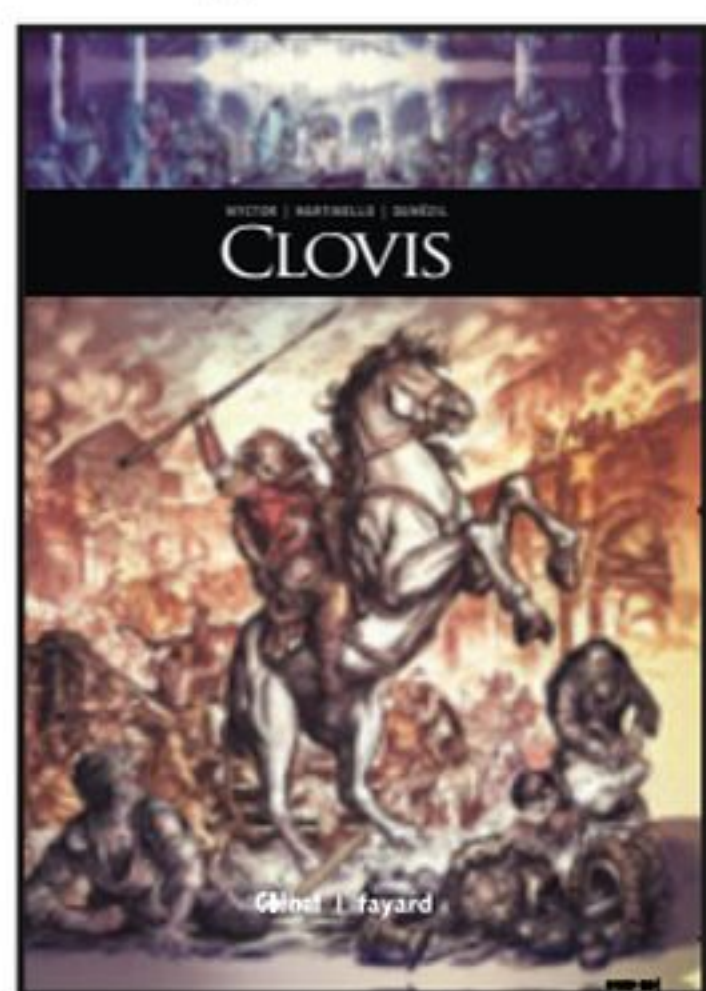
Au-delà de la farce tragi-comique, Lupano et Chemineau entament une réflexion brillante, toujours d'actualité, sur les rapports ambigus entre pouvoir et obscurantisme.

HISTOIRE

CLOVIS

de Wyctor (scénario), Paolo Martinello (dessin), Luca Bulgheroni (couleurs) et Bruno Dumézil (dossier historique)

Le premier roi chrétien



Éd. Glénat /
Fayard,
56 pages,
14,95 €



Du Clovis de notre enfance, on garde l'image d'un farouche guerrier fendant d'un coup de francisque la tête d'un soldat qui avait osé briser le fameux vase de Soissons ; son mariage avec la princesse chrétienne Clotilde, puis son baptême tardif, et sa volonté d'unifier les principaux royaumes francs. Au-delà de la « légende », les auteurs du présent Clovis élargissent la focale et

décrivent un homme rusé, barbare et fin stratège. Un titre à même de réjouir les passionnés d'histoire et d'épopées chevaleresques.



WESTERN

GO WEST, YOUNG MAN

de Tiburce Oger (scénario) et collectif (dessin)

Une histoire américaine



Éd. Bamboo /
Grand Angle,
112 pages,
19,90 €



Une luxueuse montre anglaise à gousset, au gré du temps, passe d'un propriétaire à un autre et rythme cette quinzaine de récits imaginés par Tiburce Oger et

mis en scène par autant d'illustrateurs... Des cadors dans leur partie parmi lesquels Bertail, Boucq, Meyer, Meynet, Rossi ou Prugne... Pardon de ne pas tous les citer ! Ce récit à tiroirs retrace la conquête de

l'Ouest, n'éluant aucune de ses facettes les plus obscures : le génocide des Indiens, la misère des trappeurs et des pionniers, les guerres incessantes, le racisme, la prostitution... Un monde âpre où la vie ne tient très souvent qu'à un fil.



HISTOIRE

LE FAUX SOIR

de Denis Lapière et Daniel Couvreur (récit),
Christian Durieux (dessin)

Un immense éclat de rire



Éd. Futuropolis,
88 pages, 19 €



En mai 1940, l'armée nazie envahit la Belgique et fait main basse, entre autres, sur le grand quotidien *Le Soir* qui ne tarde pas à relayer la propagande allemande. À l'automne 1943, la Résistance belge imagine un formidable canular : la publication d'un pastiche du journal qui, sur le ton de l'humour gouailleur, ridiculiserait l'occupant et ses soutiens nationalistes, et serait distribué en lieu et place du titre collaborationniste.



Le scénariste Denis Lapière, le journaliste Daniel Couvreur et le dessinateur Christian Durieux retracent cette

incroyable aventure et rendent hommage à ces femmes et ces hommes courageux qui, en pleine tourmente, refusèrent

de courber l'échine. En supplément, l'éditeur insère dans l'album un fac-similé du vrai *Faux Soir*.

BEAU LIVRE

LA FRANCE DES INVENTEURS

de Jean-François Miniac

Géo Trouvetou



Éd. Christine Bonneton,
192 pages, 24,90 €



Régionaliser les origines des inventions issues de l'extraordinaire créativité française permet de rabattre le caquet des Parisiens pensant qu'il ne



se passe rien par-delà le périphérique. Ils avalent pourtant de l'aspirine alsacienne, sécurisent l'entrée de leur immeuble par un digicode bourguignon, se font injecter leurs vaccins avec une aiguille iséroise, se rendent

au travail sur un vélo à pédales lorrain, prennent une douche normande, envoient une carte postale sarthoise, dégagent leur Opinel savoyard pour un pique-nique sur les quais de Seine, se passionnent pour une série

TV sur le FBI... corse ! Autre exemple de ces curiosités révélées dans l'ouvrage, un petit-neveu de Napoléon Bonaparte est en effet à l'origine de l'ancêtre du Federal Bureau of Investigation américain !

GUIDE**LES ARAIGNÉES DU MONDE**

sous la direction de Norman I. Platnick

Maîtres de toiles

Éd. Ulmer, 256 pages, 35 €



Arachnophobes, ne passez pas votre chemin ! Si vous avez peur des araignées, cette lecture, tout indiquée, va vous permettre un premier apprivoisement. Une fois surmonté le réflexe instinctif de répulsion, la soif de connaissance opère sa magie, et vous voilà désireux de tout savoir sur ces animaux si troublants. Les présentations débutent avec les

caractéristiques de ces arachnides, puis vient la galerie de portraits (avec photos superbes en très gros plan). Chaque araignée est située sur le globe et fait l'objet d'une description précise.

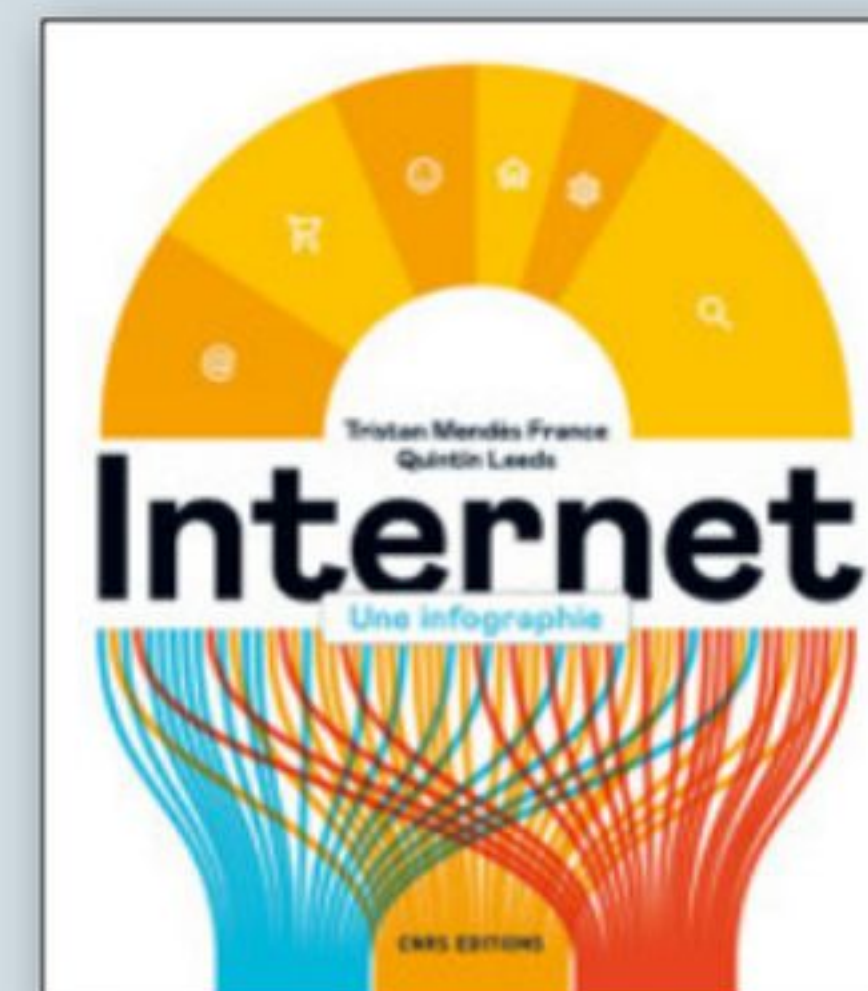
On est frappé par la diversité et la beauté de ces « petites bêtes qui montent », au rôle capital dans le contrôle des populations d'insectes : elles en consomment 400 à 800 millions de tonnes par an. Vous allez tisser des liens !

ET AUSSI...**DOCUMENT****INTERNET. UNE INFOGRAPHIE**

de Tristan Mendès France et Quintin Leeds

L'Internet étant à peu près aussi indispensable à notre quotidien que l'électricité ou l'eau courante, nous vous proposons de maîtriser tout le savoir qui le concerne grâce à ce recueil d'infographies, donnant accès à toutes les données possibles : cartographie des câbles, rencontres amoureuses en ligne, viralité de la vidéo, cyberguerre, suggestion algorithmique... En une minute, sur Internet, 41 666 667 messages sont envoyés sur WhatsApp. Diable...

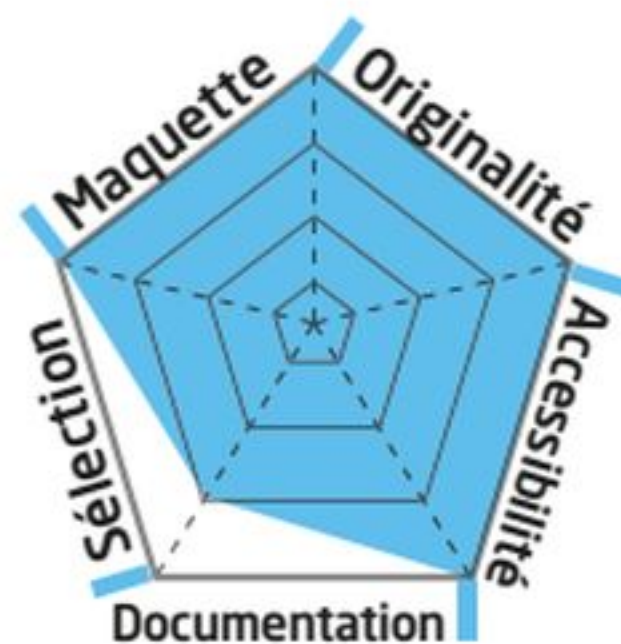
Éd. CNRS, 108 pages, 24 €

**BEAU GUIDE****DE LA PLANTE À L'ESSENCE**

par les membres du collectif Nez



Éd. Nez, 240 pages, 30 €

**Autour du parfum**

Quoi de plus intime qu'un parfum ? Il nous colle à la peau, renvoie aux autres un message personnel. Curieusement, on en sait

peu sur lui, outre son nom, ou la star choisie pour l'incarner. Il est composé d'ingrédients (bergamote, cardamome, citron, iris, gingembre, lavande, poivre noir, vétiver, patchouli...) eux aussi méconnus. Trente sont passés ici en revue parmi les principaux utilisés en parfumerie. On apprend

pour chacun son histoire, où et comment il est cultivé, dans quels parfums célèbres on le retrouve et une poignée d'autres informations.

L'histoire générale de la parfumerie se lit aussi avec empressement, suivie des progrès de la chimie ayant conduit à l'usage de matières artificielles et son entrée dans la modernité.

GUIDE**UN MONDE DE JEUX**

d'Oriol Comas i Coma

Apprendre, c'est bien, mais jouer, c'est sympa aussi ! Enfin, pour se lancer dans une partie de backgammon, d'échecs ou de Uno, il est impératif d'assimiler les règles. En plus du mode d'emploi, simplement amené, l'ouvrage apporte la minute culturelle, déroulant l'historique du jeu. Le plus : la plupart des jeux de société présentés sont peu connus : Senet, Siège de Paris, Bizigo... Une petite icône pratique nous signale si l'on peut le bricoler soi-même. Amusant ça également !

Éd. Ynnis, 160 pages, 29,90 €



Chaque mois, nous vous faisons (re)découvrir une œuvre de science-fiction qui a sa place dans le panthéon de l'anticipation.

SF

Le tour des mers en 300 jours

Suivant de près les progrès scientifiques de son temps, Jules Verne les a souvent devancés, ce qui en fait un précurseur de la science-fiction. L'un de ses classiques signale aussi l'importance de la préservation de l'océan et sa biodiversité.

Par Delphine Gaston-Sloan

● L'auteur

Né à Nantes en 1828, il regarde les bateaux et rêve d'évasion. Son père le ramène à la dure réalité des études de droit. À Paris, il fréquente plutôt les théâtres et écrit. Faute de succès, il devient agent de change à la Bourse. Enfin, l'éditeur Jules Hetzel lui publie *Cinq semaines en ballon* (1863) et l'engage à produire deux romans par an. Des textes d'aventures pour enfants qui captivent aussi les parents en mettant les sciences à leur portée. La collection « Voyages extraordinaires » regroupe plus de 60 titres, dont *De la Terre à la Lune* (1865), *Le Tour du monde en quatre-vingts jours* (1872)... Il meurt des suites du diabète en 1905.

● L'histoire

Le naturaliste français Aronnax, son domestique Conseil et le harponneur canadien Ned Land pensent chasser un monstre dans l'océan : c'est en fait un bateau sous-marin, le *Nautilus*. Son capitaine et concepteur, l'ombrageux Nemo, les a sauvés de la noyade, mais les garde captifs. Il les mène dans une expédition à travers les mers et leurs fonds, où ils admirent les trésors engloutis de l'Atlantide, luttent contre un poulpe géant... Cette aventure mérite-t-elle cependant de les laisser à jamais prisonniers ?



VINGT MILLE LIEUES SOUS LES MERS

de Jules Verne,
roman français publié en 1869

● Les adaptations

Le pionnier du cinéma Georges Méliès (1861-1938) livre sa version en 1907, film muet de dix minutes. Le classique est un long-métrage des studios de Walt Disney sorti en 1954. Il ne s'agit pas d'un dessin animé mais d'un film à prises de vues réelles réalisé par Richard Fleischer avec Kirk Douglas pour interpréter Ned Land et le Britannique James Mason, étoile montante de l'époque, dans le rôle de Nemo.

● Ses prémonitions

Verne n'a pas inventé le sous-marin, on en trouve trace dès 1776, conçu par David Bushnell et surnommé *Turtle* (tortue). Le modèle suivant est dû à un autre Américain, Robert Fulton. Ce *Nautilus*, auquel l'écrivain rend hommage en reprenant son nom et lui offrant une propulsion électrique visionnaire, fut présenté en 1800 à Napoléon. L'auteur a anticipé la conquête du pôle Sud, réussie en 1911 par le Norvégien Roald Amundsen. Quant au scaphandre autonome, il a pu s'inspirer de l'appareil récent (1864) de ses compatriotes Rouquayrol et Denayrouze et le perfectionner.

● Le contexte

Fidèle lectrice, l'écrivaine George Sand (1804-1876) l'a sans doute encouragé par lettre à « [nous conduire] bientôt dans les profondeurs de la mer » (1865). Verne a commencé ses aventures océaniques en 1867 avec *Les Enfants du capitaine Grant*, où une sœur et un frère vivent des péripéties en recherchant leur père naufragé. Puis, pour révéler les secrets du capitaine Nemo, il a publié *L'Île mystérieuse* (1874-1875).



Les 6 différences



© Getty

Sudoku

Complétez les grilles avec des chiffres de 1 à 9 de façon à ce qu'ils n'apparaissent qu'une seule fois dans chaque carré, chaque ligne et chaque colonne.



FACILE

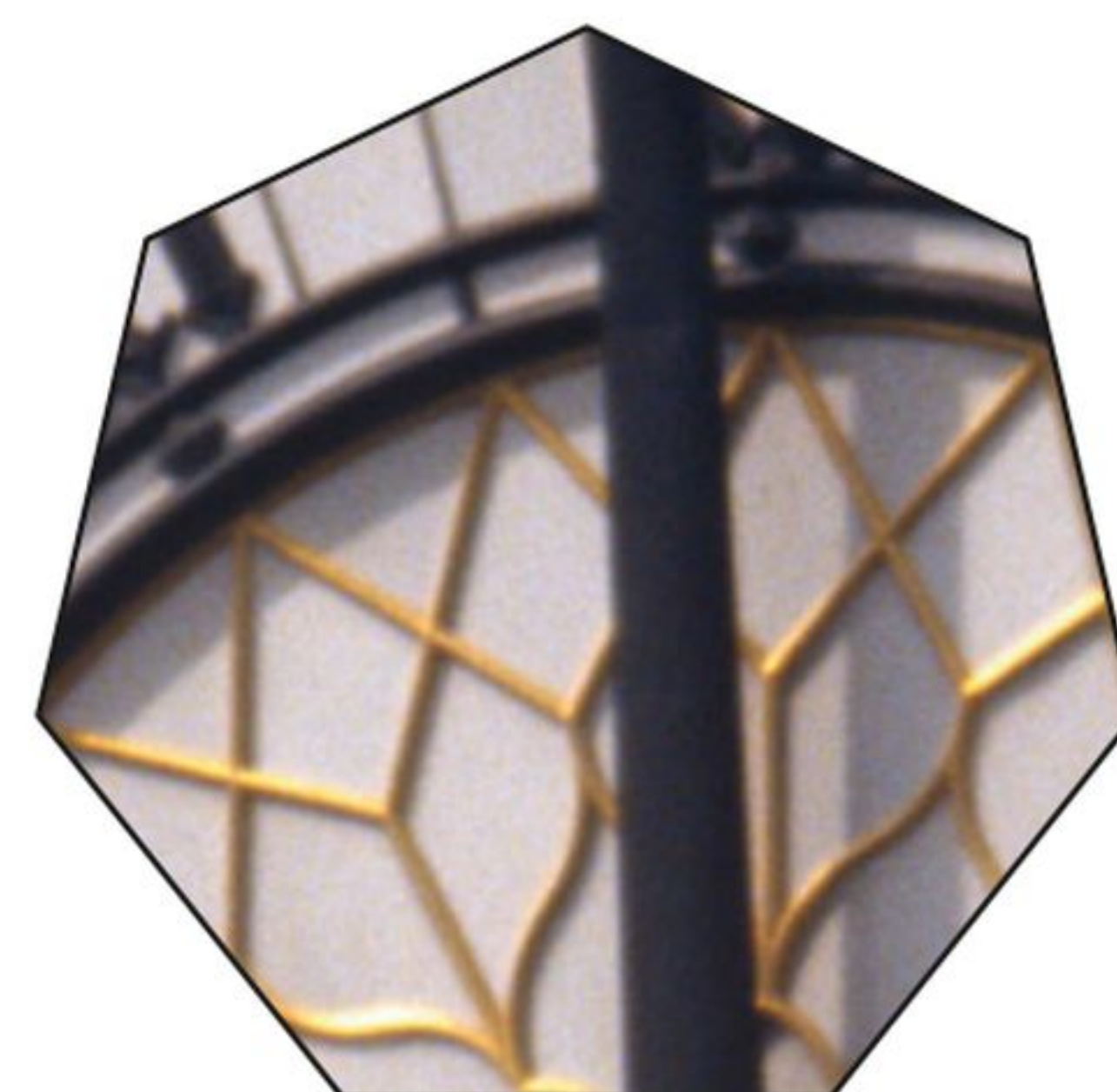
DIFFICILE

5			7					
	3		6			9	4	
						5	7	2
1	5		9	3		2		
3				1				4
		9		7	6		5	3
9	4	1						
	2	5			7		8	
				2				6

3				6		5		
6	1	9	5					
	8		9		3			
4	3			7	8			
	2							3
			2	3			8	5
			3		9		5	
					4	9	1	3
		3		8				4

C'est quoi ?

Devinez ce qui se cache derrière ce détail de photo agrandie.



Solutions p. 82

Les chiffres du mois

Ce que nous avons appris en préparant ce numéro...



Le premier
bâton de
rouge à lèvres

date de

1880

et la formule
n'a pas changé
depuis!

La Terre
a connu

5

grandes
extinctions
de masse



1 dose de venin
de cobra royal
peut achever

20 humains
en quelques
minutes

L'Univers

est constitué à

95% d'énergie
ou matière inconnue



140 km/h

C'est la vitesse
que peut
atteindre
un bobsleigh
en descente

Un Français mange
en moyenne

85 kg

de viande par an



**1 poisson pêché
sur 3**

ne finit pas dans
l'assiette



85%

des espèces
animales
connues sont
des
insectes

49 360
habitants

ont dû être évacués
en urgence après la
catastrophe nucléaire
de Tchernobyl, en 1986

2060

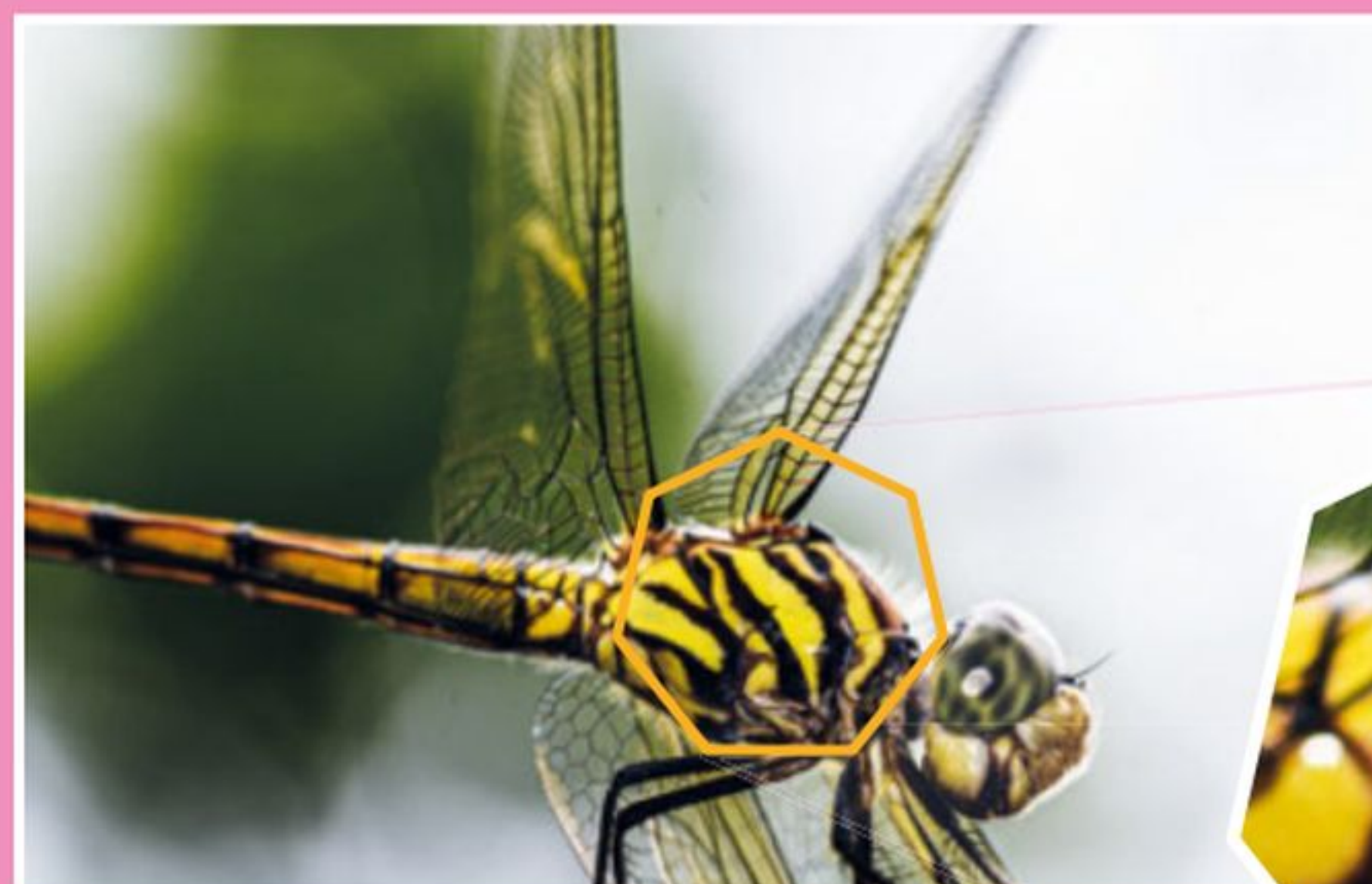
C'est la date de
la fin du monde
prédite au
XVIII^e siècle par
un célèbre savant,
Isaac Newton!

Solutions du numéro précédent

Les 6 différences



C'est quoi ?

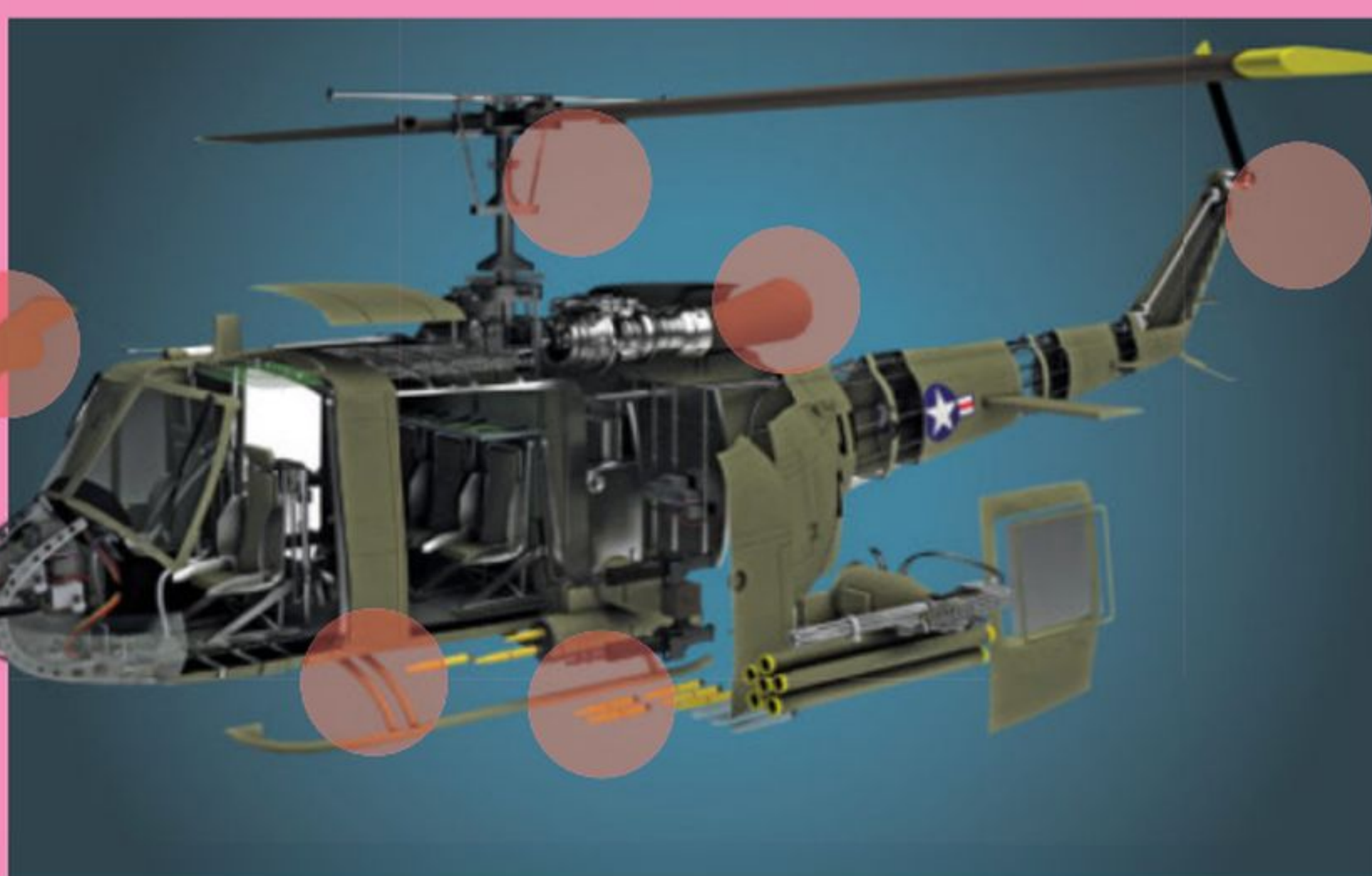


Le dos d'une libellule



Solutions de la page 80

Les 6 différences



C'est quoi ?



Le détail d'une horloge



POUR VOUS ABONNER, GÉRER VOS ABONNEMENTS OU CHANGER DE MAGAZINE

Par téléphone : **01 87 64 05 32** (lun-ven 9h-19h) - de l'étranger, tél : (+ 33) 1 87 64 05 32 - Par mail : relation.abo@fleuruspresse.com - Par courrier : CDN Vivetic, Service Fleurus Presse, 127 rue Charles Tillon, CS 80021, 93308 Aubervilliers Cedex. Pour la Belgique : Edigroup, tél : 070 233 304, abonne@edigroup.be - Pour la Suisse : Edigroup, tél : 022 860 84 01, abonne@edigroup.ch - Pour le Canada : Fleurus Presse, Express Mag, expressmag@expressmag.com • Prix de l'abonnement 1 an (11 n°s) : 45 €. Mensuel.

Comment ça marche

est édité par
Unique Heritage Presse SAS
 au capital de 500 000 €
 Siren 338 412 463 RCS Paris
 141, boulevard Ney - 75018 Paris
 Président : Emmanuel Mounier

Comité de direction :

Emmanuel Mounier (Président et Directeur de la publication),
 Christophe Ruet (Directeur général),
 Agathe Monneret (Directrice administrative et financière),
 Juliette Salin (Directrice générale médias Fleurus Presse),
 Albin Quéru (Directeur marketing)

Rédaction :

Karine Jacquet (Rédactrice en chef),
 Philippe Lévêque (Directeur artistique),
 Clara Baudel (Secrétaire générale de rédaction),

Denis Truchi (Rédacteur-graphiste),
 Michelle Foucart-Orsel (Secrétaire de rédaction),
 Béatrice Bon (Iconographe)

Ont collaboré à ce numéro :

François Bliss de la Boissière,
 Marc Branchu, Hélène Colau,
 Louna Esgueva, Gisèle Foucher,
 Delphine Gaston-Sloan, Patrick Gaumer,
 Laurence Gay, Lise Gougis,
 Renaud Moncla, Sophie Noucher,
 Corentin Paillassard, Nathalie Picard,
 Benjamin Robert, Muriel Valin,
 Maïa Wasserman

Gestion des ventes au numéro :

(réservé aux dépositaires et aux marchands de journaux)
 Isabelle Alliaume (Directrice diffusion et réseau),
 tél. : 01 56 79 36 94,
diffusionmdj@fleuruspresse.com

Distribution : MLP

Publicité : 01 87 15 42 39
 Marion Stastny (Directrice marketing, partenariats et business development),
 Patricia Danan (Directrice de publicité),
 Barbara Valdès (Directrice de clientèle),
 Yann Grolleau (Directeur opérations spéciales),
prenom.nom@uniqueheritage.fr

Fabrication :

Créatoprint, tél : 06 71 72 43 16

Impression :

Artigrafiche Boccia
 84 131 Salerno (Italie)
 Origine du papier : Italie
 Taux de fibres recyclées : 0 %
 Certification : PEFC 100 %
 Eutrophisation : Ptot 0,018 kg/t

Commission paritaire :

0925 K 90540

Loi du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse.

ISSN : 2739-3755

Dépôt légal à parution.
 Tous droits de reproduction réservés sauf autorisation écrite préalable
 © Comment ça marche.

Les coordonnées de nos abonnés sont communiquées à nos services et aux organismes liés contractuellement à Comment ça marche sauf opposition écrite. Les informations pourront faire l'objet d'un droit d'accès et de rectification dans le cadre légal. Ce magazine est édité sous licence de la société anglaise Future Publishing Limited. Tous les droits d'utilisation liés à la licence, incluant le nom How It Works appartiennent à Future

Publishing Limited et ne peuvent être reproduits, en partie ou dans leur intégralité, sans consentement préalable écrit et délivré par Future Publishing Limited.
 © Future Publishing Limited.
www.futureplc.com

Comment ça marche est une marque déposée de Unique Heritage Media.

FUTURE



OWNS

Qu'est-ce qui se cache
derrière ces phénomènes
mystérieux ?



■ DÉCRYPTER: LES MATÉRIAUX
LES PLUS CHERS DU MONDE

■ EXPLORER: L'HISTOIRE
DE LA PLANÈTE TERRE

■ INNOVER: QUAND LES DRONES
JOUENT LES ESPIONS

■ OBSERVER: LES REDOUTABLES
GRENOUILLES TUEUSES

■ RACONTER: QUI ÉTAIENT
LES TEMPLIERS?

■ AGENDA: CINÉ, JEUX VIDÉO,
BD, LIVRES, EXPOS...

NOUVEAU

Découvrez Epsilon

LE NOUVEAU MAGAZINE D'ACTUALITÉ SCIENTIFIQUE



Abonnez-vous

À PARTIR DE
1€/MOIS*



sur notre site
EPSILOON.COM



ou par téléphone
01 87 64 09 62
Du lundi au vendredi de 9 h à 19 h

